

Nicole GALLAND

1155

**RECHERCHE SUR
L'ORIGINE DE LA FLORE OROPHILE DU MAROC
ETUDE CARYOLOGIQUE ET CYTOGEOGRAPHIQUE**



**TRAVAUX DE L'INSTITUT SCIENTIFIQUE
Série Botanique, n° 35
RABAT
1988**

VOCATION DE L'INSTITUT SCIENTIFIQUE

« L'Institut scientifique est chargé d'effectuer dans le domaine des sciences de la nature des recherches fondamentales, notamment en ce qui concerne la flore, la faune et le sol. Il est chargé en outre de dresser l'inventaire systématique du milieu physique et biologique, de constituer des collections d'un museum national d'histoire naturelle, de réunir les éléments d'une bibliothèque scientifique et d'aménager les laboratoires, les observatoires et les stations nécessaires à ses recherches. »
Décret n° 2-75-663 du 11 chaoual 1395 (17 octobre 1975), art. 14.

Actuellement l'activité de l'Institut scientifique s'exerce dans les domaines suivants : physique du globe, géologie, géomorphologie et cartographie, télédétection, botanique et écologie végétale, zoologie et écologie animale.

PUBLICATIONS DE L'INSTITUT SCIENTIFIQUE

- « *Bulletin de l'Institut scientifique* » : articles et notes; série unique et multidisciplinaire; un numéro par an en principe.
- « *Travaux de l'Institut scientifique* » (anciennement : « *Travaux de l'Institut scientifique chérifien* ») : mémoires et/ou cartes; continuation des anciennes séries (Géologie et Géographie physique, Botanique, Zoologie) à l'exception de la « série générale » et de la « série sciences physiques » qui sont supprimées; parution irrégulière.
- « *Documents de l'Institut scientifique* » : reproduction de divers documents de travail disponibles dans cet institut; parution irrégulière; distribution limitée.
- « *Bulletin sismologique du Département de physique du globe de l'Institut scientifique* » : données fournies par le dépouillement des enregistrements obtenus dans les stations sismographiques marocaines; un fascicule par mois plus un fascicule annuel de synthèse.

Comité de lecture

- Sciences de la Terre

M. ABERKAN (Rabat), L. BAHY (Rabat), D. BEN SARI (Rabat), F. BENZIANE (Rabat), B. BOUAB (Rabat), M. BOUABDELLI (Marrakech), J. BOURGOIS (Paris), M. BOUTAKIOUT (Rabat), M. BOUTALEB (Rabat), A. CHALOUAN (Rabat), M. DAHMANI (Rabat), R. DU DRESNAY (Rabat), G. DUEE (Pau), I.E. EL AMRANI EL HASSANI (Rabat), Z. EL AOUD (Rabat), A. EL CHARBAOUI (Rabat), A. EL HASSANI (Rabat), D. FASSI (Rabat), B. FEDAN (Rabat), N. HAMOUMI (Rabat), D. HATZFELD (Grenoble), Y. HERVOUET (Pau), C. HOEPPFNER (Rabat), A. LAOUINA (Rabat), E. LAVILLE (Caen), C. MARIGNAC (Nancy), A. MICHARD (Orsay), D. NAJID (Rabat), A. PIQUE (Brest), M. SNOUSSI (Rabat), D.H. TARLING (New Castle), M. WESTPHAL (Strasbourg), W. WILDI (Genève), S. WILLEFERT (Rabat),

- Sciences de la Vie

P. AGUESSE (Rabat), M. ARAHOU (Rabat), M. ATBIB (Rabat), K. BADDOURI (Rabat), A. BAYED (Rabat), P.C. BEAUBRUN (Montpellier), A. BENABID (Salé), T. BENAZZOU (Rabat), W. BENJELLOUN (Rabat), L. BIGOT (Marseille), M. BOURNAUD (Villeurbanne), B. CHLYAH (Rabat), H. CHLYAH (Rabat), A. DAKKAK (Rabat), M. DAKKI (Rabat), P. DU MERLE (Avignon), M.A. EL AGBANI (Rabat), M. ETTALIBI (Rabat), J.P. FABRE (Avignon), M. FEKHAOUI (Rabat), M. FENNANE (Rabat), F. FERHANE - TACHINANTE (Rabat), J. FRANCHIMONT (Meknès), A. FRAVAL (Rabat), M. GLEMAREC (Brest), J. GUILLOU (Brest), M. HMIMINA (Rabat), Z. KADIRI (Rabat), H. LAHLOU (Rabat), A. LAMRINI (Rabat), M. MENIOUI (Rabat), M. MOUNA (Rabat), S. OUCHBANI (Rabat), A. OUYAHYA (Rabat), M. RAMDANI (Rabat), M. REJDALI (Rabat), A. SEKKAT (Meknès), M.S. SHAFEE (Rabat), M. THEVENOT (Montpellier),

Directeur des publications : Driss NAJID

Comité de rédaction

Mohamed DAKKI : Rédacteur en chef

Ahmed EL HASSANI et Mohamed FENNANE : Rédacteurs adjoints

Abdellatif BAYED, Taj-Eddine CHERKADUI-MAKNASSI, Baouchta EL FELLAH et Fida MEDINA

Toute correspondance doit être adressée à :

INSTITUT SCIENTIFIQUE
Service des Publications
Charia Ibn Battouta.
B.P. 703, RABAT - AGDAL (Maroc)

ROYAUME DU MAROC

MINISTRE DE L'EDUCATION NATIONALE

UNIVERSITE MOHAMMED V

INSTITUT SCIENTIFIQUE

RECHERCHE

**SUR L'ORIGINE DE LA FLORE OROPHILE DU MAROC :
ETUDE CARYOLOGIQUE ET CYTOGEOGRAPHIQUE¹**

Nicole GALLAND

1. Thèse présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Neuchâtel (SUISSE)

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE 1 : CADRE GENERAL DE L'ETUDE

Introduction	1
Les recherches cytotaxonomiques en Méditerranée occidentale	1
Les recherches cytotaxonomiques sur la flore orophile	2

CHAPITRE 2 : CADRE BIOGEOGRAPHIQUE DE L'ETUDE

Introduction	3
Les montagnes marocaines	3
<i>Aperçu géographique</i>	3
<i>Aperçu paléogéographique</i>	4
<i>Aperçu géologique</i>	5
La végétation des montagnes marocaines et ses limites altitudinales	5
La flore des montagnes marocaines	7

CHAPITRE 3 : MATERIEL ET METHODES

Matériel	8
Techniques cytologiques	8

CHAPITRE 4 : RECHERCHES PERSONNELLES

Introduction	9
Résultats globaux	10
Discussion des résultats	11
<i>Gramineae</i>	11
<i>Cyperaceae</i>	21
<i>Juncaceae</i>	22
<i>Liliaceae</i>	24
<i>Amaryllidaceae</i>	26
<i>Polygonaceae</i>	28
<i>Caryophyllaceae</i>	31
<i>Ranunculaceae</i>	51
<i>Papaveraceae</i>	54
<i>Cruciferae</i>	54
<i>Crassulaceae</i>	72
<i>Saxifragaceae</i>	75
<i>Rosaceae</i>	77
<i>Leguminosae</i>	78
<i>Ceraniaceae</i>	83
<i>Violaceae</i>	84
<i>Lythraceae</i>	85
<i>Onagraceae</i>	86
<i>Umbelliferae</i>	86
<i>Primulaceae</i>	87
<i>Gentianaceae</i>	88
<i>Convolvulaceae</i>	89
<i>Boraginaceae</i>	89
<i>Labiatae</i>	90
<i>Scrophulariaceae</i>	93
<i>Globulariaceae</i>	96

<i>Rubiaceae</i>	97
<i>Valerianaceae</i>	99
<i>Dipsacaceae</i>	100
<i>Compositae</i>	100

CHAPITRE 5 : CONSIDERATIONS GENERALES

Introduction	106
Commentaires sur les études cytogéographiques de la flore du Maroc antérieures à notre travail	107
Problèmes cytogéographiques	108
<i>La polyploidie</i>	108
<i>Les complexes polyploïdes</i>	110
<i>L'endémisme</i>	115
Origine de la flore orophile marocaine	117
<i>Données cytologiques</i>	117
<i>Données géographiques</i>	118
<i>Données historiques</i>	118
<i>Essai de synthèse</i>	119
CONCLUSION	121
REMERCIEMENTS	122
BIBLIOGRAPHIE	123
APPENDICE I : Résultats cytologiques	133
APPENDICE II : Caractéristiques cytologiques, chorologiques et écologiques des taxons étudiés	151
APPENDICE III : Liste des complexes polyploïdes commentés dans le chapitre 5.	159
INDEX SPECIFIQUE	161
RESUME	165
SUMMARY	166
ملخص	168

Chapitre 1 : CADRE GENERAL DE L'ETUDE

INTRODUCTION

C'est sous l'impulsion des professeurs Favarger et K pfer qu'ont démarré, en 1976, les premières prospections cytotaxonomiques de "l' cole de Neuchâtel" dans le domaine des montagnes marocaines. Ce premier voyage, auquel nous avons eu la chance de participer, a débouché sur la publication d'un travail (FAVARGER, GALLAND & KÜPFER, 1979) qui a représenté la base de nos recherches ultérieures. Par cette première étude, nous avons acquis des techniques de travail, celles de la cytotaxonomie "de terrain", et surtout nous avons pu nous familiariser avec un certain nombre de concepts fondamentaux de la géographie botanique historique.

L'étude d'une flore, sous l'angle de la géographie botanique historique, s'appuie essentiellement sur la chorologie et la cytologie. La dimension spatiale que donne l'analyse chorologique doit être documentée par des observations morphologiques et écologiques afin d'estimer le degré de différenciation que présente un taxon sur l'ensemble de son aire. La dimension historique qu'apporte la cytologie, notamment dans la comparaison des aires des taxons correspondants di- et polyploides, doit être mise en relation avec des faits d'ordre géologique et paléogéographique.

Cette approche très globale d'une flore est un moyen très précieux d'en dégager les principaux caractères évolutifs afin de comprendre les facteurs qui, dans le passé, ont pu influencer son évolution et de saisir les mécanismes par lesquels cette flore évolue actuellement.

LES RECHERCHES CYTO- TAXONOMIQUES EN MEDITERRANEE OCCIDENTALE

Un résultat cytologique n'a de sens que s'il peut être comparé aux données connues dans les autres parties de l'aire du taxon étudié ou, s'il s'agit d'un endémique, aux données relatives aux taxons affines.

FAVARGER (1971 b, 1974) a dressé l'historique des principales études cytotaxonomiques

relatives aux domaines alpien et méditerranéen. Sans être aussi avancées qu'elles le sont en Europe centrale et dans les Alpes en particulier, les recherches cytotaxonomiques en Méditerranée occidentale (nous nous limiterons ici à la Péninsule ibérique et au Maghreb) se sont néanmoins considérablement enrichies durant la dernière décennie en Espagne et au Portugal. Dans ce dernier pays, l' cole de Coimbra, sous l'impulsion de FERNANDES et de QUEIROS, a publié depuis 1969 près d'une vingtaine de contributions concernant les principales familles de la flore portugaise qui est ainsi l'une des mieux connues sous l'angle cytotaxonomique.

En Espagne, les écoles de Madrid et de Séville déploient une intense activité dans ce domaine et les notes caryologiques qui paraissent régulièrement ces dernières années viennent s'ajouter aux premiers travaux de LÈVE et KJELLQVIST.

En ce qui concerne la flore orophile de la Péninsule ibérique, le travail de KÜPFER (1974) constitue une référence aussi importante par sa qualité que par la quantité des informations fournies aux taxonomistes et aux cytog ographes.

En Afrique du Nord, l'état des recherches est considérablement moins avancé.

Au Maroc, QUEZEL (1957), qui a compté le nombre chromosomique d'un peu plus d'une centaine d'orophytes, a apporté une première image cytotaxonomique de la flore atlasique. Nous reviendrons sur ce travail dans le chapitre "considérations générales". Plus récemment (1978), HUMPHRIES, MURRAY, BOCQUET & VASUDEVAN ont publié le nombre chromosomique de 246 plantes maghrébines appartenant à 188 espèces; une minorité d'entre elles cependant peuvent être considérées comme orophiles.

Enfin, FAVARGER, GALLAND & KÜPFER (1979) ont analysé les résultats cytologiques de 67 espèces récoltées dans le Rif, le Moyen-Atlas et le Haut-Atlas.

Un certain nombre d'autres auteurs ont étudié des populations marocaines dans le cadre de monographies. Les travaux de FAVARGER & GALLAND (1982) sur les *Erysimum* vivaces et de CONTANDRIOPOULOS, FAVARGER & GALLAND

(1984) sur les Campanulacées se rapportent exclusivement à du matériel nord-africain.

D'autres plantes marocaines ont été étudiées dans le cadre de monographies intéressantes des régions plus vastes. Nous citerons BABCOCK (1947, *Crepis hookeriana*), BLAISE (1970, *Myosotis alpestris*), CAUWET-MARC (1976, genre *Bupleurum*), GUITTONNEAU (1972, *Erodium* spp.), HEBERT (1980, *Sedum* spp.), MONNIER (1968, *Spergularia* spp.), MÜLLER (1982, *Gentiana* sect. *Cyclostigma*), SÖLLNER (1954, *Cerastium* spp.), STEBBINS & ZOHARY (1959, *Dactylis glomerata*), TISSOT-DAGUETTE (1979, *Onosma* spp.), VERLAQUE (1984-1986, *Dipsacaceae*), WILCOX (1977, *Leucanthemum* spp.), ZELTNER (1970, genres *Blackstonia* et *Centaureum*) et ZESIGER (1961, *Sempervivum* spp.). La liste n'est pas exhaustive.

Pour les montagnes algériennes, nous ne connaissons pas d'autres données que celles qui figurent dans la plupart des monographies citées ci-dessus.

LES RECHERCHES CYTOTAXONOMIQUES SUR LA FLORE OROPHILE

Selon la définition classique, un orophyte est une plante dont l'optimum se situe aux étages supérieurs de végétation. Nous verrons dans le chapitre 2 ce que la notion "d'étages supérieurs de végétation" signifie sur les Atlas marocains.

FAVARGER (1975) a fort bien résumé les caractéristiques des flores orophiles :

- 1) Elles offrent une grande originalité, en ce sens que leurs espèces les plus représentatives ne sont pas directement apparentées aux espèces des plaines environnantes.
- 2) Elles sont riches en taxons endémiques.
- 3) Elles présentent, d'un massif à l'autre, des rapports évidents, attestés par un contingent non négligeable d'espèces communes à plusieurs chaînes, et par un cortège de vicariants ou de taxons de substitution.

Les bouleversements climatiques et géologiques qui accompagnent le soulèvement d'une chaîne de montagnes ont modelé la flore d'une manière originale, notamment par le morcellement de certaines aires et par la diversification des biotopes.

Enfin, la flore de certains massifs, par ex. celle du Caucase et celle des Alpes, possède un caractère conservateur. Il n'est cependant pas

certain que cette observation puisse être généralisée à des chaînes montagneuses dont l'histoire diffère de celle du Caucase (SOKOLOVSKAJA & STRELKOVA, 1940) ou des Alpes (FAVARGER, 1975).

Les travaux de FAVARGER (1949, 1950, 1953, 1957, 1959, 1962 b, 1964 b, 1965, 1969 b, 1971 b) ont été déterminants pour la compréhension de l'histoire de la flore orophile des Alpes. Les études cytotoxonomiques de KÜPFER (1968, 1969, 1971 a, 1971 b, 1974, 1981) ont mis l'accent sur les liens génétiques entre les flores alpine et pyrénéenne.

Ainsi, à la lumière de ce que nous connaissons sur la flore des autres massifs montagneux, il s'avérerait intéressant de prospecter plus en détail les Atlas marocains qui constituent, au sud de l'arc alpin, un dernier rempart de haute altitude avant le domaine saharien.

Il convient cependant de nuancer la notion d'orophyte car, si dans notre échantillonnage nous trouvons un certain nombre d'orophytes stricts (*Silene ayachica*, *Viola dyris*, *Crepis hookeriana*, *Helictotrichon montanum*, *Geranium cinereum* subsp. *nanum*, *Agrostis rupestris*, par exemple), d'autres taxons présentent, sur les montagnes marocaines, non pas leur optimum de développement, mais leur limite altitudinale supérieure.

L'étude de ces taxons planitaires ou de basses montagnes, à la limite supérieure de leur distribution, présente cependant un grand intérêt. Leur présence en haute montagne traduirait-elle une différenciation cytologique comme l'a supposé QUEZEL (1957) à propos de quelques taxons endémiques ?

C'est dans cette optique que nous avons été amenée à étudier des plantes comme *Buglossoides arvensis*, *Corrigiola telephiifolia*, *Herniaria glabra*, *Bromus hordeaceus*, *Bromus squarrosus*, *Alyssum minus*, *Lobularia maritima*, *Polygonum aviculare* ou *Lactuca tenerrima* par exemple.

Enfin, si certains taxons présentent en Afrique du Nord leur optimum en montagne, leur distribution européenne peut revêtir un caractère nettement moins orophile. Le cas des complexes polyploïdes de *Paronychia argentea* et *Jasione crispa* a déjà été discuté par GALLAND & KÜPFER (1984). Nous citerons encore les exemples de *Hieracium pseudopilosella*, *Viola palustris*, *Pimpinella tragium*, *Asperula aristata*, *Daphne laureola*, *Digitalis lutea*, *Aconitum lamarckii*, *Aquilegia vulgaris* subsp. *viscosa* ou *Poa nemoralis*.

Chapitre 2 :

CADRE BIOGEOGRAPHIQUE DE L'ETUDE

INTRODUCTION

Il n'est pas dans notre intention de chercher à établir une synthèse des données biogéographiques relatives aux montagnes marocaines. Nous désirons présenter ici quelques jalons qui nous ont été utiles pour caractériser le milieu dans lequel nous avons été amenée à travailler. Précisons d'emblée que les montagnes marocaines sont entièrement comprises dans le climat méditerranéen qui caractérise le pays à l'exception des zones les plus méridionales. Ce climat, rappelons-le, a été défini par EMBERGER (1971) : "climat de zone tempérée, donc à photopériodisme saisonnier et quotidien, et à pluviosité concentrée sur la saison froide ou relativement froide, l'été étant sec". Selon l'auteur, le Maroc offre un intérêt tout à fait particulier dans l'ensemble méditerranéen. Grâce à sa situation géographique et à son relief, ce pays présente tous les types de climats méditerranéens et EMBERGER (op. cit.) parle même, au sujet du Maroc, "d'étalon de comparaison pour tous les pays soumis à un climat méditerranéen".

Et c'est en effet dans ce pays qu'EMBERGER a mené la majeure partie de ses travaux qui ont profondément marqué la phytogéographie et la bioclimatologie méditerranéennes.

LES MONTAGNES MAROCAINES

APERÇU GEOGRAPHIQUE

Quatre chaînes, grossièrement orientées E-NE — W-SW, se succèdent parallèlement de la partie septentrionale à la partie méridionale du pays. Ce sont, du N au S : le Rif, le Moyen-Atlas, le Haut-Atlas et l'Anti-Atlas.

L'Anti-Atlas, culminant à 2530 m d'altitude, est séparé du Haut-Atlas par la vallée du Sous. Plus bas, en altitude et en latitude, que les autres chaînes atlasiques, il borde au nord le domaine saharien. Par son climat beaucoup plus xérique dû aux influences sahariennes, il n'offre plus une diversité de biotopes comparable aux chaînes plus septentrionales et nous n'avons pas abordé ce massif dans le cadre de notre étude.

Si la flore orophile de l'Anti-Atlas est considérablement moins riche que celle des autres chaînes, nous sommes consciente cependant que la valeur cytogéographique des espèces qui y poussent n'est pas moindre puisque la plupart de ces espèces se trouvent là en bordure méridionale de leur aire.

L'Anti-Atlas s'articule au Haut-Atlas par le massif volcanique du Siroua (3300m) au SE du massif du Toubkal. Le Siroua appartient au domaine de l'Anti-Atlas mais les géologues admettent qu'il se rattache, structurellement, au Haut-Atlas et c'est pourquoi nous l'avons compris dans le secteur du Haut-Atlas central.

Voyons maintenant quelques caractéristiques des 3 autres chaînes marocaines que nous avons visitées (voir Figure 1) :

RIF : chaîne côtière bordant la Méditerranée, elle s'étend sur quelque 350 km, du détroit de Gibraltar à l'embouchure de la Moulouya et culmine au Tidighin, à 2452 m d'altitude. L'altitude relativement modeste de la chaîne ne permet pas l'individualisation d'une végétation altimontaine et, sous cet angle-là, elle se distingue très nettement des deux autres chaînes atlasiques. Le Rif, bien arrosé dans sa partie occidentale, abrite néanmoins une flore de moyenne montagne relativement riche qui présente un intérêt évident dans une étude floristique et cytogéographique.

MOYEN-ATLAS : seuls les massifs de la partie orientale du Moyen-Atlas offrent un intérêt pour l'étude de la flore orophile. Là, les sommets dépassent bien souvent l'altitude de 3000 m et permettent l'installation d'une végétation de haute montagne. La Moulouya sépare le Moyen-Atlas de la partie orientale du Haut-Atlas.

HAUT-ATLAS : c'est, et de loin, la chaîne la plus importante d'Afrique du Nord dont les principaux sommets, d'une extrémité à l'autre, culminent entre 3500 m et 4000 m. Le sommet le plus élevé, le Toubkal, atteint l'altitude de 4165 m alors que le massif le plus oriental de la chaîne, le J. Ayachi, culmine encore à plus de 3750 m.

Le Haut-Atlas est classiquement divisé en 3

secteurs inégaux caractérisés par la nature de leur substrat (cf. infra) :

- Haut-Atlas occidental : de l'extrémité occidentale de la chaîne au Tizi-n-Test (cours de l'oued N'Fiss). C'est une partie massive, bien arrosée, dont les sommets ne dépassent pas 3700 m.
- Haut-Atlas central : du Tizi-n-Test au Tizi-n-Tichka ; c'est là que nous trouvons les sommets les plus élevés de la chaîne.
- Haut-Atlas oriental : du Tizi-n-Tichka à l'extrémité orientale de la chaîne, c'est le secteur le plus important avec une longueur de plus de 400 km. Le M'Goun y culmine encore à plus de 4000 m d'altitude.

Partout s'est installée une végétation de haute montagne qui doit sa diversité à la nature du substrat, aux contrastes des versants et aux gradients altitudinaux.

APERÇU PALEOGEOGRAPHIQUE

Il règne encore de telles divergences d'opinion dans ce domaine que nous nous limiterons à situer quelques repères dans l'histoire paléogéographique des montagnes marocaines.

Le Rif, contrairement aux Moyen et Haut-Atlas, n'est pas une chaîne intracontinentale. Son histoire est liée à celle de l'Arc de Gibraltar qui lui-même fait partie de la ceinture alpine (ou système alpin) dont la formation est le résultat de la convergence, depuis le Crétacé, des plaques européenne et africaine (cf. REHAULT & al., 1985). Le Rif en tant que chaîne nord-africaine serait post-messinien car l'ensemble bético-rifain semble avoir été isolé du continent africain par un important bras de mer jusqu'à la fin du Miocène.

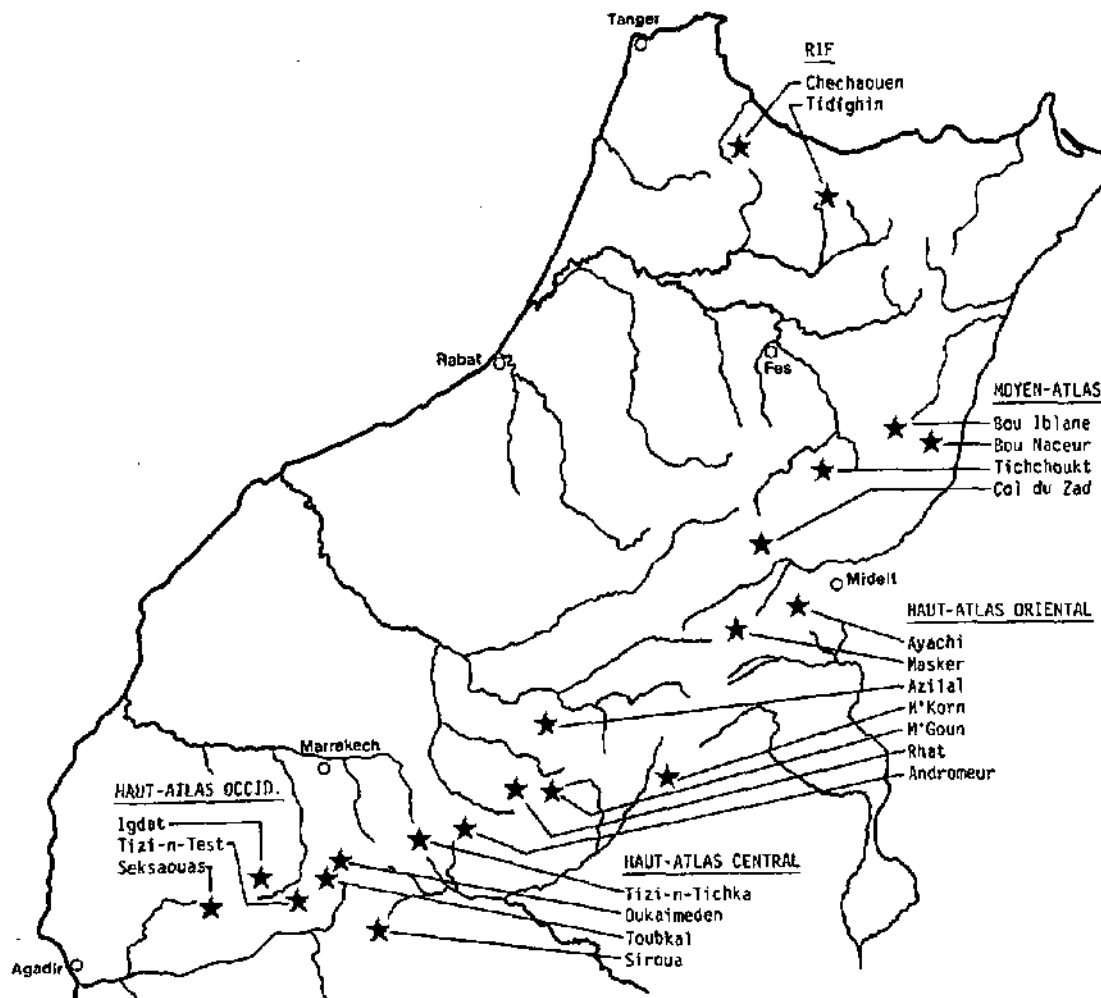


Figure 1 : Sites visités pour la présente étude.

Les géologues s'accordent pour situer le début des plissements atlasiques au Lutétien (Eocène moyen). C'est donc une montagne jeune, qui n'a cessé de se soulever depuis sa formation et qui serait elle-même le contre-coup de la formation de l'arc de Gibraltar.

Pour CHOUBERT & FAURE-MURET (1962), l'histoire de l'orogénie atlasique, dont l'évolution s'est effectuée dans un domaine entièrement émergé, peut se résumer ainsi :

1. Phase post-lutétienne qui a amorcé le plissement des Atlas.
2. Deux phases paroxysmales (ante-aquitaine et miocène) qui ont créé la structure des édifices plissés.
3. Phase pliocène (post-pontienne) qui a parachévé cette création en "donnant la dernière main" à l'édifice.
4. Dès la fin du Pliocène jusque — et y compris — au Quaternaire, les Atlas s'élèvent par une succession de 8 à 9 pulsations tectoniques plus ou moins importantes. Chacun de ces mouvements déclenche une phase d'érosion qui, chaque fois, aboutit d'une part à la destruction partielle ou complète des reliefs nouvellement formés et à l'élaboration d'une surface d'érosion, d'autre part au comblement des bassins internes par des dépôts continentaux de type molassique.

Les glaciations du Quaternaire n'ont eu qu'un effet limité sur les Atlas et seuls de petits glaciers locaux se sont formés. La végétation des auges glaciaires du massif du Toubkal a été étudiée, d'un point de vue phytosociologique, par QUEZEL (1957). BRECHBÜHL (comm. orale) a retrouvé des traces nettes de glaciations dans le massif de l'Ayachi jusqu'à une altitude inférieure de 2300 à 2400 m. Par contre, l'effet des glaciations s'est marqué plus généralement sur le climat par l'alternance de phases "pluviales" humides et "interpluviales" sèches correspondant respectivement aux phases glaciaires et interglaciaires (CHOUBERT & FAURE-MURET, 1962).

Enfin, il semble que les mouvements orogéniques atlasiques se sont accompagnés de phases d'activité volcanique.

CHOUBERT & FAURE-MURET (op. cit.) situent la dernière phase au Quaternaire moyen, une phase volcanique qui aurait surtout affecté le Moyen-Atlas occidental. Les auteurs soulignent que les Atlas marocains se sont formés au cours d'une période troublée attestée par des phénomènes tectoniques, sédimentaires et volcaniques.

APERÇU GEOLOGIQUE

Le Rif représente une zone très complexe de type alpin constituée de plis et de nappes de charriage, où roches sédimentaires et éruptives forment une mosaïque très embrouillée.

Le Moyen-Atlas est un massif calcaire de type jurassien formé d'une série de plis et plis-failles, où l'érosion se marque par un certain nombre de phénomènes karstiques.

Si les roches éruptives constituent l'ensemble des massifs élevés du Haut-Atlas central, les reliefs du Haut-Atlas occidental comprennent des zones cristallines mais aussi de très importantes surfaces de schistes.

Le Haut-Atlas oriental représente, comme le Moyen-Atlas, une vaste chaîne formée de calcaires plissés plus ou moins modifiés par l'érosion et les accidents tectoniques.

LA VEGETATION DES MONTAGNES MAROCAINES ET SES LIMITES ALTITUDINALES

Depuis le travail classique d'EMBERGER (1936), la délimitation et surtout la définition des étages de végétation au Maroc, et plus généralement en Méditerranée, ont donné lieu à de nombreuses révisions (QUEZEL 1957 ; OZENDA, 1975 ; PEYRE, 1979 ; ACHHAL & al., 1980).

Il s'agissait pour nous de nous en tenir à un modèle simple correspondant à la végétation orophile du Maroc et c'est la raison pour laquelle nous avons retenu celui de QUEZEL (1957) que nous complétons avec la terminologie, plus récente, d'OZENDA (1975) (Tableau 1).

A la suite de l'étude d'EMBERGER (1939) qui, le premier, dressa une synthèse de la végétation marocaine, l'énorme travail de QUEZEL (1957) a posé les bases phytosociologiques dans l'étude de la végétation des hautes montagnes nord-africaines.

Des travaux plus récents sont venus préciser les connaissances pour certains milieux (BARBERO, BONIN & QUEZEL, 1975) ou certaines régions (PEYRE, 1979).

Précisons encore que les groupements forestiers du Maroc ont également fait l'objet de contributions importantes au cours de ces dernières années (PEYRE, 1978; ACHHAL & al., 1980; BARBERO, QUEZEL & RIVAZ-MARTINEZ, 1981). Là encore, la liste ne se veut pas exhaustive.

Nous aimerions caractériser très brièvement les unités phytosociologiques (ce sont des alliances) telles qu'elles apparaissent dans le tableau 1.

Tableau 1 : Les étages bioclimatiques montagnards au Maroc et leurs limites altitudinales (d'après Quézel, 1957, et Ozenda, 1975).

Unités bioclimatiques		Unités phytosociologiques	Altitudes moyennes	Terminologie d'Ozenda (1975)
Etage semi-aride froid (portions déboisées ou peuplements clairs de genévrier thurifère)		Ormenion scariosae	2200 – 2700 m	Oroméditerranéen
Etage de haute montagne	S-ét. intérieur	<i>Arenarion pungentis</i> (horizon inf.)	2700 – 3200 m	Alti-méditerranéen inférieur
	ou des xérophytes en coussinets	<i>Arenarion pungentis</i> (horizon sup.)	3200 – 3500 m	
ou semi-aride très froid	S-ét. supérieur ou des plantes herbacées	<i>Platycapnion saxicolae</i>	3500 – 4165 m	Alti-méditerranéen supérieur

– *Ormenion scariosae*

Cette alliance fait la transition entre les zones boisées, correspondant dans la plupart des cas aux forêts de chênes verts, et les zones supérieures asylvatiques. Elle correspond à des forêts très clairsemées de *Juniperus thurifera* qui est l'essence forestière la plus alticole sur les Atlas. *Juniperus thurifera* ne détermine jamais de groupements réellement sylvatiques et la physionomie de l'étage semi-aride froid ou oroméditerranéen est surtout donnée par diverses associations de pelouses écorchées (cf. BARBERO, BONIN & QUEZEL, 1975). Cependant, lorsque des conditions climatiques suffisamment humides et froides le permettent, la forêt de cèdre s'installe comme c'est le cas dans le Rif, le Moyen-Atlas (cf. PEYRE, 1975, 1979) ou sur le revers septentrional du Haut-Atlas oriental (cf. ACHHAL & al., 1980). Des vicissitudes dues au climat et à l'action humaine ont sensiblement abaissé la limite altitudinale des forêts et, en maints endroits, cette zone oroméditerranéenne n'est constituée que de pelouses écorchées consécutives à la disparition des forêts.

– *Arenarion pungentis*

Cette alliance correspond au type de paysage le plus caractéristique des hautes montagnes de la Méditerranée occidentale, et le plus répandu aussi sur les Atlas : la garrigue (ou

lande ou garide, selon les auteurs) à xérophytes épineux en coussinets.

QUEZEL (1957), puis BARBERO, BONIN & QUEZEL (1975) ont montré que ce type de végétation présente un haut degré de parenté physiologique et floristique avec des formations semblables en Espagne méridionale. Précisons que l'*Arenarion pungentis* fait défaut sur le Rif, en raison de l'altitude peu élevée de ce massif.

QUEZEL (1957) a étudié en détail l'écologie de ces chamaexérophytes épineux en coussinets dont les plus fréquents sont : *Arenaria pungens*, *Horamatophylla spinosa* (= *Alyssum spinosum*), *Erinacea pungens*, *Cytisus balansae* et *Bupleurum spinosum*.

Rappelons que ces formes en coussinets sont remarquables par leur nombreuses ramifications intriquées, terminées en épines et à feuilles généralement très réduites. Ce port favorise une meilleure résistance contre le vent, le dessèchement et l'abrasion; QUEZEL (op. cit.) a montré que les coussinets offrent un microclimat très différent du climat général et peuvent abriter un certain nombre d'espèces à affinités européennes (*Cerastium arvense* subsp. *strictum* ou *Arenaria grandiflora* par exemple).

– *Platycapnion saxicolae*

Cet étage correspond aux éboulis et rocaillies sommitales comprenant avant tout des hémicryptophytes ou des chamaephytes rampants. Selon QUEZEL (1957), il s'individualise à partir de 3500 m environ sur le Haut-Atlas et peut descendre plus bas dans les éboulis généralement exposés au nord. EMBERGER (1939) y a recensé 26 espèces dont 22 sont des endémiques de souche méditerranéenne. Nous reviendrons sur cette végétation culminale dans l'analyse de la polyploïdie (cf. chapitre 5).

À côté de ces groupements climatiques existent tout une série de groupements spécialisés liés à des conditions climatiques ou édaphiques locales. EMBERGER (1939) et QUEZEL (1957) ont décrit ces milieux en détail. Pour l'analyse de nos résultats, nous avons classé les espèces étudiées dans 6 catégories de milieux (voir Appendice II). Cette classification est très schématique bien sûr mais suffit, à notre avis, aux besoins d'une étude cytogéographique.

Milieux climatiques

- 1) "Xérophytes" : garrigues de montagne à xérophytes épineux et autres milieux non spécialisés de haute montagne.
- 2) "Éboulis" : tous les éboulis mobiles, qu'ils

soient sommitaux ou à l'étage des xérophytes épineux.

Milieus spécialisés

- 3) "Bords eaux" : milieux à humidité permanente.
- 4) "Pozzines" : milieux sur sol développé, à humidité temporaire ou permanente.
- 5) "Falaises" : rochers considérés comme milieu-refuge ; ce sont très souvent des falaises ombragées et humides.

Autres milieux

- 6) "Caillasse" : tous les milieux non spécialisés des altitudes inférieures (jachères, broussailles, clairières, etc...). On y trouve des espèces méditerranéennes à écologie souvent très large.

LA FLORE DES MONTAGNES MAROCAINES

Il n'est guère possible de parler de la flore marocaine sans évoquer le nom des précurseurs géniaux et infatigables qu'étaient BALL, MAIRE, JAHANDIEZ, DE LITARDIERE et EMBERGER.

MAIRE (1924), puis QUEZEL (1957) et SAUVAGE (1974) ont retracé l'histoire de la prospection floristique du Maroc, une prospection durant laquelle la flore orophile n'a pas été oubliée et il est possible de prétendre, avec SAUVAGE (op. cit.) que la flore marocaine est actuellement relativement bien connue.

SAUVAGE estime à 3700 espèces le nombre des végétaux vasculaires actuellement recensés au Maroc (ou 4200 taxons de rang spécifique ou subs spécifique) ce qui situe ce pays entre la France et l'Espagne au point de vue de la richesse aréale.

Nous devons à MAIRE (1924) puis à EMBERGER (1939) les premières analyses de la flore orophile. Le dernier auteur a montré que le spectre biologique de la flore orophile du Maroc est typique d'une flore de haute montagne :

PH	CH	H	G	TH
5 %	27 %	59 %	5 %	4 %

Selon QUEZEL (1957), la flore des hautes montagnes nord-africaines compte environ 650 espèces. L'auteur s'est livré à une analyse très détaillée de cette flore qu'il a classée selon les affinités (méditerranéenne ou euro-sibérienne — boréo-américaine) des taxons envisagés. Le nombre des endémiques s'élève selon l'auteur à 166 espèces linnéennes, soit près du 26 % de la flore orophile.

Dans une étude plus récente, QUEZEL, GAMISANS & GRUBER (1980) considèrent pour la flore des montagnes nord-africaines les souches "méditerranéenne, irano-touranienne et septentrionale". Ces différentes analyses seront reprises dans la discussion générale du chap. 5.

Pour notre part, nous avons cherché à classer les espèces que nous avons étudiées selon leur type de distribution (voir Appendice II). Nous avons retenu les **catégories chorologiques** suivantes :

- Endémique atlasique
- Endémique maghrébin
- Endémique bético-rifain
- Endémique bético-atlasique
- Ibéro-maghrébin
- Ouest-méditerranéen
- Est-méditerranéen
- Méditerranéen
- Européen-méditerranéen
- Eurasiatique-méditerranéen
- Eurasiatique
- Boréo-montagnard
- Cosmopolite.

Ce sont, pour la plupart, des catégories géographiques ou horizontales. Nous ne faisons de nuances altitudinales ou verticales que pour la catégorie "eurasiatique" (Eurasie + hautes montagnes nord-africaines) par rapport à "eurasiatique-méditerranéen" (large répartition en Eurasie et dans toute la Méditerranée, à des altitudes plus basses). De même, dans la catégorie "boréo-montagnard", nous trouvons des plantes à répartition boréale qui sont exclusivement orophiles dans le sud de l'Europe et en Afrique du Nord.

Chapitre 3 :

MATERIEL ET METHODES

MATERIEL

Les 722 individus appartenant à 300 taxons étudiés dans le présent travail ont été récoltés *in situ* au cours de 3 voyages effectués au Maroc en juillet 1978, juillet 1979 et juin-juillet 1981.

Il s'agissait pour nous de réaliser un échantillonnage le plus représentatif possible de la flore des hautes montagnes marocaines et c'est la raison pour laquelle nos efforts se sont surtout concentrés dans la partie orientale du Moyen-Atlas et sur le Haut-Atlas, là où s'individualise un étage altiméditerranéen. Mais nous avons surtout cherché à visiter des massifs variés d'un point de vue géologique et topographique, offrant par là une certaine diversité de milieux.

Selon l'état de maturité dans lequel nous trouvions les plantes, nous avons soit fixé des jeunes boutons floraux sur le terrain, soit récolté des graines ou prélevé du matériel vivant afin de le cultiver au Jardin botanique de Neuchâtel.

Nous avons ainsi pu fixer les racines et les boutons de ces exemplaires en culture qui représentent environ le 74 % de notre échantillonnage, soit 531 plantes.

L'étude cytologique d'un matériel de référence non marocain a été entreprise dans quelques rares cas seulement à partir de graines de divers Jardins botaniques (*Clinopodium vulgare*, *Androsace maxima*) ou de matériel fixé sur le terrain (*Thlaspi perfoliatum*, *Geranium lucidum*, *Polygonum bistorta*).

Pour toutes les plantes fixées *in situ*, nous avons séché des témoins au Maroc alors que pour les exemplaires cultivés au Jardin botanique de Neuchâtel, des témoins de culture viennent s'ajouter, dans la majorité des cas, aux exsiccata de terrain. L'intérêt que présente l'un ou l'autre type d'exsiccata (de terrain ou de culture) a été discuté par KÜPPER (1974).

Tous les témoins figurent dans notre herbier déposé à l'Institut de Botanique de Neuchâtel (NEU).

TECHNIQUES CYTOLOGIQUES

La quantité et la diversité du matériel ne nous ont pas permis d'affiner les techniques cytologiques en fonction du type de plante étudiée. Cependant, la méthode des écrasements au carmin acétique après fixation à l'alcool acide, méthode que nous avons appliquée pour tous nos échantillons, s'est avérée bonne dans la majorité des cas. Cette méthode est même excellente pour les Liliacées, les Crucifères, les Composées ou les Caryophyllacées par exemple.

Mitoses radiculaires

Les racines, prélevées dans les pots au Jardin botanique ou, dans quelques cas, sur des germinations en boîte de Petri, sont prétraitées dans une solution aqueuse d' α -monobromonaphtalène pendant 1 h 3/4. Pour les Liliacées et les Graminées, dont les chromosomes sont relativement longs, nous avons prolongé ce temps de prétraitement jusqu'à une durée de 3 h environ.

Les pointes de racines sont ensuite fixées dans un mélange alcool absolu : acide acétique glacial (3 : 1) additionné de quelques gouttes de carmin acétique et d'acétate de fer (précoloration).

Le matériel ainsi fixé est conservé au congélateur. La coloration finale est réalisée tout d'abord par macération dans le carmin acétique additionné de 1 à 2 gouttes d'acétate de fer (1 à 2 h) puis par un chauffage modéré de 2 minutes environ.

Les méristèmes radiculaires sont ensuite écrasés entre lame et lamelle dans le liquide colorant dilué par de l'acide acétique à 45 %.

Méioses de la microsporogénèse, mitoses polliniques et mitoses ovariennes

Les jeunes boutons, prélevés sur le terrain ou au Jardin botanique, ont été fixés et colorés selon la méthode exposée ci-dessus (sans prétraitement). KÜPPER (1974) a décrit en détail les

précautions à observer pour garantir une fixation optimale des boutons.

L'observation de notre matériel s'est effectuée sur un microscope LEITZ Dialux 20 EB ; les dessins ont été réalisés à l'aide d'une chambre claire.

Dans certains cas, les images mitotiques étaient suffisamment bonnes pour nous permettre l'établissement d'un caryogramme que nous avons décrit selon la terminologie de LEVAN & al. (1964).

Chapitre 4 : RECHERCHES PERSONNELLES

INTRODUCTION

Avant de discuter les résultats relatifs aux différents taxons étudiés dans notre travail, nous aimerions apporter un certain nombre de précisions sur notre démarche.

Seuls les taxons présentant un intérêt cytologique, chorologique ou morphologique seront discutés en détail dans le paragraphe Discussion des résultats. En regard du nom de l'espèce discutée, nous avons indiqué notre résultat cytologique (en rapportant ce résultat à un nombre chromosomique somatique).

Cependant, tous nos *résultats cytologiques*, discutés ou non, et la provenance exacte de notre matériel sont rassemblés dans le *tableau de l'Appendice I*. Il nous a paru intéressant de réunir, dans ce même tableau, les résultats des principales études cytotaxonomiques concernant le Maroc, antérieures à notre travail. Il s'agit des travaux suivant :

QUEZEL (1957), HUMPHRIES & al. (1978), FAVARGER, GALLAND & KÜPFER (1979), TISSOT (1979, *Onosma fastigiatum*), MÜLLER (1982, *Gentiana sierrae*) et CONTANDRIOPOULOS, FAVARGER & GALLAND (1984, Campanulacées).

Ainsi, à nos 722 résultats inédits se sont ajoutées 288 données portant à 1010 le nombre des résultats cytologiques répertoriés dans le tableau. Nous avons attribué des numéros distincts aux différentes données, selon l'auteur du comptage (cf. Appendice I) :

Noentre : Auteur

1-1999	Galland, inéd.
2000-2499	Galland, inéd., legit Favarger
2500-2599	Galland in Favarger, Galland & Küpfer, 1979
2600-2699	Favarger in Favarger, Galland & Küpfer, 1979
2700-2799	Küpfer in Favarger, Galland & Küpfer, 1979
3000-3999	Quézel, 1957
4000-4499	Contandriopoulos, Favarger & Galland, 1984
4500-4999	Humphries & al., 1978 ; Tissot, 1979 ; Müller, 1982

Ce tableau ne reflète donc pas nos seuls résultats, mais il permet ainsi une meilleure comparaison des principales données cytologiques concernant la flore orophile du Maroc.

Dans le *tableau de l'Appendice II*, nous avons répertorié tous les taxons ayant fait l'objet d'un comptage chromosomique de la part de l'un ou l'autre des auteurs cités ci-dessus. Pour chacun des 369 taxons, nous avons indiqué les caractéristiques suivantes :

- valence chromosomique au Maroc,
- distribution géographique sur les montagnes marocaines,
- aire de distribution (catégories définies dans le chap. 2),
- altitudes minimales et maximales au Maroc,
- milieu (catégories définies dans le chap. 2).

Les indications concernant la distribution géographique et altitudinale au Maroc sont celles que donnent JAHANDIEZ & MAIRE (1931, 1932, 1934) et EMBERGER & MAIRE (1941) dans le Catalogue des plantes du Maroc, ainsi que MAIRE (1952 — 1980) dans la Flore d'Afrique du Nord. Pour un certain nombre de taxons, nous avons modifié ces indications selon nos propres observations.

Dans les tableaux des Appendices I et II, ainsi que dans la discussion de nos résultats, les familles sont classées selon l'ordre systématique de Flora Europaea. A l'intérieur des familles, genres et espèces sont classés par ordre alphabétique.

La détermination de notre matériel a été réalisée avec la Flore d'Afrique du Nord de MAIRE, une flore malheureusement incomplète. Les 16 volumes parus jusqu'ici, de 1952 à 1987, comprennent les Monocotylédones et les Dicotylédones dialypétales jusqu'à la famille des Légumineuses. Les 2 volumes de la Flore du Maroc, incomplète elle aussi, de SAUVAGE &

VINDT (1952 à 1954) concernent les Dicotylédones gamopétales, des Ericales aux Tubiflorales. Pour toutes les familles qui n'ont été traitées ni par la Flore d'Afrique du Nord ni par la Flore du Maroc, nous avons eu recours soit à la Nouvelle Flore de l'Algérie de QUEZEL & SANTA (1962, 1963), soit à Flora Europaea de TUTIN & al. (1964, 1968, 1972, 1976 et 1980) pour autant qu'il ne s'agisse pas d'endémiques atlasiques ou maghrébines. La description originale de nombreux taxons marocains figure dans BALL (1878) ou dans les quelque 3566 "Contributions à l'Etude de la Flore de l'Afrique du Nord" publiées par MAIRE de 1918 à 1949 (cf. LEBRUN & STORK, 1978). Enfin, nous nous sommes également référée aux contributions floristiques d'EMBERGER & MAIRE (1930, 1931, 1933 et 1937) et de LITARDIERE & MAIRE (1924 et 1930).

A des fins de vérification et de comparaison, nous avons examiné des plantes nord-africaines aux Herbiers de Genève et de Montpellier.

Pour les espèces à distribution européenne-nord-africaine, nous avons généralement adopté la *nomenculture* de Flora Europaea pour autant qu'elle s'applique parfaitement bien à notre matériel marocain. Le cas échéant, nous avons indiqué la synonymie figurant dans les ouvrages nord-africains, Catalogue des Plantes du Maroc ou Flore de l'Afrique du Nord, ouvrages dont nous avons suivi la nomenclature pour tous les taxons maghrébines.

Enfin, pour la comparaison et la discussion de nos résultats cytologiques, nos recherches bibliographiques ont été grandement facilitées par l'emploi des différents *Index de nombres chromosomiques*. Ainsi, lorsque dans le texte, nous renvoyons le lecteur aux "Index", il s'agit des ouvrages suivants :

BOLKHOVSKIKH & al. (1969), ORNDUFF (1967, 1968), R.J. MODRE (1973, 1974, 1977) et GOLDBLATT (1981, 1984).

RESULTATS GLOBAUX

Notre travail comprend un échantillonnage de 722 individus appartenant à 300 taxons et 36 familles, représentant environ le 50 % de la flore orophile telle que l'a recensée QUEZEL (1957) ; 531 exemplaires ont été cultivés au Jardin botanique de Neuchâtel ; 31 espèces n'avaient jamais fait l'objet d'une étude cytologique.

Complétée par les résultats d'autres

auteurs, notre analyse concerne 369 taxons dont nous donnons ici, à titre indicatif, quelques résultats globaux qui, bien sûr, seront repris et nuancés dans le chapitre 5.

Valences chromosomiques

Sur un total de 369 taxons :

241 (65, 4 %) sont diploïdes au Maroc,

83 (22, 2 %) sont polyploïdes au Maroc,

22 (6, 1 %) constituent au Maroc un complexe polyploïde.

Pour 23 taxons (6, 3 %), nous n'avons pas pu déterminer la valence chromosomique exacte.

Il est bien entendu que ces chiffres ne revêtiront une signification réelle que lorsqu'ils seront comparés aux valences chromosomiques des taxons affines.

Chorologie

La répartition de nos taxons dans les différentes catégories chorologiques que nous avons définies plus haut est la suivante :

Catégorie	Nb. de taxons	Pourcentage
Endémique atlasique	91	24,8 %
Endémique maghrébin	24	6,5 %
Bético-atlasique	13	3,6 %
Ibéro-maghrébin	32	8,7 %
W-méditerranéen	47	12,8 %
E-méditerranéen	3	0,8 %
Méditerranéen	36	9,8 %
Européen-méditerranéen	43	11,7 %
Eurasiatique-méditerranéen	37	9,6 %
Eurasiatique	17	4,7 %
Boréo-montagnard	20	5,4 %
Cosmopolite	6	1,6 %
Total	369	100 %

Milieus

Nos taxons se répartissent de la manière suivante dans les milieux que nous avons distingués :

Milieu	Nb. de taxons	Pourcentage
"Xérophytes"	89	24,4 %
"Caillasse"	152	40,6 %
"Pozzines"	24	6,6 %
"Bord eaux"	47	12,8 %
"Falaises"	47	12,8 %
"Eboulis"	10	2,8 %
Total	369	100 %

DISCUSSION DES RESULTATS

GRAMINEAE

- *Agrostis atlantica* Maire & Trabut $2n = 14$
- *Agrostis rupestris* All. var. *rupestris* $2n = 28$

Les deux espèces appartiennent à la section *Trichodium* (Michx.) Trin. qui est également représentée par deux autres taxons au Maroc : *A. nevadensis* et *A. alpina* subsp. *schleicheri*.

A. atlantica et *A. rupestris* se rencontrent dans des stations tout à fait identiques : pözzines et rochers humides des hautes montagnes siliceuses (MAIRE, 1953). Cependant, si *A. atlantica* pousse effectivement sur tous les massifs siliceux du Haut-Atlas, *A. rupestris* semble en revanche très localisé dans le massif du Toubkal. Notons ici que *A. atlantica* est strictement endémique du Haut-Atlas marocain alors que *A. rupestris* se trouve à la limite méridionale de son aire de répartition qui comprend en outre les principaux massifs montagneux du centre de l'Europe (cf. carte de distribution in KÜPFER, 1974, p.41).

La morphologie des deux espèces est très proche. KÜPFER (op. cit.) a dressé un tableau détaillé de la morphologie comparée de 6 espèces de la section *Trichodium*, dont *A. rupestris* et *A. atlantica*. De ce travail et des diagnoses publiées par MAIRE (1953), nous reprenons ci-dessous (Tableau 2) les principaux caractères distinguant les 2 espèces qui nous intéressent.

Tableau 2 : Principaux caractères morphologiques distinguant *A. atlantica* et *A. rupestris*

	<i>A. atlantica</i>	<i>A. rupestris</i>
Paléole	développée, $\geq 1/3$ lemme	nulle ou $\leq 1/4$ lemme
Lemne	vilieuse sur le dos	lisse sur le dos
Insertion de l'arête sur la lemme	en-dessous du $1/3$ inf.	en-dessous du $1/3$ inf.
Anthères	1,3 - 2 mm	1,3 - 1,7 mm (2 x) 0,75 - 1,3 mm (4 x)
Nb. chromosomique	$2n = 14$	$2n = 14$ et 28

Le nombre chromosomique d'*A. atlantica* ne semblait pas encore connu jusqu'ici (cf. Fig. 2 a) alors que plusieurs études détaillées ont déjà été consacrées à la cytotaxonomie d'*A. rupestris* ; c'est à cette dernière espèce que se rapportent les commentaires qui suivent.



Figure 2 : a. *Agrostis atlantica* (983), Diacinèse, $n = 7$;
b. *Helictotrichon montanum* (787), Métaphase II, $n = 7$; c. *Festuca hystrix* (427), Diacinèse, $n = 7$;
d. *Alopecurus pratensis* subsp. *brachystachyus* (2051), Mitose de racine, $2n = 56$.

BJÖRKMAN (1954), le premier, a découvert l'existence de deux races chromosomiques, l'une diploïde ($2n = 14$), l'autre tétraploïde ($2n = 28$), chez *A. rupestris*. Dans un travail de synthèse (1960), l'auteur a précisé la distribution des cytotypes et mis en évidence quelques différences morphologiques, soit la longueur des stomates et des anthères ainsi que le diamètre des microspores.

Aux travaux de BJÖRKMAN (op.cit.) concernant les Carpathes, les Alpes et les Pyrénées sont venus s'ajouter les comptages de REESE (1952) pour les Alpes autrichiennes, de SKALINSKA (1963) pour les Tatra polonaises et de KÜPFER (1974) pour le nord de l'Italie et les Pyrénées. Les connaissances relatives à la cytotaxonomie et à la répartition des cytodèmes peuvent se résumer ainsi :

- **Diploïdes** : correspondent au var. *pyrenaica* (Pourret) Björkman
Distribution : Hauts-Tatra, Pyrénées centrales et orientales.
- **Tétraploïdes** : représentent la variété type (var. *rupestris*)
Distribution : Carpathes, Alpes, Pyrénées centrales et, à la suite de nos comptages, Haut-Atlas.

BJÖRKMAN (1960) a décelé des triploïdes dans les Pyrénées centrales, là où diploïdes et tétraploïdes sont sympatriques.

La présence de tétraploïdes sur le Haut-Atlas avait déjà été pressentie par BJÖRKMAN (op. cit.) après l'examen d'échantillons d'herbier et, plus précisément, d'après l'observation de la longueur des anthères.

Pour notre matériel atlasique, provenant de la haute vallée de la Reraya, au pied du Toubkal, nous avons effectivement décelé les nombres $n = 14$ (anaphases I) et $2n = 28$ (mitoses de racines), soit une valence tétraploïde.

Selon MAIRE (1941), *A. rupestris* serait représenté sur l'Atlas par une variété particulière, le var. *atlantis* Maire, caractérisée par des glumes scabres sur le dos en dehors de la carène ; les glumes seraient lisses excepté sur la carène dans la variété type.

Après examen de notre matériel marocain, nous hésitons à qualifier les glumes du var. *atlantis* de scabres. A notre avis, le terme de glumes papilleuses convient mieux pour désigner un indument constitué de très petits granules blancs.

Nous avons d'ailleurs observé un même type d'ornementation, de manière moins constante il est vrai, chez quelques exsiccata appartenant au var. *rupestris* ; certaines glumes portent même quelques cils épars. Ainsi, la finesse de ce caractère distinctif et sa relative variabilité nous incitent à adopter les vues de BJÖRKMAN lorsqu'il prétend (1960, p.50) : "An examination of the types shows them both (= var. *perrieri* Rouy et var. *atlantis* Maire) to belong to the short-anthered variety, i.e. var. *rupestris*". Le nombre chromosomique ne dément pas cette opinion. Les *A. rupestris* tétraploïdes du Haut-Atlas central ne semblent se distinguer que par une taille particulièrement modeste, les chaumes atteignant 3 à 4 cm.

L'aire du cytotype diploïde (Pyrénées et Hauts-Tatra) apparaît très disjointe.

Avec KÜPPER (1974), nous pouvons également mettre en évidence la grande disjonction caractérisant la portion sud-occidentale de l'aire de la sippe tétraploïde. QUEZEL (1957) avait déjà fait remarquer l'absence d'*A. rupestris* des hautes montagnes du sud de l'Espagne¹.

1) Notons qu'entre les Pyrénées et le Haut-Atlas, *A. rupestris* se retrouverait dans le centre de l'Espagne sur les Sierra de Gredos et de Guadarrama (cf. KÜPPER, 1974) ; nous ne connaissons pas cependant la valence de ces populations.

En tous les cas, l'étroite localisation géographique et la spécialisation écologique que montre *A. rupestris* sur le Haut-Atlas suggèrent une présence relictuelle sur les montagnes nord-africaines.

- *Alopecurus pratensis* L. subsp. *brachystachyus* (Bieb.) Trabut 2n = 56

Il règne une synonymie fort complexe entre *A. pratensis* et quelques espèces affines telles *A. ventricosus*, *A. arundinaceus*, *A. brachystachyus* (la liste n'est pas exhaustive) et presque chaque flore présente un système nomenclatural différent.

Le binôme *A. pratensis* est en effet parfois compris dans un sens très large et les autres taxons lui sont inféodés aux rangs de sous-espèces ou de variétés ; c'est en particulier le système qu'ont adopté MAIRE (1953), PAUNERO (1951) ou QUEZEL & SANTA (1962). D'autres auteurs, parmi lesquels nous citerons WILLKOMM & LANGE (1880), CLARKE (1980) et PIGNATTI (1982) retiennent pour leur dition 2 ou 3 bonnes espèces avec, toujours, une synonymie variable d'un auteur à l'autre. Cette situation quelques peu confuse nous a incitée à adopter la nomenclature de MAIRE (1953) dans la Flore d'Afrique du Nord, sans pour autant vouloir préjuger de la valeur de ce système qui, s'il ne correspond pas à l'optique des flores récentes s'applique en tous les cas à notre échantillonnage marocain.

MAIRE (op. cit.) distingue pour *A. pratensis* les subsp. *brachystachyus* et *nigricans* (Horn.) Hartm. (= *A. arundinaceus* Poiret). Avec leurs panicules ne dépassant pas 3 cm de longueur, leurs glumes longuement villoses sur la carène et soudées à leur base seulement et, enfin, des arêtes exsertes insérées dans la moitié inférieure de la lemme, nos exemplaires du Siroua et de l'Oukaïmeden se rapportent bien au subsp. *brachystachyus* tel que l'a délimité MAIRE.

SIEBER & MURRAY (1981 b) ont étudié en détail la morphologie des *A. pratensis* et *A. arundinaceus*. Ces auteurs distinguent les deux taxons d'après la longueur de l'arête : celle-ci ne dépasse pratiquement pas l'épillet chez *A. arundinaceus* alors qu'elle peut être longuement exserte chez *A. pratensis*. Ce critère, associé à d'autres caractères observés par les auteurs (longueur de la ligule, longueur relative de la lemme et des glumes) nous permet de rattacher sûrement nos exemplaires marocains à *A. pratensis*.

En Afrique du Nord, *A. pratensis* subsp.

brachystachyus est très commun dans les lieux humides des montagnes jusqu'à une altitude d'environ 2500 m.

L'étude cytologique de deux exemplaires marocains a révélé un nombre chromosomique particulièrement élevé : $2n = 56$, aussi bien au Siroua qu'à l'Oukaïmeden (Fig. 2 d). Les résultats observés sur des mitoses de racines correspondent à une valence octoploïde jamais mise en évidence chez *A. pratensis* s.lat. Les très nombreux auteurs qui ont étudié *A. pratensis* et *A. arundinaceus* sous l'angle cytologique n'ont décelé en effet qu'une valence tétraploïde ($2n = 28$) en Europe et en Amérique du Nord (cf. HESS & al., 1967).

Nous ne connaissons pas d'autres comptages relatifs à l'Afrique du Nord mais si la valence octoploïde caractérisait le subsp. *brachystachyus*, de tels polyploïdes se retrouveraient communément en Espagne, au Maroc et en Algérie. En effet, selon MEUSEL & al. (1965), la limite sud-occidentale de l'aire d'*A. pratensis* s.str., eurasiatique, coïncide avec la chaîne pyrénéenne. Le subsp. *brachystachyus* apparaît plus au sud comme taxon de substitution et il ne semble pas y avoir sympatrisme entre les subsp. *pratensis* et *brachystachyus* dans cette partie de l'aire (cf. Fig. 3).

A. brachystachyus se trouve donc à la limite sud-occidentale de l'aire de l'espèce collective et pourrait représenter un exemple très probant de polyploïdie marginale (cf. FAVARGER & KÜPFER, 1980). Il est extrêmement intéressant de remarquer que le subsp. *brachystachyus* présente une aire très disjointe et se retrouve en Asie centrale à la limite orientale de l'aire de *A.*

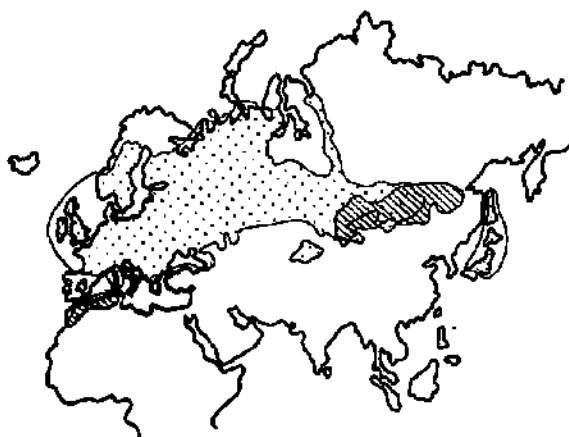


Figure 3 : Distribution d'*Alopecurus pratensis* L. D'après Meusel & al. 1965. Pointillé : aire du subsp. *pratensis*. Hachuré : aire du subsp. *brachystachyus*.

pratensis s. lat. (cf. Fig. 3). Il serait instructif de connaître le degré de polyploïdie de ces populations asiatiques ; leur étude apporterait autant d'enseignements pour la compréhension de la polyploïdie marginale que pour celle de la genèse de sippes polyploïdes.

- *Bromus hordeaceus* L. subsp. *hordeaceus* $2n = 28$
- *Bromus squarrosus* L. $2n = 14$
- *Bromus tectorum* L. $2n = 14$

Ces 3 bromes, tous très largement répartis en Europe, en Afrique du Nord et en Asie occidentale et centrale se retrouvent de la plaine jusqu'en moyenne montagne au Maroc, liés aux clairières de forêts, broussailles et pâturages. Seul *B. tectorum* montre un caractère quelque peu plus orophile puisqu'il n'est signalé qu'en montagne seulement, jusqu'à une altitude de 3000 m. L'activité humaine et plus particulièrement le déplacement des troupeaux favorisent très certainement la dispersion de ces annuelles et expliquent leur présence à des altitudes relativement élevées.

Il était intéressant de vérifier si ces bromes présentent la même valence à leur limite altitudinale supérieure que celle qui a été mise en évidence antérieurement pour chacun de ces taxons (cf. différents Index). En effet, *B. squarrosus* et *B. tectorum* sont connus par leur seule valence diploïde ($2n = 14$) tandis qu'une valence tétraploïde ($2n = 28$) caractérise *B. hordeaceus*.

L'étude de quelques individus récoltés à des altitudes proches de 3000 m a montré pour les 3 espèces un nombre chromosomique absolument identique aux résultats antérieurs.

Il nous faut cependant signaler un résultat surprenant publié par HUMPHRIES & al. (1978) qui ont décelé au Maroc des populations diploïdes et tétraploïdes chez *B. tectorum*. Les polyploïdes ont été décelés sur le versant sud du Haut-Atlas aux altitudes de 1900 et 2300 m. Ce seraient les premières données signalant de la polyploïdie chez *B. tectorum* mais, en l'absence de tout commentaire de la part des auteurs, il est difficile d'interpréter ce résultat.

- *Dactylis glomerata* L.
subsp. *glomerata* $2n = 28$
subsp. *hispanica* (Roth) Nyman $2n = 28$

Des valences diploïdes et tétraploïdes ont été décelées chez ce taxon extrêmement polymorphe, largement répandu en Europe et en Asie. Nous trouvons une étude détaillée de ce complexe chez STEBBINS & ZOHARY (1959). Ces

auteurs ont reconnu 11 sous-espèces diploïdes dont la plupart présentent une distribution très localisée. La très grande majorité du complexe est constituée de populations tétraploïdes attribuées, pour la plupart, aux subsp. *glomerata* (avant tout nord et centre européen) et *hispanica*, plus méridional.

D. glomerata est très commun au Maroc, du littoral jusqu'à 2500 m (MAIRE, 1955); nous l'avons cependant observé souvent à des altitudes proches de 3000 m.

Les 9 échantillons que nous avons récoltés sur les principaux massifs du pays se sont tous révélés être tétraploïdes ($n = 14$ et $2n = 28$). Deux exemplaires, provenant du Rif et du Haut-Atlas central, peuvent être attribués au subsp. *glomerata* localisé, selon MAIRE (op. cit.), avant tout dans les régions humides. Le subsp. *hispanica*, un peu plus xérophile, correspond à tous nos autres exemplaires du Moyen-Atlas et du Haut-Atlas.

Si HUMPHRIES & al. (1978) ont décelé un diploïde dans les environs de Marrakech, les résultats de STEBBINS & ZOHARY (op. cit.) prouvent qu'ils sont très rares au Maroc puisqu'eux-mêmes n'ont trouvé qu'une population diploïde rifaine sur une douzaine de comptages concernant ce pays.

- *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv.
var. *atlantis* Maire $2n = 26$

D. caespitosa constitue un complexe boréomontagnard très largement répandu dans l'hémisphère nord. En région méditerranéenne, ce taxon se localise dans les stations humides des montagnes et nous le retrouvons au Maroc dans les pozzines et prairies humides de quelques massifs siliceux du Rif et du Haut-Atlas.

Selon MAIRE (1953), les plantes du Haut-Atlas se rapportent au var. *atlantis* Maire, caractérisé par des chaumes courts (30-40 cm) et des épillets mesurant 5 à 6 mm à arêtes à peine exsertes et dont la paléole est profondément bifide.

D. caespitosa présente une certaine variabilité chromosomique. Cependant, le nombre que nous avons observé au Maroc, $2n = 26$, se retrouve dans la majorité des données relatives à l'Europe (cf. Index). Signalons que ce même nombre a été également observé sur du matériel de l'Afrique de l'Est (HEDBERG, 1957) et de l'Himalaya (MEHRA & SOOD, 1976).

Au Maroc toutefois, QUEZEL (1957) a aussi

mis en évidence le nombre $n = 14$ pour une plante de l'Oukaimeden.

- *Festuca hystrix* Boiss. $2n = 14$

Le nombre chromosomique de cet orophyte ibéro-marocain n'était pas connu jusqu'ici.

Nous avons déterminé $n = 7$, soit une valence diploïde, sur les diacnèses d'une plante provenant du Moyen-Atlas (Fig. 2 c).

Cette petite fétuque aux feuilles courtes et raides, très cespiteuse, se retrouve très fréquemment dans les groupements des hautes montagnes calcaires, aussi bien parmi les xérophytes épineux (*Velletum Mairei*) que dans les pozzines sur calcaire où elle caractérise l'association à *Festuca hystrix* et *Taraxacum atlanticum* (QUEZEL, 1957).

- *Helictotrichon montanum* (Vill.) Henrard
(= *Avena montana* Vill.) $2n = 14$

Cet orophyte ouest-méditerranéen a déjà fait l'objet de plusieurs études dont celle, très documentée, de GERVAIS (1973) qui a abordé les aspects aussi bien cytogénétiques que chorologiques, nomenclaturaux et morphologiques du problème soulevé par *H. montanum*. KÖPFER (1975) a repris ce cas pour en souligner l'intérêt phytogéographique, au niveau de la chaîne pyrénéenne notamment.

Rappelons que *H. montanum* présente une répartition très disjointe où l'on reconnaît 3 aires principales (Alpes occidentales, chaîne pyrénéo-cantabrique et Atlas marocain) et quelques stations isolées dans le sud de la France et en Sierra Nevada.

GERVAIS (op. cit.) a reconnu chez *H. montanum* deux sous-espèces coïncidant avec les valences chromosomiques :

- subsp. *montanum* : diploïde, à feuilles étroites (2 à 4,5 mm).
- subsp. *planifolium* (Willk. & Lange) Ger-
vais : tétraploïde, à feuilles larges de 3 à 7
mm, localisé dans les Pyrénées centrales
exclusivement¹.

Au Maroc, *H. montanum* est fréquent sur tous les hauts sommets du Moyen-Atlas et du

1) S'appuyant sur les résultats de GERVAIS (1973), HOLUB (1974) a séparé spécifiquement de *H. montanum* le subsp. *planifolium* qui devient pour cet auteur : *H. planifolium* J. Holub, alors que *H. montanum* devient *H. sedenense* (D. C.) J. Holub.

Haut-Atlas où il accompagne diverses associations de garrigues à xérophytes épineux ou de pelouses écorchées culminales, aussi bien sur silice que sur calcaire.

Selon MAIRE (1953), l'espèce se rencontre sous 2 formes en Afrique du Nord, les f. *planifolia* Willk. & Lange et *glaucophylla* Lit. & Maire, beaucoup moins fréquente que la première.

La présence de la f. *planifolia*, caractérisée selon MAIRE par des "feuilles vertes, les inférieures planes, les supérieures condupliquées", pouvait laisser supposer la présence de populations tétraploïdes sur les Atlas, présence surprenante au demeurant et dont l'origine aurait été difficilement explicable si ce n'est par polyploidisme.

En fait, l'étude cytologique de 7 exemplaires du Haut-Atlas et du Moyen-Atlas ne laisse aucun doute sur la valence des populations atlasiques : toutes les plantes étudiées sont diploïdes ($n = 7$ - Fig. 2b - et $2n = 14$). L'indication de MAIRE (op. cit.) relative à la présence du f. *planifolia* relève d'une mauvaise interprétation de l'épithète de Willkomm & Lange correspondant, comme l'a montré GERVAIS (1973), à des plantes bien localisées dans les Pyrénées centrales. Sur nos exemplaires, la largeur des feuilles n'excède pas 2,5 à 3 mm ; les diploïdes atlasiques peuvent donc être attribués au subsp. *montanum* tel que l'a défini GERVAIS.

Commentant la distribution des cytodèmes de *H. montanum* en Europe, FAVARGER (1975, p. 33) écrit : "Il semble bien que cette espèce ait eu au Tertiaire un vaste domaine continu dans les montagnes d'Europe austro-occidentale, y compris les Alpes de l'Ouest, domaine qui se serait disloqué par la suite".

Nous pouvons dès lors prétendre que le domaine de la sippe ancestrale devait également concerner les montagnes d'Afrique du Nord où l'espèce se maintient actuellement sous un climat de haute montagne.

Précisons enfin que la présence du tétraploïde dans les Pyrénées centrales a été interprétée comme une conséquence de l'action des glaciations (KÜPFER 1974).

• *Koeleria caroli* Emb. $2n = 14$

Cet endémique atlasique est tout à fait remarquable par son extrême localisation et sa morphologie particulière.

K. caroli ne se retrouve en effet que dans le secteur du M'Goun, dans le Haut-Atlas oriental. EMBERGER (1935) a décrit la plante à partir d'un exemplaire récolté au-dessus de la Zaouïa Ahansal, entre 2900 et 3000 m. Nous en avons retrouvé une petite population dans des fentes de rocher calcaire sur le J. Tarkeddid, une chaîne dominant au nord les sources de la Tessaout, à une altitude de 3400 m. *K. caroli* est une plante très gracile dont les chaumes ne dépassent pas, sur nos exemplaires, 7 à 8 cm de hauteur ; les feuilles, raides, atteignent une longueur de 3 cm. La plante est avant tout caractérisée par la base des chaumes fortement épaissie par une enveloppe de gaines marcescentes constituant un réseau très dense de fibres entremêlées. Ce critère rattache *K. caroli* à la sous-section *Reticulatae* Domin aux côtés du coenospecies *K. vallesiana*. Cependant, il se distingue nettement de ce dernier taxon (et plus particulièrement des sippes diploïdes du complexe de *K. vallesiana*) par une inflorescence relativement peu fournie et surtout peu dense, les axes des épillets atteignant une longueur de 2 à 3 mm. Cet aspect lâche de la panicule est encore accentué sur les témoins cultivés au Jardin botanique de Neuchâtel.

Nous avons déterminé le nombre chromosomique de *K. caroli* sur divers stades méiotiques où nous avons clairement observé 7 bivalents (Fig. 4 a) Ce nombre, $n = 7$, correspond donc à une valence diploïde. A notre connaissance, *K. caroli* n'a jamais été étudié sous l'angle cytologique.

Les particularités morphologiques évoquées ci-dessus empêchent tout rapprochement, à notre avis, de *K. caroli* avec le groupe de *K. vallesiana*. La connaissance du nombre chromosomique de *K. caroli* ne peut donc guère permettre de résoudre le problème, soulevé par

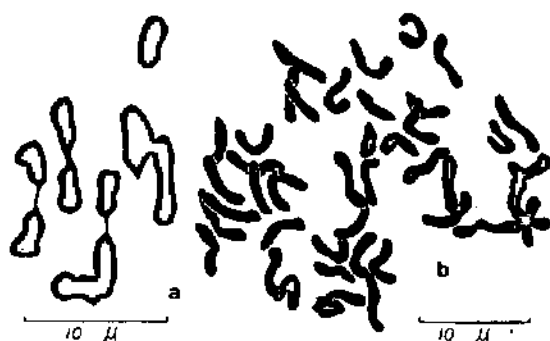


Figure 4 : a. *Koeleria caroli* (940), Métaphase I, $n = 7$; b. *Koeleria caudata* (2102), Mitose de racine, $2n = 43$.

KÜPPER (*in* FAVARGER & al., 1979), de la présence éventuelle d'un cytotème diploïde parmi les représentants nord-africains de *K. vallesiana*.

- *Koeleria caudata* (Link) Steudel $2n = 43$
(= *K. splendens* Presl. subsp. *caudata* (Link) Asch. & Gr.)

Si MAIRE (1953) inféode *K. caudata* à *K. splendens* au rang de sous-espèce, les flores actuelles en revanche attribuent à *K. caudata* un statut spécifique.

Un des principaux critères distinctifs semble être la longueur des épillets : 6 à 8 mm chez *K. splendens* et 3 à 5,5 mm chez *K. caudata*.

Nous considérons *K. caudata* dans le sens de UJHELYI (1966) qui inclut sous ce binôme *K. crassipes* Lange. Pour HUMPHRIES (1980), *K. caudata* ne se rencontre que dans l'est et le centre du Portugal ; il est caractérisé par des chaumes très longs (45 à 95 cm) et une inflorescence atteignant 8 cm. *K. crassipes* plus largement réparti en Espagne et dans le nord-est du Portugal, présente des chaumes dont la longueur est inférieure à 30 cm et une inflorescence ne dépassant pas 5 cm. Notre exemplaire marocain, avec chaumes de 40 cm et une inflorescence de 4 à 5 cm, serait intermédiaire entre les deux taxons retenus par HUMPHRIES et c'est la raison pour laquelle nous adoptons le binôme *K. caudata* tel que l'a défini UJHELYI.

K. caudata apparaît donc comme une plante ibéro-maghrébine que l'on rencontre en moyenne montagne (jusqu'à 2700 m env.) sur tous les massifs marocains.

K. caudata a fait l'objet de plusieurs comptages chromosomiques au Portugal et FERNANDES & QUEIROS (1969), puis QUEIROS (1974) ont toujours découvert des plantes diploïdes ($2n = 14$)¹.

UJHELYI (1966), en revanche, se base sur des critères morphologiques² et histologiques pour attribuer à *K. caudata* une valence tétraploïde.

Enfin, notre résultat, $2n = 43$ (Fig. 4b), se rapporte à une valence hexaploïde. Notons que ce nombre impair a été clairement observé sur

plusieurs mitoses de racines. La polypléidie s'accompagne ici d'aneuploïdie avec un chromosome A surnuméraire.

Ainsi, nous trouverions les valences suivantes chez *K. caudata* s.lat. :

- diploïde : d'après les résultats de FERNANDES & QUEIROS (1969),
- tétraploïde : d'après les spéculations de UJHELYI (1966),
- hexaploïde : d'après nos observations au Maroc.

Les résultats sont évidemment beaucoup trop fragmentaires pour en tirer des conclusions phytogéographiques. De toute évidence, le groupe de *K. caudata* mériterait une étude cytotoxonomique détaillée sur l'ensemble de son aire ibéro-maghrébine.

- *Koeleria vallesiana* (Honckeny) Bertol $2n = 28$ et 56

Nous trouvons chez KÜPPER (1974) les données du vaste problème cytotoxonomique soulevé par le complexe de *K. vallesiana*. L'auteur a mis en évidence l'existence de 3 cytotypes (diploïde, tétraploïde et hexaploïde) dans la partie européenne de l'aire, c'est-à-dire dans le sud-ouest de l'Europe (cf. carte de distribution des cytotypes, Fig. 5).

Plus récemment (*in* FAVARGER & al., 1979), KÜPPER a abordé le problème au Maroc avec

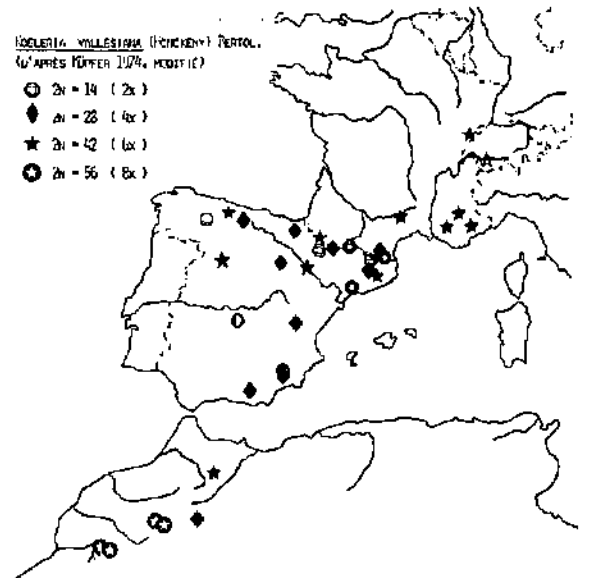


Figure 5 : Distribution des cytotèmes de *Koeleria vallesiana* (complété, d'après KÜPPER 1974).

1) Selon HUMPHRIES (1980), les résultats publiés par FERNANDES & QUEIROS (1969) sous le binôme *K. caudata* se rapportent à *K. crassipes*.

2) UJHELYI (1966, p. 183) prétend à ce propos : "The tetraploidy of the plant (= *K. caudata*) is revealed by its measurements similar to other tetraploid koelarias".

l'étude d'une plante récoltée dans le Moyen-Atlas et pour laquelle il a décelé une valence hexaploïde ($2n = 42$). Des commentaires de l'auteur, nous retenons les points suivants :

— La présence d'une race hexaploïde au Maroc peut apparaître surprenante lorsque l'on sait que seules des populations diploïdes et tétraploïdes ont été découvertes dans le sud de l'Espagne. D'autre part, des hexaploïdes n'étaient connus jusqu'ici que dans la partie septentrionale de l'aire.

— KÜPFER rappelle que l'aire africaine de *K. vallesiana* est vaste (du Maroc à la Tunisie) et il suppose que la présence d'autres races sur sol maghrébin est assez probable. Selon lui, l'étude d'un matériel plus abondant permettra peut-être de "savoir si les polyplloïdes nord-africains sont nés à partir de diploïdes locaux ou, au contraire, si leur origine est liée à celle de l'hexaploïde plus septentrional, ibérique en particulier".

Rappelons que *K. vallesiana* se rencontre sur les montagnes marocaines jusqu'à une altitude de 3000 m, lié surtout aux pelouses écorchées aussi bien dans les massifs calcaires que siliceux.

Notre échantillonnage comprend 5 exemplaires du Haut-Atlas (cf. Appendice I).

L'étude cytologique de notre matériel a apporté, elle aussi, des résultats surprenants puisque, à côté d'une population tétraploïde ($2n = 28$, Fig. 6a) au Masker (Haut-Atlas oriental), nous avons décelé une valence octoploïde ($2n = 56$, Fig. 6b) pour les plantes du M'Goun (Haut-Atlas oriental) et du Siroua (Haut-Atlas central).

KÜPFER (1974, in FAVARGER & al., 1979) a déjà montré combien il est difficile de faire coïncider morphologie et nombre chromosomique chez ce groupe complexe. Nous résumons dans le Tableau 3 quelques observations

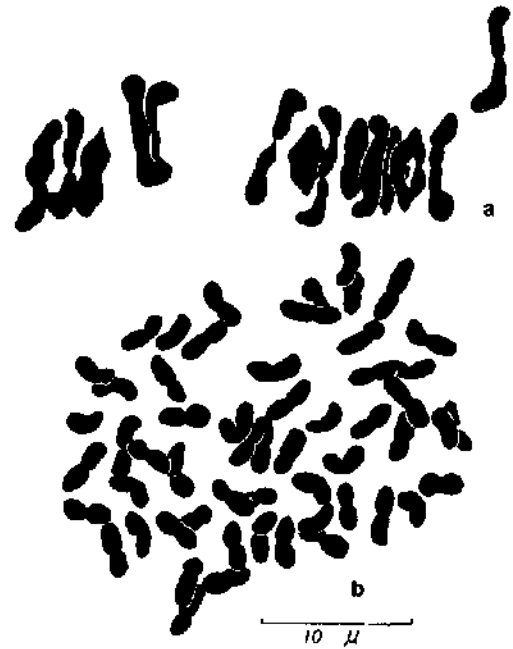


Figure 6 : a. *Koeleria vallesiana* (469), Métaphase I, $n = 14$; b. *Koeleria vallesiana* (1216), Mitose de racine, $2n = 56$.

morphologiques relatives à nos témoins atlasiques.

La longueur des épillets permet à MAIRE (1953) de distinguer 2 variétés en Afrique du Nord : les var. *typica* (= *vallesiana*, épillets 4,5 - 6 mm) et *minoriflora* Domin (épillets 3 - 4 mm).

A partir de ses propres observations, KÜPFER (1974) a caractérisé chaque valence par un certain nombre de critères morphologiques. Si nous prenons la longueur des épillets, nous obtenons les valeurs suivantes :

- diploïdes : 3,5 - 4,5 mm
- tétraploïdes : 4,8 - 6 mm
- hexaploïdes : 5,5 - 7,5 mm

Tableau 3 : Morphologie comparée de nos témoins atlasiques de *Koeleria vallesiana*

No de culture	79 - 1327	81 - 807	81 - 670	81 - 933
Provenance	Masker 2500 m	Siroua 2300 m	M'Goun 2500 m	M'Goun 2900 m
Valence	4 x	8 x	8 x	8 x
Panicule, longueur (cm)	2 - 2,5	3	4	2,5 - 3
largeur (cm)	0,8 - 0,9	0,8	1,2	0,8
Glume sup, longueur (mm)	3,5	3	4,5	4,2
Anthères, longueur (mm)	2,2	2 - 2,2	2,5	?
Épillets, longueur (mm)	3 - 4	3 - 4	5,5 - 6	4,5 - 5
Dét. selon MAIRE (1953) var. :	<i>minoriflora</i>	<i>minoriflora</i>	<i>typica</i>	<i>typica</i>
Selon les observations de KÜPFER (1974), correspondent à une valence	2 x	2 x	6 x	4 x

Dans notre tableau, nous avons comparé nos exemplaires marocains aux valeurs de KÜPPER pour ce critère des épillets, à titre *indicatif uniquement*. L'auteur a bien caractérisé chaque valence par un ensemble d'observations et il a lui-même montré (*in* FAVARGER & al., 1979) "... la fragilité des conclusions taxonomiques fondées essentiellement sur des caractères quantitatifs...".

Ce tableau n'a d'autre prétention que de refléter la variabilité morphologique de nos témoins et celle, en particulier, des populations octoploïdes du M'Goun et du Siroua.

Devant le peu d'évidences que suggère le tableau, nous préférons laisser ouverte la question de la morphologie de nos témoins, notre échantillonnage étant tout de même assez restreint.

Nous soulignerons cependant les quelques points suivants :

— *Sippe tétraploïde*

Elle représente donc la valence la plus basse décelée jusqu'ici au Maroc. Nous ne pouvons pas exclure la présence de diploïdes sur un échantillonnage aussi limité mais nous savons maintenant que *K. caroli*, endémique diploïde du Haut-Atlas, ne peut être raisonnablement rattaché du complexe de *K. vallesiana*.

KÜPPER (1974) a montré que la sippe tétraploïde est la plus difficile à cerner, aussi bien par ses caractères morphologiques que chorologiques ou écologiques.

Nous retiendrons que la plante du Masker a été récoltée parmi les xérophytes épineux, sur caillasse calcaire, et que les dimensions des pièces florales sont inférieures à celles observées sur les tétraploïdes ibériques. Les méioses observées nous ont paru régulières et nous n'avons pas remarqué de multivalents.

— *Sippe octoploïde*

Elle n'a jamais été mise en évidence jusqu'ici dans le complexe polyploïde de *K. vallesiana*. Ainsi, les plantes les plus fortement polyploïdes se retrouvent à la fois sur caillasse et pozzine calcaires au M'Goun et sur caillasse siliceuse au Siroua dans des conditions nettement plus xériques. Nous ne pouvons mettre en évidence qu'un seul caractère commun : ce sont les populations les plus méridionales qui ont fait l'objet d'un comptage chromosomique.

Si nous pouvons évoquer ici une polyploïdie marginale, cela reste cependant une hypothèse qu'il s'agira de vérifier sur la base d'un échantillonnage plus riche.

Genre *Poa*

Ce genre est bien représenté sur les montagnes nord-africaines par quelques taxons endémiques ou, dans la majorité des cas, par des espèces largement réparties dans les régions eurasiatiques tempérées ou boréales. Celles-ci se retrouvent généralement dans des stations humides sur les Atlas, telles les pozzines ou bords de ruisseaux. Un certain nombre d'espèces, *Poa alpina* par exemple, offrent aux cytotaxonomistes des problèmes fort complexes. Il n'est pas dans notre intention ici de discuter en détail chaque taxon et nous nous limiterons à présenter brièvement nos résultats marocains.

- *Poa alpina* L. $2n = 26, 28, 33, 36, 38$ et 56

Ce taxon présente une vaste distribution eurosibérienne-nord-américaine (cf. MEUSEL & al., 1965).

Au Maroc, il est fréquent en haute montagne sur les massifs suffisamment arrosés du Moyen-Atlas et du Haut-Atlas.

P. alpina est très souvent apomictique et, dans toutes les parties de son aire, il présente une gamme très variable de nombres chromosomiques dont l'interprétation est loin d'être aisée. Nous avons étudié 10 exemplaires récoltés dans le Moyen-Atlas, le Haut-Atlas occidental et, surtout, le Haut-Atlas central.

Les nombres chromosomiques observés sur notre matériel sont les suivants :

$$n = 13, 14, 18, 19 \text{ et } 28 \text{ et } 2n = 33$$

Cette série de nombres appelle quelques commentaires¹ :

- Il faut remarquer l'absence de plantes à $2n = 22$, ce nombre étant considéré actuellement comme le nombre diploïde secondaire de ce groupe. Il correspond à des populations dont la méiose est normale et qui se localisent notamment dans certains massifs refuges des Tatras et des Alpes.
- Un nombre particulièrement élevé, $n = 28$, a été décelé sur une plante récoltée dans une pozzine au-dessus du refuge Neltner. De tels

1) Pour la discussion des nombres, nous avons bénéficié des précieux conseils de Mme M.-M. Duckert que nous remercions ici très cordialement.

nombres ont été observés surtout en Europe septentrionale mais aussi en Bulgarie (STOEVA, 1982).

— QUEZEL (1957) a publié un nombre particulièrement bas, $n = 7$, pour un *P. alpina* du Toubkal. Il est très peu vraisemblable que ce nombre corresponde à ce taxon ; d'après les recherches actuellement consacrées au groupe de *P. alpina* (DUCKERT & FAVARGER, 1987), on admet qu'un tel nombre diploïde concerne en général le groupe de *P. badensis* dont *P. ligulata* est un représentant marocain.

MAIRE (1955) distingue 3 variétés pour le subsp. *alpina*. Si nous avons facilement reconnu le var. *atlantica* caractérisé par des lemnes glabres, il est en revanche plus délicat de distinguer les var. *typica* et *obtusata* ; nous n'avons retenu que le var. *typica* pour désigner les individus à lemnes poilues.

Nous constatons que les 4 individus attribués au var. *atlantica* possèdent les nombres les plus bas ($n = 13$ et $n = 14$) et présentent un port nettement plus gracile que celui des plantes attribuées au var. *typica* caractérisé, dans notre échantillonnage, par les nombres $n = 18, 19, 28$ et $2n = 33$. Nous noterons qu'aucune différenciation géographique n'est à relever entre les deux variétés. Enfin, précisons que nous n'avons jamais observé de viviparie chez les représentants marocains de *P. alpina*.

• *Poa glauca* Vahl (= *P. caesia* Sm.) $2n = 56$

GALLAND & FAVARGER (1985) ont déjà commenté la découverte de ce taxon arctico-alpin sur le Haut-Atlas central (plateau sommital du Tazaghart, 3950 m).

Nous aimerions rappeler ici le caractère apparemment relictuel de sa présence sur les Atlas. L'aire de *P. glauca* (cf. MEUSEL & al., 1965), continue dans les régions arctiques, devient très morcelée dans le centre de l'Europe et ne concerne plus que les massifs montagneux importants tels les Alpes ou les Carpathes. Lorsque l'on sait que la présence de *P. glauca* sur les Pyrénées n'est pas établie avec certitude (cf. HERNANDEZ CARDONA, 1978), on réalise combien la localité atlasique est isolée du reste de l'aire.

Les nombres chromosomiques connus pour *P. glauca* (apomictique) s'échelonnent entre $2n = 42$ et $2n = 78$. Le nombre que nous avons décelé au Maroc, $2n = 56$, semble avoir été le plus fréquemment mis en évidence (cf. HESS & al., 1967).

• *Poa nemoralis* L. $2n = 42$

Ce taxon, à distribution circum-boréale, est fréquent au Maroc en moyenne et haute montagne. Nous l'avons étudié au-dessus du refuge Lépiney et avons décelé une valence hexaploïde.

A côté des nombres euploïdes $2n = 28, 35, 42$, et 56 , on trouve chez *P. nemoralis* un série de nombres aneuploïdes qui mériteraient confirmation d'après DUCKERT & FAVARGER (1987).

• *Poa rivulorum* Maire & Trabut $2n = 28$

Ce taxon a déjà été discuté d'une manière très détaillée par NANNFELDT (1938) et nous reprenons ci-dessous quelques points intéressants de son travail.

P. rivulorum est un endémique atlasique localisé en haute montagne au bord des ruisselets et dans les pelouses humides.

Sa morphologie est très proche de celle de *P. supina* qui constitue avec *P. rivulorum*, *P. maroccana* (maghrébin de basse altitude), *P. infirma* et *P. dimorphantha* la section *Ochlopoa* Asch. & Gr. NANNFELDT (op. cit.), le premier, a déterminé une valence tétraploïde ($2n = 28$) pour *P. rivulorum*. Nous confirmons ce résultat avec l'étude de 2 exemplaires, l'un du Toubkal et l'autre du Siroua. *P. rivulorum* se distingue ainsi de *P. supina* dont la garniture chromosomique est toujours diploïde ($2n = 14$). L'auteur suédois a également montré que *P. rivulorum* est plus robuste que *P. supina* : ses panicules sont plus fournies et ses pièces florales (lemmes, anthères) sont plus longues.

• *Poa trivialis* L. var. *glabra* Döll $2n = 28$

Ce pâturin eurasiatique et nord-américain est, lui aussi, lié aux milieux humides sur les basses et moyennes montagnes d'Afrique du Nord. Deux exemplaires, provenant de Tirrhist, se sont révélés tétraploïdes ($2n = 28$). Cette valence, la plus élevée actuellement connue pour *P. trivialis*, n'a été décelée que dans les Alpes occidentales, en Bulgarie et au Japon. Les données relatives à des populations diploïdes sont beaucoup plus nombreuses et couvrent l'ensemble de l'aire (cf. HESS & al., 1967 et 1972).

• *Trisetum flavescens* (L.) Beauv.
 $2n = 38 \text{ à } 42 + 1 - 3 B$

Ce *Trisetum* vivace et cespiteux, largement réparti dans tout l'hémisphère nord, représente

un groupe fort complexe par son grand polymorphisme d'une part et son instabilité caryologique d'autre part.

Avant d'aborder le Maroc, il convient de souligner le fait suivant : d'après la littérature, deux nombres de base semblent exister chez *T. flavescens* : $x = 6$ et $x = 7$.

En effet, un certain nombre d'auteurs (HUBBARD, 1954 ; BOWDEN, 1960 ; VACHOVA in MAJDVSKY & al., 1974 a, et LÖVE & LÖVE, 1974) ont attribué à *T. flavescens* le nombre $2n = 28$ correspondant au nombre de base $x = 7$ généralement admis pour le genre *Trisetum*.

D'autres auteurs (AVDULOV, 1931 ; SOKOLOVSKAYA & PROBATOVA, 1978, et SKALINSKA & al., 1978) ont pour leur part publié le nombre $2n = 24$. Sur ce même nombre de base $x = 6$, SOKOLOVSKAYA & PROBATOVA (1975) ont découvert une population diploïde ($2n = 12$) en URSS, attribuée au subsp. *parvispiculatum*, tandis que STRID & FRANZEN (1983) ont décelé une sippe hexaploïde ($2n = 36$) sur le Mont Olympe.

Qu'en est-il au Maroc ? Notre matériel provient de la région de Tirrhist, située au sud du Masker. Un échantillon (no 1) a été prélevé dans un pâturage pierreux à une altitude de 2100 m et cultivé au Jardin botanique de Neuchâtel où nous avons fixé racines et boutons. Un peu plus haut, dans un milieu identique à 2220 m, nous avons d'une part fixé un individu sur le terrain (no 2), alors qu'un plant (no 3) a été récolté pour être cultivé et étudié à Neuchâtel.

L'observation des divisions n'a pas été aisée car les méioses sont apparues très perturbées et les mitoses polliniques que nous avons obtenues présentaient un nombre inconstant de chromosomes. Enfin, dans le cas no 3, les mitoses de racines n'étaient pas toujours faciles à interpréter de par la présence d'un nombre variable de chromosomes B. Dans chaque cas, nous avons retenu le résultat la plus fréquemment et le plus clairement observé.

Voici nos résultats :

Exemplaire no 1 (2100 m) :
 $n = 21 + 1B$ (mitoses polliniques, fig. 7d)
(mais aussi $n = 20$, $n = 21$ et $n = 25$)

Exemplaire no 2 (2220 m) :
 $n = 19$ (diacynèse)
 $2n = 38$ (mitoses de racines, fig. 7c)

Exemplaire no 3 (2220 m) :
 $2n = 40 + 2-3B$ (mitoses de racines, fig. 7e)
(mais aussi $n = 20-21$ sur diacynèses et $2n = 42 + 1B$ sur mitoses de racines).

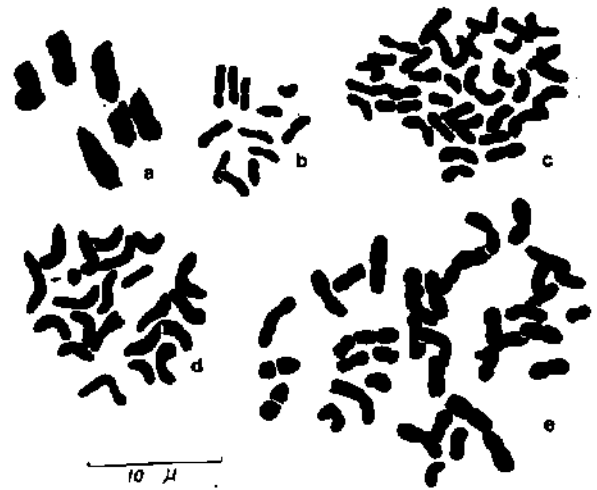


Figure 7 : a. *Trisetum griseovirens* (1009), Métaphase I, $n = 6$; b. *Trisetum griseovirens* (2058), Mitose de racine, $2n = 12$; c. *Trisetum flavescens* (342), Mitose de racine, $2n = 38$; d. *Trisetum flavescens* (230), Mitose pollinique, $n = 21 + 1B$ (→) ; e. *Trisetum flavescens* (366), Mitose de racine, $2n = 40$.

La variation semble osciller autour du nombre gamétique $n = 21$, mais nous nous garderons bien de trancher pour un nombre de base $x = 6$ ou 7 car l'exemplaire no 2 ($2n = 38$) pourrait aussi être interprété comme un aneuploïde dérivé du nombre hexaploïde $2n = 36$.

Si le groupe de *T. flavescens* présente un intéressant phénomène de dysploïdie, les représentants marocains, les plus hauts polyploïdes décelés jusqu'ici, montrent en outre une très forte instabilité caryologique.

Selon la clé de MAIRE (1953), nous pouvons attribuer nos 3 plantes au subsp. *pratensis* (Pers.) Beck var. *villosa* (Celak) Maire & Weiller. JONSELL (1980) a cependant fait remarquer que la taxonomie du groupe de *T. flavescens* nécessite une importante révision, raison pour laquelle nous n'avons pas cherché à mieux situer nos témoins dans l'ensemble du complexe.

- *Trisetum griseovirens* Lindb. $2n = 12$

Ce taxon, décrit par LINOBERG en 1932, a été placé par MAIRE (1936) dans le groupe de *T. flavescens* au rang de variété.

En fait, LITARDIERE & MAIRE (1924) avaient attribué des exemplaires aux arêtes relativement longues au var. *corsicum* (Rouy) Briq. de *T. flavescens*, endémique de la Corse. MAIRE (1936, Contribution no 2170) avait revu

le problème ainsi : "... (*T. griseovirens*) en diffère toutefois par les arêtes plus longues. Il y a donc lieu de remplacer dans le Catalogue des Plantes du Maroc, p. 48, le var. *corsicum* par le *T. flavescens* (L.) P.B. var. *griseovirens* (Lindb.) Maire comb. nov."

CHRTEK (1967) a reconsidéré le cas du taxon marocain et, sur la base d'arguments morphologiques, l'auteur a réhabilité *T. griseovirens* en tant que bonne espèce.

T. griseovirens, localisé entre 2000 m et 3200 m sur le Haut-Atlas siliceux, se distingue notamment par sa couleur vert grisâtre (son nom l'indique), par des feuilles étroites, convolutées et des arêtes pouvant atteindre 10 mm de longueur.

Nous possédons deux exemplaires de cet endémique atlasique récoltés l'un à l'Oukaimeden (Haut-Atlas central) et l'autre sur le plateau du Tichka (Haut-Atlas occidental) où la plante ne semble pas avoir été signalée.

Nous avons observé très nettement les nombres chromosomiques $n = 6$ et $2n = 12$ (Fig. 7a et b) sur ce matériel. Ainsi, l'étude cytologique de *T. griseovirens* confirme entièrement les vues de CHRTEK (1967) et justifie un statut indépendant de *T. flavescens* qui montre au Maroc, du moins là où nous l'avons étudié, un nombre chromosomique élevé et une grande instabilité caryologique.

Ce nombre diploïde, correspondant à un nombre de base $x = 6$, a déjà été mis en évidence, nous l'avons vu, chez un subsp. *parvispiculatum* de *T. flavescens* par SOKOLOVSKAYA & PROBATOVA (1975). De plus, MOORE (1982) indique un nombre identique ($2n = 12$) pour *T. flavescens* subsp. *purpurascens* des Carpathes et des Alpes orientales; cependant, l'auteur n'indique pas la référence de cette donnée.

Il faut souligner ici l'isolement, géographique et taxonomique, de *T. griseovirens*.

Pour CHRTEK (1967), les affinités du taxon atlasique sont à rechercher auprès d'un endémique des montagnes de l'Italie centrale (*T. villosum* = *T. bertolonii*) et, également, auprès de l'endémique corse *T. burnouffii* (= *T. flavescens* var. *corsicum*).

Cependant, FAVARGER (1973) a dénombré, chez *T. bertolonii*, un nombre chromosomique de $2n = 14$. Le nombre de l'endémique corse n'est pas connu mais son étude cytologique pourrait être hautement significative si son

nombre de base correspond à celui de *T. griseovirens*. Plus généralement, une étude cytotaxonomique du complexe de *T. flavescens* s'avère nécessaire si l'on veut un jour comprendre l'évolution de ce groupe.

CYPERACEAE

Genre *Carex*

Ce genre très diversifié dans les régions tempérées est représenté par une trentaine d'espèces en Afrique du Nord, dont quinze environ se rencontrent en haute montagne, liées pour la plupart à des milieux humides.

L'étude cytologique des *Carex* est rendue difficile en raison du nombre, généralement élevé, et de la petite taille de leurs chromosomes. Cela s'accompagne souvent de phénomènes d'agmatoploidie et quantité d'espèces présentent un nombre variable de chromosomes. Si l'on sait en outre que le genre est polybasique, on se rend compte que l'analyse cytotaxonomique n'est pas toujours aisée pour certains taxons.

Nous commenterons ici 4 espèces pour lesquelles nos résultats sont confirmés par plusieurs observations nettes.

- *Carex divisa* Huds. $2n = 60$

Ce taxon, à distribution eurasiatique-nord-africaine, croît dans les lieux marécageux du Moyen-Atlas. Un exemplaire récolté au col du Zad possède le nombre chromosomique $n = 30$. Ce nombre est identique à celui mis en évidence sur une plante de la Sierra de Cazorla par KJELLQVIST & LÖVE (1963). Plus tard, les mêmes auteurs (LÖVE & KJELLQVIST, 1973) ont décelé le nombre $2n = 62$ sur un autre exemplaire de la Sierra de Cazorla.

- *Carex fusca* ALL.
subsp. *intricata* (Tineo) Maire & Weiller $2n = 86$

Avec l'étude d'un exemplaire du plateau du Tichka, nous confirmons un résultat publié précédemment (in FAVARGER & al., 1979). Les nombres chromosomiques connus pour *C. fusca* s.lat. varient entre $2n =$ ca 74 et $2n = 88$; nous ne connaissons pas de données explicitement relatives au subsp. *intricata* auquel se rattachent nos deux plantes.

La distribution du subsp. *intricata* est intéressante puisqu'elle concerne les montagnes de la Corse, de la Sicile, du sud de l'Espagne (Sierra Nevada) et le Haut-Atlas siliceux.

L'aire actuelle de ce taxon, orophile et hygrophile, ne peut donc pas s'expliquer par une migration contemporaine des glaciations puisque la Corse n'a pas été touchée par un tel courant (cf. CONTANDRIOPOULOS, 1962). La distribution de *C. fusca* subsp. *intricata*, disséminé sur les hautes montagnes de la Méditerranée occidentale, apparaît donc relictuelle.

- *Carex leporina* L.
subsp. *atlasica* Lindb. 2n = 72

Si *C. leporina* présente une distribution largement circumboréale, le subsp. *atlasica*, auquel appartiennent nos deux témoins, est en revanche endémique du Haut-Atlas central où il se localise dans les pozzines suintantes sur silice.

Les nombres chromosomiques $2n = 64, 66$ et 68 ont été publiés pour *C. leporina* (pour le détail de ces données, cf. KJELLQVIST & LÖVE, 1963, et LÖVE & KJELLQVIST, 1973); ces auteurs ont notamment décelé $2n = 64$ pour deux populations espagnoles.

A cette série de nombres aneuploïdes, nous ajoutons $2n = 72$ (ou plus précisément $n = 36$) qui représente donc le nombre le plus élevé pour *C. leporina*.

Nous avons en effet dénombré $n = 36$ sur les mitoses polliniques de 2 plantes du Haut-Atlas central. Ce nombre est-il propre à l'endémique marocain? Nous ne saurions l'affirmer aussi longtemps qu'un nombre plus élevé de populations n'aura pas été étudié pour l'espèce type.

- *Carex mairii* Cosson & Germ. 2n = 68

Ce taxon du sud-ouest de l'Europe se rencontre également au bord des eaux des montagnes peu élevées et surtout bien arrosées d'Afrique du Nord. MAIRE (1957) localise *C. mairii* dans le Rif et le Moyen-Atlas où il serait assez commun.

L'exemplaire que nous avons étudié provient, lui, de Tirrhist dans le Haut-Atlas oriental où l'espèce ne semble pas avoir été signalée.

Nous avons établi le nombre chromosomique de la plante marocaine sur des mitoses polliniques où nous avons décelé $n = 34$. C'est le nombre que DAVIES (1955), KJELLQVIST & LÖVE (1963) et LÖVE & KJELLQVIST (1973) ont mis en évidence chez des plantes espagnoles. Ce nombre semble un peu plus élevé ($2n = 70$) dans le nord de l'Italie (DIETRICH, 1972).

- *Scirpus setaceus* L. 2n = 28

S. setaceus possède une vaste aire eurasiatique et il est également commun au Maroc où il croît au bord des eaux en basse et moyenne montagne sur tous les massifs du pays.

Malgré sa large répartition, ce taxon n'a pas fait l'objet de nombreuses études cytologiques. Deux nombres chromosomiques différents ont pourtant été décelés chez *S. setaceus*: $2n = 26$ sur du matériel de Suède (HAKANSSON, 1928) et de Grande-Bretagne (DAVIES, 1956); SCHERRER (1940) a dénombré $2n = 28$ pour un exemplaire du Schleswig-Holstein, nombre que nous retrouvons au Maroc pour une plante du Tizi-n-Tichka. Il semble donc qu'il y ait de la dysploidie chez *S. setaceus* mais les résultats sont encore beaucoup trop fragmentaires pour savoir si la distribution des sippes à $2n = 26$ et $2n = 28$ présente un intérêt phytogéographique.

JUNCACEAE

"*Juncus articulatus* L."

Dans un article précédent (GALLAND in FAVARGER al., 1979), nous avons publié le nombre chromosomique $2n = 40$ pour une plante du Toubkal (Refuge Neltner, 3200 m) que nous avons alors attribuée à *J. articulatus*. Ce taxon circum-boréal est signalé au Maroc au bord des eaux et dans les lieux humides des plaines et des montagnes (MAIRE, 1957).

Le nombre chromosomique $2n = 40$, correspondant à une valeur diploïde, revêtait un intérêt particulier car *J. articulatus* n'était alors connu que par des cytodèmes tétraploïdes à $2n = 80^1$. Ce résultat nous avait fait conclure que la plante marocaine pouvait représenter sur les Atlas une race ancestrale d'un taxon boréal, phénomène d'autant plus remarquable que des exemples de ce type sont fort rares pour les montagnes marocaines.

J. articulatus présente une morphologie proche de celle de *J. fontanesii*, très fréquent sur les montagnes bien arrosées. Dans la clé de détermination de MAIRE (1957), *J. fontanesii* se caractérise par des tiges stériles rampantes et stoloniformes particulièrement bien développées en milieu inondé. Nous nous sommes arrêtée à ce caractère qui, malheureusement, n'est plus du tout évident lorsque la plante est

1) Un résultat de WULFF (1938) indique $2n = 60$, un nombre qui pourrait correspondre à un hybride entre *J. articulatus* et une espèce affine.

cultivée en pleine terre dans un pot. De plus, une variété particulière de *J. fontanesii*, le var *melanocephalus*, présente un mode de végétation gazonnant et se localise notamment dans les pozzines du Haut-Atlas, là précisément où nous avons récolté la plante du Toubkal.

Par la suite, nous avons pu rassembler un échantillonnage plus abondant de ces joncs de montagne que nous avons tous attribués à *J. fontanesii*. Dans certains cas, lorsque la plante poussait dans des ruisselets, de longues tiges rampantes étaient facilement observables. De plus, un examen plus attentif de nos témoins et d'un certain nombre d'exsiccata d'herbiers nous montre que le bec du fruit représente un critère distinctif sûr : ce bec est court et ne dépasse pas 0,3 mm chez *J. articulatus* ; il mesure de 0,7 à 1 mm sur nos exemplaires marocains de *J. fontanesii*.

La plante du Toubkal, nommée à tort *J. articulatus*, présente une capsule dont le bec atteint 0,7 mm. Cet exemplaire diploïde doit être en fait attribué à *J. fontanesii* subsp. *brachyanthus* var. *melanocephalus*. Nous verrons que son nombre chromosomique cadre avec nos autres résultats relatifs à *J. fontanesii*. Enfin, dans un travail récent (1982) ZANDEE a résumé l'ensemble des nombres chromosomiques publiés pour *J. articulatus* : tous les auteurs ont dénombré jusqu'ici $2n = 80$.

- *Juncus fontanesii* Gay $2n = 40$ (+ $2n = 38$ et 42)

Ce taxon méditerranéen est représenté au Maroc par deux sous-espèces :

— subsp. *fontanesii* : distribué dans toute l'aire de l'espèce, soit toute la région méditerranéenne jusqu'en Iran ; il est fréquent au Maroc au bord des eaux de plaine et de moyenne montagne.

— subsp. *brachyanthus* Trabut : cette forme est endémique des montagnes marocaines et se rencontre fréquemment dans les pozzines des hautes montagnes (jusqu'à une altitude de 3500 m) dans sa variété *melanocephalus* Trabut. Elle se caractérise par des fleurs petites, mesurant de 2,5 à 3 mm alors qu'elles atteignent 4 mm dans la sous-espèce type ; ces fleurs possèdent un périanthe pourpre-noir et elles sont réunies en glomérules petits et peu nombreux.

Nous avons étudié 10 provenances du Moyen-Atlas et du Haut-Atlas parmi lesquelles 1 exemplaire seulement a pu être attribué au subsp. *fontanesii*. Cet exemplaire correspond d'ailleurs à la localité la plus basse dans notre

échantillonnage (pied du Rhat, 1700 m). Nous avons observé le nombre chromosomique de cette plante sur des anaphases II où nous avons nettement compté $n = 20$.

Les 9 autres populations concernent le subsp. *brachyanthus* et ont été récoltées de 1800 à 3200 m. Si, dans la majorité des cas, nous avons décelé $2n = 40$ sur des mitoses de racine, nous avons cependant mis en évidence les nombres aneuploïdes $2n = 38$ et $2n = 42$ chez deux individus. Dans les deux cas, le nombre euploïde $2n = 40$ a également été observé dans des populations voisines.

ZANDEE (1982) est le seul, à notre connaissance, à avoir publié un nombre chromosomique pour *J. fontanesii* : sur une plante de Turquie, l'auteur a compté $2n = 80$, soit une valence tétraploïde. ZANDEE admet en effet le nombre $x = 20$ comme nombre de base secondaire du subgen. *Septati* auquel appartiennent *J. fontanesii* et *J. articulatus*.

Deux premiers jalons sont maintenant posés dans l'étude cytotaxonomique de *J. fontanesii* : nous connaissons des populations diploïdes sur les montagnes marocaines et une population tétraploïde en Turquie.

- *Luzula atlantica* Br. Bl. $2n = 12$

L. atlantica est le seul représentant du genre qui soit endémique sur les Atlas marocains. Il est même assez étroitement localisé dans le Haut-Atlas central aux altitudes moyennes de 1500 à 2800 m (MAIRE, 1957).

Notre exemplaire provient de l'Oukaïmeden et nous a permis d'établir le nombre chromosomique $2n = 12$ sur des mitoses de racines. *L. atlantica* est donc diploïde et n'avait jamais fait l'objet, à notre connaissance, d'un comptage chromosomique.

L. atlantica présente une morphologie très proche de celle de *L. alpinopilosa* (Chaix) Breistr. (= *L. spadicea* (All.) DC.) et c'est d'ailleurs sous ce dernier binôme que LITARDIERE & MAIRE (1924) ont tout d'abord déterminé la plante marocaine.

Il est intéressant de noter que *L. alpinopilosa* est un orophyte du centre et du sud de l'Europe connu, lui aussi, par sa seule valence diploïde ($2n = 12$).

L. atlantica pourrait fort bien présenter une origine commune avec *L. alpinopilosa* dont il se serait individualisé par schizoendémisme.

• *Luzula hispanica* Chrtek & Krisa 2n = 24

CHRTEK & KRISA (1962, 1965) ont distingué dans le complexe arctico-alpin que constitue *L. spicata* s.lat. 4 taxons dont *L. hispanica* qui se rencontre dans les Pyrénées, les montagnes espagnoles et au Maroc. Précisons que pour CHRTEK & KRISA (1965), *L. spicata* s. str. atteint la limite sud-occidentale de sa distribution européenne dans les Alpes maritimes.

Les nombres chromosomiques suivants avaient été décelés chez *L. spicata* s. lat. :

- 2n = 12: Pologne, Tchécoslovaquie, Alpes autrichiennes, Alpes vaudoises et valaisannes.
- 2n = 14: Syrie.
- 2n = 24: Laponie, Suède, Groenland, Islande, Tatra polonaises, Tyrol, Alpes maritimes, Pyrénées, Sierra Nevada, Amérique du Nord, Afrique de L'Est.
- 2n = 36: Corse.

Dans le Haut-Atlas, QUEZEL (1957) avait décelé une plante diploïde à 2n = 12 et pour l'auteur, *L. spicata* (s. lat.) constituait avec *Androsace villosa* var. *subexcava* et *Viola palustris* un petit groupe d'espèces dont la garniture chromosomique est plus simple sur les Atlas que chez les types qu'elles individualisent en Europe. Cependant, les deux exemplaires que nous avons récoltés près du Refuge Neltner ont montré une valence tétraploïde (2n = 24). Cela concorde avec les résultats de KÜPFER (1974) relatifs à *L. hispanica* dans les Pyrénées et la Sierra Nevada.

La population diploïde, décelée par QUEZEL à l'Oukaïmeden, se trouverait tout de même singulièrement isolée puisque les diploïdes européens les plus proches ont été trouvés dans les Alpes suisses par FAVARGER (1965).

Jusqu'à preuve du contraire, nous considérons que *Luzula grex spicata* est représenté sur les hautes montagnes marocaines par des cytodèmes tétraploïdes (2n = 24) appartenant au taxon pyrénéen et ibéro-marocain *L. hispanica*.

LILIACEAE

• *Allium paniculatum* L.
subsp. *breviscapum* Lit. & Maire 2n = 16

Dans toute l'étendue de son aire eurasiatique-méditerranéenne, *A. paniculatum* présente une large variabilité morphologique. C'est une espèce bien représentée au Maroc, du

littoral jusqu'en haute montagne, et CONTANDRIOPOULOS (1962) a déjà mis en évidence le fait que *A. paniculatum* est diploïde (2n = 16) sur une grande partie de son aire (cf. Index). Quelques populations tétraploïdes (2n = 32) ont été décelées en Corse et dans les alentours de Marseille (CONTANDRIOPOULOS, 1962), en Bulgarie (VAN LOON & VAN SETTEN, 1982) et en Grèce (JOHNSON in MOORE, 1982) alors qu'une valence hexaploïde (2n = 48) a été trouvée en Grèce également par VAN LOON & OUDEMANS (1982).

Nous avons suivi VINDT (1954) pour attribuer nos 5 échantillons du Haut-Atlas au subsp. *breviscapum* qui représente en Afrique du Nord la forme la plus alticole de *A. paniculatum*; cette sous-espèce est en effet endémique du Haut-Atlas central et occidental.

L'étude cytologique de nos 5 exemplaires a montré que le subsp. *breviscapum* est diploïde lui aussi (n = 8 et 2n = 16).

• *Anthericum baeticum* (Boiss.) Boiss. 2n = 30
(= *A. liliago* L.
subsp. *baeticum* (Boiss.) Maire)

Ce taxon bético-atlasique est proche du complexe ouest-européen que constitue *A. liliago* s. lat., complexe sur lequel nous trouvons une étude très documentée chez KÜPFER (1974).

MAIRE (1958) ne reconnaît qu'un seul taxon en Afrique du Nord : *A. liliago*, représenté par les subsp. *algeriense* (Boiss. & Reut.) Maire & Weiller, endémique maghrébin, commun du Rif au Haut-Atlas, et *baeticum* (Boiss.) Maire, bético-rifain.

ROTHMALER (1940), dont le travail n'était pas connu de Maire selon SAUVAGE (1961), a distingué 3 taxons dans l'ouest de la Méditerranée, tous 3 présents au Maroc :

- *A. maurum* Rothm. : fleurs par 2 ou 3 à l'aisselle des bractées, alors qu'elles sont solitaires chez les 2 taxons suivants.
- *A. liliago* : pédoncules plus longs que les bractées ; filets des étamines atteignant la demi-longueur du péricône mesurant, lui, 2 cm ; anthères 3 à 5 mm de long.
- *A. baeticum* : pédoncules plus courts ou égalant les bractées ; filets des étamines atteignant la longueur du péricône qui mesure 1,5 cm ; anthères 2 à 3 mm de long.

Enfin, WEBB (1980) retient les critères suivants pour distinguer les deux derniers taxons :

- *A. liliago* : tépales 16 à 22 mm, dépassant les étamines de 6 à 10 mm.
- *A. baeticum* : tépales 10-14 mm, ne dépassant pas les étamines de plus de 2 mm, En outre, l'auteur indique pour les feuilles une largeur de 1,5-2 (-5) mm.

Voici maintenant quels sont les caractères morphologiques des 3 plantes que nous avons étudiées (Tableau 4) :

Tableau 4 : Morphologie comparée de nos 3 exemplaires marocains d'*Anthericum baeticum*

No culture	81 - 686			81 - 832			79 - 1379		
	Provenance			Provenance			Provenance		
	HA or. M'Goun			HA central Oukaimeden			MA Tichchoukt		
	mm			mm			mm		
Pédoncules	1			1			1,5		
Bractées	2,5			5			6		
Largeur des feuilles	5			3 - 4			4 - 5		
Tépales	14 - 15			13 - 15			15 - 17		
Filets des étamines	12			11			12 - 14		
Anthères	2			2 - 3			2,5 - 4,5		
Nombre chromosémique	n = 15			2n = 30			n = 15		

La longueur relative des étamines par rapport aux tépales, de même que celle des pédoncules par rapport aux bractées, nous permettent d'attribuer nos trois exemplaires à *A. baeticum*.

Il nous faut cependant souligner les points suivants :

1. Nos 3 témoins possèdent des feuilles relativement larges, plus larges en tous les cas que les valeurs moyennes admises par WEBB (1980). Ce critère semble cependant également variable chez certains exsiccata ibériques que nous avons pu examiner.

A. baeticum, comme *A. liliago* (*sensu* ROTHMALER, non MAIRE), présente donc une certaine plasticité pour ce critère.

2. Concernant la longueur des tépales, 2 de nos témoins, ceux du Haut-Atlas, correspondent à *A. baeticum* caractérisé par des fleurs modestes, ne dépassant pas 15 mm de longueur. La plante du Moyen-Atlas possède en revanche un périgone et des anthères sensiblement plus grands, sans que la longueur relative des étamines par rapport aux tépales en soit modifiée. MAIRE (1931) fait observer qu'il existe des formes de transition entre les subsp. *algeriense* et *baeticum* (*sensu* MAIRE), formes qu'il attribue néanmoins au subsp. *algeriense*. Si, à notre avis, la plante mesatlasique peut effectivement correspondre à une telle forme de transition, nous n'hésitons pas cependant à l'attribuer à *A. baeticum* en raison de la longueur de ses étamines.

KÜPFER (1974) a également décelé dans le sud de l'Espagne des plantes atypiques qu'il a nommées "formes ambiguës rapportées provisoirement au var. *liliago*". Ces plantes, diploïdes, présentent un port très semblable à celui de nos témoins.

Ces remarques mettent en lumière les difficultés qu'il y a à délimiter des taxons au sein du complexe *A. liliago* s.lat.

Pour MAIRE, le subsp. *algeriense* recouvre non seulement les formes marocaines d'*A. liliago* (*sensu* ROTHMALER) mais comprend également *A. maurum* Rothm. (= f. *geminiflorum* Maire) et, semble-t-il, tous les phénotypes du Moyen-Atlas et du Haut-Atlas d'*A. baeticum* qu'il considère apparemment comme des formes intermédiaires.

Si, pour nous, il est clair que le phénotype d'*A. baeticum* se rencontre non seulement dans le Rif mais aussi sur le Haut-Atlas et, sous une forme quelque peu intermédiaire, sur le Moyen-Atlas, il s'agira dans l'avenir de reconsidérer correctement, sous l'angle taxonomique et géographique, la présence d'*A. liliago* s.str. en Afrique du Nord, ainsi que de préciser le degré de variabilité d'*A. baeticum*.

L'étude cytologique de 3 plantes atlasiques a montré que *A. baeticum* présente la même valence diploïde ($2n = 30$, Fig. 8 a) au Maroc que dans le sud de l'Espagne (KÜPFER, 1974).

Rappelons qu'un nombre diploïde a également été décelé chez une population rifaine d'*A. maurum*, bético-rifain (KÜPFER, in FAVARGER & al., 1979) alors que des sippes diploïdes et tétraploïdes ont été reconnues dans l'espèce collective *A. liliago* (cf. KÜPFER, 1974).

- *Asphodelus cerasiferus* J. Gay $2n = 56$

Cette belle plante de la Méditerranée occidentale est commune dans le Rif et le Moyen-Atlas où elle se localise à basse et moyenne altitude.

Chez les 2 exemplaires que nous avons étudiés, le nombre $n = 28$ a été observé sur différents stades méiotiques.

Pour LAMBERT (1962), ce nombre correspondrait à une valence octoploïde, l'auteur considérant le nombre 7 comme nombre de base du genre *Asphodelus*. Cependant, aucun représentant du genre à $2n = 14$ n'a été décelé jusqu'ici ; nous préférons admettre un nombre de base $x = 14$ et, par là, un niveau tétraploïde

pour nos plantes marocaines. L'observation de 4 à 5 tétravalents sur des métaphases I (Fig. 8 b) renforce encore notre opinion.

Nos observations marocaines viennent s'ajouter aux résultats suivants :

$2n = 28$ (2x) : Espagne, Sierra de Cazorla (LÖVE & KJELLQVIST, 1973), Grenade (RUIZ REJON, 1976).

$2n = 56$ (4x) : Espagne, Grenade (RUIZ REJON, 1976) et France, Montpellier (NATARAJAN, 1978) ;

$2n = 78$ (6x) : Corse (LAMBERT, 1969), considéré comme hexaploïde sur une base $x = 13$.

De ces résultats encore très fragmentaires, et dont l'interprétation cytogéographique n'est pas évidente, nous retiendrons que seul le

cytotype tétraploïde est connu actuellement au Maroc.

• *Ornithogalum narbonense* L. $2n = 52$

Taxon méditerranéen de basses et moyennes altitudes, *O. narbonense* semble commun sur le territoire marocain (MAIRE, 1958).

Nous n'en avons étudié qu'une seule plante récoltée dans les environs de Chechaouen. Bien que cette espèce ne présente pas un grand intérêt pour nous puisque ce n'est pas un orophyte, nous aimerions cependant apporter un bref commentaire au résultat cytologique que nous avons obtenu très nettement sur des mitoses de racines : $2n = 52$.

En effet, les plantes étudiées en Italie (CHIARUGI, 1950 ; MARTINOLI, 1950) ou dans la Péninsule ibérique (NEVES, 1952 ; LÖVE & KJELLQVIST, 1973 ; BARROS-NEVES, 1973) ont présenté le nombre chromosomique $2n = 54$. Dans son important échantillonnage, NEVES (op. cit.) avait cependant remarqué un individu à $2n = 52$; Avons-nous étudié un individu aneuploïde ou le nombre $2n = 52$ caractériserait-il les populations marocaines ? Seuls de nouveaux comptages permettront de répondre à cette question. Signalons que les nombres $2n = 14, 16$ et 18 ont également été publiés pour *O. narbonense* mais LÖVE & KJELLQVIST (1973) attribuent les nombres 14 et 16, observés sur du matériel horticole, à des erreurs de détermination.

AMARYLLIDACEAE

• *Narcissus bulbocodium* L. subsp. *bulbocodium* var. *nivalis* (Graells) Baker $2n = 14$

L'aire de répartition de *N. bulbocodium* est typiquement ouest-méditerranéenne, comme d'ailleurs celle de la grande majorité des représentants de ce genre (cf. FERNANDES, 1951).

Cette espèce présente une amplitude écologique remarquable dans toutes les parties de son aire. Au Maroc, elle croît du littoral jusqu'à une altitude de 3700 m, avec toute la diversité de milieux que cela suppose ; la variété étudiée, elle, ne s'y rencontre que dans les pozzines du Haut-Atlas et du Siroua (MAIRE, 1959).

La variabilité cytologique de *N. bulbocodium*, liée à une variabilité morphologique et écologique, a fait l'objet d'études fouillées de la part de FERNANDES (1934, 1936, 1943, 1949, 1950, 1951, 1967), de FERNANDES & SERRA (1944), de FERNANDES & NEVES (1941) et de FERNANDES & FRANCA (1971).



Figure 8 : a. *Anthericum baeticum* (2107), Mitose de racine, $2n = 30$; b. *Asphodelus cerasiferus* (583), Métaphase I, $n = 20$ II + 4 IV.

Les deux populations marocaines étudiées ont été récoltées dans des milieux identiques (pozzines sur silice) et à des altitudes comparables. Du point de vue systématique, toutes deux appartiennent au var. *nivalis* caractérisé par un périanthe de taille modeste (2 - 3 cm) et des feuilles assez larges (1,5 - 3 mm) (MAIRE, 1959). Ces deux populations se sont révélées être diploïdes avec $2n = 14$. Ce même nombre diploïde a déjà été compté au Portugal par FERNANDES (1934) sur le var. *nivalis*. Plus tard (1950), l'auteur a mis en évidence la présence de chromosomes B dans une autre population portugaise mais il n'a jamais été signalé de polyploïdie pour cette variété orophile alors que l'on connaît des lignées polyploïdes allant jusqu'à 8x chez *N. bulbocodium* s.lat.

Ainsi donc, le var. *nivalis* est diploïde de part et d'autre du détroit de Gibraltar. Les représentants marocains ne se rencontrent qu'en haute montagne comme la plupart des autres formes diploïdes de *N. bulbocodium* étudiées par FERNANDES.

Dans le but de saisir les lignées évolutives qui se sont dessinées au sein du genre *Narcissus*, FERNANDES a étudié très en détail la morphologie des chromosomes. Si nous comparons le

profil d'une mitose de racine publiée par FERNANDES (1934) avec notre dessin (Fig. 9), nous pouvons reconnaître sur les 2 plaques :

- 1 paire de longs chromosomes à constriction subterminale
- 3 paires de chromosomes relativement longs, à constriction submédiane
- 3 paires de chromosomes plus courts, à constriction médiane.

Sur la population du refuge Lépiney, nous avons très bien observé une paire médiane satellitifère, mais FERNANDES reconnaît que la présence des satellites n'est pas constante.

Ces observations nous permettent seulement d'affirmer que les diploïdes marocains ne semblent pas se différencier des diploïdes de la Péninsule ibérique par la morphologie des chromosomes.

On sait d'après les travaux de FERNANDES combien la polyploïdie a joué un rôle important dans l'évolution de *Narcissus bulbocodium* et explique le grand polymorphisme de ce taxon.

Au Maroc, MAIRE (1959) ne distingue pas moins de 14 taxons infraspécifiques dont 9 sont retenus dans la classification de FERNANDES (1967). Cela signifie que l'espèce s'est également différenciée morphologiquement en Afrique du Nord et montre qu'une étude détaillée sur toute l'aire maghrébine révélerait sans aucun doute l'existence de lignées polyploïdes.

Enfin, il faut souligner l'intérêt phytogéographique de *N. bulbocodium* qui présente, de part et d'autre du détroit de Gibraltar, une différenciation très active et, semble-t-il, relativement récente puisque, comme le souligne FERNANDES (1951), les formes polyploïdes se distinguent peu des formes diploïdes.

- *Narcissus rupicola* (L.) Duf.
subsp. *watieri* (Maire) Maire & Weiller
 $2n = 14$

Taxon ibéro-marocain, *N. rupicola* est représenté sur la Péninsule ibérique par la sous-espèce type croissant dans les fissures de rochers des montagnes élevées (FERNANDES, 1939). Au Maroc, *N. rupicola* est représenté selon MAIRE (1959) par 2 sous-espèces microendémiques :

- subsp. *marvieri* (J. & M.) Maire & Weiller, à fleurs jaunes, localisé sur le Haut-Atlas et le Moyen-Atlas.
- subsp. *watieri* (Maire) Maire & Weiller, à fleurs blanches, signalé dans le Haut-Atlas central.

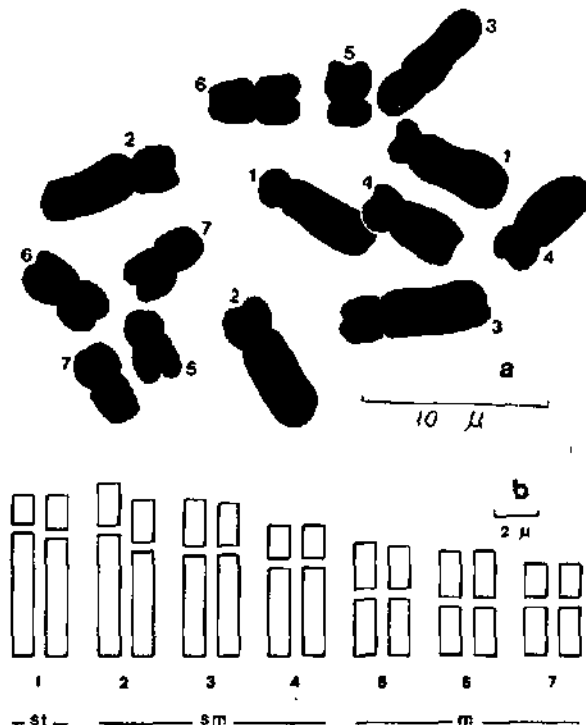


Figure 9 : *Narcissus bulbocodium* var. *nivalis* (1041),
a. Mitose de racine, $2n = 14$; b. caryogramme.

L'aire marocaine de *N. rupicola* est donc très limitée et, fait à signaler, l'espèce semble absente du Rif.

Le nombre trouvé sur notre échantillon d'Oukaïmeden ($2n = 14$, Fig. 10) a déjà été publié par FERNANDES (1939) pour du matériel portugais appartenant au subsp. *rupicola* ainsi que pour du matériel marocain, ce dernier sous le binôme *N. watieri* Maire.

Dans la section *Apodanthae* à laquelle appartient *N. rupicola*, il n'a jamais été signalé de polyploïdie et l'évolution semble avoir procédé par mutations géniques (FERNANDES 1951) ; le nombre chromosomique seul ne nous apporte donc guère d'indications sur l'évolution de ce groupe.

Le problème de la taxonomie des représentants marocains de *N. rupicola* met en relief la position des différents auteurs sur les liens génétiques entre les subsp. *marvieri* et *watieri*.

Décrits tout d'abord en tant qu'espèces, ces deux taxons ont été revus par FERNANDES (1939) dans une étude plus générale de la section *Jonquilla*. Reprenant des arguments développés par MAIRE (1938), l'auteur portugais replace *N. marvieri* au rang de variété de *N.*

rupicola ; par contre, il maintient le rang spécifique de *N. watieri* sans justifier, à notre connaissance, son point de vue.

FERNANDES (1951, p. 122) décrit ainsi la phylogénie des taxons qui nous intéressent : "Là, peut-être au bord de son aire de distribution, il (= *N. rupicola*) a engendré, probablement par mutation de gènes, le var. *marvieri* Jah. & Maire qui, à son tour, par mutation des gènes contrôlant la production des pigments de la fleur, a engendré *N. watieri* Maire, à fleurs blanches".

Nous ne sommes pas sûre que l'évolution se soit passée comme le suggère FERNANDES car, des deux sous-espèces nord-africaines, aucune ne semble morphologiquement plus proche que l'autre de la sous-espèce ibérique. Les trois sous-espèces sembleraient plutôt résulter de l'éclatement d'un syngaméon et c'est pourquoi nous avons adopté le traitement taxonomique de MAIRE (1959).

Bien entendu, seule une étude plus détaillée de biosystématique permettrait de préciser le statut réel de ces 2 taxons microendémiques.

POLYGONACEAE

- *Polygonum balansae* Boiss. & Reut.
var. *rhizoxyton* (Pau & F.-Q.)
Maire & Weiller $2n = 20$

P. balansae présente un port très semblable à celui de *P. aviculare* mais, contrairement à ce dernier, c'est une espèce vivace, endémique du nord-ouest de l'Afrique.

Si *P. balansae* est signalé par MAIRE (1961) en plaine et en montagne jusqu'à une altitude de 2000 m, nous avons cependant récolté notre exemplaire à plus de 2700 m entre les sommets du Bou-Iblane et du Moussa ou Salah, dans une cuvette asséchée. Sa présence à cette altitude peut fort bien être imputée au passage des troupeaux.

P. balansae, étudié ici pour la première fois sous l'angle cytologique, est diploïde avec un nombre chromosomique de $2n = 20$.

Le critère cytologique permettrait, lui aussi, de distinguer *P. balansae* de *P. aviculare* puisque ce dernier, cosmopolite, n'est connu que par des cytodèmes tétraploïdes et hexaploïdes. Nous avons d'ailleurs décelé un exemplaire tétraploïde ($n = 20$) de *P. aviculare* dans le Haut-Atlas central, à l'Oukaïmeden.

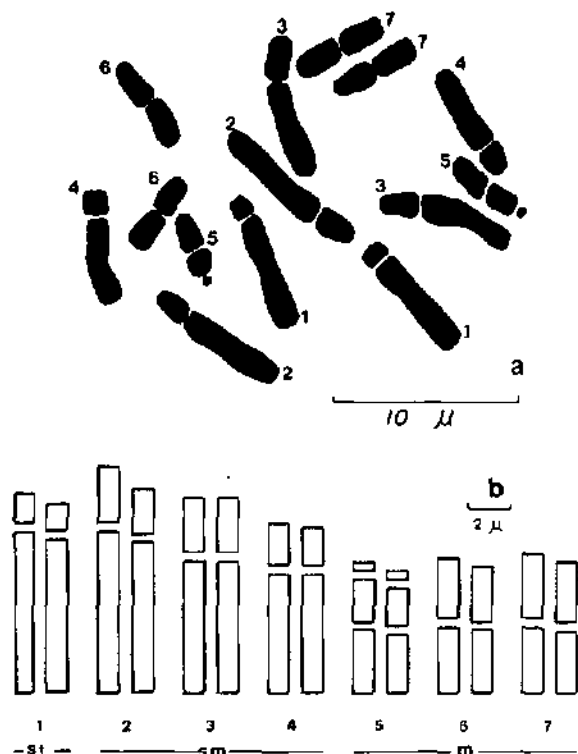


Figure 10 : *Narcissus rupicola* subsp. *watieri* (2000) :
a. Mitose de racine. $2n = 14$;
b. caryogramme.

- *Polygonum bistorta* L. $2n = 24$

Les quelques localités connues pour *P. bistorta* sur le Haut-Atlas se trouvent particulièrement isolées du reste de l'aire; *P. bistorta* présente en effet une large répartition circumboréale qui, dans le sud-ouest de l'aire européenne, devient morcelée et ne concerne plus que les massifs montagneux (cf. MEUSEL & al., 1965).

Si QUEZEL (1957) avait souligné l'absence peu explicable de *P. bistorta* des chaînes bétiques, la carte de distribution de JALAS & SUOMINEN (1979) nous montre en réalité que l'espèce ne fait pas défaut sur les massifs du sud de l'Espagne.

Sur le Haut-Atlas, *P. bistorta* est lié aux milieux humides des massifs siliceux, à des altitudes comprises entre 2500 et 3000 m.

L'espèce n'a jamais été observée sous l'angle cytologique en Afrique du Nord; un exemplaire de l'Oukaïmeden a révélé un nombre chromosomique diploïde ($2n = ca\ 24$). Ce résultat apparaît des plus intéressants lorsque l'on sait que des populations diploïdes n'ont été décelées jusqu'ici qu'au Japon (DOIDA, 1960) et dans le centre de l'Italie (CARTIER, 1983). Les deux auteurs ont également compté $2n = 48$, respectivement sur du matériel japonais (DOIDA) et du nord de la France (CARTIER); ce même nombre tétraploïde a été retrouvé en URSS par ZHUKOVA & PETROVSKA (1976) et en Pologne par WCISLO (1977). Du nombre tétraploïde $2n = 48$ sont dérivés les nombres aneuploïdes $2n = 50$ et $2n = 46$ décelés en URSS. Enfin, des nombre plus élevés ont été observés en Amérique du Nord, soit $2n = ca\ 72$ en Alaska et $2n = 120$ au Canada (cf. HESS & al., 1967 et 1972).

Malheureusement, des données de référence font curieusement défaut dans le centre et l'ouest de l'Europe et il est ainsi difficile d'estimer réellement la valeur de notre résultat marocain et, en particulier, d'estimer l'importance de l'aire du diploïde. Pour l'Europe, nous remarquerons cependant que la seule population diploïde connue se localise dans la partie méridionale de l'aire.

Nous retiendrons pour l'heure que *P. bistorta* est diploïde sur l'Atlas marocain où il apparaît relativement isolé de l'aire principale de l'espèce et où il se maintient dans des milieux humides de haute montagne. Notons enfin que *P. bistorta* ne semble pas présenter de différenciation morphologique particulière sur les Atlas.

- *Rumex acetosa* L.
var. *atlantis* Maire $2n = 14$ et 15

R. acetosa, complexe eurasiatique naturalisé en Amérique, ainsi qu'en Afrique du Sud, est représenté par une variété endémique au Maroc, le var. *atlantis*.

Cette variété, à laquelle se rattachent toutes les plantes nord-africaines selon MAIRE (1939 b)¹, est caractérisée par des feuilles basales atténuées ou cunéiformes mais non sagittées comme dans le type. Au Maroc, le var. *atlantis* croît dans les prairies humides des montagnes, jusqu'à une altitude de 2800 m (MAIRE, 1961).

R. acetosa est une plante dioïque et nous avons récolté des pieds mâles et femelles au bord d'un ruisseau, dans le massif du Siroua. Les observations cytologiques que nous avons faites pour le var. *atlantis* correspondent aux résultats qui ont été établis par de très nombreux auteurs pour l'espèce (cf. Index): $2n = 14$ pour la plante femelle et $2n = 15$ pour la plante mâle (Fig. 11d, e). Cette différence de nombre chromosomique entre les sexes est due au phénomène actuellement bien connu de la présence de 2 chromosomes sexuels (X·X) chez la femelle et de 3 chromosomes sexuels (X·Y·Y) chez le mâle, et ceci dans une garniture chromosomique comprenant par ailleurs 12 autosomes.

- *Rumex atlanticus* Cosson $2n = 16$

Localisé à haute altitude (2400 - 3800 m) sur le Haut-Atlas et sur un sommet du Rif (Tidighin), *R. atlanticus* représente un des cas les plus typiques d'orophyte endémique atlasique. Acidophile, il est lié aux pâturages et rocailles des hautes montagnes siliceuses et, sur les massifs calcaires, il croît sur des sols décalcifiés (MAIRE, 1961). C'est une plante dioïque peu élevée (les tiges atteignent au maximum 15 cm) dont les feuilles basales, spatulées, constituent des rosettes denses à partir d'une souche très épaisse.

Dans un travail antérieur (in FAVARGER & al., 1979), nous avons publié pour la première fois le nombre chromosomique de *R. atlanticus*: $2n = 16$.

Deux faits nous incitent à reprendre et à compléter la discussion très succincte du premier travail:

1) L'observation d'un nouvel échantillon récolté

1) Nous ne tenons pas compte ici du var. *hortensis* Dierbach cultivé comme plante potagère (Oseille).

dans une pozzine du plateau du Tichka (Haut-Atlas occidental) nous permet de confirmer le nombre chromosomique $2n = 16$ pour *R. atlanticus*. Ce nombre a été déterminé sur des mitoses de racines d'un pied femelle (Fig. 11 a).

2) *R. atlanticus* appartient au sous-genre *Acetosella* et, dans notre précédent travail, nous avons déjà noté l'originalité du nombre somatique $2n = 16$ dans un groupe pour lequel seul le nombre de base $x = 7$ a été reconnu.

Grâce au récent travail de DEN NIJS (1983), nous pouvons situer d'une manière beaucoup plus précise la position du taxon atlasique par rapport au complexe polyploïde que constitue *R. acetosella*.

Du travail de DEN NIJS sur les représentants européens du groupe de *R. acetosella*, nous soulignons ici les traits suivants :

- Les valences diploïdes ($2n = 14$), tétraploïdes ($2n = 28$) et hexaploïdes ($2n = 42$) ont été mises en évidence chez *R. acetosella* s.lat. Dans de très rares cas, DEN NIJS a décelé une variation aneuploïde du nombre chromosomique.
- *R. acetosella* constitue un complexe polyploïde évolué (au sens de STEBBINS, 1971) : En Europe les taxons diploïdes sont très étroitement localisés dans quelques massifs reconnus comme refuges glaciaires (S des Alpes françaises, versant méridional des Alpes suisses et NE des Alpes autrichiennes);

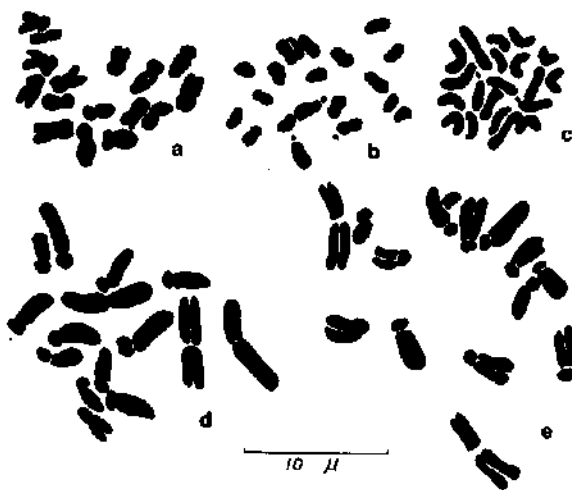


Figure 11 : a. *Rumex atlanticus* (1032), Mitose de racine, $2n = 16$; b. *Rumex induratus* (1214), Mitose de racine, $2n = 20$; c. *Rumex induratus* (149), Mitose pollinique, $n = 20$; d. *Rumex acetosa* var. *atlantis* ♂ (2108), Mitose de racine, $2n = 15$; e. *Rumex acetosa* var. *atlantis* ♀ (2108), Mitose de racine, $2n = 14$.

les tétraploïdes occupent une aire plus vaste mais disjointe dans le centre de l'Europe alors que les cytodèmes hexaploïdes sont très communs sur l'ensemble de l'aire.

DEN NIJS s'est également penché sur les relations entre l'espèce collective *R. acetosella* et quelques espèces affines, dont *R. atlanticus*. L'auteur, ignorant le nombre chromosomique de *R. atlanticus*, se base sur des considérations chorologiques et morphologiques pour prétendre (op. cit., p. 78) : "*R. atlanticus* may represent another diploid and gymnocarpous relict taxon which in the past may have been a part of a progenitorial taxon with an ample east-western distribution in (the mountainous parts of) the Mediterranean area".

DEN NIJS remarque cependant que la paroi du fruit de *R. atlanticus*, finement réticulée, diffère de celle des représentants du coenospecies *R. acetosella* qui possèdent tous des fruits lisses. Cette observation permet à l'auteur de constater (op. cit., p. 80) : "This ornamentation suggests somewhat greater taxonomic distance from the subordinate taxa of *R. acetosella* in a more restricted sense. Conceivably *R. atlanticus* is a relict of a separate parent taxon of the complex..." Nos observations cytologiques viennent pleinement confirmer les vues de DEN NIJS.

R. atlanticus a évolué indépendamment de *R. acetosella* s.lat. par dysploïdie ascendante ; son nombre de base, $x = 8$, l'a isolé génétiquement des diploïdes du groupe de *R. acetosella* au nombre de base $x = 7$.

Signalons enfin que *R. acetosella* est représenté au Maroc, en basse et moyenne montagne jusqu'à 2200 m, par le subsp. *angiocarpus* Murbek (MAIRE, 1961). Selon RECHINGER (1964) ce taxon centre-européen et ouest-méditerranéen correspond à une valence diploïde ($2n = 14$) qu'il serait bon de vérifier sur du matériel marocain.

- *Rumex induratus* Boiss. & Reut. $2n = 20$ et 40 (= *R. scutatus* L. subsp. *induratus* (Boiss. & Reut) Maire & Weiller).

Le statut taxonomique de *R. induratus* varie encore selon les auteurs. MAIRE (1961) et QUEZEL & SANTA (1962) le subordonnent à *R. scutatus* au rang de sous-espèce ; *R. scutatus* ne serait d'ailleurs représenté que par cette forme en Afrique du Nord.

RECHINGER (1964), dans *Flora Europaea*, cite *R. induratus* sous *R. scutatus*, en précisant

que le premier mérite probablement un statut spécifique.

Avant de commenter nos résultats cytologiques, qui nous ont incitée à choisir un statut spécifique pour *R. induratus*, situons quelque peu ce taxon.

Si, pour l'Europe, RECHINGER (op. cit.) localise *R. induratus* dans des stations sèches du Portugal ainsi que du centre et du sud de l'Espagne (cf. JALAS & SUOMINEN, 1979), l'espèce se rencontre en revanche dans les montagnes bien arrosées du Maroc, jusqu'à une altitude de 2600 m (MAIRE 1961). Nous l'avons récolté dans des pelouses humides, au col du Tizi-n-Tichka et dans le massif du Siroua. C'est une plante très rameuse, sous-frutescente, aux rameaux indurés après la fructification. Les valves fructifères, relativement grandes (6 à 9 mm de diamètre), présentent un sinus basal très marqué.

Les 2 plantes que nous avons étudiées sous l'angle cytologique ont montré 2 valences différentes :

- pour la plante du Siroua, nous avons observé le nombre diploïde $2n = 20$ sur des mitoses de racines (Fig. 11 b) ;
- la plante du Tizi-n-Tichka est en revanche tétraploïde : nous avons en effet compté $n = 20$ sur des mitoses polliniques (Fig. 11 c).

La présence de deux cytodèmes au Maroc est intéressante mais elle n'est pas propre à ce pays. Dans le sud de l'Espagne, LÖVE (1967) a décelé une population diploïde à Despenaperros (sous le nom de *R. scutatus* subsp. *indurata*) tandis que FERNANOEZ CASAS (1977 b) mettait en évidence deux exemplaires tétraploïdes de *R. induratus* dans les environs de Cordoba.

Ainsi, *R. induratus*, ibéro-maghrébin, est représenté de part et d'autre du détroit de Gibraltar par des cytodèmes diploïdes ($2n = 20$) et tétraploïdes ($2n = 40$).

R. scutatus en revanche paraît diploïde ($2n = 20$) sur l'ensemble de son aire comprenant le centre et le sud de l'Europe ainsi que l'Asie occidentale (cf. Index).

- *Rumex tingitanus* L. $2n = 20$

Ce taxon ouest-méditerranéen (cf. JALAS & SUOMINEN, 1979) se rencontre depuis les sables maritimes jusque dans les basses et moyennes montagnes. Nous l'avons récolté dans le massif du Siroua où il poussait dans une pelouse à proximité d'une source, à 2200 m d'altitude.

R. tingitanus est relativement proche par sa

morphologie de *R. scutatus* (ils appartiennent tous deux au sous-genre *Acetosa*). Il se caractérise surtout par ses feuilles lobées, voire profondément divisées dans le var. *tacerus* Boiss. que nous avons récolté au Siroua. Le nombre chromosomique décelé chez *R. tingitanus*, $n = 10$, ne semblait pas connu jusqu'ici et correspond à une valence diploïde.

CARYOPHYLLACEAE

- *Arenaria armerina* Bory. $2n = 30$
(+ $2n = 29$ et $2n = 32$)

Plante de moyenne et haute montagne, *A. armerina* se rencontre dans le sud de l'Espagne et au Maroc. L'espèce a déjà fait l'objet de plusieurs comptages chromosomiques par FAVARGER (in FAVARGER & al., 1979) : 3 résultats concernent le Maroc et 1 la Sierra Nevada. Pour les 4 provenances, l'auteur a trouvé $2n = 30$ (dont un résultat à $2n = 30 \pm 1$ dans le Rif) ; il a ainsi montré que ce taxon est diploïde de part et d'autre du détroit de Gibraltar, avec un nombre de base $x = 15$.

Nous avons étudié 4 nouvelles populations marocaines. Pour les plantes provenant du Bou Iblane (Moyen-Atlas) et du Masker (Haut-Atlas oriental), nous trouvons un résultat identique à celui de FAVARGER : $2n = 30$ sur des mitoses de racines.

Pour les 2 autres provenances, nous constatons des phénomènes d'aneuploïdie. La plante de Chechaouen (Rif) montrait très clairement 29 chromosomes sur des mitoses de racine. La méiose paraissait perturbée dans quelques anthères ; nous avons cependant pu observer des méioses normales et, sur des métaphases II, nous avons compté 14 et 15 chromosomes dans une même cellule-mère. Nous sommes donc en présence d'un individu monosomique à $n = 14-15$ et $2n = 29$ (Fig. 13 a, b). Au Tichchoukt, dans le Moyen-Atlas, nous avons décelé un individu tétrasomique avec $n = 16$ (métaphase I, Fig. 13 c) et $2n = 32$ (mitoses de racines).

D'un point de vue morphologique, seule la plante à $2n = 29$ se distingue par des pétales de 4 mm de long, plus courts que les sépales. Pour les trois autres plantes, les pétales, longs de 9 à 10 mm, dépassent nettement le calice. De plus, l'individu monosomique paraît un peu plus frêle que les échantillons à $2n = 30$ et $2n = 32$.

Nous connaissons deux autres données récentes pour *A. armerina* en Espagne. LOPEZ GONZALEZ (1982) a compté d'une part $2n = 30$ pour le subsp. *echinosperma* Ginès Lopez qui paraît être la race la plus septentrionale.

D'autre part, le résultat publié par DIAZ DE LA GUARDIA, MORALES & VALLE (1982) pour le subsp. *caesia* (Boiss.) C. Diaz, C. Morales & F. Valle (stat. nov.) reste, pour l'instant, tout à fait inexplicable : les auteurs ont en effet dénombré $2n = 36$ pour une plante de la Province de Grenade. S'agit-il là d'aneuploidie, de dysploïdie ou d'une erreur d'identification ?

• *Arenaria dyris* Humbert $2n = 28$

Les affinités de cet endémique du Haut-Atlas oriental sont bien connues : *A. dyris* est très proche d'*A. pungens* et les deux taxons constituent une section particulière du Subgenus *Eremogone* (voir nos commentaires sous *A. pungens*).

Notre résultat, $n = 14$, obtenu sur une plante du Taarbat, vient confirmer celui publié par FAVARGER (in FAVARGER & al., 1979). En mettant en évidence un nombre de base de $x = 14$ pour *A. dyris*, l'auteur a montré que les affinités morphologiques avec *A. pungens* sont confirmées par un nombre de base identique.

Un comptage de QUEZEL (1957) donnant $n = 20$ pour un *A. dyris* de l'Ayachi reste énigmatique.

• *Arenaria grandiflora* L. $2n = 44$ ($n = 22$ II + II)

Orophyte ouest-méditerranéen, *A. grandiflora* présente une aire très disjointe, décrite en détail par KÜPFER (1974).

Au Maroc, l'espèce se rencontre en montagne, disséminée sur quelques massifs du Rif, du Moyen-Atlas et du Haut-Atlas oriental ; elle y colonise des rochers et rocailles calcaires ou gréseuses (MAIRE, 1963 a).

KÜPFER (1974) a étudié *A. grandiflora* dans la portion européenne de l'aire. Pour ce taxon très polymorphe, l'auteur a retenu 3 sous-espèces :

- subsp. *grandiflora* : répandu sur l'ensemble de l'aire ; diploïde ($2n = 22$) et tétraploïde ($2n = 44$) (FAVARGER, 1959 a ; KÜPFER, 1974) ; feuilles inférieures larges de 0, 7 à 2 mm ; 2 variétés : *grandiflora* et *glabrescens*.
- subsp. *incrassata* (Lange) C. Vicioso : endémique du nord-ouest de l'Espagne ; diploïde ($2n = 22$) (KÜPFER, 1974) ; distinct morphologiquement par des feuilles inférieures largement lancéolées (2, 2 à 3,2 mm de largeur).
- subsp. *bolosii* (Canigueral) Kùpfer : endémique des Baléares ; tétraploïde (CARDONA & CONTANDRIOPOULOS, 1983) ; reconnaissable à son port trapu et à la couleur gris-cendré de ses parties herbacées.

La morphologie de nos témoins correspond parfaitement à la variété type d'*A. grandiflora* subsp. *grandiflora*, dont les feuilles sont glabres ou à peine ciliées. L'exemplaire rifain chez lequel KÜPFER (op. cit.) a observé une forte pubescence glanduleuse doit vraisemblablement s'apparenter au subvar. *glandulosa* décrit par SAUVAGE (1968).

L'espèce présente le nombre de base $x = 11$, fréquent dans le genre *Arenaria* (cf. FAVARGER 1962 a). Pour le subsp. *grandiflora*, KÜPFER (op. cit.) n'a pu mettre en évidence aucune différence écologique ni morphologique entre les deux races chromosomiques. FAVARGER & KÜPFER (1980) ont montré de plus que la distribution des cytotypes est quelque peu confuse. Plus récemment, KÜPFER (in FAVARGER & al., 1979) a étudié une population du Rif pour laquelle il a compté $n = 22 + 3 A$. Il a mis en relief un problème cytologique puisque l'observation de méiotes a révélé la présence de chromosomes A surnuméraires et l'auteur se demande (op. cit., p. 21) : "si l'aneuploidie observée au Kraa est accidentelle ou au contraire si le comportement méiotique des plantes africaines diffère de celui des tétraploïdes européens"

Nous avons pu étudier 3 nouvelles populations marocaines d'*A. grandiflora* qui se sont révélées être tétraploïdes ($2n = 44$). Chez une population du Haut-Atlas oriental, les images mitotiques présentaient 2 corps punctiformes moins chromophiles que les autosomes ; nous avons assimilé ces 2 fragments à des chromosomes B ($2n = 44 + 2B$). En outre, sur du matériel du Moyen-Atlas, nous observions régulièrement en métaphase I 21 bivalents et 1 chromosome plus petit que nous avons interprété comme un univalent.

Nos observations, très fragmentaires, nous permettent d'affirmer avec KÜPFER (in FAVARGER & al., 1969) que des populations nord-africaines présentent effectivement certains troubles à la méiose.

L'échantillonnage est encore trop restreint pour pouvoir exclure avec certitude la présence d'un diploïde au Maroc, mais ces premières observations confirment en tout cas l'idée selon laquelle le tétraploïde se rencontre essentiellement à la périphérie de l'aire (GALLAND & KÜPFER, 1984). Rappelons ici que des populations diploïdes sont connues dans les Alpes ligures, la chaîne pyrénéo-cantabrique et les montagnes d'Espagne centro-orientales (cf. Fig 12).

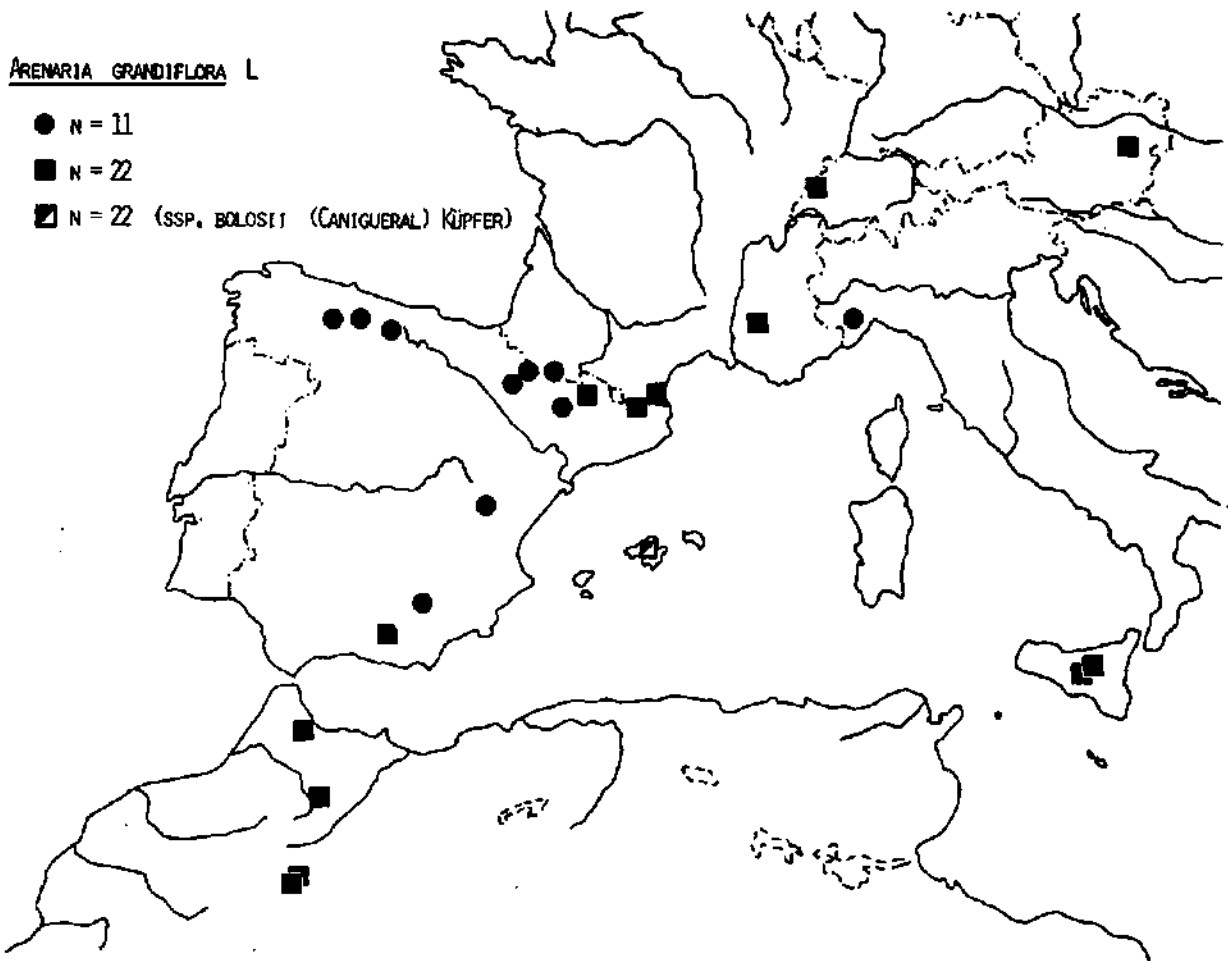


Figure 12 : Distribution des cytodèmes d'*Arenaria grandiflora* (complété, d'après FAVARGER & KÜPPER 1980).

Aussi longtemps que des populations diploïdes n'auront pas été décelées en Afrique du Nord, nous pourrions prétendre que la présence des tétraploïdes au Maroc résulte d'une migration à partir de la Péninsule ibérique.

• *Arenaria mairei* Emb. $2n = 28$

Cette petite sabline rupicole, très localisée sur les hauts massifs calcaires du Haut-Atlas oriental (M'Goun, Rhat) présente un port cespiteux, aux tiges très densément couvertes de courtes feuilles sétacées.

La position systématique de cet endémique atlasique n'est pas encore solidement établie.

MAIRE (1963) le place parmi les espèces de la section *Euthalia* Fenzl (= subgenus *Arenaria* selon Mc NEILL, 1962), réservant le sous-genre *Eremogone* à deux représentants marocains : *A. pungens* et *A. dyris*.

Pour Mc NEILL (1962), *A. mairei* constitue avec *A. pungens* (il ne mentionne pas *A. dyris*) la section *Pungentes* Mc Neill du sous-genre *Eremogone* (Fenzl) Fenzl ; Mc NEILL souligne que cette section *Pungentes* est très isolée et pourrait mériter un statut de sous-genre particulier.

Il s'agit pour nous de discuter 2 points :

- 1) Quelle est l'originalité de la section *Pungentes* ? Ce problème sera repris après la discussion concernant *A. pungens*.
- 2) *A. mairei* appartient-il réellement à la même section qu'*A. pungens* ? Si nous prenons les clés des sous-genres et des sections de Mc NEILL (1962), nous remarquons que les 2 taxons présentent, en commun, les critères distinctifs suivants :
 - sépales épaissis à la base mais peu indurés, à nervure principale saillante flanquée de 4 à 6 nervures latérales parallèles,

- feuilles relativement courtes (< 2 cm), sétacées ou épineuses,
- capsule coriace, non ligneuse,
- cotylédons incombants. Ce dernier critère, vérifié avec soin sur notre matériel, distingue très nettement la section *Pungentes* des autres sections du sous-genre *Eremogone*.

Ces critères permettent de placer *A. mairei* dans la section *Pungentes*.

Nous pouvons apporter un argument supplémentaire pour rapprocher *A. mairei* d'*A. pungens* : l'argument cytologique.

Sur plusieurs individus récoltés dans le massif du M'Goun dans des fentes de rochers calcaires, nous avons compté $n = 14$ sur mitoses polliniques (Fig. 13 d) et $2n = 28$ sur mitoses de racines. Ce nombre correspond au nombre de base $x = 14$ établi par FAVARGER (1972 a, 1979 in FAVARGER & al.) pour *A. pungens*.

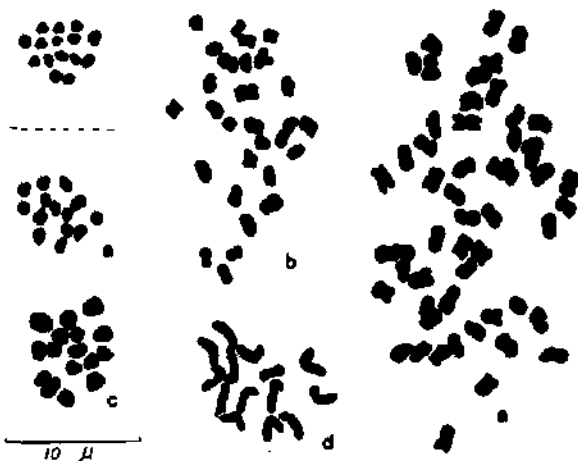


Figure 13 : a. *Arenaria armerina* (532), Métaphase II, $n = 14$ et $n = 15$; b. *Arenaria armerina* (532), Mitose de racine, $2n = 29$; c. *Arenaria armerina* (515), Métaphase I, $n = 16$; d. *Arenaria mairei* (740), Mitose pollinique, $n = 14$; e. *Cerastium gibraltarium* (514) Mitose de racine, $2n = 54$.

Aussi bien pour *A. pungens* que pour *A. mairei*, QUEZEL (1957) a publié des nombres chromosomiques correspondant à un nombre de base $x = 15$. Avec le résultat d'*A. dyris* ($n = 14$), nous avons maintenant une troisième preuve établissant le bienfondé du nombre de base $x = 14$.

- *Arenaria pungens* Clemens $2n = 28$ et 56

L'étude de cette espèce bético-atlasique est fort intéressante à plus d'un titre.

Très commun au Maroc dès 2000 m environ sur tous les massifs du Haut-Atlas, *A. pungens* est un arbrisseau formant des coussinets épineux caractérisant, avec d'autres espèces au port identique, la physionomie des étages de haute montagne. L'*Arenarion pungentis* correspond, selon QUEZEL (1957), "au type de garrigues à xérophytes épineux en coussinets largement répandus sur tous les sommets du pourtour méditerranéen extrême occidental". Cette alliance caractérise d'ailleurs l'horizon inférieur de l'étage de haute montagne tel que l'a défini EMBERGER (1939), de 2700 à 3500 m.

A. pungens a déjà fait l'objet de plusieurs études cytologiques. QUEZEL (1957), le premier, a découvert 2 races chromosomiques pour *A. pungens*. Selon lui, la race diploïde appartient au subsp. *parviflora*, localisé à relativement basse altitude ; 2 sous-espèces tétraploïdes, les subsp. *pungens* et *boissieri*, se seraient différenciées à partir du cytotype diploïde. FAVARGER (1972 a) a confirmé l'existence de 2 races en trouvant un diploïde dans le Haut-Atlas occidental et un tétraploïde en Sierra Nevada. L'auteur a cependant montré que le nombre de base est $x = 14$ pour *A. pungens* et non $x = 15$ comme l'a publié QUEZEL (1957).

À la suite de comptages récents publiés par FAVARGER (in FAVARGER & al., 1979) et de nos propres résultats, nous résumons dans le Tableau 5 les données actuellement connues pour *A. pungens* au Maroc.

Avant d'aborder des considérations morphologiques, nous désirons commenter brièvement les résultats cytologiques :

- Comme l'ont fait remarquer FAVARGER & KÜPFER (1980), diploïdes et tétraploïdes sont sympatriques au Maroc. En examinant le

Tableau 5 : Nombres chromosomiques actuellement connus pour *Arenaria pungens*

Valence Chromosomique	Localité (HA = Haut-Atlas)	Altitude (m)	Auteur
Diploïde ($2n = 28$)	Erdouz, HA occidentale	2200 m	Favarger 1972
	Tichka, HA occidentale	3200 m	ined.
	Oukaïmeden, HA central	2680 m	ined.
	M'Semrir, S du HA oriental	2000 m	Quézel 1957
	Taarbat, E du HA oriental	2780 m	ined.
Tétraploïde ($2n = 56$)	Igdal, HA occidentale	3100 m	ined.
	Toubkal, HA central	—	Quézel 1957
	Toubkal, HA central	3200 m	Favarger & al. 1979
	Rhat, W du HA oriental	2450 m	ined.
	Ayachi, E du HA oriental	2950 m	Favarger & al. 1979
	Ahrabout, E du HA oriental	2200 m	Favarger & al. 1979
	Bou Naceur, Moyen-Atlas	—	Quézel 1957
Sierra Nevada, Espagne	3100 m	Favarger 1972	

Tableau 5, nous constatons que les 2 races chromosomiques sont également réparties sur le Haut-Atlas d'ouest en est ; impossible aussi de vouloir déceler une pseudo-variabilité altitudinale. Enfin, 2x et 4x se rencontrent dans des massifs aussi bien siliceux que calcaires. La polyploidie ne s'accompagne donc pas d'une différenciation écologique (nous parlons toujours ici de cytodèmes et non pas morphodèmes).

- En Espagne, dans la Sierra Nevada, FAVARGER (1972 a) n'a décelé que la race tétraploïde. QUEZEL (1957), puis FAVARGER (1972) ont montré que *A. pungens* semble être d'origine atlasique puisque, selon nos connaissances actuelles, le diploïde n'a été trouvé que sur le Haut-Atlas.

Abordons maintenant le problème de la morphologie de nos échantillons. Pour QUEZEL (1957), la distribution des sous-espèces reconnues chez *A. pungens* se présentait ainsi :

- subsp. *pungens* (tétraploïde) : HA central et occidental.
Caractéristiques morphologiques : pétales 7 - 8 x 3 mm ; anthères 0,8 - 0,9 mm (MAIRE 1963 a) ;
- subsp. *boissieri* (tétraploïde) : HA oriental et MA.
Caractéristique morphologique : pétales 7 - 8 x 2 mm ; anthères 0,5 - 0,7 mm (MAIRE, 1963 a) ;
- subsp. *parviflora* (diploïde) : Flanc saharien du HA oriental.
Caractéristique morphologique : pétales 5 x 2 mm ; anthères c. 0,75 mm (QUEZEL, 1954).

Ainsi, pour QUEZEL (1957), il y avait une corrélation nette entre la morphologie, le nombre chromosomique et la répartition.

FAVARGER (in FAVARGER & al., 1979) a reconnu, dans le matériel qu'il a étudié, le subsp. *pungens* au Toubkal (HA central) et le subsp. *boissieri* au J. Aharabout et à l'Ayachi (HA oriental) ; pour les 3 provenances, les plantes sont tétraploïdes. De plus, FAVARGER a attribué le diploïde de l'Erdouz (HA occidental) au subsp. *parviflora* en précisant toutefois que les fleurs de cette plante ne sont pas sensiblement plus petites que celles du Toubkal. L'auteur émet également quelques réserves concernant le critère de la longueur des anthères. Le Tableau 6 réunit les différentes mesures que nous avons effectuées sur notre matériel ainsi que sur les témoins de compages que le Prof. FAVARGER a bien voulu mettre à notre disposition. Précisons que toutes

les mesures relatives à la dimension des pétales ont été effectuées sur du matériel ramolli dans l'eau chaude.

En analysant quelque peu ce tableau, nous ne retrouvons plus du tout les corrélations : morphologie - nombre chromosomique - distribution, décelées par QUEZEL (1957).

Ainsi, l'observation morphologique de notre matériel ne nous amène malheureusement qu'à des constats négatifs :

- il est impossible, à notre avis, de vouloir reconnaître l'une ou l'autre des sous-espèces décrites, et les critères distinctifs retenus par MAIRE (1963) (port de la plante, dimension des pétales et des anthères) apparaissent contradictoires dans la majorité des cas.
- Il nous a également été impossible de mettre en évidence un seul caractère morphologique susceptible de distinguer diploïdes et tétraploïdes (cf. Tableau 6).

Ainsi, les 2 races sont sympatriques sur le Haut-Atlas, croissent à des altitudes identiques et présentent toutes deux la même variabilité morphologique ; aucun critère, ni quantitatif, ni qualitatif, ne permet de les reconnaître.

La race tétraploïde apparaît cependant plus compétitive que le cytotype ancestral puisqu'elle seule semble avoir atteint la Péninsule ibérique. Cela signifierait-il que les localités connues actuellement pour le diploïde ne représentent plus que les fragments d'une aire morcelée ? Bien entendu, seule une étude cytologique détaillée sur le Haut-Atlas permettrait de répondre à cette question, mais cela paraît probable.

A. pungens constitue avec *A. dyris* et *A. mairei* la section *Pungentes* décrite par Mc NEILL (1962), section placée par l'auteur dans le sous-genre *Eremogone*. Mc NEILL fait d'ailleurs remarquer que la section *Pungentes* représente un groupe très isolé dont les affinités ne sont pas évidentes. La section semble avoir été placée dans le sous-genre *Eremogone* en raison d'une convergence de forme que présente l'espèce-type, *A. pungens*, avec d'autres espèces du sous-genre. Mc NEILL précise également que la section *Pungentes* se distingue des autres sections du sous-genre par des graines réniformes aux cotylédons incombants. Nous l'avons vu, ce critère a été clairement vérifié chez *A. mairei* et *A. pungens*. De même, nous avons vérifié chez quelques autres espèces typiques du sous-genre *Eremogone* (*A. gypsophiloides*, *A. cucubaloides*) que les graines présentent des cotylédons accombants.

Tableau 6 : Morphologie comparée de nos exemplaires marocains d'*Arenaria pungens*

NO	759	2002	241	12	724	77-115			
Provenance	TICHKA HA occ. 3200 m	ERDOUZ HA occ. 2200 m	OUKAIMEDEN HA centr. 2680 m	TAARBAT HA or. 2780 m	IGDAT HA occ. 3100 m	TOUBKAL HA centr. 3200 m	RHAT HA or. 2450 m	AHRABOUT HA or. 2200 m	AYACHI HA or. 2950 m
Valence chromosomique	2 x	2 x	2 x	2 x	4 x	4 x	4 x	4 x	4 x
Tige									
Haut. en cm	7-8	6	10	5	3-4	2-3	6-7	7-8	3-4
Sépales									
Long. en mm	9-10	7	7-8	8-9	7-8	8	8,5	8-9	9
Pilosité ¹	S + G	G	S + G	S + G	S + G	S + G	G	S (peu)	---
Pétales									
Long. en mm	7	4,5	6,5	6,5	6,5	5,5	6,5	7,5	---
Larg. en mm	3	2	3	2	2	2,5	2	3	---
Anthères									
Long. en mm	1	1	1,1	0,6	1	1,2	0,9	0,75	1

1 - S = poils simples
G = poils glanduleux

Les travaux de FAVARGER (1972 a, 1979) et nos résultats montrent donc que les 3 espèces constituant la section *Pungentes* présentent un nombre de base $x = 14$. Cela prouve :

- 1) l'homogénéité de cette section ibéro-marocaine ;
- 2) la particularité de cette section dans un sous-genre qui comprend des espèces (du moins celles qui ont fait l'objet d'un comptage chromosomique) à nombre de base $x = 11$. Dans le genre *Arenaria*, le nombre de base $x = 14$ ne semble par ailleurs connu que chez *A. montana* pour qui FAVARGER (1962 a) a compté $2n = 28$. Cette espèce du sud-ouest de l'Europe et d'Afrique du Nord appartient selon Mc NEILL (1962) au sous-genre *Arenaria*.

Il appartiendra à un monographe du genre *Arenaria* de reconsidérer la place de la section *Pungentes* à la lumière des observations qui précèdent.

Il faut encore noter que tous les diploïdes de la section *Pungentes* se localisent sur le Haut-Atlas, attestant par là une origine atlasique. Seul le cytotype tétraploïde de *A. pungens* a étendu son aire au nord jusque dans la partie méridionale de l'Espagne.

- *Cerastium arvense* L.
subsp. *strictum* (Haenke) Gaudin $2n = 36$

C. arvense s. lat. présente une distribution circum-boréale ; les montagnes marocaines constituent une des portions les plus méridionales de son aire de répartition. Si l'espèce est très fréquente sur le Haut-Atlas (y compris le Siroua) de 1800 à 3800 m, dans des milieux très

variés (MAIRE, 1963 a), elle est par contre absente des autres massifs nord-africains.

HUMPHRIES & al. (1978) ont publié 3 données concernant *C. arvense* au Maroc. Ils dénombrent $n = 18$ pour 3 populations du Moyen-Atlas (Col du Zad, Bou Iblane et environs d'Ifrane) sans ajouter de commentaires à leurs résultats.

Cette provenance mesatlasique est quelque peu étonnante car MAIRE (1963), nous l'avons vu, ne signale *C. arvense* que dans le Haut-Atlas. De plus, nos récoltes (représentant 11 localités) auxquelles nous ajoutons 3 populations étudiées par FAVARGER (*in* FAVARGER & al., 1979) concernent exclusivement le Haut-Atlas ; nous n'avons jamais trouvé *C. arvense* dans le Moyen-Atlas. Par contre, *C. gibraltarium*, proche morphologiquement de *C. arvense*, est fréquent dans le Rif et le Moyen-Atlas et absent du Haut-Atlas. FAVARGER (communication orale) voit d'ailleurs dans la distribution des 2 taxons une sorte de vicariance (Moyen-Atlas/Haut-Atlas) : leur écologie étant comparable, les 2 espèces semblent s'exclure mutuellement.

Ainsi, nous pensons que la détermination des plantes récoltées par HUMPHRIES & al. dans le Moyen-Atlas demande vérification car il est tout à fait possible de confondre des exemplaires glabrescents de *C. gibraltarium* avec *C. arvense* ; cependant, la forme et la dimension des graines, par exemple, permettent de bien distinguer les 2 espèces.

Nos résultats, basés sur 11 provenances nouvelles (cf. Appendice I), s'ajoutant à ceux de FAVARGER (*in* FAVARGER & al., 1979), mon-

trent la présence exclusive dans les Atlas de sippes diploïdes dont la morphologie correspond le plus souvent à celle du subsp. *strictum* var. *molle*.

La variabilité de la pubescence foliaire de nos plantes atlasiques, d'une provenance à l'autre et parfois même sur un seul individu, nous engage à suivre la clé de MAIRE (1963 a) plutôt que celle de MÖSCHL (1964) ; ce point de vue s'accorde avec les considérations de SÖLLNER (1954) sur l'amplitude de la variation morphologique du subsp. *strictum*.

Nous partageons aussi l'idée de FAVARGER (op. cit.) selon laquelle il n'y a pas lieu de créer pour *C. arvense* une sous-espèce particulière pour l'Atlas.

• *Cerastium atlanticum* Dur. $2n = 72$

Cet endémique maghrébin se rencontre dans les milieux humides de montagne (bord de ruisseaux, prairies, sources) ; il ne dépasse cependant pas l'altitude de 2600 m (MAIRE, 1963 a) et n'atteint donc pas, au Maroc, l'étage de haute montagne.

Les 3 plantes étudiées ont été récoltées dans le Haut-Atlas central et pour les trois, le même nombre chromosomique a été décelé : $n = 36$. SÖLLNER (1952), le premier, a déterminé un nombre chromosomique identique ($2n = 72$) pour un *C. atlanticum* d'Algérie. La plante qu'il a étudiée appartient à la variété type (var. *atlanticum*) caractérisée par des feuilles glabres sur les faces, des pédoncules ciliés unilatéralement et des sépales glabrescents, selon la Flore de MAIRE (1963 a). Nos deux plantes d'Imllil, elles, présentent des feuilles poilues sur les faces, des pédoncules villeux sur tout leur pourtour et des sépales densément poilus ; elles sont assimilables à la seconde variété distinguée par MAIRE : var. *longipes* (Batt.) Maire.

Enfin, la plante d'Oukaïmeden montre des caractères de pilosité intermédiaires : feuilles glabres et pédoncules unilatéralement ciliés (var. *atlanticum*) et des sépales poilus (var. *longipes*). Les deux variétés sont signalées par MAIRE comme fréquentes sur les montagnes marocaines ; il y a donc certainement tous les intermédiaires entre les 2 phénotypes retenus par MAIRE dans sa Flore.

Si *C. atlanticum* semble présenter une certaine variabilité morphologique, son nombre chromosomique paraît stable (mais seules 4 populations ont été étudiées !) et relativement élevé : $2n = 72$.

• *Cerastium cerastoides* (L.) Britton $2n = 38$
(= *C. trigynum* Vill.)

Ce taxon appartient au contingent, très restreint sur les Atlas mais fort intéressant, des espèces arctico-alpines (pour sa distribution détaillée, voir carte in MEUSEL & al., 1965, et JALAS & SUOMINEN, 1983). Dans le centre et le sud de l'Europe, l'aire est très morcelée puisque *C. cerastoides* est confiné aux hautes montagnes. Rappelons à ce propos qu'une nouvelle localité a été signalée par CASTROVIEJO & al. (1983) dans le centre de l'Espagne (Sierra el Barco, 2300 m), plaçant ainsi un jalon entre les montagnes du nord de l'Espagne (Pyrénées et Monts Cantabres) et la Sierra Nevada où l'espèce était connue précédemment.

En Afrique du Nord, l'espèce est étroitement localisée dans le Haut-Atlas central, de 2800 à 3500 m (MAIRE, 1963 a), participant à quelques groupements de pozzines suintantes ou de bords de ruisseaux (QUEZEL, 1957).

Nos deux comptages sont identiques à celui publié par FAVARGER (in FAVARGER & al., 1979) et correspondent à tous les résultats cytologiques connus pour ce taxon (cf. HESS & al., 1967)¹. Précisons que les populations marocaines se caractérisent morphologiquement par l'absence de toute pilosité à l'exception de quelques poils sur les pédoncules floraux.

Nous retiendrons que cette espèce arctico-alpine est diploïde et peu différenciée morphologiquement sur le Haut-Atlas où elle se maintient dans quelques groupements spécialisés de haute altitude.

• *Cerastium dichotomum* L. $2n = 38$

Ce taxon possède une aire méditerranéenne disjointe : Espagne et Afrique du Nord d'une part, sud de la Grèce et sud-ouest de l'Asie d'autre part (cf. JALAS & SUOMINEN, 1983).

Au Maroc, l'espèce est commune dans les montagnes jusqu'à une altitude de 2400 m. On la rencontre dans divers milieux peu "spécialisés" tels que clairières rocaillenses, pâturages pierreux, steppes (MAIRE, 1963 a). Son nombre chromosomique a été déterminé pour la première fois par BRETT (1952) sur du matériel de Jardin botanique. SÖLLNER (1952), de son côté, a étudié des plantes provenant d'Iran et d'Algérie.

1) FAVARGER (in FAVARGER & al., 1979) a admis que les numérations antérieures donnant $2n = 36$ et $2n = 40$ reposent sur des erreurs de comptage ou sur des individus aberrants.

Ces deux auteurs ont compté $2n = 38$. Pour l'Iran, ce nombre a été confirmé dans un travail ultérieur (ARYAVAND & FAVARGER, 1980). A cette liste, nous pouvons ajouter 2 résultats, nouveaux pour le Maroc, que nous a communiqués C. FAVARGER. Les deux populations étudiées présentent un nombre chromosomique identique aux données antérieures : $n = 19$.

La position de *C. dichotomum* au sein du genre a été plusieurs fois discutée. A la suite de leurs études cytologiques, BRETT (1952), puis SÖLLNER (1954) ont montré que le nombre chromosomique $n = 19$ permettait de rapprocher *C. dichotomum* (et *C. inflatum*) des espèces de la section *Strephodon*.

Les résultats marocains confirment que *C. dichotomum* possède le même nombre chromosomique dans les deux parties disjointes de son aire.

- *Cerastium gibraltarium* Boiss. $2n = 36$ et 54

L'aire de répartition de cet orophyte ouest-méditerranéen comprend l'Algérie, le Maroc, l'Espagne, la Corse et la Sardaigne. Rappelons qu'au Maroc, il se localise dans le Rif et le Moyen-Atlas et qu'il semble être "remplacé" par *Cerastium arvense* subsp. *strictum* sur le Haut-Atlas. La découverte de 3 cytotypes chez *C. gibraltarium* a soulevé un intéressant problème cyto-géographique. Le Tableau 7 résume les comptages connus jusqu'ici.

CONTANDRIOPOULOS & FAVARGER (1975) ont montré que le domaine primitif de *C. gibraltarium* se situe en Espagne méridionale et en Afrique du Nord, là où la race diploïde a été découverte. Pour ces auteurs, *C. gibraltarium* représenterait un cas de polyploidie de migration. Cependant, comme il y a sympatrisme des

Tableau 7 : Nombres chromosomiques actuellement connus pour *Cerastium gibraltarium*

Auteur	Provenance	$2n$	Valence
Söllner 1953	F, Corse	72	4 x
Favarger 1964 a	I, Sardaigne	108 ± 1	6 x
Favarger 1969 a	E, Sierra Nevada	72	4 x
	M, Moyen-Atlas	72	4 x
Löve & Kjellqvist 1974 a	E, Sierra de Cazorla	72	4 x
Favarger	M, Moyen-Atlas	36	2 x
in Contandriopoulos & Favarger 1975	E, Sierra Tejada	36	2 x
	E, Sierra de Cazorla	36	2 x
Favarger	M, Rif (S prov.)	36	2 x
in Favarger & al. 1979	M, Moyen-Atlas	72	4 x
Galland ined.	M, Rif	36	2 x
	M, Moyen-Atlas	36	2 x
	M, Moyen-Atlas	54	3 x

racés diploïdes et tétraploïdes en Sierra de Cazorla et dans le Moyen-Atlas, CONTANDRIOPOULOS & FAVARGER n'excluent pas l'hypothèse d'une origine polytopique pour les tétraploïdes d'Espagne, du Moyen-Atlas et de la Corse.

FAVARGER (in FAVARGER & al., 1979) a étudié des représentants marocains du complexe polyploïde *C. gibraltarium*. L'auteur s'est penché sur la morphologie des plantes marocaines (fort variables dans les caractères de pilosité) et a montré dans quelle mesure le système de MÖSCHL (1964) est préférable à celui de MAIRE (1963 a) pour la détermination des taxons infraspécifiques ; nous nous rallions aux arguments de FAVARGER.

Nous avons étudié 3 nouvelles populations marocaines pour lesquelles nous avons reconnu les phénotypes suivants :

- var. *gibraltarium* f. *gibraltarium* (feuilles vertes, peu tomenteuses, inflorescence glanduleuse) pour les 2 plantes du Moyen-Atlas.
- var. *lanuginosum* f. *salisanum* (feuilles blanches tomenteuses, inflorescence dépourvue de poils glanduleux) pour la plante du Rif (Chechaouen).

FAVARGER (op. cit.) a montré qu'il n'y avait aucune corrélation entre le phénotype et la valence chromosomique.

Nous avons décelé 2 nouvelles populations diploïdes, l'une dans le Rif, l'autre dans le Moyen-Atlas. Ces 2 résultats ne font que confirmer les observations de FAVARGER :

- présence, semble-t-il, exclusive des diploïdes dans le Rif,
- sympatrisme des races diploïdes et tétraploïdes dans le Moyen-Atlas¹.

Une troisième population s'est avérée intéressante : nous avons nettement compté $2n = 54$ sur les mitoses de racines d'un individu du Tichchoukt (Fig. 13 e). L'observation du pollen dans le liquide de HRISCHI & MUNTZING a montré une stérilité proche de 100 %. Cette observation renforce l'idée selon laquelle le nombre de base de l'espèce est $x = 18$, aussi longtemps qu'un céréaiste à $n = 9$ n'aura pas été découvert.

Ce triploïde peut être interprété comme un hybride issu du croisement entre individus

1. Si les 3 résultats rapportés par HUMPHRIES & al. (1978) pour *C. arvense* dans le Moyen-Atlas concernent en réalité *C. gibraltarium*, comme nous l'avons supposé, nous pouvons ajouter 3 nouvelles localités (Col du Zad, Bou Iblane et Ifrane) à la liste des diploïdes dans le Moyen-Atlas.

diploïdes et tétraploïdes ; ces 2 cytotypes, rappelons-le, sont sympatriques dans le Moyen-Atlas. Un tel triploïde peut aussi apparaître au sein d'une population diploïde où l'un des parents présente des gamètes non réduits. HARLAN & de WET (1975) ont montré que c'est par ce mécanisme que se formeraient la majorité des polyploïdes. Dans ce dernier cas, le triploïde n'est pas le résultat du sympatrisme entre diploïdes et tétraploïdes mais il peut représenter une étape évolutive dans l'apparition d'un polyploïde.

Enfin, nous reprendrons une remarque déjà formulée en 1975 par CONTANDRIOPOULOS & FAVARGER : l'étude des populations algériennes sera des plus instructive pour préciser, par exemple, l'étendue de la sippe ancestrale diploïde.

- *Corrigiola telephiifolia* Pourret $2n = 18$
(= *C. littoralis* L.
subsp. *telephiifolia* (Pourret) Briq.)

Cette petite Caryophyllacée aux fleurs très modestes se rencontre dans l'ouest de la Méditerranée.

Au Maroc, elle semble commune dans tout le pays (MAIRE, 1963 a) et, bien que nous l'ayons récoltée en montagne à plus de 3000 m, elle est également signalée en plaine.

MAIRE, dans sa Flore d'Afrique du Nord (1963 a), subordonne *C. telephiifolia* à *C. littoralis* au rang de sous-espèce (*C. littoralis*, subsp. *telephiifolia*). Les flores récentes, telles Flora Europaea (1964) ou Flora d'Italia (1982), ainsi que l'ouvrage de JALAS & SUOMINEN (1983), attribuent un statut spécifique aux deux taxons et nous adopterons ici leur opinion.

Notons que *C. littoralis* s.str., annuel, semble être aussi fréquent au Maroc que l'espèce vivace *C. telephiifolia* (MAIRE, 1963 a).

Pour les deux localités où nous avons récolté *C. telephiifolia*, nous avons compté un nombre chromosomique identique : $n = 9$ et $2n = 18$.

Ce résultat est en accord avec les données de BLACKBURN & MORTON (1957) et FERNANDES & LEITAO (1971) pour *C. telephiifolia* au Portugal. L'espèce ne semble pas avoir été étudiée sous l'angle cytologique ailleurs.

Dans la bibliographie, nous trouvons les nombres $2n = 16, 18$ et 32 pour *C. littoralis* mais il n'est pas toujours possible de savoir si

ces résultats concernent exclusivement *C. littoralis* s. str. ou non. Ce taxon possède-t-il 2 nombres de base ($x = 8$ et 9) ou une différence de nombre de base distinguerait-elle précisément *C. littoralis* s. str. de *C. telephiifolia* ?

- *Dianthus cintranus* Boiss. & Reuter
subsp. *jahandiezii* (Maire)
Greuter & Burdet $2n = 60$
(= *D. gaditanus* Boiss. subsp. *jahandiezii*
Maire)

Cette espèce ibéro-maghrébine pousse en basse et moyenne montagne. *D. cintranus* est une espèce polymorphe ; JAHANDIEZ & MAIRE (1932) mentionnent 4 sous-espèces propres au Maroc. D'autres sous-espèces sont signalées en Algérie et en Tunisie (MAIRE, 1963 b) ainsi qu'en Espagne (TUTIN, 1964).

Nous avons étudié une plante provenant du massif du Siroua que nous attribuons au subsp. *jahandiezii*, atlasique. Son nombre chromosomique, $2n = 60$, a été déterminé sur des mitoses de racines.

Ce nombre élevé, correspondant à une valence tétraploïde, est actuellement le seul nombre connu pour *D. cintranus*. JONES & HOOPER (1968) l'ont publié pour la première fois pour du matériel portugais. FERNANDES & LEITAO (1971), toujours pour le Portugal, confirment ce nombre pour la sous-espèce type (subsp. *cintranus*).

- *Dianthus lusitanus* Brot. $2n = 30$

Ce taxon montre beaucoup de similitudes avec *D. cintranus* et, comme ce dernier, présente une distribution ibéro-maghrébine. L'aire nord-africaine de *D. lusitanus* est cependant plus étroite puisque l'espèce, commune au Maroc, ne s'étend guère au-delà de la frontière algéro-marocaine.

Au Maroc, *D. lusitanus* se rencontre également sur les collines et en montagne, jusqu'à 3000 m selon MAIRE (1963 b). Il présente une écologie tout à fait comparable à celle de *D. cintranus* et, dans des rocaïles au pied du Siroua, nous avons récolté les 2 espèces à quelques mètres de distance.

Enfin, à une distribution et à une écologie très semblables, il faut ajouter une similitude morphologique étonnante et même, avouons-le, déroutante, entre *D. lusitanus* et les formes sous-frutescentes à feuilles étroites de *D. cintranus*.

Cependant, même étroites, les feuilles de *D. cintranus* ne sont jamais tout à fait linéaires et peuvent aussi être lancéolées chez certaines sous-espèces. Sur nos témoins, les feuilles de *D. lusitanus* sont toujours très fines, ne dépassant guère 1 mm de large ; de plus, ces feuilles forment des fascicules foliaires très denses, à la base des tiges fertiles ou à l'extrémité des rejets stériles. Ce caractère n'a jamais été remarqué chez *D. cintranus*. Enfin, nous avons noté, sur notre matériel et sur des exsiccata des herbiers de Montpellier et de Genève, que les onglets des pétales sont toujours exserts chez *D. lusitanus* alors qu'ils ne le sont jamais chez *D. cintranus*.

La comparaison s'arrête dès que nous considérons les résultats de nos comptages chromosomiques. Pour 2 provenances (refuge Lepiney et Siroua), nous n'avons en effet que des nombres chromosomiques correspondant à une valence diploïde ($n = 15$ et $2n = 30$) chez *D. lusitanus*.

Les 2 populations appartiennent à la variété type. BLACKBURN & MORTON (1957) et JONES & HOOPER (1968) ont trouvé un nombre identique ($2n = 30$) pour deux provenances portugaises. Nous trouvons dans MOORE (1982) la référence d'un résultat semblable ($2n = 30$) pour l'Espagne (CAROLIN, 1957).

Un nombre correspondant à une valence tétraploïde ($2n = 60$) a été publié par FERNANDES & LEITAO (1971) pour le Portugal.

Aussi bien pour *D. cintranus* que pour *D. lusitanus* les résultats cytologiques sont encore très fragmentaires et les 2 taxons mériteraient une étude cytotaxonomique plus détaillée.

- *Herniaria glabra* L. $2n = 18, 36$ et 54

Cette herniaire, annuelle ou vivace, est largement répartie en Europe (excepté l'extrême nord) et dans la région méditerranéenne jusqu'en Iran.

Au Maroc, elle est signalée du littoral jusqu'en haute montagne (MAIRE, 1963 a) ; ce n'est donc pas un orophyte strict mais la plante est fréquente sur tous les massifs montagneux.

Trois populations marocaines ont été étudiées sous l'angle cytologique et 3 races chromosomiques ont été décelées :

- race diploïde : $2n = 18$ à l'Oukaimeden (HA central)
- race tétraploïde : $2n = 36$ au M'Goun (HA oriental)
- race hexaploïde : $2n = 54$ au Masker (HA oriental).

Si nous consultons la bibliographie, nous remarquons que la race diploïde ($2n = 18$) a été décelée en Allemagne (SCHEERER, 1939), en Scandinavie (LÖVE & LÖVE, 1944), en Grande-Bretagne (BLACKBURN & MORTON, 1957), en Iran (ARYAVAND & FAVARGER, 1980) et en Slovaquie (MURIN & FERA KOVA, 1891).

FAVARGER (inéd.) a découvert une population tétraploïde ($2n = 36$) en Sierra de Cazorla, dans le sud-est de l'Espagne.

CHAUDHRI (1968) a étudié la cytologie d'un certain nombre de Paronychiées à partir de graines obtenues de différents Jardins botaniques. L'auteur publie 6 comptages pour *H. glabra*, dont 4 diploïdes ($2n = 18$), un tétraploïde ($2n = 36$) et un dernier octoploïde ($2n = 72$). Malheureusement, CHAUDHRI n'indique pas la provenance de son matériel et il n'est donc pas possible de tenir compte de ses résultats pour des considérations phytogéographiques.

Dans l'état actuel de nos connaissances, nous pouvons donc seulement affirmer que *H. glabra* constitue un complexe polyploïde dans l'ouest de la Méditerranée alors que l'espèce apparaît uniformément diploïde dans le centre de l'Europe et en Asie occidentale.

Nous avons suivi CHAUDHRI (1968) pour la détermination infrasécifique de notre matériel.

Les populations diploïdes et tétraploïdes (y compris la plante de la Sierra de Cazorla) appartiennent au var. *glabra* (tige ciliée, feuilles entièrement glabres ou, les jeunes, quelque peu ciliées au bord). Nous devons pourtant faire une légère réserve pour la plante de l'Oukaimeden (diploïde) : certaines feuilles adultes montrent des cils sur la marge (caractère du var. *setulosa*). Cependant, la grande majorité des feuilles sont entièrement glabres et nous maintenons cet exemplaire dans le var. *glabra*.

Quant à l'hexaploïde, nous l'attribuons sans réserve au var. *setulosa* Beck, les feuilles présentant une marge nettement ciliée. Il est intéressant de noter que CHAUDHRI (op. cit.) attribue également son exemplaire octoploïde au var. *setulosa*. La polyploidie semble donc s'accompagner ici d'une augmentation de la pilosité.

- *Herniaria regnieri* Br.-Bl. & Maire $2n = 144$ (= *H. incana* Lam. subsp. *regnieri* (Br.-Bl. & Maire) Maire)

Nous avons adopté ici le système de CHAUDHRI (1986) qui considère *H. regnieri* comme une bonne espèce alors que MAIRE

(1963 a) subordonne ce taxon à *H. incana* au rang de sous-espèce.

C'est une plante aux tiges couchées, portant de nombreuses petites feuilles suborbiculaires et des glomérules multiflores, formés de fleurs modestes (1-1,2 mm), sessiles. La tige est pubérulente ou couverte de poils très courts; les poils sont un peu plus longs (0,2 - 0,4 mm) sur les sépales et la marge des feuilles.

Selon CHAUDHRI, *H. regnieri* se rencontre au Maroc et dans le sud de l'Espagne, dans des stations caillouteuses et à des altitudes comprises entre 2100 et 2900 m. Le type de l'espèce provient du Tizi-n-Telouet, à la frontière entre le Haut-Atlas central et oriental.

La plante que nous avons étudiée provient du Tizi-n-Mezzik, dans le massif du Toubkal. Récoltée à 2500 m dans la caillasse, elle correspond parfaitement à la description morphologique et à la répartition qu'en donne CHAUDHRI (op. cit.).

Le nombre chromosomique de *H. regnieri*, très élevé, ne fut pas facile à établir. Sur différents stades méiotiques, nous comptons $n = 74 \pm 4$. Une bonne mitose de racine nous a permis de dénombrer 145 chromosomes (Fig. 18 a). Ce nombre doit sans doute se rapprocher de $2n = 144$ qui représenterait une valence 16-ploïde (16x), le nombre base $x = 9$ étant le seul actuellement connu pour le genre *Herniaria* (CHAUDHRI, 1968). Nous ne connaissons pas d'autres résultats cytologiques concernant *H. regnieri*.

Les données relatives à *H. incana* ne sont pas très nombreuses. CHAUDHRI (1968), sur du matériel de jardin botanique, et FAVARGER (1969 b), pour une plante de l'Ubaye, ont dénombré $2n = 18$, soit une valence diploïde. Le rang spécifique de *H. regnieri* paraît donc fondé, aussi bien d'un point de vue morphologique que cytologique.

- *Minuartia funkii* (Jordan) Ascherson & Graebner $2n = 30$

Ce taxon se rencontre fréquemment au Maroc parmi les xérophytes épineux, sur le Moyen-Atlas et le Haut-Atlas. En Europe, l'espèce est signalée dans le sud et l'est de l'Espagne et dans une localité du sud de la France.

Nos résultats se rapportant à 6 provenances (Moyen-Atlas et Haut-Atlas) confirment ceux de FAVARGER (in FAVARGER & al., 1979) qui a étudié des populations du Haut-Atlas. Selon cet

auteur (comm. orale), *M. funkii* possède le même nombre chromosomique ($n = 15$) en Espagne.

- *Minuartia hybrida* (Vill) Schischkin
subsp. *hybrida* $2n = 46$
(= *M. tenuifolia* (L.) Hiern var. *hybrida* (Vill.) Briq.)

Nous n'avons étudié qu'une seule provenance marocaine de ce taxon méditerranéen, très fréquent à basse et moyenne altitude dans tout le Maroc. La plante a été récoltée dans les environs de Chechaouen (Rif) et son étude cytologique a révélé le nombre $n = 23$ observé sur métaphases I et II.

Ce comptage confirme les résultats connus pour le subsp. *hybrida*. BLACKBURN & MORTON (1957) ont établi ce nombre sur du matériel de Grande-Bretagne tandis que FAVARGER (1962 a, 1967) a étendu l'étude de ce taxon à du matériel de France, de Turquie et de Crimée. Ainsi, le subsp. *hybrida* semble présenter le même nombre chromosomique de part et d'autre de son aire méditerranéenne, comme l'a supposé FAVARGER (1967).

- *Minuartia tenuissima* (Pomel) Mattf. $2n = 28$
(= *M. mutabilis* (Lap.) Schinz & Thell.
subsp. *tenuissima* (Pomel) Maire)

M. tenuissima est un représentant nord-africain du groupe de *M. mutabilis* (= *M. rostrata*), orophyte centre et sud-ouest européen.

Le nombre $n = 14$ que nous avons déterminé sur des plantes du Haut-Atlas concorde avec celui compté par FAVARGER (in FAVARGER & al., 1979). Les deux plantes étudiées ici se rapportent au var. *atlantica* caractérisé par des sépales relativement courts (5 mm) et des feuilles ne dépassant pas 7 mm de long. Selon FAVARGER (comm. orale), *M. tenuissima* peut être considéré comme un vicariant de *M. mutabilis* qui possède lui aussi le nombre chromosomique $n = 14$. Fait intéressant, les aires ne sont pas contiguës car *M. mutabilis* n'existe que dans le nord de l'Espagne.

- *Minuartia verna* (L.) Hiern
subsp. *kabylica* (Pomel) Maire & Weiller $2n = 48$

M. verna présente une large distribution eurasiatique et nord-américaine. C'est une espèce extrêmement polymorphe pour laquelle 2 races chromosomiques ont été décelées, diploïde ($2n = 24$) et tétraploïde ($2n = 48$).

De nombreux auteurs ont étudié *M. verna* sous un angle cytologique, morphologique ou phylogénétique (en particulier dans ses affinités avec *M. rubella*). Nous citerons ici les principaux travaux intéressant les populations européennes : HALLIDAY (1957, 1964), FAVARGER (1959 a, 1962 a et 1967), CONTANDRIOPOULOS & GAMISANS (1974). GALLAND & KÜPFER (1984) ont établi une carte de distribution des races chromosomiques de *M. verna* autour du bassin méditerranéen (cf. Fig. 14). Si les populations diploïdes se rencontrent dans les Alpes, dans les Abruzzes, en Corse, au Péloponèse et en Crète, les tétraploïdes en revanche se localisent dans les Balkans, en Sicile (inéd.) et au Maroc (nous ne possédons aucune donnée pour l'Algérie). Ce type de distribution suggère, selon GALLAND & KÜPFER (op. cit.), une voie de pénétration orientale, par la Sicile et la côte nord-africaine jusqu'au Maroc. Nous ajouterons un autre argument à l'appui de cette hypothèse : *M. verna* semble totalement absent dans la moitié méridionale de la Péninsule ibérique. De plus, les comptages que nous connaissons pour le sud-ouest de l'aire européenne, dans les Pyrénées (FAVARGER, 1967) et dans les Monts Cantabres (Favarger, inéd.), ne se rapportent qu'à des populations diploïdes.

Rappelons qu'au Maroc *M. verna* est fréquent sur tous les reliefs du Moyen-Atlas et du Haut-Atlas où il croît parmi les xérophytes épineux.

QUEZEL (1957), le premier, a étudié une population marocaine, au Rhat, pour laquelle il compte $n = 24$, soit une valence tétraploïde. GALLAND (in FAVARGER & al., 1979) confirme ce résultat après l'étude de 3 populations, à l'Ayachi, au Toubkal et au Bou Iblane¹.

L'observation cytologique de 6 nouvelles provenances ne laisse plus aucun doute sur la valence des populations marocaines : *M. verna* n'est représenté que par la race tétraploïde au Maroc.

D'un point de vue phytogéographique, l'étude des représentants algériens sera des plus intéressante.

En 1979 (in FAVARGER & al.), nous avions cru déceler un problème morphologique, notre matériel nous paraissant hétérogène : si nous pouvions attribuer les témoins de l'Ayachi et du Toubkal au subsp. *kabylica* (seule sous-espèce

reconnue par MAIRE (1963 a) au Maroc), nous émettions en revanche quelques doutes pour un exemplaire du Bou Iblane. Ce dernier, avec des anthères pourpres et des pétales plus grands que les sépales nous apparaissait plus proche du subsp. *verna*, si nous suivions la clé établie par HALLIDAY in Flora Europaea (1964). L'observation d'une dizaine de témoins marocains nous a montré qu'il s'agit surtout de nuancer la clé de MAIRE (1963 a). La couleur des anthères nous paraît uniformément pourpre chez tous nos échantillons alors que MAIRE, dans la diagnose, indique une couleur jaune. Mais il faut l'avouer, ce critère n'est pas très important et, sur des échantillons âgés, les anthères apparaissent plutôt brun-jaune.

Quant à la longueur relative des pétales par rapport à celle des sépales, MAIRE signale bien que la corolle peut être plus courte que le calice (subvar. *ballii* Maire & Weiller, fréquent dans le Moyen-Atlas et le Haut-Atlas) ou, au contraire, les pétales peuvent dépasser les sépales dans le subvar. *letourneuxii* Maire & Weiller signalé dans une seule localité du Djurdjura. Nos observations montrent qu'un bon nombre de plantes du Moyen-Atlas et du Haut-Atlas présentent des pétales assez longs (5 - 6 mm), toujours très obtus et dépassant nettement les sépales ; le phénotype correspondant au subvar. *letourneuxii* est donc plus fréquent que ne le supposait MAIRE.

Nous l'avons vu ci-dessus, une population tétraploïde a été décelée aux Mouts Madonie en Sicile (GALLAND & KÜPFER, 1984). Il s'agit, selon PIGNATTI (1982), du subsp. *grandiflora* Hayek, endémique de l'île, caractérisé par un port élevé (15 - 20 cm sur nos témoins) et des sépales relativement grands (4 - 5 mm).

Si la dimension des pièces florales du subsp. *grandiflora* coïncide avec celle du subsp. *kabylica*, ce dernier en revanche ne présente jamais un port aussi élevé que celui de la sous-espèce sicilienne. De plus, les graines du subsp. *grandiflora* sont ornées de fines verrues bien marquées, devenant très saillantes sur la crête dorsale. Dans le subsp. *kabylica*, ces verrues sont à peine marquées. Cette observation nous incite à penser que les 2 sous-espèces tétraploïdes sont bien distinctes. Ont-elles un ancêtre commun ? Nous le supposons si nous imaginons, pour les tétraploïdes nord-africains, une voie de migration par la Sicile mais nous n'avons actuellement aucun argument morphologique pour répondre à cette question. Selon PIGNATTI, les 2 sous-espèces *verna* et *grandiflora* peuvent se rencontrer en Sicile sur un territoire fort limité, tel les Monts Madonie par exemple. Le subsp.

1) Nous ne tiendrons pas compte du résultat, aberrant selon nous, de HUMPHRIES & al. (1978) qui publient $2n = 26$ pour une plante de Skoura, au pied sud du Haut-Atlas.

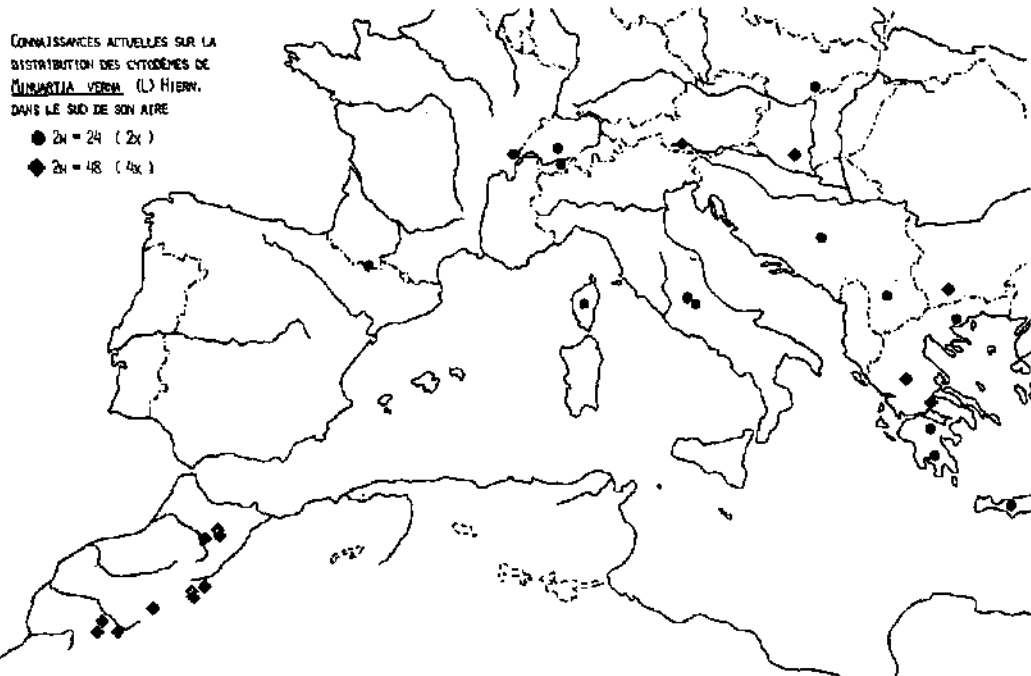


Figure 14 : Distribution des cytotypes de *Minuartia verna* dans le sud de son aire (In : GALLAND & KÜPFER 1984).

verna n'est connu jusqu'ici qu'à l'état diploïde et il est donc fort probable que nous trouvions deux races chromosomiques en Sicile.

En définitive, nous attribuons tous nos exemplaires marocains au subsp. *kabylica* caractérisé (dans l'état actuel de nos connaissances) par :

- distribution nord-africaine
- valence tétraploïde ($2n = 48$)
- fleurs grandes (sépalés : 4 - 4,5 mm, pétales : 3,5 - 6 mm), calice plus grand, égal ou plus petit que la corolle
- graines finement ornementées, à verrues oblongues très peu saillantes
- port et pilosité variables ; la tige ne dépasse cependant jamais 8 à 10 cm de hauteur.

• *Paronychia argentea* Lam. $2n = 14$ et 28

Deux cytotypes, l'un diploïde ($2n = 14$), l'autre tétraploïde ($2n = 28$) ont été décelés chez cette espèce méditerranéenne. Nos résultats concernant les populations marocaines ont été exposés dans un travail précédent (GALLAND & KÜPFER, 1984) où sont également commentées les caractéristiques principales de la distribution des deux races chromosomiques (cf. carte de répartition, Fig. 15). Nous en résumerons ici les points principaux :

- 3 populations diploïdes ont été trouvées au Maroc, dans le Moyen-Atlas et le Haut-Atlas central. Elles se localisent toutes à une altitude supérieure à 2200 m ;
- Les tétraploïdes, récoltés dans le Rif et le Haut-Atlas oriental et central, se retrouvent, dans notre échantillonnage, de 1400 à 2200 m. Précisons que l'espèce est également signalée en plaine par MAIRE (1963 a) ;
- de toute évidence, les cytotypes de *P. argentea* se comportent comme des pseudo-vicariants altitudinaux, les diploïdes paraissant nettement plus alticoles que les tétraploïdes ;
- dans la Péninsule ibérique, *P. argentea* ne montre plus un caractère orophile (l'espèce ne dépasserait pas 1000 m d'altitude) et seul le cytotype tétraploïde à $2n = 28$ est connu¹ (RODRIGUES, 1953 ; GALLAND & KÜPFER, 1984),

1) LORENZO-ANDREU & GARCIA-SANZ (1950) et LÖVE & KJELLQVIST (1974 a) ont publié le nombre de $2n = 36$ pour des populations espagnoles. Selon CASTROVIEJO (1983), ce nombre est révélateur de l'existence d'une série aneuploïde ou d'une erreur de détermination. Nous penchons pour la deuxième solution. D'une part, le nombre de base $x = 7$ semble maintenant solidement établi pour *P. argentea* ; d'autre part, pour certains *Paronychia* espagnols, tel le groupe de *P. kapela* (cf. KÜPFER, 1974), on connaît des séries polyploïdes avec $x = 9$ pour nombre de base.

la présence exclusive (dans l'état actuel de nos connaissances) des diploïdes sur les Atlas atteste une indéniable origine atlasique pour *P. argentea*. Pour GALLAND & KÜPFER (1984), l'extension des populations tétraploïdes a certainement été favorisée par l'activité humaine, l'espèce marquant un net caractère rudéral en basse altitude.

— *P. argentea* est tétraploïde en Anatolie (FAVARGER, non publié).

Nous avons cherché à déceler des différences morphologiques entre diploïdes et tétraploïdes.

Si nous adoptons la classification infraspécifique de CHAUDHRI (1968), nous pouvons rapprocher les diploïdes du var. *rotundata* (DC) Chaudhri caractérisé par des feuilles 2 à 3 fois plus longues que larges. Nous pouvons ajouter que les arêtes disposées sur le dos des sépales sont généralement courtes (0,2 - 0,3 mm).

Avec un rapport longueur / largeur des feuilles > 3 , les tétraploïdes s'apparentent au var. *argentea*. Ce rapport varie, chez ces derniers, de 3 à 4,75 avec une valeur moyenne de 3,33 (contre 2,8 pour les diploïdes) ; l'écart des moyennes n'est donc pas bien grand. Les arêtes calycinales (0,4 à 0,6 mm) sont en revanche nettement plus longues chez les tétraploïdes.

Cependant, en dehors de ces quelques caractères quantitatifs, l'allure générale des plantes peut être fort variable dans la longueur des tiges, la grosseur et la densité des glomérules, aussi bien chez les diploïdes que chez les tétraploïdes.

• *Paronychia polygonifolia* (Vill.) DC $2n = 14$
et 28

Sur l'ensemble de son aire principalement ouest-méditerranéenne, *P. polygonifolia* montre un caractère orophile net et il est lié avant tout aux massifs siliceux. On le rencontre ainsi au Maroc dans le Rif (au Tidighin) et dans le Haut-Atlas occidental et central ; MAIRE (1963 a) signale également quelques localités dans le Haut-Atlas oriental.

P. polygonifolia, comme *P. argentea*, appartient au groupe des *Paronychia* à nombre de base $x = 7$.

Les 2 espèces présentent en outre 2 races chromosomiques au Maroc, l'une diploïde ($2n = 14$), l'autre tétraploïde ($2n = 28$) ; GALLAND & KÜPFER (1984) ont montré que leur comportement chorologique paraît complémentaire. (Fig. 15).

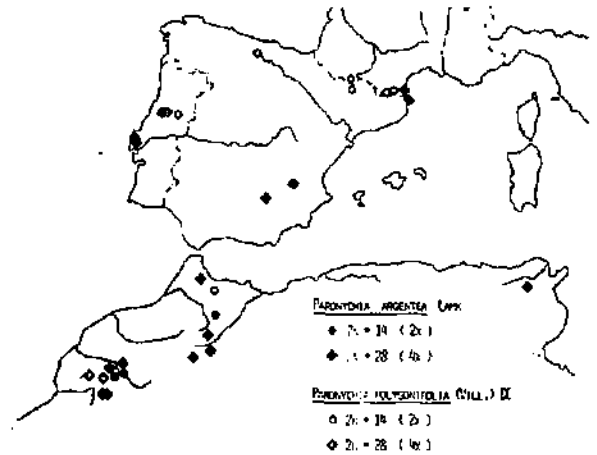


Figure 15 : Distribution des cytodèmes de *Paronychia argentea* et *Paronychia polygonifolia*.

En effet, dans les montagnes de la Péninsule ibérique, Pyrénées comprises, seule la race diploïde a été décelée chez *P. polygonifolia* (BLACKBURN & MORTON¹, 1957 ; KÜPFER, 1971 b, 1974). Pour la Sardaigne, DIANA-CORRIAS & VILLA (1980) ont également publié un nombre diploïde. Nous avons vu que *P. argentea* ne comptait en Europe méridionale que des représentants tétraploïdes, localisés à basse altitude. Pour GALLAND & KÜPFER (1984), "*P. polygonifolia* joue alors le rôle de sippe orophile, les 2 espèces se trouvant dans la situation de pseudo-vicariants altitudinaux".

Au Maroc, la situation se présente différemment puisque chaque espèce y est représentée par 2 cytotypes. Si nous avons pu mettre en évidence une pseudo-vicariance altitudinale dans la distribution des races chromosomiques de *P. argentea*, il est plus délicat, à notre avis, d'établir un parallélisme (inverse, en l'occurrence) avec *P. polygonifolia*. Certes, la population diploïde a été découverte dans le Rif à 2350 m d'altitude tandis que les 2 populations tétraploïdes se localisent nettement plus haut, à 2900 et 3150 m, respectivement dans le massif des Seksaoua et dans celui du Toubkal².

1) Les auteurs britanniques ont en outre décelé une race octoploïde ($2n = 56$) dans la Chaîne cantabrique. Selon GALLAND & KÜPFER (1984), un tel résultat pourrait être imputable à un phénomène d'endomitose, des cellules endopolyploïdes étant très fréquemment observées dans les méristèmes radicalaires de ce taxon.

2) QUEZEL (1957) a dénombré $n = 13$ pour une plante du Tichka (massif des Seksaoua). Nous sommes d'accord avec DIANA-CORRIAS & VILLA (1980) lorsqu'ils considèrent ce nombre comme douteux. A notre avis, ce résultat doit être interprété comme $n = 14$ et confirmerait, par là, la présence de tétraploïdes dans le Haut-Atlas occidental.

Cependant, avec l'étude de 3 populations seulement, il nous paraît hâtif de vouloir caractériser la distribution des cytotypes de *P. polygonifolia* au Maroc.

Pour l'instant, nous retiendrons que les seules populations tétraploïdes actuellement connues chez *P. polygonifolia* se localisent en altitude dans le Haut-Atlas occidental et central.

D'un point de vue morphologique, rappelons que *P. polygonifolia* se distingue essentiellement de *P. argentea* par des bractées et des stipules lancéolées, ciliées-fimbriées au sommet ; celles-ci sont ovales, à marge entière chez *P. argentea*.

CHAUDHRI (1968) distingue 3 variétés chez *P. polygonifolia*. Si l'on considère les données chorologiques de CHAUDHRI, la situation est claire au Maroc : le var. *velucensis* Boiss., signalé en outre dans la Péninsule ibérique, en Corse, en Grèce et en Turquie, se retrouve au Maroc dans le Rif, au Tidighdin plus précisément. Cette forme correspond à la population diploïde décelée dans le Rif. Le var. *serratifolia* Chaudhri serait endémique du Haut-Atlas et représenterait donc le cytotype tétraploïde. La troisième variété, le var. *polygonifolia*, présente une distribution plus septentrionale, limitée, au sud-ouest, par les Pyrénées.

Les critères morphologiques donnés par CHAUDHRI (op. cit.) pour distinguer le var. *serratifolia* des 2 autres variétés diploïdes¹ concernent :

- 1) La marge des feuilles : celle-ci serait distinctement dentée en scie dans le var. *serratifolia* alors qu'elle serait entière ou subentière chez les 2 autres variétés. L'observation de ce caractère sur nos 3 échantillons marocains ainsi que sur des exsiccata appartenant aux var. *velucensis* (Serra de Estrella) et *polygonifolia* (Pyrénées occidentales) ne nous a pas convaincu de la valeur de ce critère distinctif. Si l'exemplaire tétraploïde du Tichka présente effectivement des marges dentées en scie, les feuilles de la plante du Toubkal (4x) sont à peine scabres au bord, moins scabres en tous les cas que dans les exemplaires diploïdes du Rif et de la Péninsule ibérique.
- 2) La pilosité de l'arête des sépales : si nous reprenons la clé de CHAUDHRI (p. 197), nous pouvons lire :

1) Nous ne discuterons pas ici les caractères permettant de distinguer selon CHAUDHRI (1968), les var. *polygonifolia* et *velucensis* puisque l'aire de la variété type ne concerne pas le Maroc.

var. *serratifolia* : "sepal awns densely hirtellous"

var. *velucensis* et *polygonifolia* : "sepal awns very slightly pubescent to almost glabrous".

Si l'on en croit CHAUDHRI, la différence réside dans la densité de pilosité de ces arêtes.

Nos observations (cf. Fig. 16) montrent qu'il y a effectivement une différence dans la pilosité des arêtes entre diploïdes et tétraploïdes, mais cette distinction concerne essentiellement la longueur des cils. Ceux-ci atteignent le diamètre de l'arête pour le var. *serratifolia* (50 à 100 μ) alors qu'ils sont toujours très courts (20 à 40 μ) et n'égalent jamais le diamètre de l'arête dans les var. *velucensis* et *polygonifolia*.

Bien que les 2 races chromosomiques décelées au Maroc semblent montrer une différenciation géographique et morphologique, cette

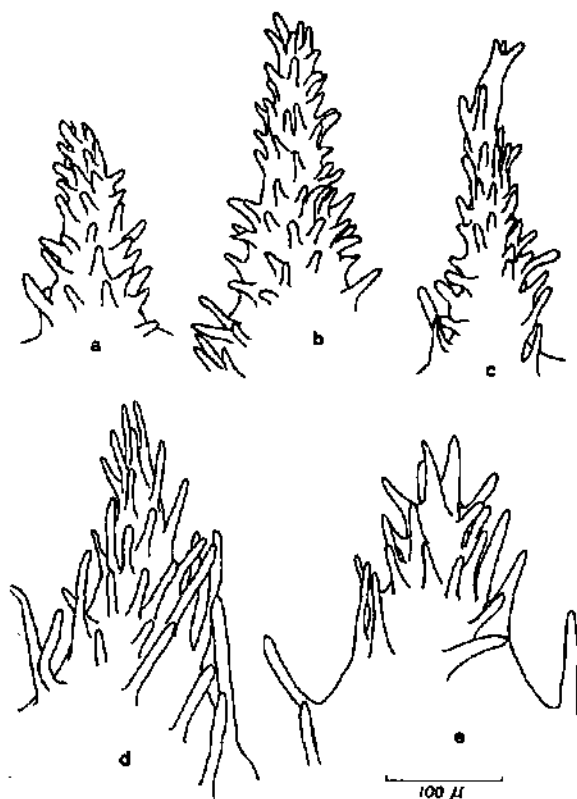


Figure 16 : Ornementation des arêtes calicinales chez *Paronychia polygonifolia* :

- a. var. *velucensis* ($2n = 14$), Maroc, Rif (1253) ;
- b. var. *velucensis*, Espagne, Sierra de Estrella (NEU 221738) ;
- c. var. *polygonifolia*, France, Hautes Pyrénées (NEU 221734) ;
- d. var. *serratifolia* ($2n = 28$), Maroc, Toubkal (1254) ;
- e. var. *serratifolia* ($2n = 28$), Maroc, Seksaoua (989).

dernière, à notre avis, est trop fine pour justifier un changement de statut nomenclatural.

- *Petrorhagia illyrica* (L.) P.W. Ball & Heywood subsp. *angustifolia* (Poiret) Maire $2n = 26$

Le subsp. *angustifolia* réunit les formes nord-africaines de *P. illyrica*, taxon distribué par ailleurs dans le sud-est de l'Europe (Grèce, Balkans, Calabre et Sicile).

Cette répartition suggère de toute évidence une voie de pénétration orientale par la Sicile, la Tunisie et l'Algérie jusqu'au Maroc. L'espèce, dans sa forme particulière à l'Afrique du Nord, est d'ailleurs très commune sur toutes les basses et moyennes montagnes du Maghreb (MAIRE, 1963 b).

D'un point de vue morphologique, le subsp. *angustifolia* se distingue par l'absence de points pourpres à l'intérieur des pétales et par un calice largement scarieux entre les nervures. MAIRE (1939 a) a montré que ces différences sont faibles (justifiant un statut de sous-espèce et non d'espèce) mais constantes pour l'ensemble des populations nord-africaines.

L'étude cytologique d'une population rifaine (Chechaouen) a permis de dénombrer $2n = 26$ sur mitoses ovariennes. Ce nombre, déterminé pour la première fois sur du matériel nord-africain, rejoint les résultats de FAVARGER (1966) pour les subsp. *haynaldiana* ($n = 13$, plante de Bulgarie) et *taygetea* ($2n = 26$, matériel de Crète).

Le subsp. *angustifolia* de *P. illyrica* s'est vraisemblablement différencié à la suite de l'isolement géographique des côtes nord-africaines et de la Sicile; cette divergence morphologique ne s'est accompagnée d'aucun changement au niveau du nombre chromosomique.

- *Polycarpon polycarpoides* (Biv.) Zodda subsp. *bivonae* Maire & Weiller $2n = 14$
subsp. *herniarioides* (Ball) Maire & Weiller $2n = 16$

Cette espèce commune à l'Afrique du Nord et à la Sicile soulève un intéressant problème phytogéographique.

Nos comptages sur 10 nouvelles populations alticoles atlasiques (voir Appendice I et Fig. 18 b,c) confirment pour le Maroc la pseudo-vicariance d'un taxon occidental calcifuge à $n = 8$ et d'un taxon oriental calcicole à $n = 7$, mise en évidence par FAVARGER (in FAVARGER & al., 1979 et FAVARGER & HUYNH 1980).

La Figure 17 illustre la distribution des cytodèmes au Maroc. Comme le montre le Tableau 8, et comme l'avaient pressenti FAVARGER & HUYNH (op. cit.), le cytodème à $n = 7$ correspond à la morphologie du subsp. *bivonae* et le cytodème à $n = 8$ au subsp. *herniarioides*.

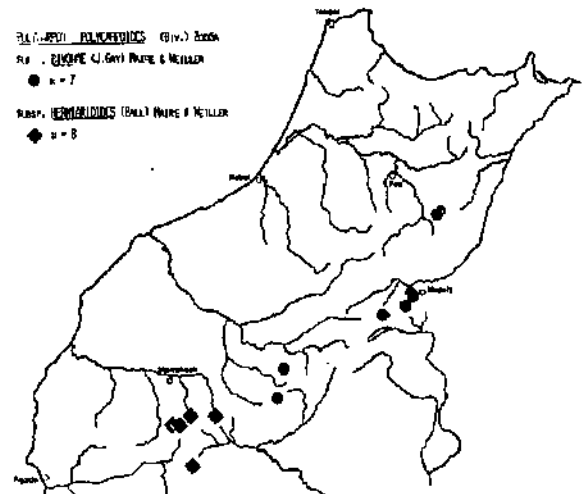


Figure 17 : Distribution des cytodèmes de *Polycarpon polycarpoides* au Maroc (d'après FAVARGER 1984).

Tableau 8 : Caractères distinctifs entre les subsp. *bivonae* et *herniarioides* de *Polycarpon polycarpoides*

	<i>Polycarpon polycarpoides</i>	
	subsp. <i>bivonae</i>	subsp. <i>herniarioides</i>
Nb. chromosomique	$n = 7$	$n = 8$
Caractéristiques morphologiques :	Long. pétales = long. sépales Sépales : 2 mm Tiges : max. 8 cm lâchement feuillées Feuilles : 6 x 3 mm (en moyenne)	Pétales = 1/2-2/3 sépales Sépales : 2 mm Tiges : max. 5 cm densément feuillées Feuilles : 3 x 1,5 mm (en moyenne)
Distribution :	Massifs calcaires du Haut-Atlas oriental et du Moyen-Atlas	Massifs siliceux du Haut-Atlas central

Si nos recherches, complétant celles de FAVARGER, mettent en évidence au Maroc une pseudo-vicariance avec dysploïdie, ce qui est rare et intéressant, le problème posé par *P. polycarpoides* est cependant plus complexe.

En effet, d'une part les populations algériennes (dont on ne connaît pas encore le nombre chromosomique) sont calcicoles bien qu'elle aient le phénotype du subsp. *herniarioides*, calcifuge dans le Haut-Atlas occidental; cela semble montrer que la pseudo-vicariance des deux sous-espèces sur les Atlas marocains

relève davantage de facteurs historiques que de facteurs édaphiques.

D'autre part, Favarger (non publié) et nous-même avons trouvé un nombre $n = 8$ sur des plantes des Monts Madonie (Sicile) se rattachant par leur morphologie au subsp. *bivonae* (bien qu'avec de petites différences).

L'étude cytologique des plantes d'Algérie et de Tunisie que MAIRE (1963 a) rapporte au subsp. *herniarioides* s'avère donc indispensable à la compréhension de cet intéressant problème.

- *Sagina saginoides* (L.) Karsten
var. *nevadensis* (Boiss. & Reut.) Briq. $2n = 22$
(= *S. nevadensis* Boiss. & Reut.)

S. saginoides s.lat. présente une distribution typiquement arctico-alpine : on la rencontre dans les régions septentrionales de l'Europe et de l'Amérique ainsi que sur les principaux massifs montagneux de l'Europe centrale et méridionale (cf. CONTANDRIOPOULOS & GAMISANS, 1974). Les montagnes siliceuses du Maroc (Rif et Haut-Atlas central et occidental) représentent les seules localités africaines et, partant, les localités les plus méridionales de l'aire de *S. saginoides*. Là, l'espèce participe à des groupements d'altitude liés aux eaux suintantes, tels les bords de ruisselets et les pozzines (MAIRE, 1963 a.)

Le nombre chromosomique que nous avons observé, $n = 11$, correspond aux résultats publiés jusqu'ici pour *S. saginoides* en Islande (LÖVE & LÖVE, 1956), en Ecosse (BLACKBURN & MORTON, 1957), en Norvège (KNABEN & ENGELSKJON, 1967), en Corse (CONTANDRIOPOULOS & GAMISANS, 1974) en Iran (ARYAVAND & FAVARGER, 1980) et en Amérique du Nord (LÖVE, LÖVE & KAPPOOR, 1971).

D'un point de vue morphologique, notre plante se distingue du type (entièrement glabre) par la présence de poils glanduleux sur les sépales, les pédoncules et les tiges. Pour CLAPHAM & JARDINE (*in* Flora Europaea 1964), cette différence morphologique justifie un rang spécifique pour les formes glanduleuses espagnoles (*S. nevadensis* Boiss. & Reut.).

RIVAS-MARTINEZ (1980) a précisé la distribution de ce taxon pour la Péninsule ibérique (cf. carte de distribution *in* JALAS & SUOMINEN, 1983). Sous le nom de *S. saginoides* var. *nevadensis* (Boiss. & Reuter) Briq., cette forme glanduleuse est signalée comme fréquente dans le massif du Toubkal par MAIRE (1963 a). Dans ce même massif, l'auteur distingue encore 2

formes : la variété type de la sous-espèce *saginoides* (glabre) et une sous-espèce *parviflora* Lit. & Maire, caractérisée par des capsules plus courtes que les sépales.

S. saginoides semble donc représenté par plusieurs phénotypes dans le Haut-Atlas et l'aire ibéro-atlasique indiquée par MAIRE (1963 a) pour le var. *nevadensis* recouvre en partie celle de *S. saginoides* s. str. En d'autres termes, l'aire de *S. nevadensis* apparaît localisée mais non isolée de l'aire de *S. saginoides*.

De plus, une forme glanduleuse est également indiquée en Grèce par HALACSY (1900) sous le nom de *S. saginoides* var. *adenophora*. Les considérations qui précèdent nous ont incitée à choisir le rang variétal, retenu par MAIRE (1963 a) dans la Flore d'Afrique du Nord, pour désigner les formes glanduleuses à port cespiteux et à pédoncules relativement longs et grêles de *S. saginoides*.

- *Silene ayachica* Humbert $2n = 24$ et 48

Ce remarquable endémique des éboulis calcaires du Haut-Atlas oriental et du Moyen-Atlas a fait l'objet de plusieurs études cytologiques.

FAVARGER (1943), le premier, a compté un nombre tétraploïde ($2n = 48$) sur une plante de

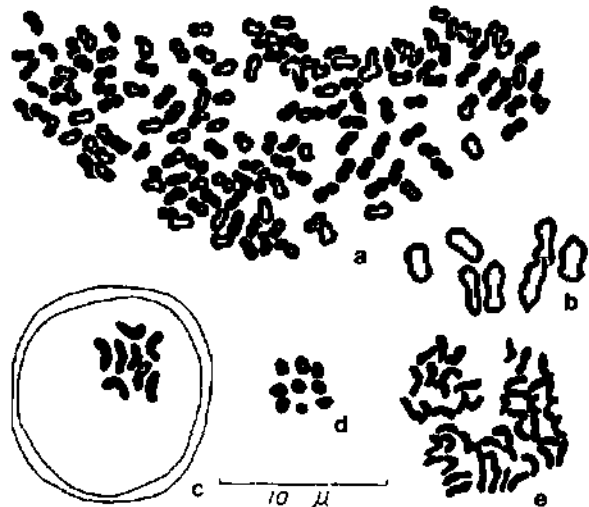


Figure 18 : a. *Herniaria regnieri* (1993), Mitose de racine, $2n = \text{ca. } 145$; b. *Polycarpon polycarpoides* subsp. *bivonae* (700), Métaphase I, $n = 7$; c. *Polycarpon polycarpoides* subsp. *herniarioides* (808), Mitose pollinique, $n = 8$; d. *Spergularia microsperma* (2026), Métaphase I, $n = 9$; e. *Silene ayachica* (731), Mitose ovarienne, $2n = 48$.

l'Ayachi cultivée en Jardin botanique à Paris. Ultérieurement, QUEZEL (1957) pour le Rhat, HUMPHRIES & al. pour l'Ayachi et enfin FAVARGER (*in* FAVARGER & al., 1979) pour le Bou Iblane et l'Ayachi n'ont rencontré que des populations diploïdes ($2n = 24$).

Aucun de ces résultats ne confirmait donc la première observation de FAVARGER (1943) et cela a incité l'auteur (*in* FAVARGER & al., 1979) à remettre en question l'existence d'une population naturelle tétraploïde. Comptage et détermination ne pouvant être contestés, FAVARGER suppose que la polyploïdie a pu apparaître lors de la culture prolongée en Jardin botanique ; *S. ayachica* se propage végétativement et des endomitoses auraient pu se produire à l'endroit où naissent les bourgeons sur la racine.

Nous avons récolté de nouveaux échantillons au Taarbat (massif de l'Ayachi), au Bou Iblane et au M'Goun. Pour les 2 premières localités, nous avons décelé et confirmé la présence de populations diploïdes ($n = 12$ et $2n = 24$). Pour la troisième provenance (M'Goun), les fixations ont été réalisées sur le terrain, à 3100 m, dans un éboulis calcaire dominant les sources de la Tessaout ; un nombre tétraploïde ($2n = 48$, Fig. 18 e) a été nettement mis en évidence.

Ce dernier résultat appelle plusieurs commentaires :

- 1) La découverte d'une population naturelle tétraploïde au M'Goun redonne tout son crédit au résultat de FAVARGER (1943) pour l'Ayachi.
- 2) Sur 11 comptages actuellement connus pour *S. ayachica*, deux se sont donc révélés tétraploïdes sur des massifs distants de 180 Km. Nous ne connaissons malheureusement aucun résultat entre ces 2 localités (cf. Fig. 19, carte de distribution des cytodèmes). La race tétraploïde est-elle apparue indépendamment sur 2 massifs différents ? Des individus tétraploïdes apparaissent-ils sporadiquement dans une population diploïde sans pouvoir entrer en concurrence avec cette dernière ? Seul un échantillonnage détaillé sur le Haut-Atlas oriental permettra de répondre à l'une ou l'autre de ces questions.
- 3) Nous avons récolté nos individus tétraploïdes du M'Goun dans un éboulis calcaire qui représente précisément le type de milieu colonisé par *S. ayachica*. Il ne semble donc pas y avoir de différenciation écologique entre les cytotypes.

D'un point de vue morphologique, nous pouvons remarquer que nos échantillons tétraploïdes paraissent plus chétifs que les autres plantes diploïdes : tige atteignant 4-5 cm au maximum, feuilles plus petites, calice ne dépassant guère 1,5 cm.

- 4) Même s'il nous est impossible pour le moment de caractériser, par sa morphologie, le cytotype tétraploïde, nous soulignerons cependant le fait que la polyploïdie peut affecter un taxon endémique des éboulis de hautes montagnes du Moyen-Atlas et du Haut-Atlas oriental, c'est-à-dire à écologie et distribution bien limitées.

• *Silene boryi* Boiss. $2n = 24$

S. boryi présente une aire particulièrement vaste et disjointe avec une portion occidentale ibéro-atlasique et une portion orientale concernant le Moyen-Orient.

Au Maroc, l'espèce accompagne les xérophytes épineux en moyenne et haute montagne, sur le Haut-Atlas exclusivement.

KÜPPER (1974) a étudié en détail la cytologie des populations espagnoles chez lesquelles il a décelé 3 races chromosomiques ($2x$, $4x$ et $6x$) ; nous retiendrons que les populations diploïdes se localisent sur les chaînes les plus méridionales de la Péninsule ibérique.

Au Maroc, KÜPPER (*in* FAVARGER & al., 1979) a observé une population diploïde à l'Ayachi ($2n = 24$), diploïde qu'il va retrouver en Iran (KÜPPER, 1980 a).

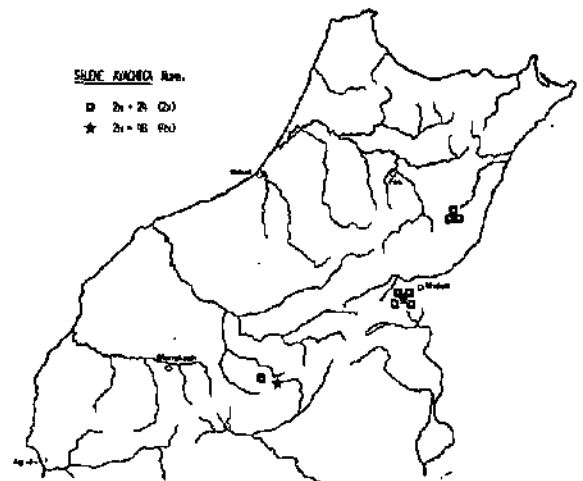


Figure 19 : Distribution des cytodèmes de *Silene ayachica*.

Nous confirmons la présence de diploïdes au Maroc avec l'étude de 3 nouvelles populations.

En revanche, l'observation morphologique de nos témoins ne nous permet pas de confirmer les caractères distinguant, selon KÜPFER (1979), populations marocaines et espagnoles.

Si nous excluons la présence de polyploïdes sur le Haut-Atlas (ce qui reste à démontrer), nous pouvons constater que *S. boryi* n'y présente pas la même évolution par polyploïdie que dans les montagnes espagnoles. A cet égard, le Haut-Atlas montre un aspect conservateur, comme d'ailleurs les montagnes iraniennes.

La grande disjonction que présente la distribution des cytotypes diploïdes de *S. boryi* atteste le caractère relictuel de cette aire. Les résultats marocains et iraniens sont en accord avec le schéma évolutif proposé par KÜPFER (1974).

- *Silene canica* L. 2n = 20

L'aire de *S. canica* occupe le centre et le sud de l'Europe, l'Afrique du Nord et l'Asie occidentale. Au Maroc, c'est une espèce de basse et moyenne montagne liée aux clairières, broussailles et pâturages pierreux (MAIRE, 1963 b).

Notre comptage marocain, 2n = 20, est en accord avec les résultats publiés par plusieurs auteurs, notamment par LÖVE & KJELLQVIST (1974 a) sur une plante du sud de l'Espagne.

- *Silene patula* Desf. 2n = 24

Ce taxon appartient au complexe centre-européen et méditerranéen que constitue *Silene italica* (L.) Pers. ; il est commun au Maroc où il croît en basse et moyenne montagne.

Sur le plan cytologique, les 6 populations étudiées présentent toutes le nombre diploïde 2n = 24, le seul actuellement connu dans le *grev* *italica*.

Si la polyploïdie ne semble pas avoir joué de rôle dans l'évolution de ce coenospécies, il présente en revanche un extraordinaire polymorphisme.

La biosystématique de ce groupe a fait l'objet d'une étude approfondie de JEANMONOD (1984, 1985). C'est pourquoi nous n'avons pas cherché à détailler davantage la description morphologique de nos échantillons.

- *Silene mesatlantica* Maire 2n = 24

Pour cet endémique atlasique, nos résultats portant sur 5 nouvelles populations du Moyen-Atlas et du Haut-Atlas sont en accord avec ceux de QUEZEL (1957) et de KÜPFER (*in* FAVARGER & al., 1979). L'espèce semble partout diploïde, qu'il s'agisse du var. *macrotricha*, du var. *ibrahimiana* ou du var. *mesatlantica*.

Précisons que *S. mesatlantica* n'est pas toujours facile à distinguer de *S. dyris*. Ce dernier, qui paraît plus rare, montre des capsules exsertes à gynophore particulièrement long. Ce critère nous paraît plus discriminant que la longueur du calice utilisée par MAIRE (1963 b). De plus, les pétales sont brun-rouge chez *S. dyris* et vert-olive chez *S. mesatlantica*.

- *Silene vulgaris* (Moench) Garcke
subsp. *macrocarpa* Turill. 2n = 24 et 48

S. vulgaris s. lat. constitue un vaste coenospécies polymorphe, largement réparti en Europe, en Asie et en Afrique septentrionale, pour lequel 2 valences chromosomiques ont été décelées : l'une diploïde (2n = 24), l'autre tétraploïde (2n = 48).

Les problèmes que pose ce taxon sont fort complexes et nécessitent des recherches détaillées de biosystématique (cf. AESCHIMANN & al., 1981).

S. vulgaris s. lat. est commun dans les plaines et les montagnes du Maroc jusqu'à une altitude de 2500 m. Nos 7 exemplaires ont été récoltés dans le Rif, le Moyen-Atlas et le Haut-Atlas central et oriental. Leur étude cytologique a révélé la présence de 2 cytotypes au Maroc : les 2 populations diploïdes (2n = 24) étudiées proviennent du Moyen-Atlas et du massif de l'Ayachi alors que les tétraploïdes (2n = 48) sont localisés dans le Rif et le Haut-Atlas (massifs du M'Goun, du Toubkal et du Siroua). Il est difficile de vouloir caractériser la distribution des races chromosomiques qui ne montrent en tous les cas aucune différenciation altitudinale. La présence des diploïdes au pied du Tichchoukt et à l'Ayachi permet seulement de souligner la parenté floristique de cette région charnière entre le Moyen-Atlas et le Haut-Atlas.

Selon MAIRE (1963 b), les représentants marocains de *S. vulgaris* appartiennent au subsp. *angustifolia* (Guss.) Hayek caractérisé, comme l'épithète l'indique, par des feuilles linéaires-lancéolées à linéaires. Cependant, si nous suivons la nomenclature plus récente de

CHATER & WALTERS (1964), nous pouvons attribuer tous nos exemplaires marocains, diploïdes et tétraploïdes, au subsp. *macrocarpa* Turill. Ce phénotype est essentiellement caractérisé par la présence de stolons ; il possède en outre une capsule atteignant généralement 12 mm de long et des pétales rosés ou verdâtres.

Nos témoins correspondent au profil de cette sous-espèce, à quelques exceptions près : chez les plantes pour lesquelles nous disposons de fruits mûrs, la capsule ne dépasse pas 9 à 10 mm ; de plus, pour un de nos témoins tétraploïdes, nous n'avons observé aucun stolon sur la plante en culture.

Qu'en est-il de l'aspect cytologique du problème ? Si des cytodèmes diploïdes de *S. vulgaris* s. lat. ont été fréquemment décelés en Europe et en Méditerranée (cf. Index de nombres chromosomiques), les données relatives à des cytodèmes tétraploïdes sont beaucoup moins fréquentes et concernent toutes des populations méridionales.

DAMBOLDT & PHITOS (1966, 1968) ont montré que la plupart¹ des résultats tétraploïdes se rapportent à la sous-espèce stolonifère *macrocarpa*, localisée tout d'abord en Crète et dans le sud-ouest de la Grande-Bretagne. DAMBOLDT & PHITOS qui ont retrouvé ce taxon en Grèce, estiment que sa distribution est mal connue et qu'elle doit être précisée en Méditerranée.

Selon AESCHIMANN (1983), il apparaîtrait que tous les cytodèmes tétraploïdes de *S. vulgaris* s. lat. sont à attribuer au subsp. *macrocarpa* et l'auteur admet que la polyploidie aurait favorisé les facultés de multiplication végétative. Nous avons 2 objections à avancer :

— LARSEN (inéd., in D. M. MOORE, 1982) a compté un nombre tétraploïde ($2n = 48$) sur du matériel sicilien appartenant au subsp. *commutata* (Guss.) Hayek. Comme nous n'avons pas vu ce matériel, nous ne pouvons pas nous prononcer sur l'exactitude de la détermination.

— Nos 2 exemplaires diploïdes ($2n = 24$) présentent très nettement des stolons, raison pour laquelle nous les avons attribués au subsp. *macrocarpa*. Si la tige et la dimension des feuilles sont légèrement plus modestes que chez les tétraploïdes, le port et la forme des feuilles sont tout à fait comparables chez les deux cytotypes. La seule différence morphologique que nous avons observée entre diploïdes et tétraploïdes

concerne l'ornementation des graines : celles-ci sont presque lisses chez les diploïdes alors qu'elles sont couvertes de verrues saillantes chez les tétraploïdes. Notre échantillonnage est trop restreint pour pouvoir affirmer que ce critère distinctif est constant.

Ainsi, au Maroc, le subsp. *macrocarpa* est représenté par des cytodèmes diploïdes et tétraploïdes. Cette observation est nouvelle, à notre connaissance, et mérite d'être prise en considération dans le cadre d'une étude plus détaillée des représentants méditerranéens de *S. grex vulgaris*.

- *Spergularia bocconei* (Scheele)
Foucaud ex Asch. & Graeb. $2n = 18$
- *Spergularia diandra* (Guss.) Boiss. $2n = 18$
- *Spergularia microsperma* (Kindb.)
Foucaud ex P. Monnier emend. $2n = 18$

Nous avons confié la détermination de nos exemplaires à M. Paul Monnier, de Montpellier, qui a consacré aux représentants marocains du genre *Spergularia* une monographie très détaillée (MONNIER, 1968). C'est de ce travail que nous tirerons l'essentiel de nos informations concernant l'écologie et la distribution des taxons étudiés ici. Au Maroc, MONNIER (op. cit.) a recensé 13 espèces plus ou moins étroitement localisées. Une seule espèce, *S. microsperma*, montre un réel caractère orophile. D'autres peuvent se rencontrer en montagne tout en présentant leur développement optimum en plaine et en basse montagne.

L'étude cytologique de trois représentants du genre *Spergularia* a révélé un même nombre diploïde ($n = 9$ et $2n = 18$) pour les 3 taxons.

Nous discuterons brièvement le cas de chaque espèce :

— *S. bocconei* : ce taxon, fortement influencé par l'action anthropozoogène, se rencontre dans tout le Maroc à basse et moyenne altitude. Notre exemplaire a pourtant été récolté à l'Oukaïmeden, à 2500 m d'altitude. Cependant, la plante poussait dans une culture ornementale et son indigénat n'est pas du tout certain. Cette rudérale ne présenterait donc aucun intérêt pour nous si son nombre chromosomique diploïde ($2n = 18$) n'avait pas retenu notre attention. En effet, les comptages relatifs à *S. bocconei* n'indiquent qu'une valence tétraploïde ($2n = 36$) pour l'espèce. BLACKBURN & MORTON (1957) et FERNANDES & LEITAO (1971) ont étudié ce taxon au Portugal ; pour le Maroc, MONNIER (comm. écrite, non pub.) possède de nombreux comptages, tous à $2n = 36$. L'auteur

1) Pour certaines données antérieures, des auteurs (BLACKBURN & MORTON, 1957, pour le Portugal, et LARSEN, 1960, pour les Canaries) n'ont pas précisé le rang infraspécifique du matériel étudié.

n'aurait décelé qu'une seule fois le nombre $2n = 18$ pour une plante des environs de Tanger. En définitive, la plante de l'Oukaïmeden a peut-être été amenée à cet endroit avec d'autres semences ou dans une terre horticole et nous ne pouvons donc tirer aucune conclusion d'ordre phytogéographique sur la présence d'une population diploïde dans le Haut-Atlas central. Cependant, nous retiendrons qu'une valence diploïde a été mise en évidence chez *S. bocconeii* et que l'étude morphologique, écologique et géographique de ce cytotype reste à entreprendre.

— *S. diandra* : signalé très largement dans tout le Maroc jusqu'en moyenne montagne, ce taxon a été récolté à l'Oukaïmeden également, mais dans une station naturelle, en l'occurrence une pozzine desséchée. Selon MONNIER (comm. écrite, non publ.), le nombre trouvé, $2n = 18$, représente de loin le résultat le plus fréquemment décelé au Maroc. C'est dans le Rif et surtout en Espagne que MONNIER a découvert la race tétraploïde à $2n = 36$. Précisons cependant que les diploïdes ne semblent pas exclusivement localisés en Afrique du Nord puisque BLACKBURN & MORTON (1957) ont publié un nombre diploïde pour une population portugaise. Ainsi, l'aire des deux cytotypes semble chevaucher le détroit de Gibraltar.

— *S. microsperma* : Pour MONNIER (comm. écrite, non publ.), ce taxon orophile d'Afrique du Nord représente un groupe hétérogène, réunissant de nombreuses petites entités géographiquement très disjointes. La plante récoltée au Siroua appartiendrait au subsp. *oreophila* (Lit. & Maire) P. Monnier représentant une forme naine du Haut-Atlas central et du Moyen-Atlas. Son nombre chromosomique diploïde ($n = 9$, Fig. 18 d) ne correspond pas à un comptage de MONNIER (non publ.) qui a observé $2n = 36$ pour une population du Moyen-Atlas.

En revanche, MONNIER a également compté $2n = 18$ pour *S. tibetica*, une petite espèce que l'auteur inclut dans le groupe de *S. microsperma*. L'auteur pense que les différentes unités réunies sous le binôme *S. microsperma* ont évolué par schizandémisme et le nombre chromosomique de *S. tibetica* et *S. microsperma* subsp. *oreophila* permettent d'appuyer cette idée.

La population tétraploïde du Moyen-Atlas montrerait qu'il y a également eu une évolution ultérieure par polyploïdie dans ce groupe. Nous remarquerons que la population diploïde du Siroua est liée à un massif siliceux, alors que le tétraploïde a été localisé sur calcaire.

RANUNCULACEAE

- *Aconitum lamarckii* Reichenb. $2n = 16$
(= *A. lycoctonum* L. subsp. *ranunculifolium* (Reichenb.) Schinz & Keller)

La nomenclature du genre *Aconitum*, et en particulier celle du grex *Vulparia* auquel appartient notre exemplaire, est fort complexe et reflète l'extraordinaire variabilité morphologique de ce genre eurasiatique, bien représenté dans les régions tempérées avant tout.

Pour le taxon qui nous intéresse ici, nous avons adopté la nomenclature de TUTIN & MERXMÜLLER (1964), sans pour autant vouloir préjuger de la valeur de l'un ou l'autre système nomenclatural. WARNCKE (1964) n'a pas reconnu moins de 12 binômes synonymes pour ce qu'il a nommé : *A. lycoctonum* subsp. *ranunculifolium*. Quelle que soit la nomenclature choisie, tous les auteurs s'accordent pour reconnaître à *A. lamarckii* une distribution méridionale : Péninsule ibérique, sud de la France, Italie et Balkans; les Alpes représentent grossièrement la limite septentrionale de son aire¹. Au Maroc, l'espèce, peu fréquente, se rencontre dans les milieux humides des hautes montagnes.

Chez les représentants du groupe *Vulparia*, l'évolution, très active au niveau de la différenciation morphologique, a procédé graduellement puisque tous les représentants sont diploïdes avec le nombre chromosomique $2n = 16$ (cf. HESS & al., 1970).

Les populations nord-africaines, à la limite sud-occidentale de l'aire du grex *Vulparia* (cf. MEUSEL & al., 1965), ne font pas exception puisque nous avons dénombré $n = 8$ chez la plante du Haut-Atlas central que nous avons étudiée.

- *Aquilegia vulgaris* L.
subsp. *viscosa* (Gouan) Maire $2n = 14$

Ce cas rappelle beaucoup celui d'*Aconitum lamarckii* et le subsp. *viscosa*² représente également une forme méridionale (sud de la France

1) A ce niveau, il y a une légère superposition des aires respectives de *A. Lamarckii* et *A. vulparia* Reichenb. (s. str.), centre-européen.

2) Contrairement au cas d'*Aconitum lamarckii*, nous n'avons pas adopté la nomenclature de Flora Europaea où CULLEN & HEYWOOD (1964) attribuent un statut spécifique à *A. viscosa* Gouan. Le subsp. (considéré aussi comme variété par certains auteurs) nous paraît moins bien délimité d'un point de vue géographique par rapport au type d'*A. vulgaris* que ne l'est *Aconitum lamarckii* dans le groupe *Vulparia*.

et de l'Italie et Afrique du Nord) d'un complexe eurasiatique. Si en Europe, le subsp. *viscosa* apparaît totalement sympatrique avec le type, il représente seul, en revanche, *A. vulgaris* en Afrique septentrionale.

Le subsp. *viscosa* se caractérise par la présence de poils glanduleux sur les pédoncules et les carpelles.

Au Maroc, ce taxon est lié aux milieux humides des montagnes est un de nos exemplaires voisinait *Aconitum lamarchii* dans des gorges au-dessous du refuge Lépiney.

Enfin, comme chez les *Aconitum* du groupe *Vulparia*, les populations méridionales d'*A. vulgaris* présentent une différenciation morphologique sans variation du nombre chromosomique. Nos exemplaires marocains (Rhat et Lépiney) montrent en effet le nombre diploïde $2n = 14$ qui est le seul actuellement connu chez *A. vulgaris*. Parmi les nombreux auteurs qui ont étudié *A. vulgaris* sous l'angle cytologique (cf. Index), aucun ne mentionne cependant le subsp. *viscosa*. Mais aucun comptage non plus ne semble concerner le sud de la France ou l'Italie méridionale.

• *Ranunculus calandrinoides* Oliver $2n = 16$

Le nombre chromosomique de ce remarquable endémique atlasique est connu depuis les travaux de GREGSON (1965, thèse non publ.) et GOEPFERT (1974) qui ont établi le nombre diploïde $2n = 16$ sur du matériel de Jardin botanique.

Si nous ne pouvons que confirmer ce résultat avec l'étude cytologique d'un exemplaire du Rhat (Fig. 20 a), nous désirons cependant souligner quelques caractéristiques intéressantes de *R. calandrinoides*.

— Endémique atlasique, *R. calandrinoides* ne se rencontre que sur les sommets du Moyen-Atlas et du Haut-Atlas central, entre 1500 et 3000 m où il croît parmi les xérophytes épineux. Selon la clé de MAIRE (1964), l'espèce serait représentée par le var. *trichophyllus* Maire dans le Haut-Atlas central et par le var. *glaberrimus* Maire (marge des feuilles glabre) dans le Haut-Atlas oriental et le Moyen-Atlas. Nous avons cependant récolté un individu aux feuilles ciliées sur les marges dans le Haut-Atlas oriental (Rhat); cette différenciation géographique des variétés ne semble donc pas aussi tranchée qu'il ne paraît dans MAIRE.

— *R. calandrinoides* appartient au sect. *Ranuncella* (Spach) Freyn. qui regroupe des

orophytes alpiens, pyrénéo-cantabriques et ibériques, tous plus ou moins étroitement localisés. Cette section, comprenant avant tout des plantes à feuilles entières et à fleurs blanches ou rosées, est également représentée en Afrique du Nord par *R. gramineus*; ce taxon, à fleurs jaune vif, occupe cependant une position marginale (et parfois même contestée) dans le sect. *Ranuncella* et il ne saurait être rapproché directement de *R. calandrinoides*.

— KÜPFER (1974), puis VULLE (1986) ont étudié des représentants européens du sect. *Ranuncella* qui apparaît fortement différencié dans la chaîne pyrénéo-cantabrique avant tout. KÜPFER a mis en évidence le rôle de la polyploïdie dans l'évolution de 2 taxons (*R. plantagineus* et *R. grex parnassifolius*).

Les Atlas n'ont pas été touchés par cette diversification du groupe et *R. calandrinoides*, endémique diploïde, y apparaît singulièrement isolé. D'un point de vue morphologique, il se distingue des taxons européens par ses capsules terminées en un bec très court et droit. L'isolement géographique et la morphologie particu-

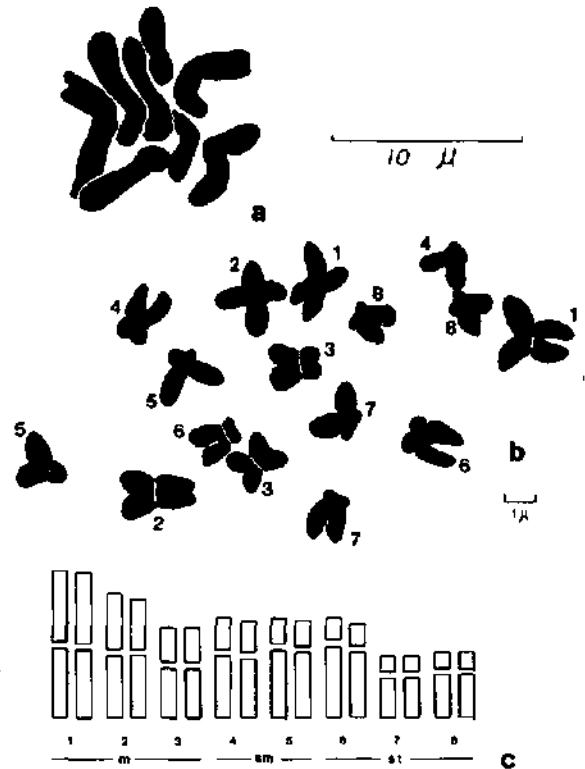


Figure 20 : a. *Ranunculus calandrinoides* (916), Mitose pollinique, $n = 8$; b. *Ranunculus lateriflorus* (2077), Mitose de racine, $2n = 16$; c. *Ranunculus lateriflorus* (2077), Caryogramme.

lière de *R. calandrinoides* ne laissent aucun doute sur son caractère relictuel et le taxon atlasique s'est certainement détaché très tôt de la sippe qui connaîtra une différenciation très active dans le nord de la Péninsule ibérique.

• *Ranunculus lateriflorus* DC $2n = 16$

Cette annuelle eurasiatique méridionale et nord-africaine est liée, au Maroc, aux dayas et aux mares temporaires des montagnes bien arrosées (MAIRE, 1964).

Le nombre chromosomique décelé sur un exemplaire de l'Oukaïmeden, $2n = 16$, confirme le résultat de HINDAKOVA (1965) pour la Slovaquie et de FRANZEN & GUSTAVSON (1983) pour la Grèce. GOEPFERT (1974) a également étudié deux populations, elles aussi diploïdes, mais il n'indique pas la provenance exacte de son matériel.

L'observation de 6 bonnes plaques métaphasiques sur des mitoses de racines nous a permis d'établir un caryotype (Fig. 20 b, c) que nous avons comparé à celui publié par HINDAKOVA (1965). Comme l'auteur, nous observons la formule chromosomique suivante :

$$2n = 16 = 2 \text{ st} + 6 \text{ sm} + 8 \text{ m}$$

Les longueurs relatives des chromosomes sont sensiblement les mêmes. Si *R. lateriflorus* présente une aire relativement vaste, il apparaît cependant très stable dans sa morphologie générale et dans celle de ses chromosomes.

- *Ranunculus dyris* (Maire) Lindberg
var. *dyris* $2n = 16$
- var. *pseudobulbosus* Maire $2n = 16$
- var. *ayachicus* Emb. $2n = 16$

Endémique atlasique, *R. dyris* appartient au groupe fort complexe de *R. montanus* dont LANDOLT (1954 et 1956) a étudié d'une manière très détaillée les représentants européens, en majorité orophiles. Il est intéressant de noter que l'aire de *R. montanus* s. lat. apparaît relativement fragmentée : si nous pouvons reconnaître 2 portions importantes, l'une caucasienne et l'autre centre-européenne-balkanique, la distribution devient très disjointe dans le sud-ouest de l'Europe et elle apparaît même tout à fait relictuelle dans la Péninsule ibérique (cf. MEUSEL, 1965). En Afrique du Nord, le groupe se localise au niveau de l'Atlas, du Djurdjura et des Aurès.

Selon MAIRE (1964), le grex *montanus* serait représenté sur les Atlas marocains par *R. dyris* et *R. montanus* Willd subsp. *aurasiacus*

(Pomel) Maire (= *R. aurasiacus* Pomel). Les critères que donne l'auteur pour distinguer *R. dyris* et *R. aurasiacus* sont, à notre avis, peu clairs et parfois même contradictoires, en particulier dans la descriptions du bec des akènes (voir GALLAND & FAVARGER, 1985).

R. dyris, dont les tiges dépassent rarement 15 cm (elles mesurent le plus souvent de 2 à 7 cm) et dont l'akène est terminé par un bec fin enroulé au moins une fois sur lui-même, correspond bien à la morphologie de nos 8 témoins.

Ceux-ci ont été récoltés sur le Haut-Atlas, du Tichka à l'Ayachi, aux altitudes de 2500 à 3300 m. *R. dyris* pousse dans des pelouses fermées ou parmi les xérophytes épineux. Pour nos 8 échantillons, nous avons observé le nombre chromosomique $2n = 16$ qui, à notre connaissance, n'a jamais été établi pour l'espèce. *R. dyris*, diploïde, semble donc avoir évolué par schizoendémisme par rapport au grex *montanus*.

Nous avons pu attribuer nos témoins du Haut-Atlas occidental et central au var. *pseudobulbosus* caractérisé par des feuilles plus ou moins villeuses dont le segment médian est pétiolé, donnant à la feuille un contour pyramidal. Nos plantes du M'Goun présentent des feuilles glabrescentes dont le contour est presque circulaire et correspondent, par là, au var. *dyris*.

Enfin, un exemplaire de l'Ayachi montre une pilosité nettement plus dense, constituée de poils laineux. C'est la caractéristique du var. *ayachicus*, décrit tout d'abord par EMBERGER (1935) sous *R. dyris* et que MAIRE (1936) a transféré sous *R. aurasiacus*. A notre avis, cette forme basse, aux akènes terminés par un bec nettement recourbé, appartient à *R. dyris* et ne diffère de nos autres témoins que par sa pilosité (cf. GALLAND & FAVARGER, 1985).

Si toutes les plantes que nous avons récoltées en altitude sur le Haut-Atlas appartiennent, selon nous, à *R. dyris* nous ne prétendons pas avoir réglé le problème des représentants nord-africains du groupe de *R. montanus*. Les plantes à tige plus élevée, en particulier celles du Moyen-Atlas et d'Algérie¹, devront être soigneusement examinées et leur statut taxonomique devra être précisé par rapport à *R. dyris* d'une part et à la lumière des travaux de LANDOLT (1954 et 1956) d'autre part.

1) QUEZEL & SANTA (1962) ont conservé pour les représentants algériens la nomenclature de MAIRE (1926), soit *R. montanus* subsp. *aurasiacus*.

PAPAVERACEAE

- *Papaver atlanticum* (Ball) Cosson $2n = 14$
(= *P. rupifragum* Boiss. & Reuter subsp.
atlanticum Maire)

Le cas de ce pavot endémique rappelle quelque peu celui de *Scutellaria orientalis* par ses affinités avec des taxons orientaux, affinités déjà reconnues par QUEZEL (1957).

P. atlanticum appartient en effet au sect. *Pilosa* Boiss. & Reuter qui compte une douzaine de taxons dont 10 sont localisés en Asie Mineure et en Arménie (cf. FEDDE, 1909). La branche occidentale de cette section est constituée par deux endémiques rupicoles : *P. rupifragum*, du sud de l'Espagne et *P. atlanticum* des rochers et rocailles du Moyen-Atlas et du Haut-Atlas.

Nous pouvons relever l'importante disjonction qui sépare les pavots de la Méditerranée occidentale de ceux de l'Asie occidentale au sein de la section *Pilosa*. La localisation particulièrement étroite des deux taxons occidentaux évoque une aire relictuelle. De plus, la présence de *P. rupifragum* dans le sud de l'Espagne exclusivement permet d'imaginer pour la sippe ancestrale une migration par le nord de l'Afrique et, pour le taxon ibérique, une voie de pénétration sud-nord.

QUEZEL (1957), le premier, a déterminé le nombre chromosomique $n = 7$ pour *P. atlanticum*. Nous confirmons ce nombre diploïde avec l'étude de deux exemplaires récoltés au Tizi-n-Tichka et au M'Goun. Nous pouvons donc parler de schizoendémisme au sujet des représentants occidentaux de la section *Pilosa* puisque des auteurs japonais (SUGIURA, 1936, et KAWATANI & OHNO, 1965) ont décelé également un nombre diploïde ($2n = 14$) pour *P. rupifragum*.

Précisons encore que le taxon marocain se distingue de la plante bétique par ses pétales plus grands (25 à 40 mm) et sa capsule claviforme plus allongée. Les deux espèces restent néanmoins très affines et JAHANDIEZ & MAIRE (1932) considéraient la forme atlasique comme une sous-espèce de *P. rupifragum*.

CRUCIFERAE

- *Aethionema saxatile* (L.) R.Br.
subsp. *ovalifolium* (DC) Rouy & Fouc. $2n = 24$

Le binôme *Ae. saxatile* s. lat. représente une espèce collective groupant une dizaine de

formes dont la plupart sont encore fort mal individualisées. Ce groupe méditerranéen, plutôt orophile, se trouve dans une phase active de différenciation et aucun taxon, semble-t-il, ne présente un réel isolement géographique. De plus, la comparaison d'échantillons de culture avec l'échantillon témoin récolté dans la nature montre qu'il y a polymorphisme non seulement au niveau de l'espèce collective mais aussi au niveau individuel, en raison d'une tendance à l'hétérocarpie.

La nomenclature infraspécifique d'*Ae. saxatile* s. lat. est très complexe et reflète bien la difficulté qu'ont eue de nombreux auteurs à délimiter morphologiquement, géographiquement et taxonomiquement un certain nombre de "petites espèces" affines (*Ae. graecum*, *Ae. monospermum*, *Ae. ovalifolium*, *Ae. thomasianum*... la liste n'est pas exhaustive), considérées selon les flores, comme synonymes, sous-espèces ou variétés d'*Ae. saxatile*.

Dans ce travail, nous avons adopté la nomenclature de MAIRE (1967), reprise récemment par ANDERSSON & al. (1983) dans leur révision du complexe d'*Ae. saxatile*. Nous savons cependant que les relations entre le groupe *ovalifolium* et *Ae. saxatile* s. str. ne sont pas encore clairement définies (cf. KÜPFER, 1974, 1981, et à l'étude).

Le subsp. *ovalifolium* localisé en Espagne et au Maroc occupe la partie occidentale de l'aire ; il y a sympatrisme avec le subsp. *saxatile* dans le nord-est de l'Espagne (KÜPFER, 1981, ANDERSSON & al., 1983). Selon MAIRE (1967), les représentants marocains du subsp. *ovalifolium* appartiennent à la variété endémique *latifolium* (Lindberg) Maire, morphologiquement très proche cependant de la variété espagnole *ovalifolium* (cf. ANDERSON & al., 1983).

La morphologie de nos 9 échantillons atlasiques est relativement homogène : tige de 8 - 10 cm ; feuilles largement ovales, 2 à 2,5 fois plus longues que larges ; pétales 3,5 - 4,5 mm ; sépales 2 - 2,5 mm ; fruit 6,5 - 7,5 mm de diamètre avec des ailes atteignant 2,5 mm de large ; graines (1,5-) 2 - 2,2 mm. Les infrutescences comportent une assez grande proportion de silicules dressées, monospermes et indéhiscentes.

D'après les indications de MAIRE (1967), il n'y aurait en Algérie que le subsp. *saxatile* signalé, par ailleurs, en Sicile et en Italie. Cela laisserait supposer une migration par la Tunisie

via la Sicile, migration qui n'a pas atteint, semble-t-il le Maroc¹.

Les études cytologiques antérieures ont apporté les résultats suivants :

— *Ae. saxatile* subsp. *saxatile* présente une race diploïde ($2n = 24$) et une race tétraploïde ($2n = 48$). FAVARGER (1971 a) et KÜPFER (1974, 1981) ont discuté la répartition des deux cytotypes.

— *Ae. saxatile* subsp. *ovalifolium* ne semble être connu qu'à l'état diploïde (cf. KÜPFER, 1974).

Nous ne discuterons pas ici le cas des taxons grecs et balkaniques.

Les 9 populations étudiées au Maroc ont été récoltées parmi les xérophytes épineux ou dans des fentes de rochers, à des altitudes comprises entre 2000 et 2500 m. Elles proviennent du Moyen-Atlas et du Haut-Atlas oriental. Toutes se sont révélées diploïdes ($n = 12$, Fig. 21 a).

HUMPHRIES & al. (1978) ont publié $2n = 48$, soit une valence tétraploïde, pour un *Ae. saxatile* du Moyen-Atlas central. Ils ne précisaient pas à quelle sous-espèce appartenait leur matériel. Sur notre demande, les auteurs ont aimablement mis leur échantillon à notre disposition.

L'examen de cet échantillon est important car :

— s'il appartient au subsp. *saxatile*, cela signifie que l'aire de ce taxon s'étend en fait jusqu'au Maroc avec une voie de pénétration nord-africaine d'est en ouest.

— si, par contre, il appartient au subsp. *ovalifolium*, cela révèle, pour la première fois, l'existence d'une race tétraploïde dans ce groupe.

Bien que l'échantillon de HUMPHRIES soit un peu plus grand que nos exemplaires (13 - 15 cm) et ses feuilles un peu plus allongées (rapport longueur/largeur = 3), il paraît tout de même beaucoup plus proche du subsp. *ovalifolium* que du subsp. *saxatile* tétraploïde auquel nous l'avons comparé. Il nous faut donc admettre l'existence de deux races chromosomiques pour *Ae. saxatile* subsp. *ovalifolium* au Maroc.

Ce résultat ajoute en fait un nouvel élément de complexité à l'étude d'*Ae. saxatile* s.lat.

- *Alyssum atlanticum* Desf. $2n = 16$
(= *A. montanum* L. var. *atlanticum* (Desf.) Boiss.)

Présent dans le sud et l'est de l'Espagne et en Afrique du Nord sur les montagnes du Maroc, de l'Algérie et de la Tunisie, *Alyssum atlanticum* couvre donc une aire étroitement ibéro-maghrébine.

Le nombre chromosomique trouvé pour les 3 populations étudiées du Haut-Atlas occidental et central ($2n = 16$, Fig. 21 c), correspond au résultat publié par QUEZEL (1957) pour une population de l'Ayachi sous le nom d'*A. montanum* var. *atlanticum*. Dans Flora Europaea (1964), BALL & DUDLEY distinguent *A. atlanticum* d'*A. montanum* par la longueur des sépales et des pétales toujours plus grands chez le premier (sépales 3,5 à 5,5 mm pour *A. atlanticum* contre 2,5 à 3,5 mm pour *A. montanum*; pétales respectivement de 6 à 8 mm contre 3 à 6 mm); de plus, les graines d'*A. atlanticum* présentent une aile très étroite (0,1 mm) voire absente, alors qu'elle atteint 0,4 mm chez *A. montanum*. Ces critères distinctifs ont été vérifiés sur notre matériel marocain.

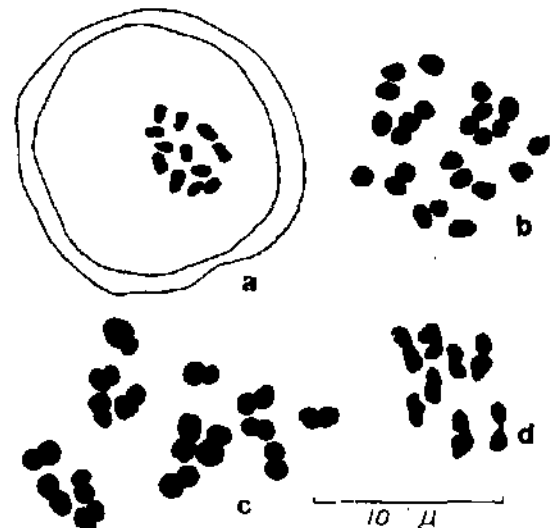


Figure 21 : a. *Aethionema saxatile* subsp. *ovalifolium* (289), Mitose pollinique, $n = 12$; b. *Alyssum granatense* (1084), Métaphase II, $n = 24$; c. *Alyssum atlanticum* (1002), Mitose de racine, $2n = 16$; d. *Alyssum serpyllifolium* var. *serpyllifolium* (1205), Métaphase I, $n = 8$.

1) Il y a très peu de données concernant *Ae. saxatile* s. lat. en Algérie. Les sous-espèces *saxatile* et *ovalifolium* sont-elles vraiment allopatriques en Afrique du Nord? De plus, la présence d'un *Ae. thomasianum* dans le Djurdjura soulève un intéressant problème à envisager en relation avec les observations de KÜPFER (1981) concernant la présence de ce taxon dans la Chaîne cantabrique.

BOISSIER (1845, p.717) lui-même d'ailleurs redonne au var. *atlanticum* un rang spécifique dans une notice "additions et corrections". Précisons encore que l'aire d'*A. montanum* (s.str.) recouvre dans sa partie sud-occidentale celle d'*A. atlanticum*.

- *Alyssum granatense* Boiss. & Reut. $2n = 48$

Ce taxon ibéro-maghrébin est commun dans les montagnes et hauts plateaux du Maroc où il est lié à des milieux plutôt secs tels que steppes et pelouses écorchées.

A notre connaissance, son nombre chromosomique n'était pas connu et s'est révélé être hexaploïde dans les 2 stations atlasiques étudiées ($n = 24$, Fig. 21 b).

A. granatense est très proche d'*A. alyssoides*; ils appartiennent d'ailleurs à la même section *Pylonema* (MEYER) Hook. Il s'en distingue néanmoins par quelques caractères morphologiques : ongle des pétales marqué, nectaires très courts, indument des silicules hétéromorphe (cf. MAIRE, 1967). A cela s'ajoute donc un critère cytologique : $2n = 48$ pour *A. granatense* et $2n = 32$ pour *A. alyssoides*.

- *Alyssum psilocarpum* Boiss. $2n = 16$
(= *A. minutum* Schlecht. ex DC.)

Ce taxon ibéro-nord-africain a été décrit par BOISSIER (1845) sur du matériel provenant des montagnes du sud de l'Espagne. Au Maroc, il accuse également un caractère nettement orophile puisqu'on le rencontre dans le Rif et le Haut-Atlas. La population que nous avons étudiée provient du Haut-Atlas occidental où elle croissait parmi les xérophytes à quelque 2950 m d'altitude. Son nombre chromosomique diploïde a été déterminé sur des méioses de l'anthere ($n = 8$) et vérifié sur des mitoses ovariennes ($2n = 16$).

BALL & DUDLEY, dans *Flora Europaea* (1964) incluent *A. psilocarpum* à *A. minutum* Schlecht. dont l'aire couvre le sud et l'est de l'Europe jusqu'en Russie et en Turquie. Ainsi donc, *A. psilocarpum* présente une distribution nettement plus occidentale et son aire de répartition est bien distincte de celle d'*A. minutum*.

C'est pourquoi nous avons choisi de conserver le binôme *A. psilocarpum* pour cette population marocaine et nous pensons, en accord avec CONTANDRIOPOULOS (1969), que seule une étude de biosystématique pourrait préciser les liens génétiques entre *A. psilocarpum* et *A. minutum*.

La cytotaxonomie ne nous apporte aucune information à ce sujet, puisque CONTANDRIOPOULOS (op. cit.) et FRANZEN & GUSTAVSSON (1983) ont également compté un nombre diploïde ($2n = 16$) pour des populations crétoises et grecques de *A. minutum*. Ce même nombre, que BJÖRKQVIST & al. (1969) ont publié pour *A. minutum* de Sierra Nevada, doit se rapporter, selon notre choix de nomenclature, à *A. psilocarpum*. La comparaison morphologique de nos échantillons marocains avec des exsiccata d'Europe centrale et d'Espagne n'est pas plus riche en enseignements. Seule peut-être, la longueur du style nous offre un critère distinctif : il ne dépasse pas 0,7 mm pour *A. minutum* s. str. et atteint 1 mm chez les *A. psilocarpum* espagnols et marocains.

- *Alyssum serpyllifolium* Desf. $2n = 16$
(= *A. alpestre* L. subsp. *serpyllifolium* (Desf.) Rouy & Fouc.)

Alyssum serpyllifolium est un orophyte ouest-méditerranéen ; rare dans le sud de la France, il présente une aire assez morcelée dans la Péninsule ibérique et en Afrique du Nord. Il est pourtant bien représenté au Maroc, sur tous les massifs montagneux, du Rif à l'Anti-Atlas, et ceci dans des milieux fort variés (MAIRE, 1967).

Les 4 populations étudiées provenant du Haut-Atlas oriental et du Siroua se sont révélées diploïdes ($n = 8$, Fig. 21 d). Ce résultat concorde avec les comptages de QUEIROS (1973) sur une population portugaise et de KÜPFER (1974) pour les Pyrénées centrales.

A. serpyllifolium a été longtemps subordonné à *A. alpestre* au rang de sous-espèce. BALL & DUDLEY, dans *Flora Europaea* (Vol. I), ont distingué les 2 taxons en considérant *A. serpyllifolium* comme une bonne espèce. PUECH (1968) a entrepris une étude comparative, portant en particulier sur la morphologie et la caryologie d'une population d'*A. alpestre* du Lautaret et de 2 populations d'*A. serpyllifolium*, l'une provenant du sud de la France, l'autre du Maroc ; cette dernière appartient au var. *macrocarpum* Maire étroitement localisé dans le Rif.

L'auteur a ainsi pu mettre en évidence un certain nombre de caractères distinctifs justifiant un statut d'espèce pour *A. serpyllifolium*. Si la morphologie de nos exemplaires marocains correspond bien au phénotype d'*A. serpyllifolium* tel que l'a décrit PUECH, cet auteur en revanche a déterminé une valence tétraploïde ($2n = 32$) pour ce taxon.

Force nous est donc de constater qu'*A. serpyllifolium* serait représenté au Maroc par 2 races chromosomiques, l'une tétraploïde correspondant au var. *macrocarpum* du Rif, l'autre diploïde que nous avons attribuée, d'après notre matériel du Haut-Atlas, au var. *serpyllifolium*.

- *Arabis auriculata* Lam. $2n = 14$
(= *A. recta* Vill.)

L'aire de cette arabette annuelle (parfois bisannuelle) s'étend sur toute la région méditerranéenne et atteint l'Iran dans sa limite orientale. *A. auriculata* est très commune sur toutes les basses et moyennes montagnes d'Afrique du Nord et nous l'avons même récolté au Maroc à plus de 3000 m.

Il s'est posé pour cette espèce un épineux problème de nomenclature lié à une synonymie erronée (voir TITZ, 1973). Nous trouvons, par exemple, les synonymies suivantes dans Flora Europaea (Vol. I) :

- *A. recta* Vill. (*A. auriculata* sensu D.C., non Lam.)
- *A. nova* Vill. (*A. saxatilis* All., *A. auriculata* Lam.)

TITZ (op. cit.) a montré que l'espèce désignée dans les Flores récentes sous le nom d'*A. recta* correspond parfaitement au type décrit par LAMARCK. La synonymie établie par BREISTROFFER (1946) entre *A. nova* et *A. auriculata* Lam. s'avère donc inexacte. Respectant les règles de la nomenclature, TITZ a réhabilité le binôme *A. auriculata* Lam., plus ancien que celui d'*A. recta*.

TITZ a également entrepris une étude cytologique d'*A. auriculata* et la provenance des 10 comptages publiés (1967 et 1973) correspond largement à la répartition de l'espèce : sud de l'Espagne, France, Autriche, Turquie, Arménie et Iraq. TITZ a compté partout $2n = 16$; ce nombre, publié pour la première fois par MATTICK (in TISCHLER, 1950) pour le Tyrol, est confirmé en Autriche par BURDET (1967), en Slovaquie par MAJOVSKY & al. (1978) et en Iraq par AL-SHEHBAZ (1982).

Pour le Maroc, nous avons observé le nombre nouveau de $n = 7$ (et $2n = 14$) chez 11 populations du Moyen-Atlas et du Haut-Atlas (Fig. 23 a,b). Ces nombres ont été décelés sur des stades variés : mitoses de racines, mitoses ovariennes, mitoses polliniques et méioses ; aucun stade n'a révélé d'irrégularités dans le déroulement des divisions.

Nous avons cherché à savoir si les populations marocaines d'*A. auriculata* pouvaient se distinguer morphologiquement des représentants européens.

Selon nos observations, aucune donnée quantitative (taille des siliques et des graines, longueur des pédicelles, des sépales et des pétales, diamètre et forme des grains de pollen) ni qualitative (pilosité des feuilles et des siliques) ne permettent de distinguer de manière absolue la morphologie de nos exemplaires à $2n = 14$. Précisons encore que *A. auriculata* montre un très grand polymorphisme, en Afrique du Nord comme en Europe, dans la taille et le port de la plante ainsi que dans la dimension des feuilles.

TITZ (1980) a montré que la structure des cellules constituant la cloison interne des siliques pouvait représenter un critère distinctif entre certaines espèces d'*Arabis*. Cependant, il a également admis que ce caractère, notamment dans l'épaisseur des parois cellulaires, pouvait être variable chez d'autres espèces. Ce critère nous permettrait-il de distinguer les races européenne et marocaine d'*A. auriculata* ?

Dans ce but, nous avons procédé à l'examen microscopique de la morphologie des cloisons de 4 échantillons marocains et de 3 échantillons européens (Provenance : Espagne, France et Allemagne). Si les 4 exemplaires marocains montrent des parois cellulaires peu épaisses (1,3 à 2 μ) et régulières (Fig. 22), les échantillons français et espagnols présentent des cellules aux parois irrégulièrement et fortement épaissies (jusqu'à 4,5 μ). Cependant, sur le troisième échantillon européen, le type de parois cellulaires est tout à fait comparable à celui observé sur les exemplaires marocains.

A. auriculata présente donc une variation intraspécifique pour ce critère.

Nous sommes donc amenée à admettre l'existence de 2 races chromosomiques pour *A. auriculata* (= *A. recta*) : l'une à $2n = 16$ ($x = 8$), largement répartie en Europe et au Proche-Orient, l'autre à $2n = 14$ ($x = 7$) signalée pour l'instant au Maroc seulement.

Ce résultat fort intéressant appelle plusieurs commentaires :

- Le nombre de base $x = 7$, très répandu chez les arabettes américaines, n'était connu en Europe que pour *Arabis pauciflora* (Grimm) Garcke (TITZ, 1967 ; BURDET, 1967). Au Maroc, nous verrons avec *Arabis conringioides* que ce nombre de base n'est pas propre à *A. auriculata*. Précisons que *A. pauciflora* et

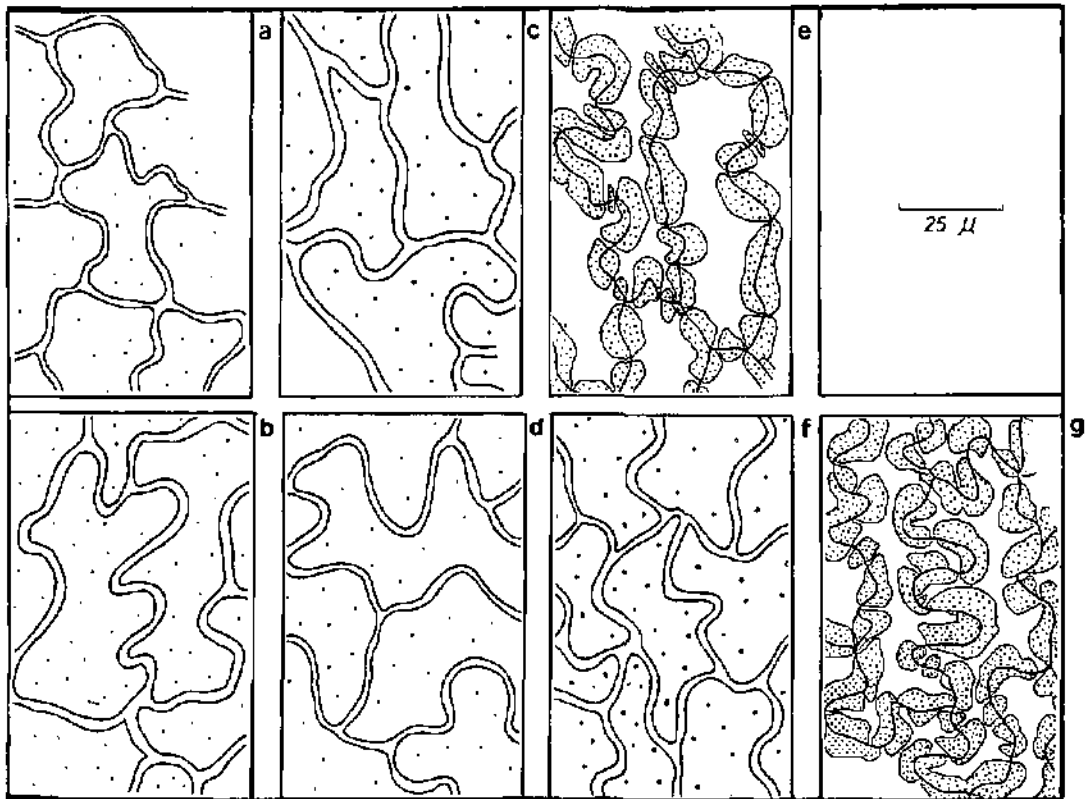


Figure 22 : Structure des parois cellulaires du replum chez *Arabis auriculata*.

a. Maroc, Oukaïmeden (2040) ; b. Maroc, Bou Iblane (643) ; c. Maroc, Col du Zad (651) ; d. Maroc, Toubkal (36) ; e. Espagne, Vallée du Rio Segre (Neu 55626) ; f. Allemagne, Kaiserstuhl (Neu 57413) ; g. France, Fort de l'Ecluse (Neu 25087).

A. conringioides sont des espèces vivaces n'appartenant pas à la même section que *A. auriculata*.

— A l'exception du nombre chromosomique, aucun critère morphologique, à notre avis, ne permet de remettre en question le statut taxonomique des populations marocaines d'*A. auriculata*.

— Nous mettons là en évidence semble-t-il un premier cas de dysploïdie intraspécifique dans le genre *Arabis* (si l'on excepte le cas douteux d'*A. glabra* ; voir TITZ 1967 et BURDET 1967).

Nous pouvons imaginer que le nombre de base des populations marocaines dérive, par dysploïdie descendante du nombre $x = 8$, caractéristique de la majorité des arabettes européennes. Le succès de cette race à $2n = 14$ a peut-être été favorisé par la tendance marquée à l'autogamie que TITZ (1973) a signalée chez *A. auriculata*.

— L'étude des populations algériennes et tunisiennes sera, bien sûr, des plus intéressante afin de savoir si les 2 races co-existent ou non en Afrique du Nord. Il sera possible alors de

connaître l'extension du cytotype à $x = 7$ et, par là, d'estimer l'ancienneté de ce taxon.

• *Arabis caucasica* Willd. $2n = 16$
(= *A. alpina* L. subsp. *caucasica* (Willd.) Briq.)

Cet orophyte est bien représenté sur les massifs circumméditerranéens. A l'est, il s'étend jusqu'au Caucase alors que dans la partie occidentale de son aire, on le rencontre sur les montagnes d'Afrique du Nord et des Canaries¹. Il faut remarquer cependant son absence des massifs du sud de la France et de toute la Péninsule ibérique. Cette espèce à feuilles caulinaires sagittées et à grandes fleurs caractéristiques est commune au Maroc sur le Rif, le Moyen-Atlas et le Haut-Atlas où elle est signalée, dans des rocaïles ombragées et fissures de rocher (MAIRE, 1967).

La Flore d'Afrique du Nord (Vol. 13) place encore ce taxon au rang de sous-espèce d'*A.*

1) D'après HEDBERG (1957), les populations d'Afrique orientale appartiennent plutôt à *A. alpina* sensu stricto et non à *A. caucasica*.

alpina L. Cependant, les flores récentes reconnaissent un statut spécifique pour *A. caucasica*, les critères morphologiques distinctifs étant bien tranchés ; de plus, JONES (Flora Europaea, 1964) précise que les 2 taxons sont généralement interstériles. Remarquons qu'*A. alpina* s. str. n'est pas du tout représenté en Afrique du Nord.

Les nombres chromosomiques trouvés pour 4 populations du Haut-Atlas et du Moyen-Atlas, $n = 8$ et $2n = 16$, viennent confirmer les 2 données publiées par QUEZEL (1957) pour le Maroc. BURDET (1967) a étudié 6 populations sur l'ensemble de l'aire (Canaries, Yougoslavie, Grèce, Liban et Iraq) et partout il a dénombré $2n = 16$.

L'étude de la répartition d'*A. caucasica* fournit donc davantage de renseignements phytogéographiques que l'analyse cytologique, pour la région maghrébine en tout cas. Ce type de distribution - absence de la Péninsule ibérique et présence simultanée en Italie, en Algérie et en Sicile - suggère une voie de pénétration orientale dans les massifs marocains.

- *Arabis conringioides* Ball
var. *conringioides* $2n = 14$
- var. *aphanostyla* Maire $2n = 14$
- var. *wernerii* (Emb. & Maire)
Galland & Favarger $2n = 14$

Dans un article (GALLAND & FAVARGER, 1985), nous avons exposé les raisons qui nous ont incités à subordonner *A. wernerii* à *A. conringioides* au rang de variété.

Ainsi, *A. conringioides*, endémique des fentes de rochers ombragés et des éboulis grossiers humides du Haut-Atlas marocain, comprend 3 variétés :

- var. *conringioides* : style bien visible (0,5 - 1 mm). Haut-Atlas central et occidental.
- var. *aphanostyla* : style subnul. Haut-Atlas oriental.
- var. *wernerii* : style bien visible (0,8 mm), inflorescence lâche. Anti-Atlas et Siroua.

Les 3 variétés partagent le même nombre chromosomique : $n = 7$ (Fig. 23 d) ou $2n = 14$. Nous avons vu que le nombre de base $x = 7$ est rare chez les arabettes européennes.

Selon QUEZEL (1957), *A. conringioides* est morphologiquement proche d'un autre endémique marocain : *A. josiae* Jah. & Maire ; les deux espèces dériveraient d'un ancêtre

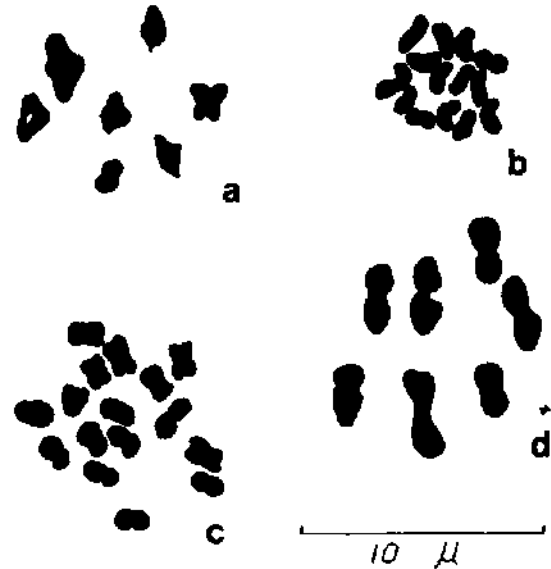


Figure 23 : a. *Arabis auriculata* (643), Métaphase I, $n = 7$; b. *Arabis auriculata* (621), Mitose ovarienne, $2n = 14$; c. *Arabis pubescens* subsp. *decumbens* (506), Mitose de racine, $2n = 16$; d. *Arabis conringioides* var. *stylosa* (788), Métaphase I, $n = 7$.

commun, certainement fort ancien. Quel était le nombre de base de cet ancêtre commun ? L'étude cytologique d'*A. josiae* pourrait nous apporter un élément de réponse.

- *Arabis pubescens* (Desf.) Poiret
var. *decumbens* Ball $2n = 16$

Cette espèce endémique nord-africaine, bisannuelle ou pérenne, est commune en basse et moyenne montagne où elle pousse dans des milieux très variés (MAIRE, 1967).

Pour ce taxon polymorphe, MAIRE (op. cit.) distingue 3 sous-espèces dont 2 sont largement réparties sur les principaux massifs du Maroc (subsp. *pubescens* et *decumbens*).

Notre matériel, récolté dans le Moyen-Atlas et dans la partie orientale du Haut-Atlas, appartient au subsp. *decumbens* caractérisé par des siliques courtes et épaisses dont le style atteint 1 mm de long.

Les 4 populations étudiées possèdent le même nombre chromosomique : $2n = 16$ (Fig. 23 c) ; l'espèce n'avait, semble-t-il, jamais fait l'objet d'un comptage chromosomique.

A. pubescens appartient à la section *Turritella* C.A. Meyer dans laquelle nous trouvons des

espèces au nombre de base $x = 8$ (ou $x = 4$ selon les auteurs) : *A. hirsuta* et *A. gerardii* par exemple, alors que d'autres espèces ont $x = 7$ pour nombre de base : *A. pauciflora* (= *A. brassiciformis*) et *A. conringioides*. À ce point de vue, cette section ne paraît pas homogène et serait, peut-être, à redéfinir à la lumière d'une étude cytologique plus vaste.

- *Brassica repanda* (Willd.) DC $2n = 20, 60$
et 160

Les auteurs qui ont étudié précédemment cet orophyte ouest-méditerranéen ont tous souligné l'extrême complexité de cette espèce collective. HEYWOOD dans *Flora Europaea* (1964) précise bien que les 10 sous-espèces retenues pour les populations européennes n'en représentent que les principales tendances géographiques. La situation est particulièrement délicate en Espagne où l'espèce semble se pulvériser en une quantité de formes plus ou moins bien caractérisées.

Au Maroc, la situation n'est guère plus simple. MAIRE (1965) y distingue 8 taxons infrasécifiques. Décrivant une nouvelle sous-espèce pour le sud-est de l'Espagne, GOMEZ-CAMPO (1976) précise bien qu'une recherche approfondie permettrait de décrire encore quantité de nouvelles sous-espèces, en Europe comme en Afrique du Nord. Face à cette remarquable variabilité morphologique, KÜPFER (in FAVARGER & al., 1979) a montré que *Brassica repanda* présente en revanche une grande stabilité de nombre chromosomique : tous les comptages antérieurs donnent $2n = 20$ (cf. Fig. 24, carte de distribution des cytodèmes).

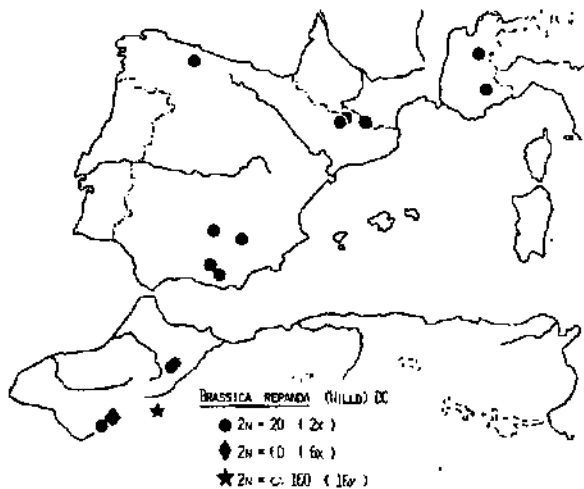


Figure 24 : Distribution des cytodèmes de *Brassica repanda*.

Le Tableau 9 résume les nombres chromosomiques actuellement connus, auxquels nous ajoutons nos propres résultats.

Tableau 9 : Nombres chromosomiques actuellement connus dans l'espèce collective *Brassica repanda*

2n	Taxon	Provenance	Auteur
20	subsp. <i>repanda</i>	Alpes	Favarger 1975, Küpfel 1974
20	subsp. <i>confusa</i>	Espagne	Küpfel 1974
20	subsp. <i>cantabrica</i>	Espagne	Fernandes Casas 1977 a
20	subsp. <i>blancoana</i>	Espagne	Gomez-Campo 1980
20	subsp. <i>latisiliqua</i>	Espagne	Gomez-Campo 1980
20	<i>B. saxatilis</i>	France	Harberd 1972
20	<i>B. nudicaulis</i>	Espagne	Harberd 1972
Pour le Maroc :			
22	subsp. <i>repanda</i>		
	var. <i>diplaxiformis</i>	MA, Bou Iblane	Quézel 1957
22	idem	HA, M'Goun	Quézel 1957
20	idem	MA, Bou Iblane	Küpfel in Favarger & al. 1979
20	subsp. <i>blancoana</i>	MA, Bou Iblane	Galland ined.
20	idem	MA, Moussa ou Salah	Galland ined.
20	idem	HA, Rhat	Galland ined.
60	idem	HA, M'Goun	Galland ined.
env. 160	idem	HA, Ayachi	Galland ined.

Le résultat de QUEZEL (1957), considéré comme inexact par HARBERD (1972), doit se rapporter sans doute à une valence diploïde ($2n = 20$). D'après la Flore d'Afrique du Nord de MAIRE (1965), nous avons attribué nos 5 populations au subsp. *blancoana* (Boiss. & Reut.) Maire, caractérisé par des silicules dont la largeur ne dépasse pas 3 mm. Cependant, tous nos exemplaires montrent une grande variabilité dans la forme et la longueur des feuilles ainsi que dans la taille de la plante. Cette variabilité ne présente aucune corrélation avec la répartition géographique (Moyen-Atlas / Haut-Atlas) et le degré de polyploidie. En outre, certaines mesures telles que la longueur des pétales (11 mm), des sépales (6 - 7 mm) et du style (2 mm) sont invariables chez tous nos échantillons diploïdes ou polyploïdes.

Ainsi, au Maroc, à côté d'un certain nombre de populations diploïdes (Fig. 25 a), nous avons décelé 2 populations fortement polyploïdes qui, si elles ne se distinguent pas morphologiquement des diploïdes, n'en apparaissent que plus déroutantes.

Pour les exemplaires du M'Goun, nous avons dénombré $n = 30$ (Fig. 25 b) sur des mitoses polliniques : cela représente donc une valence hexaploïde. Quant à la plante récoltée sur les contreforts de l'Ayachi, à 2700 m, elle

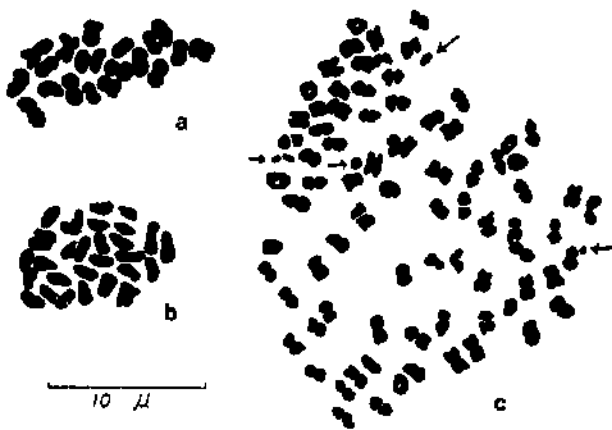


Figure 25 : a. *Brassica repanda* (423), Mitose de racine, $2n = 20$; b. *Brassica repanda* (925), Mitose pollinique, $n = 30$; c. *Brassica repanda* (371), Métaphase II, $n = 80 + 4 I$ (→).

montre ce que nous avons appelé "un affolement chromosomique" avec une valence 16-ploïde ! Nous avons examiné plusieurs fixations faites au Jardin botanique de Neuchâtel sur la plante ramenée vivante du Maroc. Sur les différents stades méiotiques observés, nous avons compté de $n = 73$ à $n = 85$, avec un nombre relativement élevé, mais inconstant, d'univalents et de trivalents (Fig. 25 c). Ce haut degré de polyploïdie s'accompagne donc d'une aneuploïdie très marquée. Les grains de pollen apparaissent bien formés mais leur diamètre, d'env. 8μ pour la majorité, peut atteindre 11μ pour env. 20% d'entre eux.

Il nous est très difficile de tirer des conclusions sur la différenciation de *B. repanda* au Maroc à partir de ces deux résultats surprenants. S'agit-il simplement de cas "accidentels", sans incidence réelle sur l'évolution de l'espèce ? Ou, au contraire, cela signifie-t-il qu'un processus d'évolution par polyploïdie s'est engagé très activement sur le Haut-Atlas ?

L'apparition d'un hexaploïde peut s'expliquer par le croisement entre un individu normal à gamètes haploïdes et un individu à gamètes non réduits. Selon HARLAN & de WET (1975), ce processus serait fréquent dans l'apparition des polyploïdes ; le triploïde qui en résulte peut atteindre un degré hexaploïde par autogamie (cela implique donc une nouvelle étape où entrent en jeu des gamètes non réduits).

L'occurrence d'un individu 16-ploïde nous paraît difficilement explicable et cela d'autant plus que les données cytologiques relatives aux

B. repanda polyploïdes sont encore très fragmentaires.

Le cas de *B. repanda* sur les Atlas est à rapprocher de celui de *Silene ciliata* Pourret de la Péninsule ibérique. KÜPPER (1974), qui a discuté ce cas d'une manière très détaillée, a en effet décelé, à côté des valences di- et tétraploïdes, des cytodèmes 14-, 16-, 18- et 20-ploïdes ; l'auteur admet que l'origine de la polyploïdie chez *S. ciliata* paraît encore bien obscure.

Nous retiendrons de nos résultats marocains que la polyploïdie, inconnue jusqu'ici chez *B. repanda* s. lat., est apparue dans 2 localités du Haut-Atlas et ajoute un nouvel élément de complexité à l'étude de cette espèce collective.

- *Camelina sativa* (L.) Crantz
subsp. *pilosa* (DC) N. Zing. $2n = 26$

Ce taxon n'est pas un orophyte et, de plus, il doit sa répartition subcosmopolite à son caractère messicole. Bien que l'intérêt phytogéographique de *C. sativa* soit très limité, il a tout de même retenu notre attention par le nombre chromosomique particulier que nous avons pu observer sur une plante marocaine. L'échantillon que nous avons récolté à 2100 m dans le Haut-Atlas oriental s'est avéré indéterminable avec la clé de MAIRE (1976) qui devrait permettre de distinguer les subsp. *microcarpa* et *sativa* ; les dimensions données pour la longueur des silicules de chacune des sous-espèces restent bien inférieures aux dimensions des fruits de notre exemplaire (6,5 à 7 mm).

En revanche, avec des graines mesurant 1,3 mm de longueur, notre plante correspond bien au subsp. *pilosa* tel qu'il est décrit par SMEJKAL (1971, in HESS & al., 1972).

Pour notre plante marocaine, nous avons très clairement compté : $n = 13$ (mitoses polliniques) et $2n = 26$ (mitoses ovariennes). Ce résultat paraît surprenant si l'on sait que le nombre le plus souvent rapporté pour *C. sativa* est $2n = 40$ et qu'une seule population espagnole a révélé $2n = 28$ (HESS & al., 1970). Il n'est pas unique cependant puisque ANCEV (1981) a également trouvé $2n = 26$ en Bulgarie pour *C. sativa* s. lat.

L'examen de la littérature montre que la délimitation taxonomique d'une certaine nombre d'espèces du genre *Camelina* n'est pas aisée (cf. *C. sativa*, *C. microcarpa*, *C. rumelica* et *C. alysum*). L'extension de ces différentes espèces a été fortement influencée par l'action humaine. L'étude de leur répartition ne peut donc fournir

aucune information sur leurs relations phylogénétiques. Une étude cytologique détaillée ne serait-elle pas plus riche en enseignements ? En tous les cas, elle permettrait peut-être d'expliquer la diversité des nombres de base : $x = 6$ (chez *C. rumelica*) et $x = 14$ (chez *C. sativa*). Le nombre chromosomique $2n = 40$, si répandu chez *C. sativa* et *C. microcarpa* serait-il le résultat de l'addition des génomes à 6 et 14 chromosomes, suivie d'un redoublement du nombre de chromosomes de l'hybride ? Et le nombre $x = 13$ trouvé en Bulgarie et au Maroc serait-il issu, par dysploïdie descendante, de $x = 14$? Ou faut-il y voir le résultat de l'hybridation entre une plante à $x = 6$ et une autre, encore inconnue, à $x = 7$?

Cette algèbre chromosomique n'aura de sens, bien sûr, que lorsqu'elle sera étayée par une étude de biosystématique approfondie.

- *Draba hederifolia* Cosson
subsp. *hederifolia* $2n = 30$

Cet endémique atlasique croît dans les fissures des rochers ombragés, parfois snintants, à des altitudes comprises entre 2500 et 3500 m. Cette jolie plante est remarquable par la forme et la grandeur de ses feuilles (en forme de lierre, son nom l'indique), tout à fait particulières au sein du genre *Draba*. Les silicules, conformes pour le genre, peuvent atteindre 15 mm de long.

A sa répartition très étroite et à sa morphologie particulière s'ajoute une position systématique originale : *D. hederifolia* est le seul représentant de la section *Helicodraba* A.C. Schulz. SCHULZ (*in* Engler, 1927) précise que cette section très isolée apparaît comme le dernier témoin d'une lignée de draves aujourd'hui éteintes.

On peut parler, dans le cas de *D. hederifolia*, de paléoendémisme au sens de FAVARGER & CONTANDRIOPOULOS (1961).

Cette espèce a déjà été étudiée au point de vue cytologique par QUEZEL (1957). Il est cependant difficile de savoir si l'auteur a compté $n = 6, 7$ ou 8 , ses commentaires étant contradictoires. En tous les cas, le nombre que nous avons trouvé pour 3 populations du plateau du Tichka est fort différent puisque nous avons dénombré chaque fois 15 chromosomes sur des mitoses polliniques (Fig. 26 b). Dans un cas, le résultat est corroboré par l'observation de mitoses de racines où nous trouvons $2n = 30$ (Fig. 26 a). Nos populations appartiennent au subsp. *hederifolia*, inféodé aux massifs siliceux du Haut-Atlas.

Malheureusement, le matériel que nous avons fixé en d'autres points du Haut-Atlas (Toubkal et Ayachi) ne nous a fourni aucune information : les anthères apparaissaient souvent avortées ou, lorsqu'il y avait du pollen, ce dernier semblait fortement stérile.

Il est difficile de vouloir expliquer l'origine de ce nombre $x = 15$, l'absence d'espèces affines empêchant toute comparaison. Dans l'état actuel de nos connaissances, *D. hederifolia* représente un cas typique de paléopolyploïdie au sens de FAVARGER (1961). Mais il sera très utile de confirmer ce résultat sur d'autres populations atlasiques, en particulier pour celles se rapportant au subsp. *cossonii* (O.E. Schulz) Maire des montagnes calcaires du Haut-Atlas et du Moyen-Atlas.

L'ancienneté de ce taxon ne fait en tous les cas aucun doute et les Atlas montrent à cet égard un caractère conservateur ; l'espèce se maintient actuellement dans le milieu spécialisé que sont les fissures de rochers ombragés et suintants.

QUEZEL (1957) a mis en évidence une grande ressemblance entre *D. hederifolia* et une autre Crucifère endémique des montagnes du Moyen-Orient : *Graëllsia saxifragifolia* (D.C.) Boiss. Le genre *Graëllsia*, comptant 4 espèces toutes endémiques (cf. Flora Iranica, Vol. 57, 1968) est effectivement proche du genre *Draba* ; ils appartiennent tous deux à la tribu des *Drabeae* que distingue O.E. SCHULZ. Nous avons pu comparer les 2 taxons et sommes d'accord avec QUEZEL (*op. cit.*) lorsqu'il prétend que cette similitude est frappante ; elle est même d'après lui trop considérable pour être imputée au hasard. Ancêtre lointain commun ? simple convergence de forme "façonée" par une écologie semblable ?

La cytologie ne nous donne, dans ce cas, aucun élément de réponse puisque l'étude chromosomique de *G. saxifragifolia* a révélé un nombre de base $x = 7$ chez 2 races étudiées, l'une diploïde à $n = 7$ et l'autre tétraploïde à $n = 14$ (cf. KÜPFER, 1980 a). Tout au plus, peut-on supposer que l'hypothétique ancêtre commun avait un nombre de base $x = 7$ et que le nombre actuel de *Draba hederifolia* résulterait peut-être de l'addition de génomes à 7 et 8 chromosomes ($x = 8$ étant le nombre de base le plus fréquent chez les draves).

- *Draba hispanica* Boiss. $2n = 16$

Selon l'acception que donne MAIRE (1928) à ce binôme, *Draba hispanica* présente une distribution ibéro-maghrébine. Pour O.E. SCHULZ

(Pflanzenreich, Fasc. 89, 1927), cette même drave ne se rencontrerait qu'en Espagne, (dans le sud et l'est du pays), tandis que l'aire nord-africaine serait occupée par *Draba atlantica* Pomel caractérisée par des feuilles un peu plus larges que celles du taxon ibérique. MAIRE (op. cit.) a montré que ce critère distinctif n'était pas plus constant en Afrique du Nord qu'en Espagne, les 2 taxons présentant par ailleurs un grand polymorphisme de part et d'autre du détroit de Gibraltar.

Au Maroc, l'espèce croît dans la rocaïlle et les fentes de rocher en moyenne et haute montagne. Nous avons étudié 8 populations appartenant aux var. *hispanica* Maire & Weiller et *maroccana* O.E. Schulz ; toutes sont diploïdes ($n = 8$ ou $2n = 16$). Cela concorde avec les résultats de MERXMÜLLER & BUTTLER (1965) et avec ceux de LÖVE & KJELLQVIST (1974 a) pour des populations espagnoles de *D. hispanica*.

La section *Aizopsis* à laquelle appartient *D. hispanica* est représentée en Méditerranée par une série d'espèces orophiles vicariantes dont plusieurs ont été étudiées sous l'angle cytologique :

<i>D. loiseleurii</i>	Corse	$2n = 16$	Contandriopoulos 1957
<i>D. alba</i>	Grèce	$2n = 16$	Duckert & Favarger 1960
<i>D. aizoon</i>	Balkans	$2n = 16$	Baksay (in Duckert & Favarger 1960)
<i>D. dedeana</i>	NE Espagne	$2n = 32$	Küpfer 1974
<i>D. cretica</i>	Crète	$2n = 16$	De Montoullin, comm. orale
<i>D. hispanica</i>	SE Espagne	$2n = 16$	Merxmüller & Buttler 1965
	Afrique du N.	$2n = 16$	Galland, ined.

Un seul taxon, *D. dedeana*, tétraploïde, ne répond pas à la définition d'un schizo-endémique au sens de FAVARGER & CONTANDRIOPOULOS (1961).

• *Draba lutescens* Cosson $2n = 16$

Cette drave annuelle se rencontre en Espagne et au Maroc, dans les pâturages caillouteux des montagnes peu élevées du Moyen-Atlas et du Haut-Atlas. Son nombre chromosomique ($2n = 16$, Fig. 26c) ne semblait pas connu et correspond à une valence diploïde. Il a été déterminé pour 4 populations marocaines du Moyen-Atlas et du Haut-Atlas oriental et central.

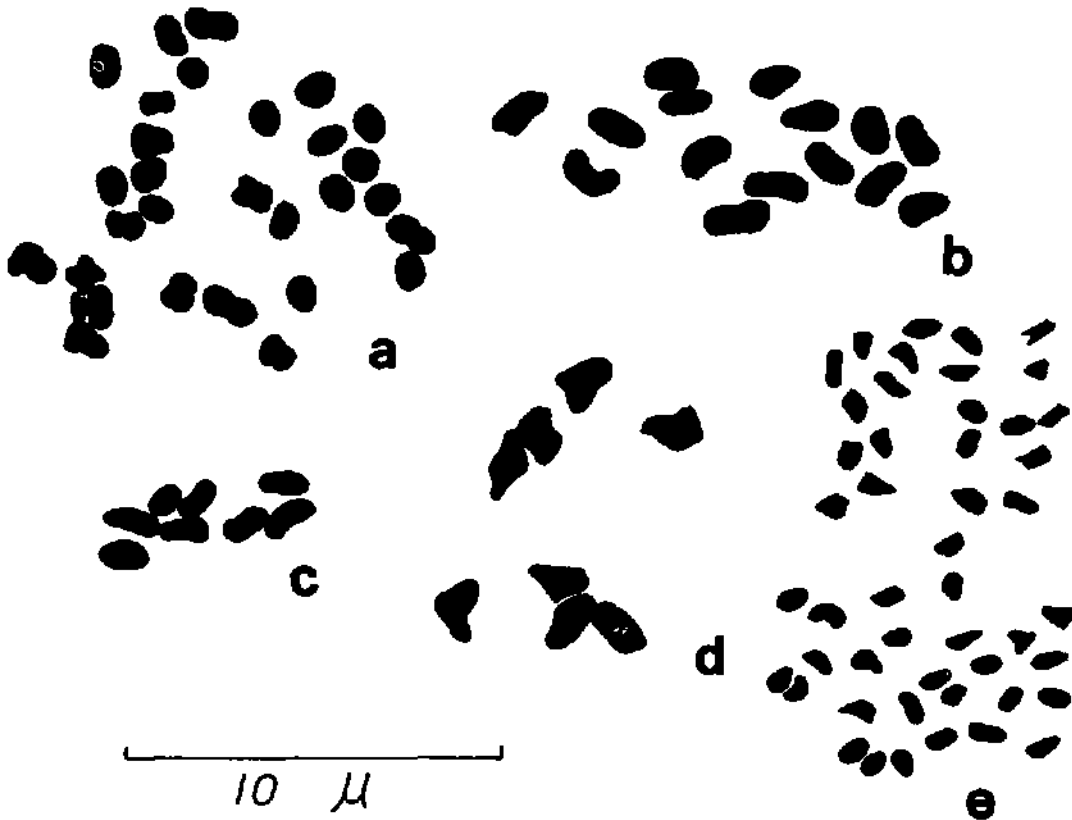


Figure 26 : a. *Draba hederifolia* (1013), Mitose de racine, $2n = 30$; b. *Draba hederifolia* (1226), Mitose pollinique, $n = 15$; c. *Draba lutescens* (622), Mitose pollinique, $n = 8$; d. *Erysimum incanum* (733), Métaphase I, $n = 8$; e. *Erysimum incanum* (2043), Prométaphase, $2n = 48$.

MAIRE (1967) englobe dans le binôme *D. lutescens* un taxon d'Asie mineure et d'Iran : *D. huetii* Boiss. ; ces deux espèces sont très semblables morphologiquement et, selon MAIRE, les critères distinctifs que donne O.E. SCHULZ (1927) dans sa monographie ne sont pas constants.

Nous retiendrons pour notre part que *D. lutescens*, ouest-méditerranéen, présente d'étroites affinités avec une plante de la Méditerranée orientale et nous soulignerons la grande disjonction qui sépare actuellement l'aire des 2 taxons.

- *Draba oreadam* Maire 2n = 32

Cet endémique du Haut-Atlas croît dans les fissures de rochers des hautes montagnes. Il caractérise d'ailleurs une association rupicole localisée sur les plus hauts sommets atlasiques ; QUEZEL (1957) situe ce *Drabetum oreadae* entre 3400 et 4165 m (sommets du Toubkal). Cette drave à fleurs blanches présente des rosettes très denses de petites feuilles obovales ; elle est avant tout caractérisée par des silicules oblongues, souvent tordues et prolongées par un long style, donnant à l'infrutescence un aspect quelque peu "ébouffé".

D. oreadam est le seul représentant de la section *Acrodraba* qui, d'après O.E. SCHULZ (1927), présente un certain nombre de liens avec la section *Aizopsis* (cf. *Draba hispanica*).

Quelques formes sont individualisées sur les principaux sommets du Haut-Atlas et nous pouvons distinguer avec MAIRE (1967) :

- subsp. *normalis* Maire (= subsp. *oreadam*)
var. *genuina* Maire : Haut-Atlas occidental et central (= var. *oreadam*)
var. *anremerica* Maire : Haut-Atlas oriental, Andromeur
- subsp. *mariae-aliciae* (Emb.) Maire : Haut-Atlas oriental, Ayachi.

QUEZEL (1957) a étudié du point de vue cytologique ces 3 formes pour lesquelles il a trouvé un résultat identique : $n = 16$. Nos comptages pour 3 populations du var. *genuina* viennent confirmer ce nombre qui représente une valence tétraploïde.

Endémique, sans affinités systématiques proches, tétraploïde : *D. oreadam* répond bien aux définitions de paléoenémique (FAVARGER & CONTANDRIOPOULOS, 1961) et de paléopolyploïde (FAVARGER, 1961). Ce taxon relictuel est peut-être le dernier témoin d'une sippe détachée

depuis fort longtemps de la section *Aizopsis* ; on sait que le bassin méditerranéen a représenté, pour cette dernière section, un centre de différenciation très actif.

Notons encore que sur les 5 représentants du genre *Draba* au Maroc, *D. hederifolia* et *D. oreadam* sont des paléoenémiques représentant chacun une section particulière.

Lorsque, à l'isolement géographique, s'ajoute un isolement systématique, l'ancienneté du taxon ne fait plus aucun doute.

- *Erysimum grandiflorum* Desf.
 $2n = 14, 24, 26, 28, 32, 36$ et 38

Cet orophyte nord-africain, proche de l'*E. australe* Gay, appartient à un groupe complexe qui a déjà fait l'objet de nombreuses études cytologiques (cf. FAVARGER, 1980).

Deux études bien documentées concernent les populations nord-africaines (FAVARGER, 1980 ; FAVARGER & GALLAND, 1982) et nous renvoyons le lecteur à ces travaux.

Nous nous limiterons ici à présenter 2 nouveaux comptages et à résumer les principales conclusions auxquelles sont arrivés les auteurs cités plus haut.

Nos deux nouveaux résultats concernent le Haut-Atlas central (Tizi - n - Mezzik, sur Imllil, et Siroua). Les deux populations montrent $2n = 26$, nombre le plus fréquemment trouvé sur le Moyen-Atlas et le Haut-Atlas. Le Tableau 10 résume l'ensemble des nombres chromosomiques actuellement connus en Afrique du Nord pour *E. grandiflorum* (d'après FAVARGER, 1980, et FAVARGER & GALLAND, 1982).

De l'étude de plus de 30 populations nord-africaines d'*E. grandiflorum*, FAVARGER & GALLAND (op. cit.) ont tiré les constatations suivantes :
— 5 cytotypes ont été décelés en Afrique du Nord ($n = 7, 13, 16, 18$ et 19).

Tableau 10 : Nombres chromosomiques actuellement connus en Afrique du Nord pour *Erysimum grandiflorum*

n	Nb. de popul. étudiées	Provenance
7	2	HA occ. (Tichka) et HA or. (Masker)
12 et 13	1	Rif (Tissoulta)
13	17	Moyen-Atlas, Haut-Atlas
13 et 14	5	HA or. (Ayachi) en HA central (Toubkal)
16	2	Algérie et HA central
18	4	Algérie et HA or. (Ayachi, Tanout ou Fillal)
19	2	Algérie

- Le tableau précédent le montre, le cytotype à $n = 13 (\pm 1)$ est, de loin, le plus fréquent et le plus largement répandu au Maroc. Les auteurs l'interprètent comme un hypotétraploïde dérivé du cytotype à $n = 7$ (14 → 13).
- La race diploïde à $n = 7$ localisée aux extrémités occidentale et orientale du Haut-Atlas présenterait une aire relictuelle. Sa découverte sur le Haut-Atlas plaide en faveur d'une origine indigène du cytotype à $n = 13$.
- Bien que *E. grandiflorum* soit assez polymorphe, les auteurs n'ont pu établir aucune corrélation entre la morphologie et le nombre chromosomique.
La variabilité morphologique pourrait être en partie provoquée par l'instabilité cytologique.
- L'évolution rapide de cette espèce liée à l'étage des xérophytes épineux a peut-être été favorisée par l'ouverture d'espaces nouveaux, par suite du recul de la forêt.

• *Erysimum incanum* Kunze $2n = 16$ et 48

Cette annuelle de basse et moyenne montagne se rencontre dans la Péninsule ibérique et en Afrique du Nord. Elle a déjà été étudiée sous l'angle cytologique par plusieurs auteurs. POLATSCHEK (1979) a découvert 2 cytotypes en Espagne, l'un diploïde à $2n = 16$, l'autre tétraploïde à $2n = 32$. En Afrique du Nord, FAVARGER (in FAVARGER & al., 1979) a également mis en évidence la présence de 2 races : des diploïdes ($2n = 16$) ont été récoltés dans le Rif alors qu'une population à $2n = 32$, tétraploïde, provenait du Tanout-ou-Fillal, entre le Moyen-Atlas et le Haut-Atlas oriental. De plus, FAVARGER a montré que les populations algériennes, pour lesquelles DJERDOUR & GUITONNEAU (1977) ont compté $2n = 24$, sont en fait tétraploïdes ($2n = 32$). A cette liste nous ajoutons 2 comptages récents pour le Maroc : $n = 8$ (2x, Fig. 26 d) au M'Goun, Haut-Atlas oriental, et $2n = 48$ (6x, Fig. 26 e) au Siroua, Haut-Atlas central.

Nos résultats apportent un élément nouveau : la présence d'une race hexaploïde dans la partie méridionale de l'aire.

Les résultats sont encore beaucoup trop fragmentaires pour tenter d'esquisser le profil de ce complexe polyploïde.

L'observation de la morphologie des 5 témoins qui ont fait l'objet d'un comptage chromosomique en Afrique du Nord ne nous permet pas de caractériser nettement les 3

racés chromosomiques qui, selon la clé de MAIRE (1976), correspondraient toutes au phénotype du var. *kunzeanum*. Si, de plus, nous cherchons à reconnaître l'une des 3 formes distinguées par MAIRE pour le var. *kunzeanum*, nous constatons bien vite que nous possédons des cas intermédiaires et que ces formes ne reflètent que le polymorphisme de l'espèce.

Ni l'observation des graines (tailles et formes identiques pour les 3 cytotypes), ni celle de la pilosité des feuilles et des siliques ne nous fournissent des critères discriminants satisfaisants.

Pour l'instant, nous résumerons ainsi les données phytogéographiques connues pour *E. incanum* :

- annuelle ibéro-maghrébine, de basse et moyenne montagne, polymorphe ;
- 3 cytotypes actuellement connus, attribués au var. *kunzeanum* :
race diploïde : Espagne et Maroc (Rif et HA oriental),
race tétraploïde : Espagne, Maroc (Tanout ou Fillal) et Algérie,
race hexaploïde : Maroc, au sud du Haut-Atlas central, soit dans la partie la plus méridionale de l'aire marocaine.

• *Iberis pruitii* Tineo $2n = 14$
(incl. *I. grosmiquelii* (Pau & F.-Q.) Maire)

Le complexe *I. pruitii* regroupe un certain nombre d'orophytes méditerranéens, pluri-annuels ou vivaces. Ce sont des plantes peu élevées, aux tiges ascendantes naissant sous une rosette terminale stérile. Les feuilles sont généralement obovales, obtuses et plus ou moins dentées.

KÜPFER (1971 a, 1972, 1974) a étudié des représentants espagnols de ce groupe et il a montré que les taxons rassemblés sous *I. pruitii* ont $x = 7$ pour nombre de base (infirmant en cela, une donnée de MANTON (1932) indiquant $2n = 22$ pour *I. pruitii*).

Trois populations du Rif ont été étudiées au Maroc. Celles provenant du Tidighin et de Talembote ont été étudiées par KÜPFER (inéd.). Nous avons récolté les graines d'un troisième échantillon au-dessus de Chechaouen et avons étudié la plante issue de ces graines au Jardin botanique de Neuchâtel. Pour les trois plantes, le même nombre chromosomique a été observé : $n = 7$ ou $2n = 14$, en accord avec le nombre de base du groupe.

Selon la Flore d'Afrique du Nord (MAIRE, 1967), nos échantillons rifains sont apparentés à *I. grosmiquelii* Pau & F.-Q. que MAIRE (op.cit) a d'ailleurs subordonné à *I. linifolia* Loefl. (*I. linifolia* subsp. *grosmiquelii*), à côté du subsp. *pruitii* qu'il ne localise qu'en Tunisie.

Le critère principal séparant les sous-espèces *grosmiquelii* et *pruitii* dans la Flore de MAIRE est la couleur de la corolle, blanche ou lilacine. On sait pourtant que ce critère peut varier durant la saison sur un même individu ; c'est pourquoi ni la clé de MAIRE ni son système nomenclatural ne nous paraissent satisfaisants.

En résumé, *I. grex pruitii*, complexe orophile méditerranéen, est représenté dans le Rif par des populations à $2n = 14$; décrites sous le nom d'*I. grosmiquelii*, elles présentent les caractéristiques morphologiques suivantes :

- tiges 10 à 15 cm, papilleuses ciliolées
- feuilles basales et caulinaires plus ou moins dentées parfois entières, glabres ou, les caulinaires, un peu ciliées sur les marges et les faces
- sépales 2,5-3 mm (-3,5), à marge blanche
- pétales atteignant 11 mm
- infrutescence corymbiforme
- silicules glabres, 6-7 x 5-6 mm ; lobes formant un angle de 40° à 50°
- style 1,5 - 3 mm, dépassant les lobes.

• *Iberis sempervirens* L.

$$2n = 66 (n = 33 \text{ et } n = 35 \text{ II} + 1 \text{ I})$$

Plante méditerranéenne vivace de moyenne et haute montagne, *I. sempervirens* a déjà fait l'objet de plusieurs comptages chromosomiques au Maroc.

QUEZEL (1957) a compté $2n = 16$ pour une population de l'Ayachi attribuée au var. *pseudosaxatilis* (Emb.) Maire. L'auteur a lui-même montré que ce nombre de base $x = 8$, connu, sans certitude d'ailleurs, chez quelques espèces annuelles, posait un singulier problème d'interprétation. En effet, JARETZKY (1932) et SIMONET (1932) avaient déjà publié $2n = 22$ pour *I. sempervirens* et ce résultat s'accordait bien au nombre de base $x = 11$ des *Iberis* vivaces.

KÜPFER (in FAVARGER & al., 1979) a revu le problème en étudiant 3 populations du Haut-Atlas oriental ; 2 appartenaient au var. *macro-petala* Doumergue et la dernière, de l'Ayachi précisément, au var. *pseudosaxatilis*. Pour ces 3 populations, KÜPFER a dénombré $2n = 22$. Il a ainsi démontré que le comptage de QUEZEL était erroné et qu'il n'y avait pas lieu de revoir la

position systématique du var. *pseudosaxatilis*. Toutefois, KÜPFER a mis en évidence certaines particularités écologiques et morphologiques qui justifieraient le rétablissement du rang de sous-espèce qu'avait proposé EMBERGER (subsp. *pseudosaxatilis* Emb.).

Des comptages récents ont confirmé le nombre $2n = 22$ en Bulgarie (ANCEV, 1978), en Grèce (STRID & FRANZEN, 1981) et dans les Alpes ligures (GALLAND & KÜPFER, ined.). De plus, ENE (1973) a compté $2n = 22$ pour 13 populations d'*I. sempervirens* mais il n'indique malheureusement pas la provenance de son matériel.

Ainsi donc, seul le cytotype diploïde a été mis en évidence jusqu'ici chez *I. sempervirens*.

SIMONET (1932) a publié $2n = 44$, soit une valence tétraploïde, pour l'espèce qui nous intéresse. Cependant, ce résultat ne présente pas une grande valeur pour nous car l'auteur a étudié des variétés horticoles.

Avec une valence hexaploïde, nos deux comptages récents apparaissent donc fort surprenants (cf. Fig. 27, carte de distribution des cytodèmes).

La première population étudiée provient du versant E du Masker (distant d'une vingtaine de km de l'Ayachi) et a été cultivée au Jardin botanique de Neuchâtel. Morphologiquement, elle se rapproche du var. *macro-petala* par son port dressé et ses feuilles linéaires assez allongées (jusqu'à 2 voire 3 cm). Nous avons compté $n = 33$ sur des métaphases I, en observant à plusieurs reprises des multivalents (par exemple : $n = 26 \text{ II} + 4 \text{ I} + 1 \text{ IV} + 1 \text{ VI}$; Fig. 28b). Sur les mitoses polliniques, nous comptons aussi fréquemment $n = 32$ que $n = 33$ (Fig. 28c) avec 1 à 2 chromosomes satellitifères.

Nous avons pu étudier la deuxième population à partir de fixations faites sur le terrain, dans le massif du M'Goun. Ces plantes poussaient parmi les xérophytes épineux et leur morphologie rappelle beaucoup celle du subsp. *pseudosaxatilis* avec des feuilles linéaires courtes (atteignant au max. 1 cm), très serrées au sommet des rameaux stériles. Plusieurs plaques métaphasiques nettes montraient $n = 35 \text{ II} + 1 \text{ I}$ (Fig. 28 a). La polyploïdie s'accompagne ici d'aneuploïdie.

Nous avons examiné le pollen d'une des populations (Masker) dans la solution de Hrischi & Müntzing ; les microspores paraissaient toutes bien formées.

Dans l'état actuel de nos connaissances, nous



Figure 27 : Distribution des cytodèmes d'*Iberis sempervirens*.



Figure 28 : a. *Iberis sempervirens* (738), Métaphase I, $n = 35 + 11$; b. *Iberis sempervirens* (308), Métaphase I, $n = 26 \text{ II} + 4 \text{ I} + 1 \text{ IV} + 1 \text{ VI}$; c. *Iberis sempervirens* (308) Mitose pollinique, $n = 33$.

ne voyons aucun élément susceptible d'expliquer la présence de populations hexaploïdes dans le Haut-Atlas. Nous pouvons exclure l'hypothèse d'une hybridation avec une espèce affine : aucun autre *Iberis* ne pousse à plus de 2200 m. Pour savoir si *I. sempervirens* constitue un véritable complexe polyploïde et pour pouvoir esquisser le profil de ce complexe, il serait très important de connaître les points suivants :

- L'espèce n'est-elle réellement représentée que par le cytotype diploïde en Europe ?

Pour le savoir, il faudrait bien entendu multiplier les comptages sur ce continent.

- Quelle est l'étendue de l'aire des hexaploïdes sur le Haut-Atlas ? Diploïdes et hexaploïdes sont-ils sympatriques, sur le Masker par exemple ?

Rappelons que les 2 variétés d'*I. sempervirens* ne se rencontrent que sur la portion orientale du Haut-Atlas. Il y aurait donc là une étude cytologique très fine à entreprendre.

- *Lepidium hirtum* (L.) Sm. $2n = 16$

Cette espèce, largement répartie dans la région méditerranéenne, présente un grand polymorphisme, traduit par la description de nombreux taxons infraspécifiques. Flora Europaea (Vol. I) retient 6 sous-espèces dont les aires de répartition présentent une importance très variable et peuvent par endroit se superposer. Par exemple, nous trouverions en Corse les sous-espèces *hirtum*, *nebrodense* (Rafin.) Thell. et *oxyotum* (D.C.) Thell.

Pour l'Afrique du Nord, MAIRE (1967) ne distingue pas moins de 5 sous-espèces et nous discuterons plus loin la valeur de certaines d'entre elles.

KÜPFER (in FAVARGER & al., 1979) a étudié 3 populations marocaines pour lesquelles il a compté $2n = 16$. Ses résultats ont permis à l'auteur de mettre en doute un comptage de QUEZEL (1957) donnant $n = 4$ pour une plante de l'Oukaïmeden. Cette donnée surprenante

remettait en question le nombre de base $x = 8$ très répandu chez les Crucifères et admis, en particulier, pour le genre *Lepidium* (MANTON, 1932).

Discutant la valeur des taxons infraspécifiques retenus par MAIRE (1967) dans la Flore d'Afrique du Nord, KÜPPER a montré que le principal caractère discriminant (silicules glabres ou poilues) pouvait varier dans une même station selon l'état de maturité de la plante. L'auteur conclut (op. cit., p. 29) : "Tout porte à croire qu'en Afrique du Nord, un seul taxon à morphologie et à écologie très souples recouvre les phénotypes désignés à tort par des épithètes différentes, à savoir les subsp. *dhayense* (var. plur.) et *atlanticum* (var. plur.). Il nous restera à étudier les subsp. *rifanum* et *calycotrichum* ainsi que leur relation avec la sous-espèce typique".

Que nous apporte l'étude de 9 nouvelles populations du Haut-Atlas ? Afin de clarifier la discussion, nous avons résumé nos observations cytologiques et morphologiques dans le Tableau 11.

Tout d'abord, le nombre chromosomique de *L. hirtum* au Maroc ne fait plus aucun doute : toutes les plantes étudiées montrent $n = 8$ ou $2n = 16$, y compris deux échantillons récoltés à l'Oukaïmeden. Ce nombre est d'ailleurs le seul actuellement connu pour l'espèce et il a été décelé en particulier par CONTANDRIOPOULOS (1962) en Corse et DE MONTMOLLIN (1982) en Crète pour le subsp. *oxyotum* ainsi que par

FRANZEN & GUSTAVSSON (1983) en Grèce pour le subsp. *nebrodense*.

Pour nos observations morphologiques, nous avons retenu les caractères distinctifs cités dans les clés de détermination de Flora Europaea et de la Flore d'Afrique du Nord. L'examen du Tableau 11 suggère les commentaires suivants :

— Sur les 9 témoins observés, 8 présentent une silicule glabre (ou à quelques rares poils dans un seul cas) et peuvent être attribués au subsp. *atlanticum* (Ball) Maire, commun dans tous les massifs du Maroc. Ce taxon est assez homogène quant à la dimension et à la forme des silicules, la longueur des pédoncules fructifères et l'allure générale de la plante mais se montre en revanche fort variable dans la pilosité des feuilles, de la tige et des pédoncules. La pilosité varie non seulement d'un individu à l'autre, mais, comme l'a montré KÜPPER, elle peut varier avec l'âge d'un individu.

Ainsi, nous pensons effectivement que le subsp. *dhayense*, distinct avant tout par ses silicules poilues et également largement réparti sur les montagnes marocaines, entre simplement dans le gradient de variation du subsp. *atlanticum*.

— Après cette remarque, il paraît contradictoire de distinguer la population du Siroua par ses silicules densément poilues. Mais, en fait, ce n'est pas tant la densité de la pilosité que le type de l'indument qui nous incite à la

Tableau 11 : Morphologie comparée de nos exemplaires marocains de *Lepidium hirtum*.

No culture ou no fixation	81 - 734	81 - 737	781	82 - 391	82 - 379	81 - 789	81 - 952	81 - 939	79 - 1264
Provenance	Tichka HA occ.	Tichka HA occ.	Lépiney HA centr. 3300 m	Oukaïmeden HA centr. 2600 m	Oukaïmeden HA centr. 2600 m	Siroua HA centr. 2400 m	M'Goun HA or. 2600 m	M'Goun HA or. 2900 m	Ayachi HA or. 2210 m
Altitude	3000 m	3100 m	3300 m	2600 m	2600 m	2400 m	2600 m	2900 m	2210 m
Milieu	pozaine	pozaine	éboulis suintant	pozaine	pozaine	lente rochers	pozaine	pozaine	rocaïlle humide
Nb. chromosomique									
$2n =$	16	16	16	16	16	16	16	16	16
— Tige : P = poilue G = glabre	P	P	P (inf.)	P	P (inf.)	P	P	P	P (inf.)
— Feuilles P-G caul./base	P / G (± P)	P / G	G / G	G / P	G / ± P	P / P	± P / G	± P / P	G / ± P
— Feuilles caud. : long. oreillettes	1-1,5 mm	0,5-1 mm	0,7-1 mm	1,2 mm	1,7 mm	1-1,5 mm	1 mm	1,7 mm	1,5 mm
— Pédoncules fructifères : long.	4 mm	4 mm	—	4,5 mm	6 mm	5 mm	4 mm	6 mm	6 mm
— Pédoncules fructifères : P - G	P	P	G	G	G	P	P	P	G
— Silicule : P - G	G	G	—	G	G	P	G	± G	G
long. x larg. (loge)	4 x 2,7 mm	4 x 3 mm	—	4,5 x 3,5 mm	4 x 3 mm	4 x 3 mm	—	4 x 3 mm	3 x 2 mm
long. style	1,3 mm	1 mm	—	1,2 mm	1,2 mm	1,5 mm	1 mm	1,1 mm	1,2 mm
larg. des ailes	1,5 mm	1,3 mm	—	1,2 mm	1,2 mm	1,6 mm	—	1,2 mm	1 mm
long. x larg. totale	6 x 3,6 mm	5 x 4 mm	—	6 x 4 mm	5 x 3,5 mm	5,5 x 3,5 mm	—	5 x 4 mm	4 x 3,5 mm
— Sépales : long.	1,8 mm	2 mm	1,5 mm	2,2 mm	2,2 mm	2,5 mm	1,9 mm	1,7 mm	1,9 mm
Détermination selon Flore Afrique du Nord, subsp.	<i>atlanticum</i>	(<i>atlanticum</i>)	<i>atlanticum</i>	<i>atlanticum</i>	<i>atlanticum</i>	<i>calycotrichum</i>	<i>atlanticum</i>	<i>atlanticum</i>	<i>atlanticum</i>

distinguer du subsp. *atlanticum* et à l'appartenir au subsp. *calycotrichum* (Kunze) Thell. La plante du Siroua est en effet couverte de poils courts et droits que nous avons retrouvés sur des exsiccata espagnols et algériens de la même sous-espèce. Dans le subsp. *atlanticum*, l'indument est formé de poils mous, sensiblement plus longs. Le subsp. *calycotrichum* possède en outre des silicules un peu plus largement ailées.

Si la distinction des subsp. *atlanticum* et *calycotrichum* nous a paru valable au Maroc, il faut cependant se garder de donner trop d'importance à la variabilité morphologique de *L. hirtum* qui ne correspond pas toujours à une différenciation géographique nette dans le bassin méditerranéen.

Il semble en tous les cas que la polyploïdie n'ait joué aucun rôle dans l'évolution de ce complexe.

- *Matthiola perennis* Conti $2n = 12$
(= *M. fruticulosa* (L.) Maire subsp. *perennis* (Conti) W. Ball)

M. perennis, rupicole de haute montagne, présente une aire très disjointe : assez bien répartie sur les principaux sommets du Moyen-Atlas et du Haut-Atlas oriental et occidental, elle est signalée en outre aux Picos de Europa, au nord de la Péninsule ibérique.

BALL, dans Flora Europaea (1964), subordonne ce taxon nord-ibérique — marocain à *M. fruticulosa*, un orophyte assez largement distribué sur les principaux massifs européens. Il distingue ainsi le subsp. *perennis* de 2 autres sous-espèces (*fruticulosa* et *valesiaca*) par le diamètre des silicules : elles auraient 2 - 3 mm de diamètre chez le subsp. *perennis* contre 1-2 mm chez les deux autres sous-espèces. Cette distinction est valable pour les représentants espagnols du subsp. *perennis* et nous l'avons vérifié sur des échantillons d'herbier mais elle n'est plus exacte si l'on inclut les plantes marocaines qui ont, sur nos témoins, des silicules larges de 1,5 et 1,7 mm. De plus, nos exemplaires marocains sont moins grands et moins robustes que les individus des Picos de Europa ; leurs tiges en particulier ne dépassent pas ou peu les rosettes foliaires.

Au point de vue cytologique, nous avons étudié 2 populations, l'une du Haut-Atlas occidental (var. *occidentalis* Maire) et l'autre du Haut-Atlas oriental (var. *anremerica* Lit. et Maire), récoltées respectivement à une altitude de 3000 et 3500 m. Toutes deux sont diploïdes avec $n = 6$ (Fig. 29 a). POLATSCHKEK (1983) publie un nombre identique pour *M. fruticulosa* subsp. *perennis* des Picos de Europa.

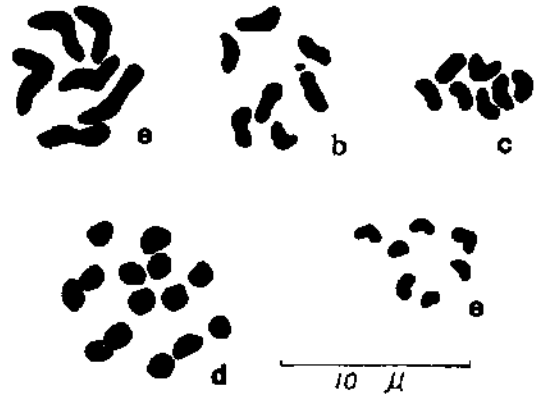


Figure 29 : a. *Matthiola perennis* (928), Mitose pollinique, $n = 6$; b. *Raffanaldia primuloides* (512), Mitose pollinique, $n = 7$; c. *Raffanaldia primuloides* (260), Mitose pollinique, $n = 7$; d. *Raffanaldia platycarpa* (750), Métaphase II, $n = 14$; e. *Thlaspi perfoliatum* subsp. *tinei* (632), Mitose pollinique, $n = 7$.

La seule donnée de référence que nous possédions pour le Maroc est quelque peu confuse. QUEZEL (1957, p.392) publie $n = 16$ pour *Matthiola "saxatilis" var. anremerica* (repris tel quel dans l'Index de BOLKHOVSKIKH, 1969). Plus loin (p.396), l'auteur commente son résultat de $n = 6$, toujours pour *M. "saxatilis"*. Il y a de toute évidence 2 erreurs, l'une (typographique, sans doute) concernant le nombre de la page 392 et l'autre concernant le nom d'espèce : *M. "saxatilis"* n'existe pas, à notre connaissance, même en synonymie !

Le nombre de base $x = 6$ n'est pas rare dans le genre *Matthiola* et le taxon affine *M. valesiaca* possède également $n = 6$.

D'un point de vue phytogéographique, nous retiendrons donc que *M. perennis* appartient à un contingent assez particulier de taxons nommés "pyréno-atlasiques" par QUEZEL (1957).

L'aire actuelle de *M. perennis* et de l'espèce affine *M. fruticulosa* résulte certainement du morcellement de l'aire d'un ancêtre commun à $2n = 12$ largement réparti sur les montagnes méditerranéennes.

1) Quant à la troisième sous-espèce de *M. fruticulosa*, le subsp. *fruticulosa*, nous supposons que son nombre chromosomique a été déterminé car les taxons *M. thesalia* et *M. tristis*, sur lesquels JARETZKY (1929) a compté $n = 6$, sont considérés par BALL (op. cit.) comme synonymes de *M. fruticulosa* s. lat.

Ce cas rappelle celui des *Geranium* de la section *Subacaulia* (GALLAND & KÜPPER, 1985).

- *Nasturtium officinale* R. Br. $2n = 32$
- *Nasturtium microphyllum* (Boenn.) Reichenb. $2n = 64$

Parmi les 8 populations mégatlasiques étudiées ici (cf. Appendice I), 6 se sont révélées diploïdes et correspondent morphologiquement à *N. officinale*, alors que 2 sont tétraploïdes et appartiennent à *N. microphyllum* (cf. MANTON 1932 et 1935, VALENTINE, 1964, HESS & al., 1970).

Remarquons que *N. microphyllum* semble plus alticole (2500 et 3200 m) au Maroc que le taxon diploïde (récolté, lui, entre 1250 et 2100 m), ce qui pourrait faire penser à une pseudo-vicariance altitudinale. Cependant, le nombre de populations tétraploïdes observées est encore trop faible pour en tirer une conclusion cytogéographique.

- *Raffenaldia primuloides* Godr. $2n = 14$
(= *Cossonia africana* Dur.)
- *Raffenaldia platycarpa* (Coss.) Stapf. $2n = 28$
(= *Cossonia platycarpa* Coss.)

Nous traiterons ensemble ces 2 taxons, seuls représentants d'un genre endémique en Afrique du Nord.

Le nom de genre *Cossonia* Dur. se rencontre encore parfois dans la littérature et, en particulier, dans le Catalogue des Plantes du Maroc (JAHANDIEZ & MAIRE, 1932). MAIRE (1934) a revu la nomenclature du genre en montrant que *Raffenaldia* décrit par GODRON en mai 1853 doit avoir la priorité sur *Cossonia* dont la description par DURIEU (*in* BALANSA) n'a paru qu'en novembre 1853.

Les caractéristiques de chacune des 2 espèces sont résumées dans le tableau suivant (Tab. 12).

Deux faits sont particulièrement remarquables dans le genre *Raffenaldia* :

— Endémique algéro-marocain, ce genre est isolé dans la flore nord-africaine et ne présenterait d'affinités réelles qu'avec un genre monospécifique de Corse et de Sardaigne : *Morisia hypogaea* (QUEZEL, 1957). C'est BRIQUET qui, le premier, a rapproché ces 2 genres. Les études cytologiques de MANTON (1932) puis de CONTANDRIOPOULOS (1962) ont révélé un nombre de base identique dans les 2 genres : $x = 7$. CONTANDRIOPOULOS (*op. cit.*, p. 143), montrant

Tableau 12 : Morphologie, chorologie et cytologie comparées entre *Raffenaldia primuloides* et *Raffenaldia platycarpa*

	<i>R. primuloides</i> (= <i>C. africana</i>) espèce type du genre	<i>R. platycarpa</i> (= <i>C. platycarpa</i>)
Caractéristiques morphologiques ¹	silique tétragone à bec court (→ 7mm) style = l'ovaire à l'anthèse	silique comprimée à bec long (→ 12 mm) style = 2 fois l'ovaire à l'anthèse
Taxons infrasécifiques ¹	2 variétés et 2 sous-variétés	---
Distribution ¹	Algérie et Maroc (Rif, Moyen-Atlas, Haut-Atlas oriental, Siroua et Sargho)	Maroc (Haut-Atlas oriental : Rhat et Ayachi)
Milieu ¹	clairières, pâturages pierreux, champs des hauts-plateaux et montagnes, jusqu'à 3200 m	éboulis, combes à neige sur calcaire, de 3000 à 3700 m
Comptages chromosomiques inédits	$n = 7$ (diploïde) (Fig. 29 b, c)	$n = 14$ (tétraploïde) (Fig. 29 d)
Provenance des comptages	MA, Tichchoukt 2340 m MA, Bou Iflane 2540 m	HA or, M'Goun, J. Tarkeddid 3400 m HA or, M'Goun, versant N 3300 m
Comptages antérieurs	$2n = 14$ MANTON 1932 (matériel de jardin botan.) $n = 10$ HUMPHRIES & al. 1978 (Col du Zad)	aucun

1 - D'après Maire (1965)

les parentés écologiques, morphologiques et cytologiques rapprochant les 2 genres, pense qu'ils sont : "... vraisemblablement issus d'un ancêtre commun, aujourd'hui disparu et dont ils représentent des reliques" et, plus loin (p.322), parlant du peuplement végétal de la Corse : "Les anciennes connexions avec l'Afrique (au début du Tertiaire) sont illustrées par le *Morisia hypogaea* apparenté au *Cossonia*". Nous retenons surtout, pour le genre *Raffenaldia*, une différenciation fort ancienne sur les montagnes d'Afrique du Nord.

— A la suite de notre étude cytologique, un élément nouveau est apparu : la polyploïdie affectant *R. platycarpa*¹. Ce nombre, $n = 14$, a été clairement observé sur des méioses (métaphases II) et des mitoses polliniques. Ce fait vient confirmer l'idée de QUEZEL (1957, p.377) selon laquelle *R. platycarpa* dériverait de *R. primuloides* ; l'auteur montre qu'un certain nombre d'oro-endémiques dérivent d'espèces ne présentant pas de grandes exigences du point de vue altitudinal. A l'exemple cité ci-dessus, il ajoute celui du couple *Veronica rosea* - *V. charitoni*. Nous verrons que dans ce dernier cas la polyploïdie n'entre pas en considération. Notons

1) Nous considérons le comptage de HUMPHRIES & al. (1978) comme erroné ; leur nombre étonnant ($n = 10$) pourrait peut-être se rapporter à un individu particulièrement modeste de *Brassica repanda*.

encore que la limite altitudinale inférieure du tétraploïde (3000 m) correspond assez bien aux limites inférieures qu'ont atteintes, sur le Haut-Atlas, les dernières glaciations importantes du Riss (cf. QUEZEL, 1957).

- *Rorippa atlantica* (Ball) Maire $2n = 32$ et 30

Endémique de la partie centrale du Haut-Atlas, *R. atlantica* est lié aux milieux humides (bord des eaux, pozzines) des moyennes et hautes montagnes.

Avec *Potentilla torneyana*, *R. atlantica* caractérise une association fontinale de haute altitude décrite par QUEZEL (1957) dans le Haut-Atlas central. Le groupement colonise des graviers humides. Selon QUEZEL, il n'existe pas d'association vicariante sur la Sierra Nevada.

L'étroite localisation géographique de *R. atlantica* s'accompagne d'une position systématique relativement isolée : c'est le seul représentant de la section *Roripella* Maire caractérisée par des graines unisériées et des siliques comprimées et allongées.

Des 5 populations étudiées, 4 présentent un nombre chromosomique identique : $n = 16$ ou $2n = 32$. Si nous reconnaissons, avec MANTON (1932), un nombre de base $x = 8$ dans le genre *Rorippa*, nous avons donc affaire à une valence tétraploïde pour *R. atlantica*.

Sur un exemplaire récolté, avec d'autres, dans une pozzine près du refuge Lepiney, nous avons observé $2n = 30$ sur des mitoses de racines et $n = 15$ (avec, parfois, un fragment de chromatine) sur des mitoses polliniques. Cet individu fructifie au Jardin botanique de Neuchâtel depuis 1978. Ce nombre aberrant, certainement accidentel, ne semble pas avoir d'incidence sur le phénotype de la plante. Cela renforcerait l'idée que *R. atlantica* est tétraploïde.

QUEZEL (1957) a étudié une plante du Toubkal pour laquelle il a déterminé le nombre de $n = 14$. Dans un commentaire, il note d'ailleurs lui-même combien ce résultat est étonnant et suggère qu'il pourrait s'agir d'un aneuploïde.

- *Thlaspi perfoliatum* L. $2n = 14$ et 42

Cette annuelle, largement répandue en Europe et dans la région méditerranéenne, jusqu'en Iran, a déjà suscité quelques débats parmi les cytologistes et risque fort d'être encore l'objet, sinon d'une petite polémique, du moins, et nous l'espérons, d'une recherche plus détaillée à la lumière des résultats récents.

Dans un travail précédent (GALLAND, in FAVARGER, GALLAND & KÜPFER 1979), nous avons publié $2n = 14$, soit une valence diploïde, pour une population du Bou Iblane (Moyen-Atlas). Dans un commentaire, nous précisons que ce nombre n'était pas nouveau puisque ARYAVAND (1978) avait également découvert un diploïde au sud de la mer Caspienne. Cependant, l'existence de ces populations diploïdes présentait un intérêt d'autant plus grand que seules les races décaploïdes ($2n = 70$) et surtout hexaploïdes ($2n = 42$) étaient connues jusqu'alors (voir ci-dessous).

Depuis, MAASSOUMI (1980) a également publié $2n = 14$ pour un *T. perfoliatum* d'Iran.

Dans notre commentaire, nous indiquons aussi que la population du Bou Iblane appartient au subsp. *tinei* (Nym.) Maire propre à la Sicile et aux montagnes marocaines et algériennes. Cette forme se distingue du type (subsp. *perfoliatum*) par des feuilles arrondies, très obtuses, aux bords souvent ondulés ; le rapport longueur/largeur ne dépasse pas 1,5 alors qu'il est compris entre 2 et 3 pour le subsp. *perfoliatum*. Sur le fruit, le style est nul dans le subsp. *tinei* et très court, mais visible, dans le subsp. *perfoliatum*.

Décrivant 3 nouveaux résultats concernant *T. perfoliatum* en Grèce et en URSS pour lesquels il a compté $2n = 42$ (race hexaploïde), POLATSCHEK (1983) montre que la majorité des données récentes concernent effectivement des races hexaploïdes ; il ajoute : "Hingegen sind die Angaben bei FAVARGER, GALLAND & KÜPFER 1980 (Marokko...) mit $2n = 14$ und bei MAASSOUMI 1980 (Iran...) mit $n = 7$ für *T. perfoliatum* mit Sicherheit Fehlbestimmungen". Dans un article précédent (1972), l'auteur autrichien avait en effet admis que *T. perfoliatum* devait être uniformément hexaploïde dans l'ensemble de son aire. Notons que POLATSCHEK (1983) semble ignorer le résultat publié par ARYAVAND en 1978.

Avec la même certitude, nous rétorquons à POLATSCHEK que nous ne voyons pas avec quel autre taxon nous aurions pu confondre nos exemplaires marocains. Un seul autre *Thlaspi* annuel est signalé en Afrique du Nord : *T. arvense*, mais les critères distinctifs sont trop tranchés pour laisser un doute quelconque.

L'auteur autrichien considérerait-il la forme à feuilles obtuses comme une espèce distincte (= *T. tinei* Nym.) ? Les Flores récentes, telle la Nouvelle Flore de l'Algérie de QUEZEL & SANTA (1962) ou Flora d'Italia de PIGNATTI (1982) la subordonnent à *T. perfoliatum* au rang

de sous-espèce et nous nous rallierons à leur jugement.

Avant de commenter nos résultats cytologiques récents, nous croyons bon de résumer les nombres actuellement connus pour *T. perfoliatum* dans le Tableau 13.

Tableau 13 : Nombres chromosomiques actuellement connus chez *Thlaspi perfoliatum*.

Nombre	Valence	Provenance	Auteur
2n = 70	10 x	inconnue	Jaretsky 1932
2n = 42	6 x	Alpes orientales	Polatschek 1966
		Afghanistan	Podlech & Dieterle 1969
		Turquie	Polatschek 1972
		Slovaquie	Majovsky & al. 1974 b
		Iran	Aryavand 1978
		Bulgarie	Ancev 1978
		Iran	Maassoumi 1980
		Grèce	Strid & Franzen 1981
		Grèce, URSS	Polatschek 1983
		Grèce	Franzen & Gustavsson 1983
2n = 28	4x	USA	Hill 1982
2n = 14	2x	Iran	Aryavand 1978
		Maroc	Favarger & al. 1979
		Iran	Maassoumi 1980
Résultats nouveaux ¹			
2n = 42	6x	Italie, Abruzzes	subsp. <i>perfoliatum</i>
2n = 14	2x	Maroc, Moyen-Atlas, Haut-Atlas or.	subsp. <i>tinei</i> (Fig. 29 e)
2n = 14	2x	Suisse, pied du Jura	subsp. <i>perfoliatum</i>

1 - Voir aussi le tableau plus détaillé, Annexe 1.

Nos quatre nouveaux résultats nous suggèrent les commentaires suivants :

— La plante des Abruzzes appartient à la race hexaploïde qui semble être, et de loin, la plus répandue dans la partie centrale et orientale de l'aire. Nous manquons cependant de données pour l'Europe occidentale, la France et la Péninsule ibérique en particulier.

— Deux nouveaux comptages viennent confirmer l'existence d'une race diploïde au Maroc, appartenant à *T. perfoliatum* subsp. *tinei*. Nous avons d'ailleurs repris du matériel dans le massif du Bou Iblane afin de vérifier le comptage chromosomique publié en 1979 (in FAVARGER & al.).

— Une dernière plante a été fixée dans la nature, à Neuchâtel, au pied du Jura : elle appartient au subsp. *perfoliatum*. Nous avons été fort étonnée d'y trouver, là aussi, une valence diploïde en dénombant très clairement $n = 7$ sur des mitoses polliniques et $2n = 14$ sur des mitoses ovariennes.

Nous ne remarquons aucune différence morphologique significative entre le diploïde de

Neuchâtel et l'hexaploïde des Abruzzes si ce n'est une inflorescence quelque peu appauvrie chez le diploïde. Avec les diploïdes découverts en Iran, ce dernier résultat prouve deux faits :

1) La race diploïde existe chez *T. perfoliatum* et elle est actuellement connue au Maroc, en Suisse¹ et en Iran.

2) Morphologiquement, le cytotype diploïde n'est pas homogène puisqu'il semble appartenir au moins à 2 sous-espèces distinctes : subsp. *tinei* au Maroc et subsp. *perfoliatum* en Suisse. En Iran, ARYAVAND (1978) précise que l'exemplaire diploïde est de petite taille mais il ne l'attribue pas à un taxon infraspécifique particulier. Flora Iranica ne distingue d'ailleurs aucune sous-espèce chez *T. perfoliatum*.

T. perfoliatum constitue donc un complexe polyploïde des plus intéressants dont nous n'avons que quelques paramètres en main. Il faudrait bien entendu multiplier les comptages chromosomiques avant de pouvoir esquisser l'histoire de ce complexe. Il reste en particulier une inconnue : la race tétraploïde existe-t-elle ? La seule indication relative à ce cytotype nous vient des USA (HILL, 1982) et concerne donc une plante naturalisée.

CRASSULACEAE

- *Monanthes atlantica* Ball.
var. *fuscum* Emb. 2n = 30
(= *Sedum surculosum* Cosson var. *fuscum* Emb.)

M. atlantica est un endémique du Haut-Atlas où il se rencontre dans les fentes de rochers humides ou au bord des ruisselets entre 2400 et 3800 m (MAIRE, 1976).

Deux variétés ont été reconnues chez *M. atlantica* :

- var. *fuscum* Emb. : fleurs jaunes lavées de brun-rouge, axes de l'inflorescence poilus-glanduleux, nectaires atteignant 0,9 mm de longueur ; commun dans les massifs granitiques ;
- var. *luteum* Emb. : fleurs jaunes, axes de l'inflorescence glabres, nectaires plus petits (0,6 mm de longueur) ; se rencontre sur quelques massifs calcaires du Haut-Atlas oriental.

1) De tout récents comptages réalisés sur du matériel récolté dans les environs de Neuchâtel montrent qu'il existe, là aussi, des individus hexaploïdes à $n = 21$. Il s'agira de voir si les différents cytodèmes peuvent être attribués aux taxons que JORDAN a distingués chez *T. perfoliatum* : *T. erraticum* Jord. et *T. improprium* Jord.

Nos quatre exemplaires, récoltés sur le Haut-Atlas central et occidental, appartiennent tous au var. *fuscum*.

Plusieurs problèmes d'ordre taxonomique sont apparus au sujet de *M. atlantica*. Cette plante présente en effet des caractères morphologiques intermédiaires entre les genres *Sedum* et *Monanthes* et elle a été placée, selon l'optique des auteurs, dans l'un ou l'autre genre (cf. UHL, 1961).

Les fleurs, parfois pentamères, présentent souvent cependant un nombre variable de pièces florales (jusqu'à 7). Selon BERGER (1930), cette variabilité exclut l'endémique atlasique du genre *Sedum* dont les fleurs sont en général pentamères bien qu'il y ait de nombreuses exceptions.

Le genre *Monanthes* est caractérisé par des nectaires grands et pétaloïdes. Si les nectaires de *M. atlantica* atteignent environ le tiers de la longueur des pétales, ils apparaissent en revanche nettement charnus, comme chez certains représentants du genre *Sedum*. Rappelons que le genre *Monanthes* est représenté par 10 espèces dans les îles Canaries et une seule (*M. atlantica*, précisément) sur le continent africain (JACOBSEN, 1960 in UHL, 1961).

Si nous adoptons les vues de BERGER (1930) et de UHL (1961) pour placer la plante atlasique dans le genre *Monanthes*, il faut avouer que nos résultats cytologiques viennent plutôt brouiller les cartes !

QUEZEL (1957), le premier, a publié un nombre chromosomique pour *M. atlantica*. Il a dénombré $n = 16$ pour une plante du M'Goun qui doit certainement s'apparenter au var. *luteum*.

UHL (1961) compte $n = 18$ sur un exemplaire cultivé de *M. atlantica*. Ce nombre correspond à l'unique nombre de base ($x = 18$) décelé dans le genre *Monanthes* (UHL a étudié 10 espèces de ce genre). Ainsi, l'auteur avançait un argument cytologique tout à fait satisfaisant pour rapprocher la plante marocaine des autres représentants du genre *Monanthes*.

Nous avons étudié la garniture chromosomique de 4 échantillons récoltés dans des populations distinctes (cf. Appendice I). Les résultats sont identiques : le nombre $n = 15$ a été observé pour les 4 exemplaires sur divers stades méiotiques (Fig. 31 a). Dans un cas, l'observation des mitoses de racines ($2n = 30$) est venue confirmer le nombre gamétique.

La question de la position systématique de

l'endémique marocain au sein de la famille des *Crassulaceae* reste, à notre avis, entièrement ouverte. Faut-il créer un genre particulier, monospécifique ?

Quel que soit le genre auquel on l'apparente, l'orophyte marocain présente une position systématique et géographique remarquablement isolée et il ne se maintient sur le Haut-Atlas que dans des stations particulièrement ombragées ou humides. Selon UHL (1961), sa présence sur l'Atlas serait le vestige d'une période beaucoup plus humide (et certainement très ancienne) où l'aire de certains genres actuellement macaronésiens (*Monanthes*, *Aichryson*, *Aeonium*) s'étendait jusque dans l'est de l'Afrique.

• *Sedum acre* L. $2n = 40$

Nous trouvons chez t'HART (1978) le détail de la distribution de *S. acre* dont l'aire concerne l'Europe, l'Asie occidentale et l'Afrique du Nord. Si l'espèce est largement répandue du Maghreb à la Norvège, elle occupe également un vaste gradient altitudinal puisque t'HART (op. cit.) la situe entre 0 et 2300 m, en Europe.

Au Maroc, *S. acre* présente un caractère un peu plus orophile et se rencontre de 800 à 3000 m dans les rocailles calcaires et siliceuses des montagnes bien arrosées (MAIRE, 1976). En Afrique du Nord, comme dans toute la région méditerranéenne, l'espèce serait représentée par le subsp. *neglectum* (Ten.) Rouy & Camus. Cependant, l'auteur néerlandais, ainsi que CASTROVIEJO & CALVO (1981), ont montré que la variabilité morphologique est telle au sein du complexe constitué par *S. acre* qu'il est illusoire de vouloir réellement distinguer des taxons infraspécifiques.

L'étude cytologique de *S. acre* a révélé l'existence d'une série polyploïde avec les nombres somatiques $2n = 40, 60, 80, 100$ et 120 (cf. t'HART, 1978, pour la liste des auteurs). t'HART, pour qui le nombre de base de *S. acre* est $x = 20$, considère une série de données indiquant $2n = 16, 24$ et 48 comme relevant d'erreurs de comptage. Il est tout de même troublant de constater qu'une telle erreur a été commise par 6 auteurs auxquels il faut ajouter CASTROVIEJO & CALVO (op. cit.) qui publient $2n = 56$ pour l'Espagne, un nombre lui aussi multiple de 8. Notons que les auteurs espagnols ont mis en évidence plusieurs nombres ($2n = 40, 56$ et 60) dans une même population ibérique (Guadalajara).

Si nous revenons au travail de t'HART, nous constatons que les populations diploïdes ($2n =$

40) se localisent toutes dans la région méditerranéenne, alors que dans le centre et le nord de l'Europe se rencontre le cytotype tétraploïde ($2n = 80$). Les autres valences présentent une distribution moins bien circonscrite.

Au Maroc, le nombre $n = 20$ a déjà été mis en évidence par HEBERT (1980) sur des plantes du Rif et du Moyen-Atlas. Nous avons également compté 20 bivalents (métaphase II) sur un exemplaire du Haut-Atlas central.

Une récolte de l'Oukaïmeden soulève, elle, quelques problèmes. En effet, si des fixations de racines montraient clairement $2n = 40$ chromosomes, l'observation de méioses en revanche a laissé quelques doutes : en plus d'une vingtaine de bivalents apparaissaient sur des plaques métaphasiques 8 à 10 univalents. Cette variation du nombre chromosomique au sein d'une même population pourrait être le signe de la présence sympatrique de plantes différant par leur degré de polyploïdie ou par leur nombre de base.

• *Sedum dasyphyllum* L. $2n = 56$ et 84

Dans le bassin méditerranéen, Maroc compris, et dans le centre de l'Europe, une étude cytogéographique très documentée de *S. dasyphyllum* a été entreprise par HEBERT (1980) et nous nous limiterons ici à situer nos résultats dans le contexte de ce travail.

De l'étude chromosomique d'une centaine d'échantillons, l'auteur a pu mettre en évidence les points suivants :

— *S. dasyphyllum*, dont le nombre de base est $x = 14$, constitue un vaste complexe polyploïde dans lequel HEBERT a décelé les valences diploïde ($2n = 28$), tétraploïde ($2n = 56$), hexaploïde ($2n = 84$) et octoploïde ($2n = 112$). Seuls 2 cas de dysploïdie ($2n = c. 98$ en Corse et $2n = 108$ dans le Rif) ont été trouvés.

— Au nord d'une ligne constituée par les Alpes, les Pyrénées et les Monts Cantabres, HEBERT n'a rencontré que des plantes tétraploïdes ($2n = 56$). Selon lui, l'homogénéité des populations septentrionales peut être attribuée à l'influence des glaciations.

— Dans le bassin méditerranéen, les différentes races chromosomiques constituent une mosaïque fort complexe où chaque cytotype présente une aire très morcelée. Les diploïdes en particulier ont été localisés au Maroc, dans le sud et l'est de l'Espagne, aux Baléares, en Corse, dans le nord de l'Italie et au Tessin. Dans le sud-est de l'Espagne et en Corse, par

exemple, HEBERT a récolté des plantes diploïdes, tétraploïdes et hexaploïdes (cf. carte de distribution des cytodèmes, HEBERT, 1980).

Le Maroc présente la même hétérogénéité que les autres régions méditerranéennes et nous avons résumé dans le Tableau 14 les résultats concernant ce pays.

Tableau 14 : Nombres chromosomiques de *Sedum dasyphyllum* au Maroc

n =	Valence	Auteur	Provenance marocaine
14	2 x	Hébert ¹	MA, Bou Iblane
		Hébert ¹	HA central, Imilit
		Hébert ¹	HA central, refuge Nehner
28	4 x	Hébert	Rif, Tidighin
		Galland ²	HA occ., Soksaoua, plateau du Tichka
42	6 x	Favarger ²	HA central, Sirooua
		Galland	HA central, Tizi-n-Tichka
54	8 x . 4	Hébert	HA oriental, Rhat
56	8 x	Hébert	Rif, J. Kraa
			HA oriental, Ayachi

1 - Hébert, thèse (1980)

2 - non publié

La Figure 30 illustre la distribution des différents cytodèmes au Maroc.

S'il n'est pas possible de mettre en corrélation la valence avec un type particulier de distribution géographique, il est également très difficile, voire impossible, de déceler une relation entre la variabilité cytologique et le grand polymorphisme de *S. dasyphyllum*. HEBERT l'a déjà souligné et notre échantillonnage ne nous permet pas de résoudre le problème.

La très grande variabilité chromosomique de *S. dasyphyllum* dans le bassin ouest-

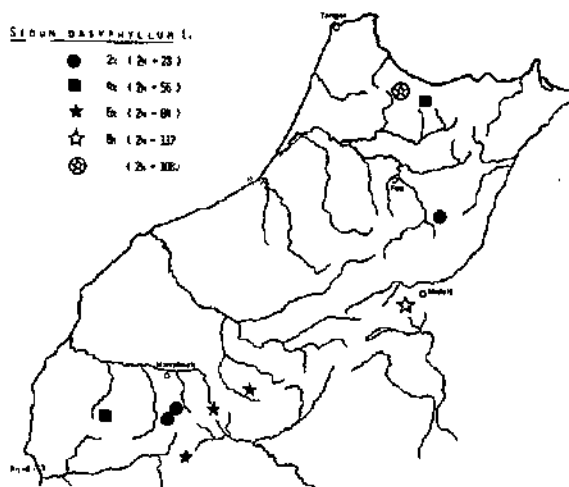


Figure 30 : Distribution des cytodèmes de *Sedum dasyphyllum* au Maroc (complété, d'après HEBERT 1980).

méditerranéen suggère, selon HEBERT, l'existence d'un foyer "ibéro-mauritanien" non seulement pour le complexe polyploïde que constitue *S. dasyphyllum* mais aussi pour d'autres orpins tels *S. album*, *S. brevifolium* ou *S. caeruleum*.

• *Sedum modestum* Ball 2n = 16

Cet endémique marocain est commun en basse et moyenne montagne sur le Moyen-Atlas et le Haut-Atlas. C'est un orpin annuel à fleurs heptamères jaunes et à feuilles planes obovales. La position dressée des follicules à maturité rattache *S. modestum* au type des *Sedum* orthocarpiques (sous-section *Crassifolia*, HEBERT, 1980).

Avec d'autres annuelles d'Afrique du Nord, *S. modestum* constitue un groupe particulier que HEBERT (1980) place dans la série des espèces "orthocarpiques à fleurs de couleur variable, blanche avant tout" (ser. *Alba* Berger); cette série, regroupant surtout des taxons vivaces, comprend les vastes complexes polyploïdes que sont *S. album* et *S. dasyphyllum*.

La couleur jaune de certaines espèces nord-africaines telles *S. modestum* représenterait un caractère primitif au sein de cette série et, selon HEBERT (op. cit., p. 110): "confirmerait l'hypothèse que la série *Alba* serait originaire de la région ibéro-maghrébine".

En tous les cas, nous avons constaté que le nombre chromosomique de *S. modestum*, inconnu jusqu'ici, est particulièrement bas puisque nous avons dénombré $n = 8$ (Fig. 31 b)

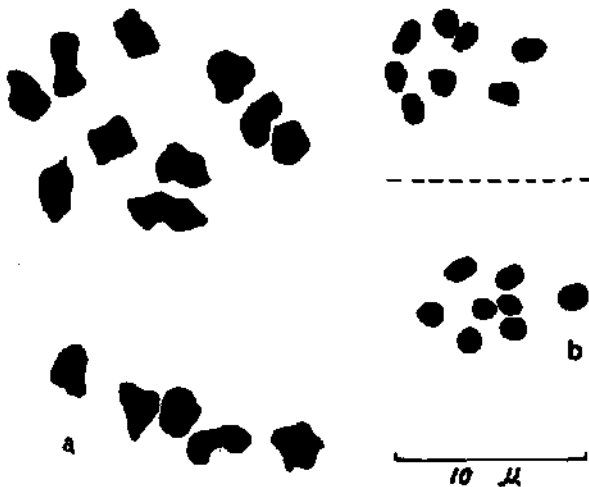


Figure 31 : a. *Monanthes atlantica* var. *fuscum* (987), fin Prophase, $n = 15$; b. *Sedum modestum* (1220), Anaphase II, $n = 8$.

chez 2 plantes du Haut-Atlas (Ourika et Tizi-n-Tichka).

S. modestum, endémique atlasique, est donc diploïde avec un nombre de base $x = 8$ qui serait particulier à ce taxon et apparaîtrait comme l'un des plus faibles de la série *Alba*. HEBERT (op. cit., p. 109) fait remarquer que dans les nombres de base de la série *Alba*, il y a une lacune entre $x = 6$ et $x = 9$. L'auteur écrit : "D'autre part, il est possible qu'une étude plus poussée des espèces orthocarpiques annuelles d'Afrique du Nord nous amène à en incorporer une partie à ce groupe et comble ces lacunes". Le cas de *S. modestum* semble confirmer les vues de l'auteur.

SAXIFRAGACEAE

• *Parnassia palustris* L. subsp. *palustris* $2n = 18$

P. palustris s. lat. présente une très vaste distribution circumboréale (cf. MEUSEL & al., 1965). Dans la Péninsule ibérique comme en Afrique du Nord, l'aire devient disjointe et l'espèce ne se localise plus que sur les massifs bien arrosés. Au Maroc, *P. palustris* est dispersé sur quelques montagnes du Rif, du Moyen-Atlas (1 localité) et du Haut-Atlas occidental et central, de 1900 à 3000 m (MAIRE, 1980). L'Algérie ne compte qu'une seule localité près de la frontière tunisienne, au bord de la mer.

P. palustris a fait l'objet de très nombreux comptages chromosomiques (cf. HESS & al., 1970) qui ont révélé l'existence de deux cytotypes, l'un diploïde à $2n = 18$ et l'autre tétraploïde à $2n = 36$.

Si, selon WEBB (1964), les diploïdes appartiennent au subsp. *palustris* (largement distribué) et les tétraploïdes au subsp. *obtusiflora* (Rupr.) D.A. Webb, localisé, lui, dans les régions arctiques, GADELLA & KLIPHUIS (1968) ont cependant découvert aux Pays-Bas un tétraploïde dont le phénotype correspond au subsp. *palustris*.

Avec un calice nettement plus court que la corolle, notre exemplaire marocain, récolté près du refuge Lépiney, peut être attribué au subsp. *palustris*.

Notre comptage chromosomique confirme celui de QUEZEL (1957) pour une plante de l'Oukaïmeden : *P. palustris* est diploïde sur les Atlas. Nous ne connaissons aucune donnée pour la Péninsule ibérique.

Avec d'autres taxons (*Nardus stricta* ou *Cerastium cerastoides* par exemple), *P. palustris*

constitue un élément d'affinité septentrionale qui ne semble plus avoir évolué (dans son phénotype et son nombre chromosomique tout au moins) depuis son arrivée sur les hautes montagnes d'Afrique du Nord et pour lequel les milieux humides ont joué un rôle conservateur.

- *Saxifraga globulifera* Desf.
var. *spathulata* (Desf.) Batt. $2n = 66$
var. *fontanesiana* Engl. & Irmsch. $2n = 66$

S. globulifera appartient à la sous-section *Gemmiferae* Willk. (du sect. *Dactyloides* Tausch) qui montre une extraordinaire différenciation dans l'ouest de la Méditerranée et, plus particulièrement, en Afrique du Nord. A côté de *S. hypnoides* L., dont l'aire disjointe embrasse l'ouest de l'Europe (cf. MEUSEL & al., 1965), la sous-section compte 7 représentants en Afrique septentrionale, dont 6 y sont strictement endémiques, localisés pour la plupart dans les rochers de un ou deux massifs montagneux.

S. globulifera est plus largement distribué dans le sud de l'Espagne et dans le Maghreb où il pousse, sur rocher calcaire et siliceux, du littoral jusqu'à 3000 m d'altitude (MAIRE, 1980). C'est un taxon extrêmement polymorphe pour lequel MAIRE distingue de très nombreuses formes infrasécifiques.

Dans notre échantillonnage, nous avons reconnu les var. *spathulata* et *fontanesiana* appartenant à la sous-espèce type.

L'étude cytologique de *S. globulifera* s'est avérée très délicate car les chromosomes, petits, apparaissaient rarement bien étalés. Si, pour 4 plantes (3 appartenant au var. *spathulata* et une au var. *fontanesiana*), nous avons pu dénombrer $n = 33$ sur des méioses (Fig. 32 a) ou des mitoses polliniques, nous avons dû cependant renoncer à déterminer le nombre chromosomique de plusieurs autres exemplaires. Nous ne savons pas si cette difficulté d'observation est imputable aux techniques de fixation ou à des anomalies méiotiques.

Les résultats connus pour *S. hypnoides* semblent refléter eux aussi une assez forte variabilité cytologique... et une certaine résistance aux efforts des cytologistes. Nous trouvons en effet dans BOLKHOVSKIKH & al. (1969) les nombres $2n =$ ca 44, ca 48, ca 58, ca 60 et 64. *S. globulifera* présente donc un nombre chromosomique légèrement plus élevé mais il est fort probable qu'une étude cytologique plus documentée révélera une variabilité que ne reflètent par nos résultats.

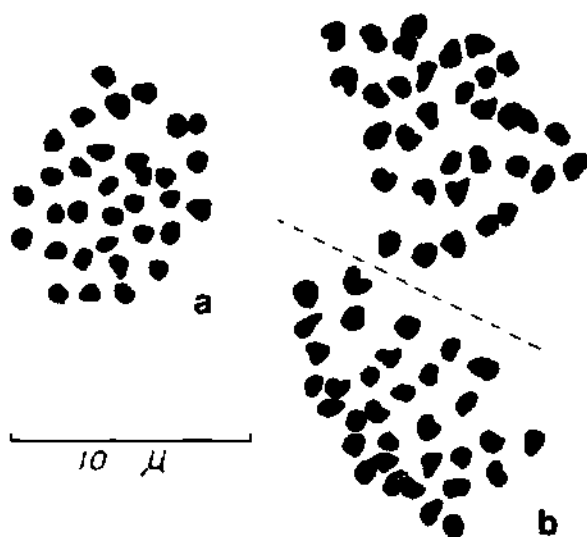


Figure 32 : a. *Saxifraga globulifera* var. *fontanesiana* (680), Anaphase I, $n = 33$; b. *Saxifraga pedemontana* subsp. *demnatensis* (1028), Anaphase I, $n = 33$.

- *Saxifraga pedemontana* All.
subsp. *demnatensis* (Batt.) Emb. $2n = 66$

S. pedemontana est une magnifique plante des montagnes du centre et du sud de l'Europe. Si elle est représentée en Afrique du Nord par un taxon particulier, le subsp. *demnatensis*, WEBB (1964) distingue pour l'Europe :

- subsp. *pedemontana* : centre et sud-ouest des Alpes
- subsp. *cymosa* Engler : Carpathes et Balkans
- subsp. *cervicornis* (Viv.) Engler : Corse et Sardaigne
- subsp. *prostii* (Sternb.) D.A. Webb : Cévennes

Le subsp. *demnatensis*, endémique du Moyen-Atlas et du Haut-Atlas, croît sur les rochers calcaires et siliceux des hautes montagnes.

Nous avons étudié la garniture chromosomique de deux exemplaires récoltés près du refuge Lepiney, l'un à 3250 m et l'autre à 3300 m. Pour les 2 plantes, nous avons déterminé le nombre gamétique $n = 33$ sur divers stades méiotiques (Fig. 32 b).

DAMBOLDT (1968) a étudié 3 des 4 sous-espèces européennes et ses résultats cytologiques, comparés aux résultats antérieurs d'autres auteurs, lui font écrire (op. cit., p. 50) : "Nach den cytologischen Untersuchungen kann man bei der *S. pedemontana* - Gruppe ebenfalls auf komplizierte karyologische Verhältnisse schliessen".

En effet, les nombres actuellement connus pour les diverses sous-espèces de *S. pedemontana* sont les suivants :

- subsp. *pedemontana* :
 $2n = 42$ Alpes cottiennes,
 (Damboldt 1968)
 $2n = 40$ Alpes maritimes, Mercantour,
 (Favarger, inéd.)
- subsp. *cervicornis* :
 $2n = 26$ Corse, (Hamel 1954)
 Corse (Contandriopoulos 1962)
 $2n = 44$ Corse (Jones in Webb 1964)
 $2n = 42$ Corse (Damboldt 1968)
 Sardaigne (Villa 1978)
 $2n = 44$ Sardaigne (Favarger, inéd.)
- subsp. *prostii* :
 $2n = 32$ Cévennes (Hamel 1954)
 Cévennes (Damboldt 1968)
- subsp. *demnatensis* :
 $2n = 66$ Haut-Atlas (Galland, inéd.)

Si notre résultat n'apporte guère de lumière dans la compréhension cytotonomique du complexe de *S. pedemontana*, nous constatons qu'il correspond au nombre le plus élevé actuellement connu dans le groupe.

Il pourrait être éventuellement rapproché du nombre chromosomique du subsp. *prostii* ($2n = 32$) mais les feuilles très fines et découpées en lobes étroits du taxon français sont cependant très différentes de celles du subsp. *demnatensis*.

FAVARGER (comm. orale) pense que le comportement cytologique de *S. grex pedemontana* présente de grandes similitudes avec celui du complexe *S. moschata-exarata* pour lequel 9 cytodèmes différents ont été décelés dans le domaine alpin (KÜPPER & RAIS, 1983 ; DAMBOLDT, 1968). Chez *S. pedemontana*, le nombre de base, instable, semble également osciller autour ou à partir de $x = 10$ (il est impossible, dans l'état actuel de nos connaissances, de préciser l'amplitude de la variation). Ceci nous amènerait à considérer une valence tétraploïde pour les subsp. *pedemontana* et *cervicornis* et une valence hexaploïde pour le subsp. *demnatensis*. Quant au statut cytologique et taxonomique du subsp. *prostii*, il reste à préciser, comme celui d'ailleurs du subsp. *cymosa*. Pour DAMBOLDT (1968), une révision bien documentée de *S. grex pedemontana* serait indispensable pour comprendre le comportement cytologique du groupe.

C'est la raison pour laquelle nous avons adopté la nomenclature proposée par EMBERGER (1934) qui subordonne le taxon marocain à

S. pedemontana. L'isolement géographique et le nombre chromosomique des plantes atlasiques permettraient peut-être de réhabiliter le binôme *S. demnatensis* Batt. mais nous pensons, avec DAMBOLDT, qu'une telle révision doit se faire dans le cadre d'une étude globale de biosystématique du complexe de *S. pedemontana*.

ROSACEAE

- *Geum heterocarpum* Boiss. $2n = 28$

La distribution de *G. heterocarpum* est fort intéressante et rappelle beaucoup, par exemple, celle d'*Androsace maximo*. Son aire, très disjointe, concerne d'une part le sud de l'Espagne et l'Afrique septentrionale et d'autre part l'Asie mineure, l'Iran et l'Asie centrale (cf. carte de distribution in GAJEWSKI, 1957, p. 77). Dans le centre de la Méditerranée, l'espèce est signalée dans quelques localités isolées du Dauphiné, des Abruzzes et de l'Albanie. Nous noterons que *G. heterocarpum* semble absent de toutes les îles méditerranéennes. Si l'aire de *G. heterocarpum* est vaste et disjointe, l'espèce paraît cependant très stable d'un point de vue morphologique aussi bien à l'ouest qu'à l'est de la Méditerranée. En Afrique du Nord, MAIRE (1980) reconnaît 3 formes, qui n'expriment que des variations morphologiques mineures (disposition du carpelle inférieur et contour des sépales).

Dans les flores d'Iran et d'URSS, aucun taxon infraspécifique n'est décrit et les diagnoses des représentants orientaux correspondent bien à celle de MAIRE (op. cit.) pour l'Afrique du Nord.

G. heterocarpum ne montre de réelles affinités qu'avec un orophyte de l'Iran et du centre de l'Asie : *G. kokanicum* Reg. & Schm.

Au sein du genre *Geum*, les deux espèces constituent un sous-genre particulier, le subgen. *Orthurus* Juz, caractérisé par un style droit, non caduc et dépourvu d'articulation en crochet.

Dans sa monographie du genre *Geum*, GAJEWSKI (1957) attribue au subgen. *Orthurus* un caractère relictuel traduit aussi bien dans la morphologie des espèces, en particulier dans la structure des akènes, que dans leur répartition, en l'occurrence celle, morcelée, de *G. heterocarpum*. L'étude cytologique de *G. heterocarpum* vient appuyer les vues de GAJEWSKI (op. cit.). L'auteur polonais a d'ailleurs déterminé, le premier, le nombre chromosomique de l'espèce en comptant $2n = 28$ sur du matériel de Jardins botaniques. Il n'est malheureusement par possible de savoir si ce matériel est originaire de la partie orientale ou occidentale de l'aire.

En tous les cas, nous pouvons confirmer ce nombre avec l'observation cytologique d'une plante récoltée au Cirque de Jaffar, dans le massif de l'Ayachi. Précisons ici que *G. heterocarpum*, peu fréquent, est disséminé sur les montagnes peu élevées du Maroc et que la localité de l'Ayachi ne semblait pas connue de MAIRE (1980).

Pour GAJEWSKI, le nombre de base du genre *Geum* est $x = 7$ et nous trouvons donc un nombre tétraploïde chez *G. heterocarpum*. L'auteur a montré qu'une telle valence est la plus basse qui ait été décelée dans le genre où la polyploïdie (de $4x$ à $12x$) a joué un rôle important dans l'évolution de certains groupes. Dans l'état actuel de nos connaissances, *G. heterocarpum* ne partage ce nombre $2n = 28$ qu'avec *G. montanum* L., un orophyte centre-européen, et *G. rhodopeum* Stoj. & Stef. des montagnes balkaniques ; le nombre chromosomique de *G. kokanicum* n'a cependant jamais été compté jusqu'ici.

Ainsi, des faits d'ordre chorologique, morphologique et cytologique permettent d'affirmer que le subgen. *Orthurus* représente une ancienne lignée évolutive dans le genre *Geum*.

• *Potentilla maura* Wolf $2n = 28$

Cette belle plante densément recouverte d'un indument soyeux est strictement endémique des montagnes marocaines. Elle pousse dans les pâturages et les combes à neige des principaux massifs du pays, de 1400 à près de 3000 m d'altitude.

Le nombre chromosomique de cet endémique orophile n'a semble-t-il jamais été compté. Nous avons déterminé les nombres $n = 14$ et $2n = 28$ sur des plantes récoltées dans le Moyen-Atlas et le Haut-Atlas oriental.

MAIRE (1980) signale la parenté que présente *P. maura* avec *P. nevadensis* Boiss., un endémique rupicole de la Sierra Nevada. La morphologie de ces deux plantes est très proche et toutes deux possèdent un indument densément villos ; elles se distinguent essentiellement par leur calicule : celui-ci est plus court que le calice chez *P. nevadensis* alors qu'il atteint la longueur des sépales chez *P. maura*.

Le nombre chromosomique du taxon névadéen est connu depuis fort longtemps et il est identique à celui de *P. maura*, soit $2n = 28$ (SHIMOTOMAI, 1930 et GUSTAFSSON, 1942 in BOLKOVSKIKH & al., 1969).

LEGUMINOSAE

• *Coronilla minima* L. $2n = 12$ et 24

À la suite du travail de KÜPFER (1974), nous savons que ce taxon ouest-méditerranéen constitue un complexe polyploïde dans lequel 3 cytotypes ont été mis en évidence (cf. carte de distribution in KÜPFER, op. cit., et Fig. 33) :

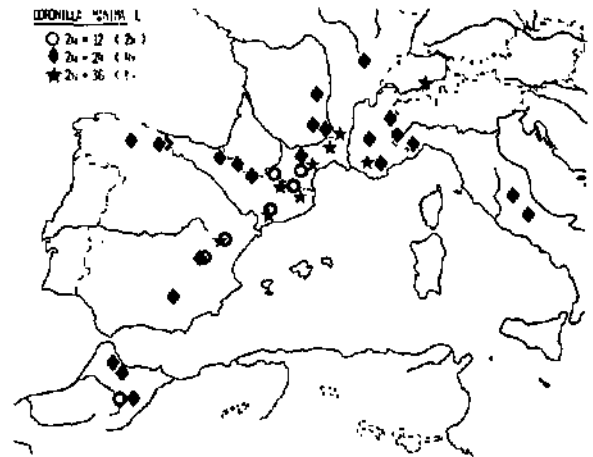


Figure 33 : Distribution des cytodèmes de *Coronilla minima* (complété, d'après KÜPFER 1974).

– Diploïde ($2n = 12$) : il correspond à des plantes orophiles des Pyrénées orientales et de certains massifs du nord-est de l'Espagne, attribuées au subsp. *minima*.

– Tétraploïde ($2n = 24$) : il paraît largement réparti sur l'ensemble de l'aire : Appennins, Alpes méridionales, Pyrénées, Monts Cantabres, Cordillères bétiques ; il correspond également au subsp. *minima*.

– Hexaploïde ($2n = 36$) : plus thermophile, il est limité aux parties chaudes de l'aire, du nord de l'Espagne jusqu'en Valais ; il présente un port buissonnant et appartient au subsp. *clusii*.

Le cytotype diploïde étant exclusivement orophile en Europe, *C. minima* représente, selon KÜPFER (1974), un exemple de pseudovicariance de type alpino-planitiaire.

KÜPFER (in FAVARGER & al., 1979) a étudié par la suite du matériel marocain et il a décelé une valence tétraploïde pour 2 populations, l'une du Rif (J. Kraa, 1750 m) et l'autre du Moyen-Atlas (Bou Iblane, 2550 m).

Nous avons étudié 2 nouvelles populations et avons retrouvé un cytodème tétraploïde ($2n = 24$) dans le Rif, à Chechouen (1675 m). Une

plante du Tichchoukt présentait en revanche le nombre chromosomique $2n = 12$ et correspond ainsi à une valence diploïde ; c'est donc actuellement la seule population diploïde que nous connaissons en Afrique du Nord.

Les données sont encore très fragmentaires mais la présence du cytotype ancestral au Maroc est fort intéressante. Une disjonction importante sépare l'aire des diploïdes espagnols de celle du diploïde marocain et suggère une distribution relictuelle de la sippe ancestrale.

Contrairement aux populations espagnoles, la plante du Tichchoukt ne montre pas un caractère plus orophile que les cytodèmes tétraploïdes.

Comme l'a montré KÜPFER (1974) pour l'Europe, diploïdes et tétraploïdes marocains sont très proches d'un point de vue morphologique et ils présentent en particulier un port prostré tout à fait identique.

Si notre témoin tétraploïde possède des folioles (3 x 2 mm) et une corolle (8 mm) légèrement plus modestes que chez notre exemplaire diploïde (folioles : 4 x 2 mm, corolle : 9-10 mm), tous deux correspondent bien au var. *mairi* décrit par UHROVA (1935) au Maroc et en Algérie. Cette dernière variété, fort proche du type, se distinguerait notamment par une corolle un peu plus grande (7-9 mm) que chez le var. *minima* pour qui UHROVA (op. cit.) admet une corolle mesurant de 5 à 7 (-9) mm ; l'auteur note cependant l'existence de formes intermédiaires.

La présence d'un diploïde au Maroc permet de penser que les tétraploïdes maghrébins se sont peut-être formés *in situ*, cela d'autant plus que les cytodèmes diploïdes et tétraploïdes ont une morphologie très proche ; il y aurait donc eu polytopisme dans l'apparition des tétraploïdes en Europe et en Afrique du Nord. Une comparaison fine des génomes des différents cytodèmes tétraploïdes serait dans ce cas très instructive.

Selon MEUSEL & al. (1965), l'aire du subsp. *minima* (= p.p. var. *mairi*) est continue en Afrique du Nord alors que le subsp. *clusii* est disséminé au Maroc et dans la partie orientale de l'Algérie. Nous avons vu que le subsp. *clusii* correspond en Europe au cytotype hexaploïde et il n'est pas exclu que des études cytologiques ultérieures puissent mettre en évidence un troisième cytotype en Afrique du Nord.

• *Hippocrepis liouvillei* Maire $2n = 14$

Cet endémique atlasique peu fréquent croit dans les fissures de rochers calcaires de quelques sommets du Moyen-Atlas et sur le Rhat, dans le Haut-Atlas oriental. Il se caractérise notamment par un port cespiteux, une inflorescence pauciflore (2-6 flores sur notre échantillon) et un calice glabre dont la lèvre supérieure possède des dents tronquées.

Nous avons déterminé son nombre chromosomique, $2n = 14$, sur un exemplaire récolté au Bou Iblane ; ce nombre est nouveau pour l'espèce et il correspond à une valence diploïde, le nombre de base $x = 7$ étant commun à tous les représentants du genre *Hippocrepis*.

MAIRE (1926) rapproche *H. liouvillei* de *H. valentina*, localisé dans le sud-est de l'Espagne, et de *H. balearica* endémique des Baléares ; comme *H. liouvillei*, ces deux taxons sont liés aux rochers calcaires et tous deux sont également diploïdes (GUERN & GORENFLOT, 1966). Ces trois taxons représentent, à notre avis, autant de schizoendémiques dont l'isolement paraît fort ancien au vu du caractère relictuel marqué de chacune de leurs aires.

• *Lotus grex corniculatus* L. $2n = 12$ et 24

Le problème des lotiers du grex *corniculatus* L. s'est avéré très complexe dans les Atlas. Disons d'emblée que nous avons rencontré des populations diploïdes ($2n = 12$) et des populations tétraploïdes ($2n = 24$). Les premières ($2x$) n'ont pas un phénotype uniforme. Une de nos plantes, récoltée dans le massif du Siroua (Tachakoucht, no 2064) a des folioles de 5 à 6 mm de long et le port de *L. alpinus* (DC) Schleicher dont elle se distingue toutefois par une forte villosité étalée et par l'extrémité de la carène qui n'est pas pourprée. Il ne semble pas y avoir le moindre rapport entre cette plante et *L. boissieri* Fernandes de la Sierra Nevada que nous connaissons par les échantillons de l'Herbier de Neuchâtel. Deux autres diploïdes ont été repérés dans le Haut-Atlas oriental, respectivement au Masker (no 302) et à Tirrhist (no 361). Leur phénotype est différent. Il s'agit de plantes à tiges dressées, très feuillées dont les folioles sont plus grandes (jusqu'à 9 mm) que dans la plante du Siroua. Les inflorescences portent 3 à 5 fleurs dont la carène n'est pas non plus pourprée à l'extrémité.

Ce qui est troublant, c'est que les diploïdes du Haut-Atlas oriental ont un phénotype très semblable à celui des tétraploïdes que nous avons récoltés dans le Haut-Atlas (Tizi-n-Tichka no

132 et Abachkou no 881) ainsi que dans le Moyen-Atlas (Bou Iblane no 467 et Col du Zad nos 209 et 295). Cette ressemblance est frappante lorsque nous pouvons comparer des

plantes di- et tétraploïdes qui ont poussé dans des conditions identiques (cf. Pl. 1). Les tétraploïdes ont une morphologie assez uniforme, bien que nous ayons observé au Tizi-n-Tichka

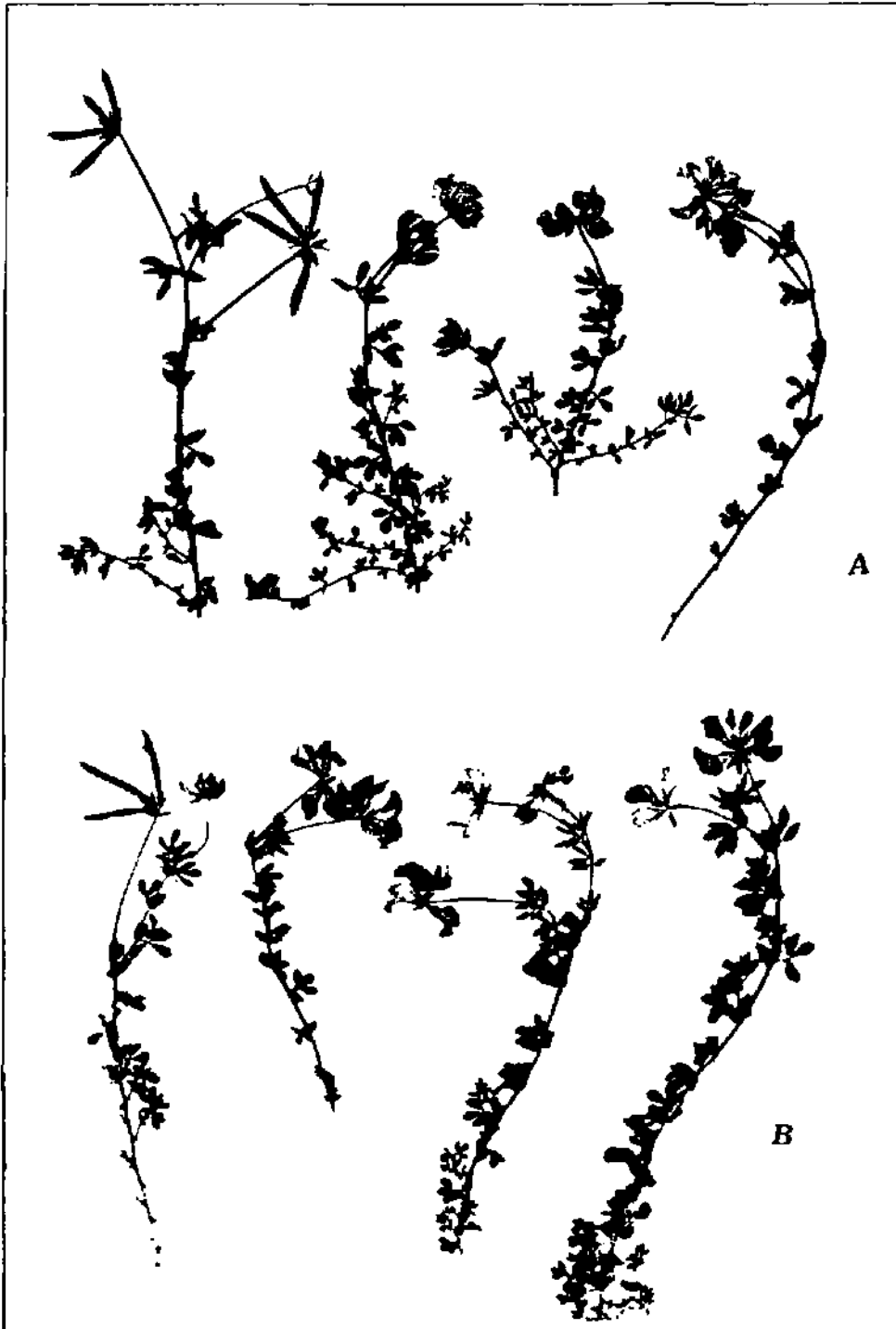


PLANCHE 1 : *Lotus grex corniculatus*

Morphologie comparée de 2 témoins de culture.

A : 79-1219 Tirrhist, HA or. (2x)

B : 79-1153 Col du Zad, MA (4x)



PLANCHE 2 : *Lotus grex corniculatus*
 Morphologie comparée de 3 tétraploïdes
 (tempoins de la nature)

A : N° 704 Abachkou (HA oriental)

B : N° 881 Abachkou (HA oriental)

C : N° 209 Cal du Zad (Moyen Atlas)

un phénotype à folioles étroites (un peu comme chez *L. tenuis*) et une forme prostrée à très petites folioles à Abachkou (no 704). Toutefois, il y a des intermédiaires entre ces individus et le type le plus courant (cf. Pl. 2).

Ce phénotype courant des tétraploïdes auquel ressemblent étonnamment les diploïdes du Haut-Atlas oriental nous paraît différer de *L. corniculatus* d'Europe par la petitesse des folioles qui ne dépassent jamais 10 mm de longueur et par leur forme qui est tantôt obovale, tantôt oblongue-lancéolée et cela souvent sur le même individu. Les tiges sont très feuillées et présentent un certain degré d'hétérophyllie (feuilles à folioles de 5 mm de longueur et feuilles à folioles de 9 à 10 mm sur le même pied). Les fleurs sont groupées par 3 à 5 et la carène n'y est jamais pourprée à l'extrémité.

Cette morphologie nous paraît quelque peu intermédiaire entre celle de *L. corniculatus* et celle de *L. alpinus*.

On connaît la très grande plasticité du phénotype de *L. corniculatus*. C'est pourquoi nous pensons qu'il ne faut pas attribuer une trop grande importance au port prostré et à la microphyllie de certains individus atlasiques.

S'il n'y avait pas de plantes diploïdes dans les Atlas, on admettrait volontiers que *L. corniculatus* européen (4x) s'est adapté au climat plus sec des chaînes atlasiques grâce à des individus microphyllies¹. Mais la présence de plantes diploïdes dont l'une a un phénotype assez voisin de *L. alpinus* nous fait renoncer à cette hypothèse.

Nous pensons plutôt qu'au tertiaire, les chaînes atlasiques ont été colonisées par un *Lotus* du *grex corniculatus* diploïde et assez voisin de *L. alpinus* des Alpes et des Pyrénées. Ce taxon devait avoir un phénotype assez plastique. Il a dû former par autopolyploïdie un tétraploïde, actuellement assez répandu, au moins dans le Moyen-Atlas et en certains points du Haut-Atlas. Si nous supposons une autopolyploïdie, c'est pour rendre compte des ressemblances très frappantes entre les diploïdes du Haut-Atlas oriental et les tétraploïdes du Haut-Atlas et du Moyen-Atlas. Nous avons d'ailleurs observé des endomitoses ($2n = 24$) dans les racines d'un diploïde du Masker.

Dans les Atlas, il semble donc qu'il n'y ait qu'un seul taxon, assez variable et offrant des populations diploïdes et tétraploïdes dont la ressemblance est telle (qu'il s'agisse du phénotype prostré et très microphyllie ou du phénotype dressé un peu moins microphyllie) que nous n'avons trouvé aucun critère pour les distinguer.

Concernant l'aspect taxonomique, nous pensons que ce taxon mérite un statut de sous-espèce ou de variété de *L. corniculatus*.

Si nous renonçons cependant à décrire ce taxon et à le nommer ici, c'est parce que nous estimons qu'il convient d'étudier encore davantage de populations marocaines sur le terrain et dans les herbiers avant de se prononcer définitivement.

En conclusion, nos études révèlent les faits suivants :

1) L'Atlas, à l'instar des Alpes, des Pyrénées et de la Sierra Nevada, abrite un cytotype diploïde du groupe de *L. corniculatus*.

2) Ce cytotype diploïde n'a été observé jusqu'ici que dans le Haut-Atlas (central et oriental).

3) Ce taxon est variable. Si une de ses formes ressemble à *L. alpinus* (sauf par la pubescence), l'autre est proche de *L. corniculatus* s.str. C'est probablement, avec *L. borbassii* Ujhelyi d'Europe centrale, la forme diploïde de ce groupe qui se rapproche le plus de *L. corniculatus* s.str.

4) A notre avis, il n'y a qu'un seul taxon atlasique du groupe *corniculatus*. La ressemblance frappante entre certains diploïdes et les tétraploïdes donne à penser que ces derniers sont des autotétraploïdes nés sur place.

• *Medicago suffruticosa* Ramond
subsp. *maroccana* (Batt.) Maire $2n = 16$

M. suffruticosa, distribué dans l'ouest de la Méditerranée, au sud de la France, dans l'est de l'Espagne et au Maroc, présente une aire norcclée que se partagent 3 sous-espèces :

- subsp. *suffruticosa*: Corbières, Pyrénées
- subsp. *leiocarpa* : Languedoc, E. Pyrénées jusqu'à Valence
- subsp. *maroccana*: Maroc.

Le taxon marocain occupe les basses et moyennes montagnes où il croît dans les forêts et sur les rochers et rocailles calcaires et siliceux. Selon BATTANDIER (1907), le subsp.

1) A noter que cette microphyllie s'atténue en culture après 3 à 4 ans, sous le climat de Neuchâtel et sous l'influence de l'arrosage, tel qu'il est pratiqué dans les couches.

maroccana se distingue par des feuilles inférieures longuement et finement pétiolées, des folioles obcordées et des pédoncules ne portant qu'une ou deux fleurs.

Le nombre chromosomique que nous avons déterminé pour un exemplaire de l'Ayachi, $2n = 16$, correspond au nombre diploïde que CLEMENT (1962) et LESINS (1969) ont mis en évidence pour l'Espagne, sans préciser le taxon infraspécifique étudié.

De toute évidence, le taxon marocain, représentant un cas typique de schizoendémisme, s'est individualisé à la suite de l'isolement de la portion nord-africaine d'une aire qui a vraisemblablement été continue en Méditerranée occidentale.

• *Trifolium humile* Ball $2n = 16$

Ce trèfle endémique des Atlas marocains, au port densément cespiteux, est très fréquent dans les pozzines d'altitude, aussi bien sur silice que sur calcaire.

QUEZEL (1957) a d'ailleurs choisi ce taxon pour caractériser l'alliance (*Trifolium humilis*) qui regroupe les associations de pozzines sèches et suintantes des Atlas marocains. Le même auteur avait étudié la garniture chromosomique d'un exemplaire récolté à l'Oukaïmeden et il avait alors publié le résultat " $n = 7$ ou $n = 8$ ".

Notre échantillonnage comprend 4 populations représentant grosso modo l'ensemble de l'aire : Moyen-Atlas (Moussa ou Salah), Haut-Atlas oriental (Ayachi) et Haut-Atlas central (Toubkal et Siroua). Nous avons clairement observé les nombres $n = 8$ ou $2n = 16$ pour les 4 exemplaires ; c'est une valence diploïde correspondant au nombre de base $x = 8$, de loin le plus fréquent dans le genre *Trifolium*.

Il est intéressant de noter, avec BALL (1878), les affinités que présente *T. humile* avec *T. thalii* Vill., un orophyte centre et sud-européen dont l'aire concerne, à l'ouest, la chaîne pyrénéo-cantabrique (cf. MEUSEL & al., 1965). Ces deux taxons sont acaules au contraire de *T. pallescens* (= *T. glareolus*) qui présente de courtes tiges couchées ; cette dernière espèce, elle aussi orophile dans le centre et le sud de l'Europe, reste néanmoins très affine et représente, sur les pozzines de la Sierra Nevada, une forme vicariante de *T. humile* (cf. QUEZEL, 1957).

T. thalii et *T. pallescens* sont connus eux aussi par leur seule valence diploïde ($2n = 16$, cf. Index).

• *Vicia glauca* Presl. $2n = 14$

Le cas de *Vicia glauca* est déjà bien connu à la suite du travail de QUEZEL (1957) qui a non seulement mis en évidence ses caractéristiques chorologiques mais aussi déterminé son nombre chromosomique. Cependant, l'exemple de ce taxon est fort instructif d'un point de vue biogéographique et nous aimerions en rappeler ici quelques aspects intéressants :

- Son aire, très morcelée, englobe les sommets du Rif, du Moyen-Atlas, du Haut-Atlas, du Djurdjura et des Aurès en Afrique du Nord. En Europe, *V. glauca* est signalé en Corse et en Sicile et, dans le sud de l'Espagne, BLANCA & VALLE (1986) ont distingué une sous-espèce *giennense* très localisée dans un massif de la province de Jaen. Cette distribution très disjointe en Méditerranée occidentale apparaît hautement relictuelle.
- La différenciation morphologique très marquée chez *V. glauca* au niveau infraspécifique parle en faveur d'une mise en place très ancienne, à une époque où un climat plus froid et humide a permis à l'espèce d'étendre son aire en Méditerranée occidentale. Un climat plus xérique a sans doute relégué la plante aux altitudes élevées et isolé ainsi des populations sur différents massifs.
- QUEZEL (op. cit.) a décelé le nombre chromosomique $n = 7$ pour les variétés *mesatlantica*, *ayachica*, *anremerica* et *rerayensis*. Nous pouvons confirmer ce nombre pour le var. *rerayensis* après l'observation cytologique d'un exemplaire du Toubkal. BLANCA & VALLE (1986) ont observé un nombre identique chez la sous-espèce espagnole.

Ainsi, *V. glauca*, diploïde, semble avoir évolué par spéciation graduelle dans les différentes parties de son aire. Nous ne connaissons cependant pas encore le nombre chromosomique des populations corses et siciliennes.

GERANIACEAE

• *Geranium lucidum* L. $2n = 40$ et 42

Ce géranium, annuel ou bisannuel, remarquable par la couleur vert brillant de ses feuilles, présente une large distribution eurasiatique et méditerranéenne. RICHARD (1983) a précisé l'écologie de ce taxon dans le Jura : "il est lié à des régions dont les hivers sont peu rigoureux ainsi qu'à des milieux abrités au vent et suffisamment alimentés en eau".

Au Maroc, nous l'avons récolté dans des

fentes de rochers ou au pied de falaises, c'est-à-dire dans des stations effectivement abritées et humides, et ceci de 1700 à 2700 m dans le Moyen-Atlas et le Haut-Atlas.

Les données caryologiques concernant *G. lucidum* ne sont pas rares mais elles sont toutes très fragmentaires et ce taxon mériterait certainement une étude cytotoxonomique élargie à l'ensemble de son aire. Nous avons résumé dans le Tableau 15 les nombres chromosomiques actuellement connus pour *G. lucidum*.

Tableau 15 : Nombres chromosomiques actuellement connus chez *Geranium lucidum*

2n	Auteur du comptage	Provenance
20	Warburg, 1888	Grande-Bretagne
20	Löve & Kjellqvist, 1974 b	Espagne
20	Uhrikova & Majovsky, 1980	Tchécoslovaquie
40	Alves & Leitao, 1976	Portugal
c.40	Strid & Franzen, 1981	Grèce
40	Galland, inéd.	Maroc
42	Galland, inéd.	Suisse
60	Aryavand, 1983	Iran

G. lucidum constitue donc un complexe polyploïde mais il est encore prématuré, à notre avis, de vouloir caractériser la distribution des différents cytodèmes.

Nous retiendrons pour le moment que ce complexe comprend 3 niveaux de polyploïdie (diploïde, tétraploïde et hexaploïde) et qu'une population aneuploïde à $2n = 42$ a été décelée au-dessus de Neuchâtel, dans le Jura suisse.

Au Maroc, nous avons établi les nombres $n = 20$ et $2n = 40$ pour 3 exemplaires provenant du Moyen-Atlas, du Haut-Atlas central et du Haut-Atlas oriental ; nous n'avons donc trouvé que des plantes tétraploïdes, toutes localisées en moyenne montagne.

Précisons enfin que *G. lucidum* ne semblait pas avoir été étudié sous l'angle cytologique en Suisse où il n'est d'ailleurs pas très fréquent. Le nombre aneuploïde $2n = 42$ a été nettement observé sur des mitoses de racines.

VIOLACEAE

- *Viola dyris* Maire $2n = 20$ et 22

Le cas de cette petite pensée est remarquable par ses caractères chorologiques, écologiques et cytologiques. Si ces divers aspects sont déjà bien connus après les travaux de QUEZEL (1957) et de KÜPFER (in FAVARGER & al., 1979), nous pensons que ce cas est suffisamment intéressant pour que nous en rappelions les principales caractéristiques.

C'est un endémique localisé exclusivement dans les éboulis mobiles de l'étage culminant du Moyen- et du Haut-Atlas, entre 3200 et 4000 m.

Nous connaissons le nombre chromosomique des trois variétés reconnues chez *Viola dyris* :

- var. *dyris*, du Haut-Atlas central (siliceux) : $n = 10$ (KÜPFER, in FAVARGER & al., 1979)
- var. *calcareea*, de l'Andromeur (calcaire) : $n = 10$ (QUEZEL, 1957)
- var. *orientalis*, du Rhat, du M'Goun et de l'Ayachi (calcaire) : $n = 11$ (KÜPFER, op. cit.)

L'étude de deux nouvelles populations, l'une du refuge Lepiney ($2n = 20$, var. *dyris*) et l'autre du M'Goun ($n = 11$ et $2n = 22$, var. *orientalis*) nous permet de confirmer les résultats de KÜPFER.

Ainsi, *V. dyris* présente des cytodèmes dysploïdes à $n = 10$ et $n = 11$. Quel est le nombre ancestral de l'espèce ?

Poser la question revient en fait à se demander si les affinités de *V. dyris* sont à rechercher auprès d'espèces à nombre de base $x = 10$ ou $x = 11$. KÜPFER (op. cit.) a discuté ce problème et admet que "dans l'état actuel de nos connaissances, aucun argument ne nous permet de nous prononcer sur l'ancienneté relative des caryotypes à $n = 10$ ou 11 ".

Chez notre plante du M'Goun, nous avons souvent observé, sur des mitoses polliniques, qu'un chromosome se scindait au niveau de son centromère (cf. Fig. 34 a). Ce fait est peut-être tout à fait accidentel mais nous nous demandons tout de même si une telle fragmentation ne serait pas à l'origine du caryotype à $n = 11$.

Il est enfin remarquable de constater la très grande ressemblance des différents cytodèmes.



Figure 34 : a. *Viola dyris* var. *orientalis* (744), Mitose pollinique, $n = 11$; b. *Viola saxifraga* (683), Mitose pollinique, $n = 26$.

Nous n'avons pas pu observer de plantes appartenant au var. *calcareo* qui est décrit comme très poilu par LITARDIERE & MAIRE (1930). En revanche, la comparaison morphologique de nos témoins appartenant aux var. *orientalis* et *dyris* nous montre que seules les feuilles constituent un critère distinctif : celles du var. *orientalis* sont spatulées ; le limbe est légèrement plus long que large et, chez les jeunes feuilles surtout, il est densément poilu sur les marges et la face supérieure. Chez le var. *dyris*, les feuilles sont brusquement rétrécies en pétiole ; le limbe, circulaire ou légèrement plus large que long, est totalement glabre ou, plus rarement, un peu cilié sur les marges.

Ainsi, des phénomènes de dysploïdie peuvent affecter un taxon dont la chorologie et l'écologie sont particulièrement étroites, sans incidence importante sur la morphologie et la physiologie de la plante.

L'isolement taxonomique et géographique de *V. dyris* ne laissent aucun doute sur le caractère ancien et relictuel de sa présence sur les Atlas. La relativement légère différenciation morphologique des populations dispersées sur les sommets atlasiques s'explique peut-être par l'écologie très spécialisée de l'espèce : la pression de sélection du milieu s'est manifestée de manière identique et faible pour les divers isolats.

• *Viola saxifraga* Maire 2n = 52

Cette magnifique plante de rocher est endémique des Atlas marocains où JAHANDIEZ & MAIRE (1932) la situent entre 2000 et 3000 m.

L'espèce n'a jamais fait l'objet d'une étude cytologique. Nous avons observé les nombres $n = 26$ (mitoses polliniques, Fig. 34 b) et $2n = c. 52$ (mitoses de racines) chez deux exemplaires récoltés au Tichchoukt et dans le massif du M'Goun.

V. saxifraga appartient au sect. *Xylinosium* W. Becker qui compte un très petit nombre d'espèces ligneuses dont *V. arborescens* L., ouest-méditerranéen et *V. scorpiuroides* Cosson (= *V. methodiana* C. & G.) de la Méditerranée orientale (Grèce, Crète et Cyrénaïque). Si *V. arborescens* se rencontre dans le nord du Maroc, il ne paraît pas montrer d'étroites ressemblances avec *V. saxifraga*. En revanche, *V. saxifraga* semble montrer plus d'affinités avec *V. scorpiuroides* (fleurs jaunes, taille modeste, feuilles ovales lancéolées et non linéaires comme chez *V. arborescens* ; cf. GREUTER &

RECHINGER, 1967) ; cela permet de supposer des affinités orientales pour l'endémique atlasique.

CONTANDRIOPOULOS & ZAFFRAN (1969) ont compté le nombre chromosomique de *V. arborescens* (matériel du Maroc) et de *V. scorpiuroides* (matériel de Crète) et ils ont observé $2n = ca 56$ pour les deux taxons.¹ Etant donné la difficulté des comptages et l'aneuploïdie fréquente dans le genre *Viola*, nous pensons que les 3 espèces de la section *Xylinosium* ont le même nombre chromosomique.

LYTHRACEAE

- *Lythrum thymifolia* L. 2n = 10
(= *L. hyssopifolia* L. subsp. *thymifolia* (L) Batt.)

Ce petit *Lythrum* à feuilles glauques et linéaires est signalé par JAHANDIEZ & MAIRE (1932) dans la région de Tanger sous le nom de *L. hyssopifolia* L. subsp. *thymifolia*.

Nous en possédons un exemplaire récolté dans la région de l'Oukaïmeden. Sa distribution au Maroc semble donc méconnue et cela peut se comprendre facilement dans le cas d'une plante liée aux mares temporaires, telle *L. thymifolia*.

Si JAHANDIEZ & MAIRE (op. cit.) subordonnent ce taxon méditerranéen à *L. hyssopifolia*, subcosmopolite, les flores récentes attribuent à *L. thymifolia* un statut indépendant. Ce dernier se distingue non seulement par ses feuilles linéaires mais par des fleurs tétramères petites, dépassant à peine le calice. Chez *L. hyssopifolia*, les feuilles sont oblongues, atteignant 8 mm de large, et les fleurs sont deux fois plus longues que le calice. WEBB (1968) signale cependant l'existence de formes intermédiaires entre les 2 taxons.

L'observation cytologique de notre exemplaire marocain, appartenant nettement à *L. thymifolia*, a révélé le nombre chromosomique diploïde $n = 5$; l'espèce ne semble pas avoir fait l'objet d'une étude caryologique jusqu'ici.

Il est très intéressant de remarquer que l'espèce affine *L. hyssopifolia* n'est connue, elle, que par sa valence tétraploïde ($n = 10$ et $2n = 20$). Ce taxon a été étudié en Amérique du Nord (HEISER & WHITAKER, 1948), en Israël (DULBERGER, 1968), en France (SCHOTSMAN, 1970),

1) Le nombre $2n = 140$ publié pour *V. arborescens* dans Flora Europaea serait à confirmer ; D.M. MOORE (1982) ne donne aucune indication au sujet de l'auteur de ce comptage.

en Albanie (STRID, 1971) et en Slovaquie (UHRIKOVA, 1976).

L. thymifolia représente vraisemblablement la sippe ancestrale diploïde du groupe *hyssopifolia-thymifolia* et attesterait l'origine méditerranéenne de ce complexe.

Les formes intermédiaires signalées par WEBB (op. cit.) pourraient alors représenter des formes d'introggression dont l'étude cytogénétique serait intéressante pour comprendre l'évolution du groupe.

ONAGRACEAE

- *Epilobium tetragonum* L.
subsp. *tetragonum* 2n = 36

Cet épilobe présente au Maroc la même diversité morphologique que sur l'ensemble de son aire eurasiatique. On trouve en effet dans ce pays les 3 sous-espèces reconnues chez *E. tetragonum*, soit les subsp. *tetragonum*, *lamyi* et *tournefortii*.

E. tetragonum se rencontre surtout en plaine, moins fréquemment sur les montagnes siliceuses où il est représenté par le subsp. *tetragonum*, caractérisé par des fleurs modestes, ne dépassant pas 4 à 5 mm sur notre échantillon du Siroua.

Si *E. tetragonum* n'a jamais été étudié sous l'angle cytologique en Afrique du Nord, son nombre chromosomique ne diffère cependant pas de celui des plantes européennes (2n = 36). RAVEN & MOORE (1964) ont décelé ce nombre diploïde chez les subsp. *lamyi* et *tetragonum* en Grande-Bretagne.

UMBELLIFERAE

- *Carum atlanticum* Lit. & Maire 2n = 18
- *Carum proliferum* Maire 2n = 22

Endémique atlasique, *C. atlanticum* pousse dans les rocaïles des hautes montagnes siliceuses, de 2500 à 3200 m (JAHANDIEZ & MAIRE, 1932). Nos deux échantillons, récoltés près du refuge Lépiney et sur le plateau du Tichka, correspondent parfaitement bien à la description de MAIRE (1928 a) et, également, aux exsiccata de l'Herbier de Montpellier auxquels nous les avons comparés.

Le nombre chromosomique de *C. atlanticum* nous pose en revanche davantage de problèmes. QUEZEL (1957) et HUMPHRIES & al. (1978) s'accordent pour attribuer le nombre gamétique

n = 11 à ce taxon, pour des exemplaires récoltés respectivement au Toubkal et dans la haute vallée de la Moulouya.

L'étude de nos deux échantillons nous a amenée à déterminer les nombres n = 9 (Fig. 35 a) et 2n = 18 sans hésitation aucune. Nous ne nous expliquons guère cette discordance entre nos résultats et ceux des autres auteurs.

Dans le genre *Carum*, nous trouvons les nombres 2n = 18, 20 et 22 (voire 24) (cf. BOLKHOVSKIKH & al., 1969). Si certaines espèces telles *Carum carvi* ou *Pimpinella tragi* présentent 2 nombres de base, il faut bien avouer que la dysploïdie concerne des nombres consécutifs (x = 10 - 11 et x = 9 - 10). Chez *Carum atlanticum*, nos résultats impliqueraient les nombres x = 9 et 11. Nous noterons cependant que BHATTACHARYA (1974, in GOLDBLATT, 1981) a publié les nombres gamétiques n = 11 et 13 pour *Carum copticum*.

Notre résultat est d'autant plus déroutant que nous avons observé n = 11 (métaphases I, Fig. 35 b) chez un autre endémique des massifs élevés du Haut-Atlas : *Carum proliferum*, aux rosettes prostrées bien caractéristiques. Dans ce cas, notre résultat, obtenu sur une plante récoltée près du refuge Lépiney, confirme une donnée de QUEZEL (1957) pour un exemplaire du Rhat.

- *Pimpinella tragi* Vill.
subsp. *lithophila* (Schisch.) Tutin 2n = 20

Le genre *Pimpinella* a posé aux cytotaxonomistes un problème relatif à son nombre de

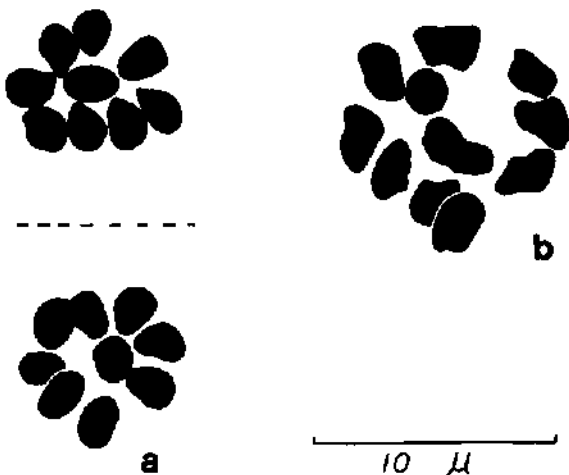


Figure 35 : a. *Carum atlanticum* (95), Métaphase II, n = 9 ; b. *Carum proliferum* (778), Métaphase II, n = 11.

base. Si les nombreux résultats de HUNKELER & FAVARGER (1967) et ceux de CAUWET (1968) les ont amenés à considérer un nombre de base $x = 10$, d'autres données ont montré que le nombre $x = 9$ doit aussi être pris en considération ; ces deux nombres de base, $x = 9$ et 10 , ont été décelés non seulement à l'intérieur du genre, mais aussi chez un certain nombre d'espèces (*P. nigra*, *P. saxifraga*, *P. major*, cf. KÜPFER, 1980 a). *P. tragium*, largement distribué en Méditerranée et dans le sud-ouest de l'Asie, n'échappe pas à cette variabilité cytologique. Qu'on en juge par les données actuellement connues (cf. Tableau 16).

Tableau 16 : Nombres chromosomiques actuellement connus pour *Pimpinella tragium*

n	2n	Auteur	Provenance
	18	Gardé & Malheiros-Gardé, 1949	Portugal
	18	Boros, 1970 (subsp. <i>lithophila</i>)	Grèce
	22	Peev & Andreev, 1978 (subsp. <i>lithophila</i>)	Bulgarie
	18	Cardona & Contandriopoulos, 1980 (var. <i>balcanica</i>)	Baléares
20 ± 1A		Küper, 1980 a	Iran
	20	Strid & Franzen, 1981 (subsp. <i>polycalca</i>)	Grèce
		Galland, inéd. (subsp. <i>lithophila</i>)	Maroc : Moyen-Atlas Haut-Atlas or.
10	20		
10			

Ces résultats, encore très fragmentaires, font apparaître des phénomènes de dysploïdie et de polyploïdie chez *P. tragium* dont l'interprétation phytogéographique est encore bien difficile. *P. tragium*, largement réparti, présente un assez grand polymorphisme et TUTIN (1968) retient 5 sous-espèces pour l'aire européenne de ce taxon. Au Maroc, où l'espèce croît sur les Atlas entre 1400 et 3300 m d'altitude, JAHANDIEZ & MAIRE (1932) n'indiquent aucun taxon subsépécifique.

D'après la clé de TUTIN (op. cit.), nous pouvons attribuer nos témoins au subsp. *lithophila* qui représente de loin le phénotype le plus répandu, de l'Espagne à la Crimée.

D'un point de vue cytologique, cette dernière sous-espèce paraît hétérogène puisque les nombres $2n = 18, 20$ et 22 (cf. Tableau 16) y ont été décelés.

Toute analyse cytogéographique ou morphologique est, à notre avis, prématurée et, de toute évidence, le complexe dysploïde et polyploïde que constitue *P. tragium* mériterait une étude détaillée sur l'ensemble de son aire.

PRIMULACEAE

- *Androsace maxima* L. $2n = 20$
- *A. turczaninovi* Freyn. $2n = 60$

Pour maints auteurs, le binôme *A. maxima* correspond à un taxon eurasiatique largement répandu de l'ouest de la Méditerranée (Péninsule ibérique et Maghreb) jusqu'en Afghanistan. Parfois, chez HEGI (1966) ou FERGUSON (1972) par exemple, *A. turczaninovi* est simplement placé en synonymie avec *A. maxima*.

Cependant, FEDOROV (1967), pour la Flore d'URSS, ne considère dans sa dition que *A. turczaninovi* (= *A. maxima* var. *caucasica*) qui se caractériserait notamment par des pédicelles 2 à 3 fois plus longs que les bractées (ils sont égaux aux bractées ou plus courts chez *A. maxima* s.str.) et une corolle mesurant de 6 à 9 mm (elle ne semble pas dépasser 6 mm chez *A. maxima* s.str.).

Il est intéressant de noter que l'aire d'*A. maxima* s.lat. apparaît relativement fragmentée, en particulier dans le centre de l'Europe (cf. MEUSEL & al., 1965). Ainsi, la distribution de l'espèce collective semble se polariser aux extrémités occidentale (Maghreb, Péninsule ibérique et sud de la France) et orientale de la Méditerranée.

En Afrique du Nord, cette androsace annuelle se rencontre dans les pâturages rocaillieux des montagnes jusqu'aux altitudes de 2400 à 2500 m.

Bien que l'aire d'*A. maxima* s.lat. soit vaste, l'espèce n'a pas fait l'objet de nombreuses observations cytologiques et nous résumons, dans le Tableau 17, les nombres chromosomiques actuellement connus.

Tableau 17 : Nombres chromosomiques actuellement connus pour *Androsace maxima* s. lat.

2n	Auteur	Provenance
	<i>A. turczaninovi</i> :	
40	Matveeva & Tichonova, 1968	URSS
	<i>A. maxima</i> :	
58 - 60	Titova, 1935	URSS
40	Aryavand, 1977	Iran, à l'W. d'Isfahan, 1800 m
40	Kliphuis & Barkoudah, 1977	Syrie, aux alentours de Damas
60	Aryavand, 1980	Iran, Shah Jora, 2000 m
20	Fernandes Casas & al., 1980	Espagne, prov. de Burgos, 1200 m
60	Galland, inédit	Iran, à l'E de Bojnurd, 900 m
20	Galland, inédit	France, Aveyron, 450 m
20	Galland, inédit	Maroc, Rif, Chechaouen, 1700 m
20	Galland, inédit	Maroc, HA or., Masker, 2100 m
20	Galland, inédit	Maroc, HA or., Masker, 1970 m
20	Galland, inédit	Maroc, HA or., Rhat, 2400 m

(cf. Fig. 36 a)

De ce Tableau, il ressort nettement que les populations occidentales (France, Espagne et Maroc) sont diploïdes alors que nous ne trouvons (dans l'état actuel de nos connaissances) que des cytodèmes tétraploïdes ($2n = 40$) et hexaploïdes ($2n = 60$) dans la partie orientale de l'aire. Il est impossible de savoir si les auteurs qui ont étudié des populations orientales (qu'ils ont nommées *A. maxima*) ont distingué, ou non, *A. maxima* et *A. turczaninovi*.

Dans le cas de l'Iran, il est fort probable que ARYAVAND (1977, 1980) ait suivi la nomenclature de WENDELBO (1965) pour qui *A. maxima* s.lat. est la seule androsace annuelle de la flore iranienne.

Deux raisons nous incitent à penser que les populations polyploïdes décelées dans l'ouest asiatique doivent vraisemblablement se rapporter à *A. turczaninovi* :

- 1) Le seul comptage explicitement relatif à ce taxon présente une valence tétraploïde ($2n = 40$).
- 2) L'échantillon de culture iranien, pour lequel nous avons compté $n = 30$ ($6x$), apparaît beaucoup plus développé que nos exemplaires français et marocains. Nous reconnaissons en particulier les caractéristiques que nous avons signalées pour le taxon oriental : pédicelles et corolles nettement plus longs que chez nos échantillons de la Méditerranée occidentale ; de plus, la tige de la plante iranienne mesure 8 à 9 cm alors qu'elle ne dépasse pas 3 cm sur nos exemplaires diploïdes.

La distribution des cytodèmes d'*A. maxima* s.lat. soulève en tous les cas un intéressant problème cytogéographique. La polyploïdie est-elle liée à une migration d'ouest en est ? Y a-t-il eu évolution par polyploïdie *in situ*, liée à des événements climatiques ou géologiques particuliers ? Pour soutenir cette dernière hypothèse, il faudrait mettre en évidence des populations diploïdes dans la partie orientale de l'aire.

De toute évidence, *A. maxima* et *A. turczaninovi* constituent un complexe polyploïde, semble-t-il polarisé, qu'il s'agira de mieux cerner par des études cytotoxonomiques ultérieures, en particulier dans la portion centre-européenne de l'aire où nous ne disposons actuellement d'aucune donnée cytologique.

Pour l'heure, nous retiendrons qu'en Méditerranée occidentale, et plus particulièrement au Maroc, nous n'avons décelé que la sippe diploïde que nous rapportons à *A. maxima* s.str.

GENTIANACEAE

• *Gentiana atlantica* Litard. & Maire $2n = 48$

Cette minuscule gentiane annuelle ou hapaxanthe ne dépassant guère 1 à 2 cm de hauteur est endémique du Haut-Atlas siliceux et du M'Goun où elle se localise dans les pozzines suintantes des hautes montagnes.

KÜPFER (1980 b), le premier, a établi le nombre chromosomique de *G. atlantica* : $2n = 48$, pour un exemplaire du Toubkal. Nous pouvons confirmer ce résultat (Fig. 36 b) avec l'étude de 4 plantes récoltées sur le plateau du Tichka (Haut-Atlas occidental) et dans le massif du M'Goun (Haut-Atlas oriental). Nos résultats permettent d'affirmer que ce nombre paraît identique sur toute l'aire atlasique de l'espèce.

Dans un article consacré aux délicats problèmes cytotoxonomiques soulevés par les gentianes de la section *Chondrophyllae*, KÜPFER (op. cit.) a évoqué le cas du représentant atlasique, *G. atlantica*. Il nous paraît intéressant ici de souligner quelques constatations d'ordre phytogéographique développées dans cet article :

— La section *Chondrophyllae* est représentée sur certains massifs de la Péninsule ibérique par une gentiane vivace, *G. boryi*, dont le nombre chromosomique est $2n = 20$ (KÜPFER, 1968). QUEZEL (1957) et KÜPFER (1974) ont supposé que *G. boryi* et *G. atlantica* pou-

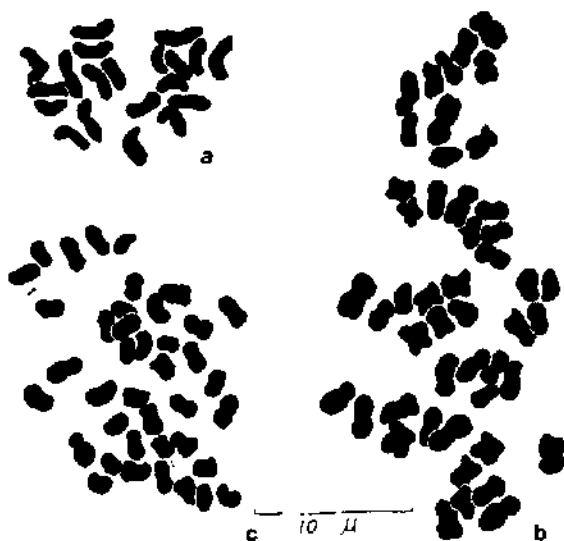


Figure 36 : a. *Androsace maxima* (1150), Mitose ovarienne. $2n = 20$; b. *Gentiana atlantica* (1183), Mitose de racine, $2n = 48$; c. *Convolvulus sabatius* subsp. *mauritanicus* (555), Mitose de racine. $2n = 40$.

vaient constituer un couple d'espèces vicariantes. L'examen de la garniture chromosomique de *G. atlantica* ($2n = 48$) n'a pas permis de confirmer cette hypothèse.

- Le nombre chromosomique de *G. atlantica*, le plus haut décelé jusqu'ici dans la section *Chondrophyllae*, ne peut être rapproché d'aucun nombre de base connu dans la section, soit $x = 9, 10$ et 13 . Ainsi, d'un point de vue aussi bien cytologique que morphologique ou palynologique, les affinités de *G. atlantica* restent encore totalement obscures (cf. KÜPPER, 1980 b et GALLAND & KÜPPER, 1984). Il semble qu'on soit en présence d'un paléopolyploïde.

CONVOLVULACEAE

- *Convolvulus sabatius* Viv.
subsp. *mauritanicus* (Boiss.) Murb. $2n = 40$

C. sabatius présente une intéressante distribution italo-maghrébine. Si l'espèce est signalée du Maroc à la Tunisie, sans être très fréquente pour autant, l'aire italienne en revanche apparaît particulièrement fragmentée : *C. sabatius* est localisé sur la côte ligure, dans les Pouilles et en Sicile (PIGNATTI, 1982).

En Afrique du Nord, l'espèce est représentée par la subsp. *mauritanicus* qui se distingue du type italien par une pubescence nettement plus développée.

Au Maroc, le subsp. *mauritanicus* se rencontre çà et là dans les rocaïlles des basses et moyennes montagnes des trois principaux massifs du pays.

Seule SA'AD (1967), dans un travail sur le genre *Convolvulus* en Méditerranée, a étudié la garniture chromosomique de *C. sabatius* ; l'auteur a compté $2n = 22$ mais elle n'indique malheureusement pas la provenance de son matériel.

Dans ses commentaires très succincts (l'auteur a surtout entrepris une étude morphologique du genre), SA'AD constate que *C. sabatius* partage le nombre chromosomique $2n = 22$ avec deux autres représentants du subsectio *Diffusi* : *C. gharbensis* et *C. humilis*, en précisant toutefois que ces deux taxons ne présentent que peu d'affinités morphologiques avec *C. sabatius*. Toujours dans la même sous-section, *C. sabatius* pourrait être rapproché davantage de *C. siculus*, méditerranéen ($2n = 22$ et $2n = 44$) ou de *C. supinus*, nord-africain ($2n = 44 - 46$).

L'étude d'un exemplaire de *C. sabatius* récolté dans le Rif ne nous permet cependant pas de

confirmer le résultat de SA'AD (1967). Nous avons en effet observé très nettement le nombre $2n = 40$ sur des mitoses de racines (Fig. 36 c).

Si, dans le subsectio *Diffusi*, la majorité des représentants possèdent un nombre chromosomique multiple de 11, nous trouvons aussi le nombre de base $x = 10$, en particulier chez *C. tricolor* ($2n = 20$), une annuelle de basses montagnes, répandue au Maroc et dans l'ouest de la Méditerranée.

Faut-il admettre deux nombres chromosomiques ($2n = 22$ et 40) au sein de l'espèce ? Nous laissons la question ouverte car seule l'étude d'un matériel plus abondant permettra de résoudre valablement le problème de l'évolution de *C. sabatius* d'une part et de ses affinités d'autre part.

De notre côté, nous retiendrons que la distribution de *C. sabatius*, dont le subsp. nord-africain *mauritanicus* est tétraploïde ($2n = 40$), concerne la Péninsule italienne, la Sicile et le Maghreb et témoigne, une fois de plus, de relations floristiques entre l'Italie et l'Afrique du Nord par l'intermédiaire de la Sicile. Une étude cytologique mieux documentée permettra peut-être de préciser le sens de la migration.

BORAGINACEAE

- *Myosotis alpestris* Schmidt
subsp. *albomarginata* (Lindl) Maire $2n = 24$
(= *M. atlantica* Vestergren)

Nous conserverons ici la nomenclature de SAUVAGE & VINDT (1954) pour désigner le représentant atlasique du vaste complexe orophile que constitue *Myosotis alpestris* s.lat. Le subsp. *albomarginata*, caractérisé par un calice dont les divisions sont densément bordées de cils blancs, se localise sur tous les massifs élevés du Moyen-Atlas et du Haut-Atlas. Il se rencontre fréquemment dans des stations humides et fraîches aussi bien sur gravier au bord des ruisselets que dans les pozzines suintantes.

Les représentants européens du coenospecies *M. alpestris* ont fait l'objet d'une étude détaillée de GRAU (1964) qui a mis en évidence l'existence d'un complexe polyploïde dans les Alpes et les Carpathes ($2n = 24, 48$ et 72 , soit des valences di-, tétra, et hexaploïdes). Les populations diploïdes, correspondant à une sippe ancestrale, se rencontrent dans toute la partie orientale de l'aire (Sibérie, Asie centrale). Du Caucase aux Pyrénées, elles sont en mélange

avec des cytodèmes polyploïdes puis nous retrouvons exclusivement des diploïdes sur la bordure sud-occidentale de l'aire en Corse et dans les Atlas notamment (cf. BLAISE & ROUX, 1971, et BLAISE, 1975).

BLAISE (1970), la première, a déterminé le nombre chromosomique du taxon marocain ($2n = 24$) et nous avons confirmé ce nombre diploïde avec l'étude de 5 nouvelles populations du Moyen-Atlas et du Haut-Atlas.

Le fait que *M. alpestris* (s.lat.) boréo-montagnard soit représenté sur les Atlas par un type particulier, diploïde, confirme les vues de KÜPFER (1974) : le taxon marocain se serait différencié à partir d'une souche ancestrale préglaciaire très largement répartie dans les régions boréales et méditerranéennes ; sa présence sur les Atlas ne résulterait donc pas d'une migration liée aux glaciations mais plutôt d'une différenciation *in situ* par schizoendémisme.

LABIATAE

Les trois genres qui vont suivre : *Acinos*, *Calamintha* et *Clinopodium* ont été diversément appréciés selon les auteurs : les uns, tels JAHANDIEZ & MAIRE (1934) ou HESS & al. (1972), les regroupent dans un genre *Satureja* compris dans un sens très large ; BALL & GETLIFFE (1972) ou PIGNATTI (1982) considèrent, eux, chaque genre séparément. Les études cytologiques sont venues appuyer cette dernière optique puisque des nombres de base différents caractérisent chaque genre. C'est la raison pour laquelle nous avons suivi la nomenclature de Flora Europaea (1972) et non celle du Catalogue des Plantes du Maroc (1934) pour les trois groupes en question.

- *Acinos alpinus* (L) Moench
subsp. *meridionalis* (Nyman) P.W. Ball $2n = 18$
(= *Calamintha granatensis* Boiss. & Reuter)

Le subsp. *meridionalis* est une forme méditerranéenne du taxon orophile centre et sud-européen *A. alpinus*.

A. alpinus n'est représenté en Afrique du Nord que par le subsp. *meridionalis* : nous trouvons en revanche les subsp. *meridionalis* et *alpinus* dans la Péninsule ibérique et dans le sud de l'Italie où leurs aires respectives, très fragmentées, sont en mosaïque mais ne semblent pas se superposer (cf. MEUSEL & al., 1965). Si ces deux taxons se distinguent par la forme de leur calice (celui du subsp. *meridionalis* présente des dents particulièrement courtes à la lèvre

supérieure), leurs nombres chromosomiques sont cependant identiques : $2n = 18$.

Nous avons déterminé ce nombre pour la première fois sur des plantes nord-africaines (6 populations) mais il était déjà connu pour des populations des Pyrénées orientales appartenant au subsp. *meridionalis* (FAVARGER & KÜPFER, 1968).

- *Calamintha grandiflora* (L) Moench
subsp. *baborensis* (Ball.) Galland $2n = 22$
(= *Calamintha baborensis* Batt.)

Espèce d'Europe centrale et méridionale, *C. grandiflora* est représenté en Afrique du Nord par une forme particulière, le subsp. *baborensis*, qui n'est pas réellement orophile mais plutôt liée aux forêts ombragées des montagnes. Au Maroc, ce taxon est signalé dans le Rif et le Moyen-Atlas et notre exemplaire a été récolté dans une cédraie sur le versant nord du Bou Iblane.

Le subsp. *baborensis* apparaît comme une forme réduite du type européen : feuilles, calice et corolle sont plus courts mais l'aspect général des plantes européennes et nord-africaines reste bien semblable.

De plus, le nombre chromosomique $2n = 22$ (Fig. 37 a) que nous avons trouvé chez une plante du Bou Iblane est identique à celui de *C. grandiflora* en Europe (FAVARGER, 1969 b, WIEFFERING 1969, MARKOVA & THU, 1974).

Nos observations morphologiques et cytologiques nous ont incitée à adopter l'opinion de JAHANDIEZ & MAIRE (1934) qui subordonnent les formes nord-africaines à *Satureja grandiflora*, au rang de sous-espèce.

Nous avons proposé la combinaison nouvelle : *Calamintha grandiflora* (L.) Moench subsp. *baborensis* (Ball) Galland (*in* GALLAND & FAVARGER, 1985) pour satisfaire aux vues actuelles de la nomenclature des Labiées, comme nous l'avons présenté dans l'introduction.

- *Clinopodium atlanticum* (Ball) Galland $2n = 20$
(= *Calamintha atlantica* Ball = *Satureja atlantica* (Ball.) Maire)

Cette petite plante au port sous-frutescent est endémique des Atlas marocains. Elle croît dans les rocailles et sur les rochers des montagnes, jusqu'à une altitude de 3200 m (JAHANDIEZ & MAIRE, 1934). Dans sa description, BALL avait

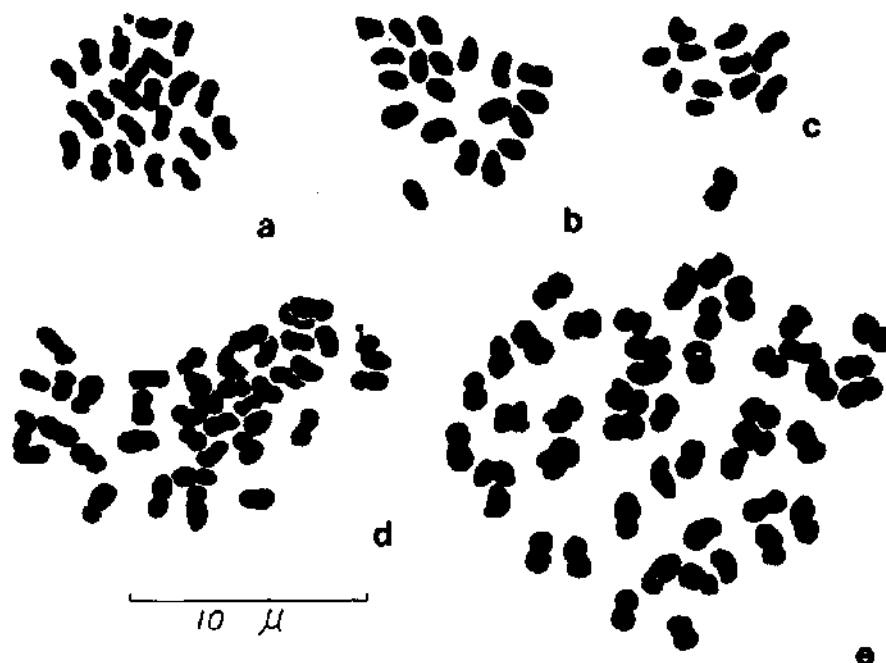


Figure 37 : a. *Calamintha grandiflora* subsp. *baborensis* (457), Mitose de racine, $2n = 22$; b. *Clinopodium atlanticum* (286), Mitose de racine, $2n = 20$; c. *Scutellaria orientalis* (211), Mitose pollinique, $n = 11$; d. *Clinopodium vulgare* subsp. *arundanum* (553), Mitose de racine, $2n = 40$; e. *Sideritis villosa* (1024), Mitose de racine, $2n = 48$.

déjà rapproché *Calamintha atlantica* de *Calamintha clinopodium* (= *Clinopodium vulgare*). L'endémique atlasique est plus petit dans toutes ses parties et ses tiges, mesurant de 10 à 15 cm, sont couchées à ascendantes. C'est une plante peu poilue en dehors de l'inflorescence dont l'indument est constitué de longs poils simples et de poils glanduleux.

L'étude cytologique de *C. atlanticum* nous apporte un argument supplémentaire pour placer ce taxon dans le genre *Clinopodium*, au côté de *C. vulgare* (cf. GALLAND & FAVARGER, 1985).

Nous avons en effet décelé les nombres $n = 10$ et $2n = 20$ (fig. 37 b) chez deux exemplaires du Haut-Atlas oriental (Masker et Rhat) ; c'est à notre connaissance un nombre chromosomique nouveau pour l'espèce.

Ainsi, *C. atlanticum* est diploïde avec un nombre de base $x = 10$ qui caractérise précisément le genre *Clinopodium* par rapport aux genres voisins *Acinos*, *Calamintha* et *Satureja*.

Selon BÔCHER (1976), *C. vulgare* a étendu son aire avant les glaciations. Une portion atlasique,

en bordure de l'aire, a pu se trouver isolée pendant une période qui aurait permis l'individualisation de *C. atlanticum*.

Il serait très intéressant de pouvoir estimer, par électrophorèse par exemple, le degré d'identité génétique des 2 taxons et ceci au double point de vue de l'origine de l'endémique atlasique et de l'origine des populations tétraploïdes que nous avons décelées chez *C. vulgare* au Maroc (voir ci-après).

- *Clinopodium vulgare* L.
subsp. *arundanum* (Boiss.) Nyman $2n = 40$
(= *Satureja vulgaris* (L.) Fritsch)

C. vulgare est largement distribué en Europe surtout mais aussi dans le nord-ouest de l'Afrique, en Asie Mineure, dans l'Himalaya et dans les régions tempérées d'Amérique du Nord.

Ce taxon présente une certaine variabilité morphologique qu'a étudiée Von BOTHMER (1967) sur la partie européenne et nord-africaine de l'aire. L'auteur a ainsi retenu 3 taxons infraspécifiques :

- subsp. *vulgare* : Eurasie
- subsp. *orientale* (De Noé) Von Bothmer : E de la Méditerranée
- subsp. *villosa* Von Bothmer : S de la Péninsule ibérique et Afrique du Nord.

Nous possédons 3 exemplaires marocains récoltés dans le Rif. La plante du J. Kraa a déjà fait l'objet d'un commentaire dans un travail précédent (in FAVARGER & al., 1979). Nous avons retrouvé *C. vulgare* au-dessus de Chechaouen où nous avons fixé des boutons sur le terrain et prélevé un pied afin de le cultiver au Jardin botanique de Neuchâtel. Avant de discuter nos résultats cytologiques, penchons-nous tout d'abord sur la morphologie de nos témoins.

Par les dimensions (10 à 12 mm) et la forte pilosité du calice, nos témoins correspondent bien au subsp. *villosa* tel que l'a défini Von BOTHMER d'un point de vue morphologique et géographique.

Cependant, les feuilles de nos exemplaires ne dépassent pas 30 à 35 mm de long avec un rapport longueur/largeur compris entre 1,25 et 1,65. Sur ce point, nos plantes se différencient du subsp. *villosa* (feuilles 40 à 65 mm, 2 fois plus longues que larges) et se rapprocheraient du subsp. *orientale*.

BALL & GETLIFFE (1972) ne reconnaissent, eux, qu'une seule sous-espèce pour le sud de l'Europe, le subsp. *arundanum* qui inclut les subsp. *villosa* et *orientale* de Von BOTHMER. Ainsi, nos plantes entrent dans le gradient de variation morphologique du subsp. *arundanum*.

Si *C. vulgare* montre une certaine plasticité sur l'ensemble de son aire, les auteurs qui ont étudié sa garniture chromosomique ont tous relevé sa grande stabilité cytologique. Parmi les très nombreuses données concernant des plantes européennes (y compris le sud de l'Europe où se localise le subsp. *arundanum*), nord-américaines et himalayennes, nous citerons le travail de BÖCHER (1976) qui a étudié 26 populations ; ses résultats s'accordent avec ceux des autres auteurs : *C. vulgare* est toujours diploïde avec le nombre chromosomique $2n = 20$.

Notre surprise fut donc grande lorsque nous avons découvert une première population rifaine (J. Kraa) dont le nombre chromosomique, $n = 20$ et $2n = 40$, correspondait à une valence tétraploïde. L'étude de la population de Chechaouen nous a permis de confirmer ce résultat (Fig. 37 d).

Dans les mitoses somatiques des apex radicales, nous avons régulièrement observé la

présence de 1 ou 2 chromosomes satellitifères. Cette observation nous permet de supposer une origine allopolyploïde pour nos plantes rifaines. Elles peuvent vraisemblablement être issues d'un croisement entre le subsp. *villosa* (localisé par Von BOTHMER (1967) en Afrique septentrionale) et l'une des deux autres sous-espèces reconnues par l'auteur, croisement suivi d'un redoublement du nombre de chromosomes.

Les tétraploïdes rifains pourraient également être interprétés comme des amphidiploïdes entre *C. vulgare* et l'espèce affine *C. atlanticum*. La forme et la taille des feuilles des tétraploïdes sont en effet intermédiaires entre celles de *C. vulgare* subsp. *villosa* et celles de *C. atlanticum*.

En tous les cas, la présence de cytodèmes tétraploïdes appartenant à *C. vulgare* est maintenant bien établie pour le Rif. Il s'agira dès lors d'étendre les recherches cytologiques à d'autres populations nord-africaines, algériennes en particulier.

- *Scutellaria orientalis* L.
var. *demnatensis* (Cosson) Batt. $2n = 22$

La distribution de cette espèce est intéressante : en dehors d'une aire tout à fait orientale (Dalmatie, Grèce, Turquie, Asie Mineure et Iran), *S. orientalis* se retrouve dans le sud de l'Espagne (var. *hispanica*) et sur les Atlas marocains sous deux variétés, les var. *demnatensis* et *porphyrantha*. C'est une plante à fleurs jaunes, de moyenne et haute montagne que nous avons récoltée au pied du Masker.

Le var. *demnatensis* se caractérise par des feuilles plus grandes et moins soyeuses que celles du var. *porphyrantha* et par des fleurs particulièrement développées atteignant 2,8 cm sur nos échantillons.

QUEZEL (1957) a étudié les 2 variétés sous l'angle cytologique et il trouve dans les 2 cas le nombre $n = 8$ (c'est ensuite un nombre chromosomique $n = 6$ qu'il commente dans sa discussion).

S. orientalis appartient à la même sous-section orientale *Lupulinaria* que *S. alpina*, orophyte centre et sud-européen pour lequel plusieurs auteurs ont déterminé le nombre chromosomique $2n = 22$ sur du matériel des Pyrénées (FAVARGER & KÜPPER, 1968), des Alpes valaisannes (FAVARGER, 1959 et ZICKLER, 1968) et de Bulgarie (ANDREEV, 1982).

FAVARGER (op. cit.) avait déjà montré combien le résultat de QUEZEL était difficilement

explicable pour la sous-section *Lupularia* d'une part, et pour l'ensemble du genre *Scutellaria* d'autre part. Or, nous avons très nettement observé le nombre haploïde $n = 11$ (Fig. 37 c) sur notre matériel du Masker, nombre que nous avons établi sur des mitoses polliniques.

L'origine orientale de *S. orientalis* (c'est presque un pléonasma !) ne laisse aucun doute et ce taxon a dû emprunter une voie de migration nord-africaine avant d'atteindre l'Espagne. Il faut cependant remarquer la disjonction qui sépare actuellement l'aire des populations ouest-méditerranéennes de celles de la Méditerranée orientale (Grèce, Turquie, etc.) puisque *S. orientalis* est absent actuellement des territoires algérien et tunisien.

• *Sideritis villosa* Cosson $2n = 48$

S. villosa est un endémique marocain lié aux massifs calcaires et siliceux du Moyen-Atlas et du Haut-Atlas. JAHANDIEZ & MAIRE (1934) le situent entre les altitudes de 500 et 3100 m ; nous l'avons nous-même récolté près des refuges Neltner et Lépiney à respectivement 3200 m et 3250 m. Mais sa présence à ces altitudes peut vraisemblablement s'expliquer par l'activité anthropozoogène.

C'est une plante vivace à fleurs blanches, velue surtout dans l'inflorescence et dont les tiges rampantes atteignent environ 20 cm de longueur.

Dans le système de BRIQUET (1895), *S. villosa* appartient à la section *Burgsdorffia* (Moench) Briq. qui englobe une espèce largement répartie en Méditerranée, y compris le Maroc (*S. romana*), trois taxons de la Méditerranée orientale (*S. curvidens*, *S. lanata* et *S. purpurea*) et, enfin, deux endémiques marocains : *S. villosa* et *S. cossoniana*, ce dernier étant annuel et localisé en plaine et dans les basses montagnes.

Si HUYNH (1972), dans une étude palynologique du genre *Sideritis*, a reconnu l'homogénéité de la section *Burgsdorffia* dont les représentants possèdent un pollen tétracolpé, il faut cependant remarquer que *S. villosa* serait le seul taxon vivace ou pluriannuel de ce groupe¹.

Les différentes sections du genre *Sideritis*, homogènes d'un point de vue palynologique, morphologique et géographique, (cf. HUYNH, op. cit.), ne montrent pas la même homogénéité sous l'angle cytologique (cf. CONTANDRIOPOULOS, 1978). Si certaines sections ne possèdent qu'un seul nombre de base, d'autres en

revanche montrent une dysploïdie bien marquée.

Les nombres chromosomiques décelés dans le genre *Sideritis* varient de $2n = 16$ à $2n = 44$ et les nombres connus dans le sect. *Burgsdorffia* sont $2n = 28$ et $2n = 30$ (voir, à ce propos, le tableau récapitulatif des nombres chromosomiques du genre *Sideritis* chez CONTANDRIOPOULOS, 1978).

La garniture chromosomique de *S. villosa* n'avait, semble-t-il jamais été étudiée et nous avons dénombré 48 chromosomes dans des mitoses de racines (Fig. 37 e), et ceci pour nos 2 exemplaires. *S. villosa*, endémique atlasique, possède ainsi le nombre chromosomique le plus élevé qui ait été décelé jusqu'ici dans le genre *Sideritis*.

Ce résultat est basé sur 2 provenances situées à la limite altitudinale supérieure de l'espèce. Il est à notre avis prématuré de vouloir avancer une hypothèse sur l'origine de *S. villosa* à $2n = 48$ sans connaître les paramètres suivants :

- 1) Il serait précieux de connaître le nombre chromosomique des populations moins alticoles de *S. villosa*. Y a-t-il de la polyploïdie liée à une différenciation altitudinale au sein de ce taxon ?
- 2) Nous l'avons vu ci-dessus, la section *Burgsdorffia* est représentée au Maroc par deux autres espèces : *S. romana* et *S. cossoniana*. Si, pour le premier taxon, le nombre $2n = 28$ a été publié par différents auteurs (cf. CONTANDRIOPOULOS, 1978), *S. cossoniana* n'a, semble-t-il, jamais été étudié sous l'angle cytologique.

SCROPHULARIACEAE

- *Digitalis subalpina* Br.-Bl.
var. *transiens* (Maire) Ivan. $2n = 56$
(= *D. lutea* L. subsp. *transiens* Emb. & Maire var. *dyris* Maire)

D. subalpina, endémique atlasique, appartient à la section européenne et nord-africaine *Tubiflorae* Benth. Cette section comprend 4 taxons allopatriques (cf. MEUSEL & al., 1965) :

- *D. viridiflora* : Balkans
- *D. lutea* : W et centre de l'Europe jusque dans le S de l'Italie et en Corse
- *D. parviflora* : montagnes du N de l'Espagne
- *D. subalpina* : Moyen-Atlas et Haut-Atlas.

1) Un de nos témoins a fleuri durant 4 années consécutives au Jardin botanique de Neuchâtel.

Selon HEYWOOD (1972), les 3 représentants européens de la section *Tubiflorae* possèdent un nombre chromosomique identique : $2n = 56$. Cette stabilité cytologique suggère fortement une différenciation par schizoendémisme, à la suite de la fragmentation de l'aire européenne d'un taxon ancestral à $2n = 56$.

Qu'en est-il du taxon marocain ? *D. subalpina*, bien délimité géographiquement, présente une assez grande plasticité morphologique et il se rapprocherait de *D. lutea* par certains de ses phénotypes. EMBERGER & MAIRE (1941) subordonnent d'ailleurs les formes marocaines à *D. lutea*. WERNER (1960), adoptant la révision nomenclaturale de IVANINA (1955, non vid.), reconnaît pour le Maroc :

D. subalpina Br.-Bl.

- var. *subalpina* (= *D. lutea* subsp. *atlantica*) : HA central ;
- var. *transiens* (Maire) Ivan. : HA oriental, sur calcaire ;
- var. *mesatlantica* (Maire) Ivan : MA ;
- var. *cedretorum* (Maire) Ivan. : HA oriental, versant septentrional du Masker, sur silice.

Si nous avons adopté cette nomenclature, nous pensons cependant que *D. subalpina* représente avant tout une entité géographique et que ses réelles affinités avec *D. lutea* devraient être étudiées en détail.

L'exemplaire pour lequel nous avons déterminé un nombre chromosomique de $2n = 56$, provient du versant occidental du Masker. Avec une corolle longue de 15 à 17 mm, des bractées florifères et des sépales poilus-glanduleux sur les marges seulement, notre témoin peut être attribué au var. *transiens*. Son nombre chromosomique est identique à celui des plantes européennes. La valence chromosomique des autres variétés, en particulier celle des deux variétés à morphologie extrême (var. *subalpina* et *cedretorum*), mériterait vérification avant de pouvoir affirmer que *D. subalpina* ne présente aucune variation cytologique (dans le nombre de chromosomes en tous les cas) vis-à-vis des taxons européens.

Le polymorphisme de *D. subalpina* signifie, à notre avis, que les Atlas ont offert des conditions favorables de différenciation par isolement. Il semble que les montagnes espagnoles ou balkaniques n'aient pas offert de telles conditions puisque *D. parviflora* et *D. viridiflora* présentent une morphologie apparemment uniforme.

En revanche, en Italie, *D. lutea* est représenté par deux sous-espèces : *lutea* et *australis* dont les aires se chevauchent en Toscane où se rencontrent des plantes intermédiaires que WIDLER attribue à une introgression.

Il est intéressant de constater qu'au Maroc, il existe une gradation ("cline") entre le var. *subalpina* (à petites fleurs) du Haut-Atlas central et le var. *cedretorum* (à grandes fleurs) du Haut-Atlas oriental (Masker, sur silice).

- *Euphrasia willkommii* Freyn. $2n = 44$
(= *E. minima* (Jacq.) D.C. subsp. *willkommii* (Freyn.) Chabert)

Le genre *Euphrasia* n'est représenté, en Afrique du Nord et en particulier au Maroc, que par cette petite plante de pozzines des moyennes et hautes montagnes siliceuses. *E. willkommii* se retrouve dans des milieux identiques en Sierra Nevada. C'est donc une plante bético-atlasique proche d'une espèce orophile centre- et sud-européenne : *E. minima*.

Le nombre chromosomique d'*E. willkommii*, déterminé pour la première fois par QUEZEL (1957), est $2n = 44$. Ce nombre est également celui de *E. minima* qui a surtout été étudié dans les Alpes autrichiennes (cf. BOLKHOVSKIKH & al., 1969 et GREILHUBER & al., 1984).

Ainsi, *E. willkommii*, proche d'un groupe orophile centre- et sud-européen, s'est différencié dans le sud-ouest de la Méditerranée, de part et d'autre du Déroit de Gibraltar. Son aire actuelle est disjointe puisque l'espèce est localisée sur les hautes montagnes siliceuses de la Sierra Nevada et du Haut-Atlas central et occidental.

Selon YEO (1972), des plantes pyrénéennes, rapportées à *E. willkommii*, ont un statut taxonomique encore obscur. S'agirait-il d'intermédiaires, éventuellement hybrides, entre *E. willkommii* et *E. minima* ? En tous les cas, l'étude de ces plantes pyrénéennes pourrait nous renseigner sur l'étendue de l'aire originale de *E. willkommii*.

- *Scrophularia laevigata* Vahl $2n = 56 (+ 1B)$

La distribution de *S. laevigata* concerne le sud de l'Espagne et l'Afrique du Nord qui représente la partie principale de l'aire de l'espèce. Au Maroc, *S. laevigata* croît dans les stations ombragées (forêts, falaises) des basses et moyennes montagnes (JAHANDIEZ & MAIRE, 1934).

GRAU (1976), le premier, a étudié la garniture chromosomique de ce taxon et il a compté $2n = 58$ chez un exemplaire du sud de l'Espagne. Sur une plante marocaine, récoltée dans une fente de rochers près de Taddert, au bord de la route du Tizi-n-Tichka, nous avons en revanche observé le nombre somatique $2n = 56$. Si ce nombre a été clairement compté sur plusieurs plaques mitotiques, nous avons cependant noté, sur d'autres plaques, la présence d'un corps chromophile que nous avons assimilé à un chromosome B.

Si, pour GRAU (op. cit.), le nombre $2n = 58$ de *S. laevigata* confirme ses affinités avec le groupe de *S. scorodonia* L., les nombres $2n = 60$ à 80 ont également été comptés pour ce dernier taxon (in GRAU, op.cit.). De plus, le genre *Scrophularia* montre une très grande variabilité chromosomique et la phylogénie au sein du groupe est en conséquence fort difficile à saisir (cf. GRAU).

Dans ce contexte, notre résultat marocain peut très bien refléter de l'aneuploidie et la présence d'un chromosome B atteste peut-être des variations structurales qui ont affecté le génome.

- *Veronica chartonii* Lit. & Maire $2n = 16$
- *Veronica rosea* Desf. $2n = 16$

Ces deux véroniques orophiles présentent d'étroites affinités et nous les traiterons ensemble.

V. chartonii, endémique atlasique, est strictement localisé dans les éboulis calcaires des massifs élevés du Haut-Atlas oriental. JAHAN-OIEZ & MAIRE (1934) le situent entre 3200 et 4070 m sur l'Andromeur, le Rhat et le M'Goun. Cette plante bien adaptée aux éboulis présente de longues tiges rampantes et flexueuses, feuillées sur toute leur longueur et fleuries à leur extrémité.

V. rosea, bético-maghrébin, se rencontre plus largement sur les moyennes et hautes montagnes du sud de l'Espagne, du Maroc et de l'Algérie, jusqu'à une altitude de 3400 m environ ; cette plante appartient au cortège floristique des xérophytes épineux.

V. rosea est à rapprocher du vaste groupe européen de *V. austriaca* s.lat. dont un endémique du nord-est de l'Espagne, *V. tenuifolia* Asso, diploïde lui aussi, représenterait un jalon entre l'espèce bético-maghrébine et les taxons européens du groupe (cf. FAVARGER & al., 1979).

V. rosea et *V. chartonii* possèdent un nombre chromosomique identique : $2n = 16$. Si le nombre de *V. rosea* a déjà été établi par HUMPHRIES & al. (1978) et KÜPFER (in FAVARGER & al., 1979) sur du matériel marocain, le nombre de *V. chartonii* ne semblait pas être connu (Fig. 38 a). Ces deux véroniques orophiles sont donc diploïdes. Selon LITARDIERE & MAIRE (1930), *V. chartonii* se distingue de *V. rosea* par son écologie tout d'abord, puis par un certain nombre de caractères morphologiques : tige herbacée, feuilles charnues, herbe totalement glabre (en dehors de la partie supérieure de la tige, couverte de cils récurvés), graines plus grandes. La forme du fruit diffère aussi légèrement entre les deux taxons.

A l'exception des critères du fruit et des graines (notre exemplaire étant trop jeune), nous avons nettement vérifié ces caractères distinctifs chez un *V. chartonii* récolté dans les éboulis du versant nord du M'Goun.

Tous nos autres témoins, récoltés à des altitudes inférieures à 3300 m peuvent être nettement attribués à *V. rosea*, bien caractérisé par son feuillage vert clair et ses fleurs bleues atteignant 6 mm de longueur.

Un exemplaire (No 739) récolté au J. Tarkeddid, au nord du M'Goun à 3400 m d'altitude nous paraît cependant intermédiaire, aussi bien par son port que par sa morphologie : ses feuilles sont un peu charnues et irrégulièrement ciliolées, certaines feuilles étant même totalement glabres ; les sépales, eux, glabres chez *V. chartonii* et nettement bordés de cils récurvés chez *V. rosea*, sont irrégulièrement glabres ou ciliolés chez notre exemplaire du J. Tarkeddid. De plus, nous l'avons récolté dans un éboulis plus ou moins stabilisé, milieu intermédiaire lui aussi.

En raison de sa pilosité, faible mais présente, nous avons tout de même attribué cet exemplaire à *V. rosea*, mais nous n'excluons pas l'hypothèse d'une hybridation possible entre *V. rosea* et *V. chartonii*.

- *Veronica repens* D.C.
var. *cyanea* Lit. & Maire $2n = 14$

La distribution de cette petite véronique vivace concerne les montagnes de la Corse, la Sierra Nevada et le Haut-Atlas. Au Maroc, comme ailleurs, elle croît dans les pozzines des hautes montagnes siliceuses, de 2700 à 3400 m sur l'Atlas.

Si, en Corse, nous trouvons la variété type aux pétales roses, il s'est différencié dans

l'ouest de la Méditerranée une autre variété caractérisée par des fleurs d'un bleu intense, le var. *cyanea* Lit. & Maire. Cette dernière variété se distingue en outre par des bractées plus petites que les feuilles. Le nombre chromosomique des plantes corses, $2n = 14$, a été déterminé par CONTANDRIOPOULOS (1957). Nous trouvons un nombre identique pour la variété vicariante *cyanea*, chez un exemplaire récolté près du refuge Neltner. Ces variétés diploïdes corse et ouest-méditerranéenne constituent donc des schizoendémiques. Selon CONTANDRIOPOULOS (1962), les populations névadéennes et atlasiques monteraient, elles aussi, une différenciation qui se marque au niveau de la sous-variété. Cette différenciation de part et d'autre du détroit de Gibraltar est donc moins accentuée qu'elle ne l'est pour les plantes corses et cela s'explique sans doute par un isolement plus prolongé des populations corses.

GLOBULARIACEAE

- *Globularia liouvillei* Jah. & Maire $2n = 16$
- *Globularia nainii* Batt. $2n = 16$

Bien que ces deux globulaires ne présentent aucune affinité d'un point de vue taxonomique (cf. infra), nous désirons toutefois mettre en évidence quelques caractéristiques communes.

Les deux espèces sont des endémiques atlasiques liés aux rochers et rocaillies calcaires et siliceuses ; si *G. liouvillei* se localise sur le Moyen-Atlas et le Haut-Atlas, *G. nainii* se trouve, lui aussi, sur le Moyen-Atlas mais n'occupe en revanche que la partie orientale du Haut-Atlas.

G. liouvillei est nettement plus alticole que *G. nainii* puisqu'il pousse jusqu'à plus de 3000 m. *G. nainii*, lui, occupe les basses et moyennes montagnes, entre 1000 et 2400 m (JAHANDIEZ & MAIRE, 1934).

Le nombre chromosomique de ces deux endémiques ne semblait pas connu jusqu'ici et nous avons décelé chez les deux espèces les nombres $n = 8$ et $2n = 16$ (Fig. 38 b,c,d). Le nombre de base $x = 8$ étant commun à tous les représentants du genre *Globularia* (cf. BOLKHOVSKIKH & al., 1969), nos deux plantes atlasiques présentent donc une valence diploïde.

SCHWARZ (1938) a consacré aux globulaires une monographie très détaillée grâce à laquelle nous pouvons situer les 2 endémiques marocains au sein du genre *Globularia*.

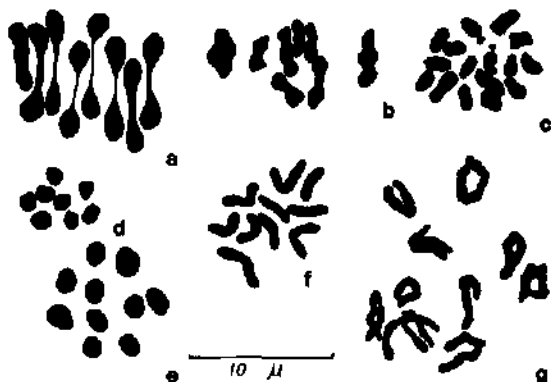


Figure 38 : a. *Veronica chartonii* (747), Métaphase I, $n = 8$; b. *Globularia liouvillei* (422), Métaphase I, $n = 8$; c. *Globularia liouvillei* (422), Mitose de racine, $2n = 16$; d. *Globularia nainii* (709), Anaphase II, $n = 8$; e. *Asperula aristata* subsp. *scabra* (777), Anaphase I, $n = 10$; f. *Asperula aristata* subsp. *scabra* (701), Mitose pollinique, $n = 10$; g. *Galium acuminatum* (2080), Diacinèse, $n = 11$.

Globularia liouvillei

Les capitules de cet orophyte sont portés par une tige extrêmement courte (5 mm), voire nulle ; ils mesurent environ 15 mm de diamètre et sont dépassés par une rosette de feuilles spatulées dont l'extrémité arrondie s'orne de 3 petites dents.

Sur la base d'un certain nombre de caractères anatomiques et morphologiques, SCHWARZ (1938) rapproche *G. liouvillei* de deux orophytes européens : *G. gracilis*, pyrénéen, et *G. nudicaulis*, des Alpes, des Pyrénées et des Monts Cantabres ; ces trois taxons constituent la section *Gymnocladium*. Le nombre chromosomique de *G. gracilis* ne semble pas connu alors que *G. nudicaulis* présente les nombres $2n = 16$ (2X) et 24 (3X).

Le taxon atlasique s'est très certainement individualisé à la suite de son isolement des représentants européens de la section *Gymnocladium*. L'origine de ce schizoendémique doit être ancienne puisque la différenciation atteint ici un niveau spécifique.

Globularia nainii

C'est un sous-arbrisseau très ramifié dont les axes terminaux, feuillés dans leur moitié inférieure, portent des capitules de 8 à 14 mm de diamètre. Si SCHWARZ (1938) place *G. nainii*

dans la section méditerranéenne *Alypum* aux côtés de *G. alypum* et *G. arabica*, il a cependant créé ultérieurement une section particulière pour le taxon atlasique, le sect. *Battandiera* (SCHWARZ, 1963). *G. nainii* se distingue notamment par un calice bilabié, des capitules petits et une corolle pourpre lavée de jaune. L'aire de *G. nainii* est en partie sympatrique avec celle de *G. alypum* et elle touche, dans le sud du Maroc, celle de *G. arabica* (cf. SCHWARZ, 1938). Deux nombres chromosomiques sont actuellement connus chez *G. alypum* : $2n = 16$ ($2x$) et $2n = 32$ ($4x$) tandis que seule une valence tétraploïde a été décelée chez *G. arabica* (cf. Index).

Contrairement au cas de *G. liouvillei* qui appartient à une sippe orophile, *G. nainii* est le taxon le plus alticole du groupe *Alypum-Battandiera*.

RUBIACEAE

- *Asperula aristata* L. fil.
subsp. *scabra* (J. & C. Presl.) Nyman $2n = 20$

A. aristata est distribué en Méditerranée et dans le centre de l'Europe. Le subsp. *scabra*, auquel nous rattachons nos exemplaires marocains, est plus strictement localisé dans les montagnes méditerranéennes et c'est en effet une plante que nous rencontrons fréquemment sur tous les massifs montagneux du Maroc, jusqu'à 3500 m selon JAHANDIEZ & MAIRE (1934). Ces auteurs placent notre taxon sous *A. cynanchica* L. dont le subsp. *aristata* (L. fil.) Béguinot serait précisément le seul représentant au Maroc. Cependant, toutes les flores récentes accordent un statut spécifique à *A. aristata* qui se distingue notamment d'*A. cynanchica* par une corolle dont le tube est de 2 à 3 fois plus long que les lobes ; chez *A. cynanchica*, le tube n'est que 1 à 2 fois plus long que les lobes (cf. ROMERIO, 1965).

A. aristata constitue un complexe très polymorphe dans lequel EHRENDORFER & KRENDL (1976) distinguent 5 sous-espèces. Une inflorescence très allongée et une corolle dont les lobes sont légèrement appendiculés caractérisent le subsp. *scabra*. Nos 7 témoins montrent une morphologie très comparable et paraissent moins élancés que les formes européennes : leurs tiges ne dépassent pas 20 cm (elles atteindraient 30 cm en Europe) et les entrenœuds moyens ne sont pas toujours 3 à 4 fois plus longs que les feuilles.

Le groupe d'*A. aristata* apparaît également fort complexe au niveau de la cytologie. Le

Tableau 18 résume les nombres chromosomiques actuellement connus.

Tableau 18 : Nombres chromosomiques actuellement connus chez *Asperula aristata*

$2n$	Auteur	Provenance
	<i>Asperula aristata</i>	
44	Fagerlin 1934	Jardio botanique
22	Romerio 1965 (var. <i>longiflora</i> , <i>jordanii</i> et <i>brachysiphon</i>)	Valais (5 populations) N Italie (4 populations) Alpes maritimes (1 popul.)
20	Romerio 1965	N Italie (1 population)
44	Faure & Pietreca 1976 (subsp. <i>scabra</i> et <i>peristerea</i>)	Grèce
20,40	Ernet & Ehrendorfer, in Hess & al. 1972	Centre et sud de l'Europe ("Zahlreiche Orten")
40	Miceli & al. 1978 (subsp. <i>scabra</i>)	Sicile
c. 44	Strid & Franzen 1981 (subsp. <i>thessala</i>)	Grèce
22	<i>Asperula paui</i> ¹ Font Quer. Cardona & Contandriopoulos, 1980	Baléares
20	<i>Asperula aristata</i> subsp. <i>scabra</i> Galland, inéd.	Maroc, Moyen-Atlas et Haut-Atlas (7 populations) (cf. Fig. 38 e, f)

1 - *A. paui* appartient à *A. grex aristata* (cf. EHRENDORFER & KRENDL, 1976)

ERNET & EHRENDORFER (1972) considèrent les nombres basés sur $x = 11$ comme inexacts. Nous préférons admettre, avec CARDONA & CONTANDRIOPOULOS (1980) l'existence de lignées dysploïdes à $2n = 20$ qui ont évolué par polyploïdie comme les sippes euploïdes à $2n = 22$.

La distribution des différents cytodèmes est encore assez obscure et il est fort regrettable que ERNET & EHRENDORFER (1972) n'aient pas publié, à notre connaissance, la provenance exacte de leurs plantes à $2n = 20$ et $2n = 40$.

Pour CARDONA & CONTANDRIOPOULOS (1980), les races diploïdes à $2n = 22$ se localisent dans le bassin méditerranéen occidental et les auteurs considèrent *A. paui* comme un patroendémique vis-à-vis des races tétraploïdes qui, elles, auraient colonisé la partie orientale de l'aire.

Selon EHRENDORFER & KRENDL (1976), le subsp. *scabra* dont l'aire est méditerranéenne et sud-européenne possède deux races chromosomiques (diploïde et tétraploïde). Il est intéressant de constater qu'au Maroc, seule, à notre connaissance, la race diploïde a été mise en évidence. Il sera très instructif de savoir si l'aire du subsp. *scabra* diploïde se prolonge de l'autre côté du détroit de Gibraltar où se rencontrent d'autres taxons diploïdes tels *A. paui* et *A. aristata* subsp. *oreophila*.

- *Asperula hirsuta* Desf. $2n = 22$

Ce taxon présente une intéressante distribution sud-ibéro-nord-africaine et, de part et d'autre du détroit de Gibraltar, il croît de la plaine jusque sur les moyennes montagnes dans des terrains rocailloux.

La plante porte assez improprement son épithète d'*hirsuta* car seules la base de la tige et les feuilles inférieures sont ciliées. Sur presque toute sa hauteur, la tige est lisse ou légèrement scabre. Les feuilles, verticillées par 6, sont également glabres, voire légèrement pubérulentes dans la moitié inférieure de la tige. Leurs marges sont nettement révolutes, si bien que la largeur des feuilles n'excède pas 1 à 1,2 mm.

Nos deux exemplaires récoltés dans le Haut-Atlas oriental s'apparenteraient au var. *longiflora* Maire. Nous ne jugeons pas utile de retenir cette épithète qui, plus est, peut représenter une source de confusion avec le var. *longiflora* d'*A. aristata*.

Au sujet d'*A. hirsuta*, EHRENDORFER & KRENDL (1976) indiquent : "A rather variable species, in which the relationship between morphological, cytological and ecogeographical differentiation is not yet understood". Nous ne pouvons ici qu'apporter une contribution cytologique pour le Maroc : nous avons observé le nombre gamétique $n = 11$ chez nos deux témoins du Haut-Atlas oriental. Si nos deux plantes sont diploïdes, HUMPHRIES & al. (1978) ont en revanche décelé une population tétraploïde plus à l'ouest, près du Tizi-n-Tichka (Telouet, 1800 m).

La présence de deux cytotypes au Maroc est intéressante mais ce fait n'est pas nouveau pour l'espèce. En effet, EHRENDORFER & ERNET (*in* D.M. MOORE, 1982) ont déjà publié les nombres $2n = 22$ et 44 pour des populations espagnoles d'*A. hirsuta*. Nous ne possédons cependant aucune information géographique ou morphologique au sujet de ces résultats espagnols.

Nous retiendrons qu'*A. hirsuta*, polymorphe et, semble-t-il, aussi eurhypse, localisé dans le sud de la Péninsule ibérique et en Afrique septentrionale, présente de part et d'autre du détroit de Gibraltar des cytodèmes diploïdes ($2n = 22$) et tétraploïdes ($2n = 44$). Ce cas ressemble à celui de *Rumex induratus*.

- *Galium acuminatum* Ball $2n = 22$

Ce petit gaillet est endémique du Haut-Atlas central et occidental où JAHANDIEZ & MAIRE

(1934) le situent sur rochers et rocailles entre 1000 et 2400 m d'altitude. Sur notre échantillon, récolté à Imlil, les tiges ne dépassent pas 4 cm de longueur. Elles sont densément couvertes de feuilles verticillées par 6, mesurant 2,5 - 3 mm x 0,5 mm, et terminées par un mucron hyalin atteignant 0,2 mm de longueur.

Selon BALL (1878), la morphologie de *G. acuminatum* est très proche de celle de *G. pulvinatum*, un endémique du sud de l'Espagne appartenant au sect. *Aparinoides* (Jordan) Gren. Cependant, dans cette section, les feuilles ne sont pas caractérisées par une pointe hyaline et, à notre avis, *G. acuminatum* est plutôt à rapprocher du sect. *Leptogalium*. Cette section est en outre représentée par plusieurs endémiques dans la Péninsule ibérique (cf. EHRENDORFER & KRENDL, 1976) et, notamment, par *G. atlanticum* Ball au Maroc.

G. acuminatum n'a jamais fait l'objet d'un comptage chromosomique et c'est une valence diploïde ($n = 11$, Fig. 38 g) qui a été décelée sur la plante d'Imlil.

- *Putoria calabrica* (L. fil.) DC. $2n = 22$

Distribué dans le sud de l'Espagne et de l'Italie (y compris la Sicile), en Méditerranée orientale et en Afrique du Nord, *P. calabrica* est dispersé, au Maroc, sur quelques montagnes du Rif et du Haut-Atlas. Nous l'avons récolté près d'Abachkou, au pied du Rhat.

Notre comptage chromosomique, $2n = 22$, rejoint les résultats de STRID (1971) pour l'Albanie, De MONTMOLLIN (1984) pour la Crète et FERNANDEZ-CASAS (1977 c) pour l'Espagne. En outre, l'auteur espagnol a également observé le nombre octoploïde $2n = 88$ chez une population ; ce résultat nous rappelle le cas de *Brassica repanda* (Willd) DC. au Maroc.

JAHANDIEZ & MAIRE (1934) distinguent chez *P. calabrica* 3 variétés dont la distribution paraît dénoter une certaine différenciation géographique :

- var. *calabrica* : Italie, Méditerranée orientale, Algérie, Tunisie ;
- var. *hispanica* (Boiss. & Reut.) Pau : Espagne méridionale et Rif ;
- var. *atlantis* Lit. & Maire : Haut-Atlas.

Notre exemplaire devrait se rattacher au var. *atlantis* caractérisé, selon LITARDIERE & MAIRE (1930), de la manière suivante : "(A typo differt ...) *corollis brevioribus* (c. 1,5 cm longis)".

Cependant, nous devons mettre en doute

quelque peu les vues de LITARDIERE & MAIRE et de JAHANDIEZ & MAIRE (op. cit.) car :

- 1) Notre exemplaire présente une corolle atteignant 18 mm de longueur.
- 1) PIGNATTI (1982) admet, pour les plantes de l'Italie méridionale, une corolle de 12 à 15 mm.

La variabilité morphologique ne semble donc pas coïncider avec la distribution géographique, en tous les cas pas selon les vues de JAHANDIEZ & MAIRE (1934).

VALERIANACEAE

- *Centranthus battandieri* Maire $2n = 32$
(= *C. angustifolius* (Miller) D.C. subsp. *battandieri* (Maire) Maire)

Pour JAHANDIEZ & MAIRE (1934), *Centranthus angustifolius* est représenté au Maroc par trois sous-espèces : subsp. *maroccanus* (Rouy) Maire, *nevadensis* (Boiss.) Maire et *battandieri* Maire.

Nous avons éprouvé quelques difficultés à faire coïncider nos exemplaires avec l'une ou l'autre de ces sous-espèces. Pour MAIRE (1926) comme pour QUEZEL & SANTA (1963), c'est essentiellement la dimension des feuilles qui distingue les subsp. *maroccanus* et *battandieri* et nos témoins présentent un caractère tout à fait intermédiaire à cet égard.

Nous nous sommes donc basée sur la monographie que RICHARDSON (1976) a consacrée au genre *Centranthus* et sa révision des représentants nord-africains bouleverse considérablement les vues de JAHANDIEZ & MAIRE (op.cit.). L'auteur considère avant tout la longueur du tube de la corolle pour distinguer, dans le sect. *Centranthus*, deux sous-sections dont nous retrouvons les représentants suivants au Maroc :

- I. Subsect. *Centranthus* (tube de la corolle $\leq 10 - 11$ mm)
 - *C. lecoqii* Jordan subsp. *maroccanus* I.B.K. Richardson
(= *C. angustifolius* (Miller) D.C. subsp. *maroccanus* (Rouy) Maire). Endémique marocain.
- II. Subsect. *Longiflori* I.B.K. Richardson (tube de la corolle $\geq 12 - 18$ mm)
 - *C. longiflorus* Steven subsp. *atlanticus* I.B.K. Richardson
(= *C. angustifolius* subsp. *maroccanus* var. *macrocentron* Maire). Endémique maghrébin.

- *C. nevadensis* Boiss.
(= *C. angustifolius* subsp. *nevadensis* (Boiss.) Maire). Endémique bético-atlasique.
- *C. battandieri* Maire
(= *C. angustifolius* subsp. *battandieri* (Maire) Maire). Endémique maghrébin.

Signalons que *C. angustifolius* (Miller) D.C., sensu RICHARDSON, appartient au subsect. *Centranthus* et se localise dans le sud et l'est de la France, le nord-ouest de la Suisse ainsi que le nord et le centre de l'Italie.

Avec un tube de la corolle atteignant 18 mm, des tiges ne dépassant pas 40 cm et des feuilles dont la largeur est comprise entre 0,5 et 1,5 cm, les deux exemplaires que nous avons étudiés se rapportent bien à *C. battandieri* selon la clé de RICHARDSON (1976).

Pour ces deux plantes, récoltées à différentes altitudes dans le massif du M'Goun, nous avons très nettement observé le nombre chromosomique $n = 16$ sur divers stades méiotiques.

Nos résultats ne concordent pas avec ceux de QUEZEL (1957) qui publie $n = 8$ pour les subsp. *battandieri* et *maroccanus* de *C. angustifolius*. Si la première sous-espèce se rapporte sans ambiguïté à *C. battandieri*, la deuxième, sans précision du rang variétal, peut être rapportée à *C. lecoqii* ou *C. longiflorus* (cf. ci-dessus).

Nous retiendrons ici le résultat relatif à *C. battandieri* pour lequel QUEZEL aurait trouvé une valence diploïde ($2n = 16$) au Rhat tandis que nous observons un nombre tétraploïde ($2n = 32$) au M'Goun. Seules de futures investigations permettront de préciser si *C. battandieri* possède, ou non, deux cytotypes dans le Haut-Atlas. Nous ferons cependant remarquer que les résultats de QUEZEL constituent les seules données diploïdes pour le genre *Centranthus* (cf. RICHARDSON, 1976).¹

Enfin, nous soulignerons, avec RICHARDSON, (op. cit.) que le subsect. *Longiflori* est distribué aux extrémités orientale et occidentale de la Méditerranée ; nous retrouvons cette distribution polarisée chez *Androsace maxima* s.lat. ou *Silene boryi* par exemple.

1) Il convient cependant de signaler les résultats de Mme de POUCCUES (1949) qui publie $2n = 14$ pour *C. ruber* et *C. angustifolius* ; ces résultats ont été mis en doute par LARSEN (1958, in RICHARDSON, 1976).

DIPSACACEAE

- *Scabiosa columbaria* L.
subsp. *columbaria* $2n = 16$

S. columbaria s. lat. représente un très vaste complexe à distribution eurasiatique ainsi que nord- et est-africaine. Selon HESS & al. (1972), ce complexe comprendrait environ 25 taxons dont certains sont encore très mal délimités car il existe de nombreuses formes intermédiaires. Si la variabilité morphologique est énorme au sein de ce complexe, celui-ci présente en revanche une grande stabilité caryologique puisque seul le nombre chromosomique $2n = 16$ est connu. La polypléidie ne semble donc avoir joué aucun rôle dans l'évolution du groupe de *S. columbaria* s. lat.

Nous ne possédons qu'un seul exemplaire marocain récolté à l'Oukaïmeden dans une station où l'influence humaine n'est pas exclue (pelouse aux abords d'une habitation). Nous pouvons attribuer cette plante à la sous-espèce type de *S. columbaria* largement répandue en Europe, en Asie occidentale et dans le nord de l'Afrique.

Le nombre chromosomique de *S. columbaria* s. str. ($2n = 16$) a été étudié pour de nombreuses provenances européennes (cf. HESS & al., 1972 et VERLAQUE 1984, 1985, 1986). Notre comptage marocain est identique aux résultats antérieurs et les populations nord-africaines semblent donc présenter la même stabilité caryologique qu'en Europe.

Bien que nous n'ayons pas de résultat personnel sur le genre *Knautia*, il n'est pas dépourvu d'intérêt de mentionner que *K. arvensis* qui compte en Europe des populations diploïdes et tétraploïdes (ces dernières seules présentes dans la partie septentrionale de l'aire) est représenté au Maroc par le subsp. *pau* diploïde (VERLAQUE, op.cit.).

COMPOSITAE

- *Anthemis pedunculata* Desf.
subsp. *pedunculata* $2n = 18$

A. pedunculata s.l. occupe une aire ibéro-maghrébine. En Afrique du Nord, JAHANDIEZ & MAIRE (1934) et QUEZEL & SANTA (1963) distinguent, par l'ornementation du fruit, deux sous-espèces.

Le subsp. *pedunculata*, que nous avons étudié dans ce travail, ne se rencontre qu'en Algérie et

au Maroc tandis que le subsp. *tuberculata* (Boiss.) Maire couvre l'ensemble de l'aire. FERNANDES, dans Flora Europaea (1976) élève d'ailleurs cette dernière sous-espèce au rang d'espèce (= *A. tuberculata* Boiss.).

A. pedunculata s.str. est une espèce de moyenne montagne liée aux forêts, broussailles et pâturages. JAHANDIEZ & MAIRE (1934) ne signalent ce taxon que dans le Rif et le Moyen-Atlas. L'aire du subsp. *pedunculata* semble donc imparfaitement connue puisque nous l'avons récolté dans le Haut-Atlas central, en-dessous du refuge Lépiney. Nous avons pu déterminer son nombre chromosomique, $n = 9$ (Fig. 39 a), sur divers stades méiotiques. Notre exemplaire est vivace bien que l'espèce présente, plus rarement il est vrai, des sippes annuelles.

A. pedunculata s. str. ne semble pas avoir été étudié précédemment sous l'angle cytologique, pas plus que *A. tuberculata* d'ailleurs. Le

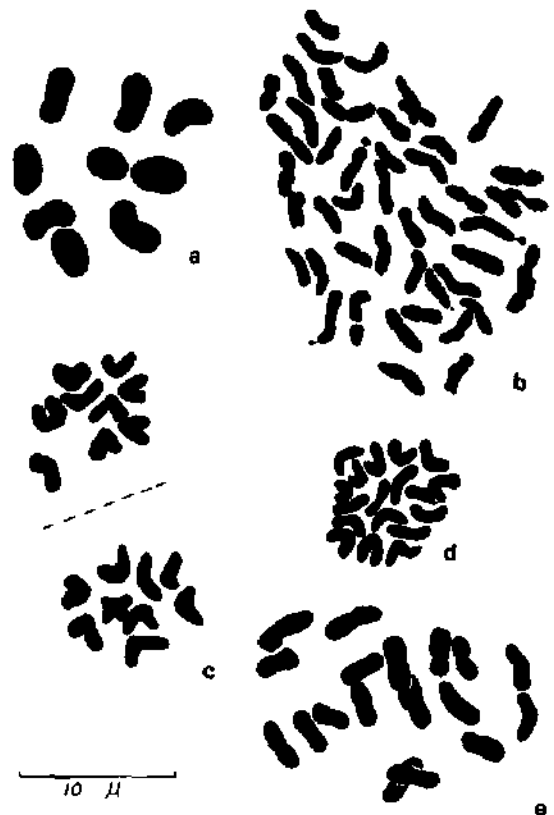


Figure 39 : a. *Anthemis pedunculata* (113), Métaphase I, $n = 9$; b. *Carduncellus atractyloides* (1086), Mitose de racine, $2n = 48$; c. *Catananche caespitosa* (58), Anaphase I, $n = 9$; d. *Erigeron celerieri* (437), Mitose ovarienne, $2n = 18$; e. *Erigeron mairei* (84), Mitose de racine, $2n = 18$.

nombre de base $x = 9$ caractérise toutes les espèces du genre *Anthemis* qui ont fait l'objet d'un comptage chromosomique; des races polyploïdes ont été décelées chez quelques espèces seulement dont *A. montana* étudié par KÜPFER (1974).

- *Carduncellus atractyloides* Batt. $2n = 48$

Endémique des hautes montagnes algéro-marocaines, *C. atractyloides* est signalé par JAHANDIEZ & MAIRE (1934) comme lié aux rocailles calcaires.

Nous avons effectivement récolté notre seul échantillon dans le massif du M'Goun, à 3200 m parmi les xérophytes épineux.

Notre exemplaire est acaule mais, selon QUEZEL & SANTA (1963), *C. atractyloides* peut également présenter une tige atteignant 10 cm. La morphologie foliaire peut être aussi fort variable dans la largeur et le nombre des segments, ces derniers étant toujours terminés par une épine.

Certaines formes acaules de *C. pinnatus* (Desf.) DC. montrent un port très semblable à celui de notre exemplaire du M'Goun. Cependant, l'observation des aigrettes de l'akène nous permet de distinguer les 2 taxons (QUEZEL & SANTA, op. cit.): chez *C. pinnatus*, ces aigrettes sont scabres alors qu'elles sont nettement plumbeuses chez *C. atractyloides*; nous l'avons vérifié sur notre plante du M'Goun. L'observation cytologique a porté sur des mitoses de racines où nous avons dénombré $2n = 48$ chromosomes (Fig. 39 b). Nous ne connaissons pas de résultats antérieurs relatifs à *C. atractyloides*.

En consultant les Index de nombres chromosomiques, nous constatons que tous les résultats cytologiques connus dans le genre *Carduncellus* se rapportent à un nombre de base $x = 12$.¹

Le nombre que nous avons décelé chez *C. atractyloides* correspond donc à une valence tétraploïde. Ce fait se trouve renforcé par l'observation de 2 paires de chromosomes satellitaires dans les mitoses radiculaires.

Deux autres espèces, *C. monspelliensium* du sud-ouest de l'Europe et *C. duvauxii* endémique nord-saharien sont également connus par leur

seule valence tétraploïde ($2n = 48$). Le cas de *C. atractyloides* n'est donc pas exceptionnel mais il mérite d'être souligné; cet orophyte peut être assimilé selon nous à un mésopolyploïde, au sens de FAVARGER (1961) car "... les parents diploïdes peuvent être recherchés avec quelque chance de succès parmi les espèces diploïdes du même genre ...".

- *Catananche caespitosa* Desf. $2n = 18$

JAHANDIEZ & MAIRE (1934) signalent cet endémique nord-africain en moyenne montagne jusqu'à une altitude de 2800 m. Cette limite supérieure peut être élevée de quelques centaines de mètres puisque nous avons récolté un exemplaire à l'Igdat à 3100 m d'altitude. *C. caespitosa* est une plante acaule ou subacaule, formant des coussinets très denses. La couleur des feuilles, vert cendré, donne un aspect argenté à ces coussinets, accentué par la présence de bractées scarieuses huisantes. Les fleurs, ligulées, sont jaunes, parfois lavées de pourpre à leur extrémité.

Outre la plante récoltée à l'Igdat, nous avons étudié une deuxième population provenant du Rhat. Le nombre chromosomique de *C. caespitosa*, $n = 9$ (Fig. 39 c) ou $2n = 18$, n'a jamais été publié jusqu'ici.

Parmi les représentants nord-africains de ce genre méditerranéen, *C. caespitosa* est le taxon le plus alticole et son habitus en coussinet appliqué au sol atteste une adaptation au climat des montagnes nord-africaines.

- *Erigeron celerieri* Emb. & Maire $2n = 18$
- *Erigeron mairei* Br. -Bl. $2n = 18$

Ces deux *Erigeron* de taille modeste, cespitoux et monocéphales, se trouvent exclusivement en haute montagne.

E. celerieri colonise les rochers calcaires des plus hauts sommets du Moyen-Atlas; il est d'ailleurs strictement endémique de la chaîne mesatlasique.

E. mairei, lui, se localise sur tous les principaux massifs du Haut-Atlas où il pousse à plus de 3000 m dans les nardaies et pelouses rocaillieuses. *E. mairei* (= *Trimorpha nevadensis* Vier.) se retrouve en Sierra Nevada mais, à en croire HALLIDAY (1976), le statut de ce taxon n'est pas encore clairement défini, en particulier dans ses rapports avec un endémique névadéen, *E. major*.

1) Seuls HUMPHRIES & al. (1978) ont compté $2n = 26$, soit un nombre de base $x = 13$, pour *C. pinnatus* provenant de l'Anti-Atlas. Mais nous connaissons également les nombres chromosomiques $2n = 24$ (DUME, 1976) et $2n = 72$ (MICELI & al., 1978) pour ce taxon.

Le nombre chromosomique d'*E. mairei* a été déterminé par QUEZEL (1957) sur une plante du Rhat pour laquelle il a compté $n = 9$. Nous confirmons ce résultat sur un exemplaire du Toubkal (Fig. 39 e).

Une même valence diploïde ($2n = 18$, Fig. 39 d) a été mise en évidence chez *E. celerieri* dont le nombre chromosomique n'était pas connu jusqu'ici. Ainsi, ces 2 orophytes bien localisés sur les hautes montagnes marocaines sont diploïdes ; c'est le cas d'ailleurs de la plupart des érigréons orophiles du centre de l'Europe.

Les plantes atlasiques (ou mieux : bético-atlasiques) se distinguent des représentants alpiens par un certain nombre de caractères, dont la forme et la pubescence de l'involucre.

Pour VIERHAPPER (1906), les *Erigeron* marocains n'ont pas participé au même courant migratoire que les représentants européens du genre et l'auteur imagine pour les premiers une voie passant par la Grèce, la Sicile et les pays du Maghreb et dont l'aboutissement se situe en Sierra Nevada.

Enfin, précisons que cette migration supposée par VIERHAPPER (op.cit.) n'a laissé aucune "trace" en Algérie puisqu'aucun représentant du genre n'y est signalé. Les conditions plus xériques qui règnent sur les montagnes algériennes n'ont sans doute pas favorisé le maintien d'une sippe orophile microtherme dont les exigences écologiques seraient semblables à celles des *Erigeron* marocains actuels.

- *Hieracium pseudopilosella* Ten. $2n = 36$

Ce taxon du sud de l'Europe et d'Afrique du Nord est fréquent au Maroc où JAHANDIEZ & MAIRE (1934) le situent en montagne jusque vers 2600 m. Cette limite altitudinale peut être élevée jusqu'à 3100 m où nous avons récolté un exemplaire sur le plateau du Tichka (Seksoua).

Espèce très polymorphe, *H. pseudopilosella* semble avoir différencié un certain nombre de formes au Maroc ; JAHANDIEZ & MAIRE (1934) ont reconnu 6 sous-espèces dont 3 seraient endémiques au pays. Nous avons étudié 3 plantes récoltées respectivement dans le Haut-Atlas occidental, central et oriental. Le nombre chromosomique a été déterminé sur des mitoses de racines et, dans les 3 cas, nous avons dénombré $2n = 36$, c'est-à-dire une valence tétraploïde. Pour 2 provenances (Tichka et Siroua), nous avons décelé une paire de chromosomes satellitifères chez des individus rapportés aux subsp. *atlantis* et *timinkariense*. La

présence, dans chaque cas, d'une seule paire satellitifère nous laisse supposer une origine allopolyploïde pour nos tétraploïdes marocains.

MERXMÜLLER (1975), dans un article relatif aux *Hieracium* diploïdes, rappelle que dans le sous-genre *Pilosella*, des tétraploïdes amphimictiques ont été mis en évidence et il cite notamment l'exemple de "*H. pseudopilosella* subsp. *Atlantis* aus Marokko, unpubl.". Il oppose à cela le cas de tétraploïdes du sous-genre *Hieracium* qui, généralement, sont apomictiques.

Pour *H. pseudopilosella*, nous ne connaissons que les comptages publiés par MERXMÜLLER (op. cit.) concernant deux populations diploïdes ($2n = 18$), l'une provenant du sud de l'Italie et l'autre du sud de l'Espagne.

Si l'on en croit l'extrait que nous avons cité ci-dessus, l'auteur semble avoir étudié un exemplaire marocain, tétraploïde, du subsp. *Atlantis* mais il ne reprend pas ce cas, ni dans un tableau, ni dans ses commentaires.

- *Hypochaeris leontodontoides* Ball
var. *glauca* Galland & Favarger $2n = 12$

H. leontodontoides est un orophyte endémique des moyennes et hautes montagnes du Maroc pour lequel MAIRE (1926) a distingué 2 variétés :

- var. *leontodontoides*, des rochers granitiques et porphyriques du Haut-Atlas.
- var. *villosa* Maire, des rochers calcaires du Haut-Atlas et du Moyen-Atlas.

Un exemplaire récolté dans le Rif par le professeur Favarger nous a paru suffisamment distinct des deux variétés connues, aussi bien par sa morphologie que par sa répartition, pour mériter le statut de nouvelle variété : le var. *glauca* Galland & Favarger. Nous trouvons la description de cette variété nouvelle chez GALLAND & FAVARGER (1985).

Le nombre chromosomique que nous avons déterminé pour le var. *glauca*, $n = 6$, correspond aux nombres publiés par QUEZEL (1957) pour les var. *leontodontoides* (Oukaimeden) et *villosa* (Rhat).

BRULLO & al. (1977) ont également dénombré $2n = 12$ chez *H. laevigata*, une espèce affine distribuée dans le sud-ouest de l'Italie, en Sicile et en Afrique du Nord.

• *Leontodon atlanticus* (Ball) Widder $2n = 12$

Décrit tout d'abord au rang de variété de *L. autumnalis* par BALL (1978), *L. atlanticus* a ensuite été reconnu comme une bonne espèce. Selon WIDDER in MAIRE (1937), *L. atlanticus* se caractérise par la présence de poils articulés sur les phylles anthodiales et par l'absence d'une couronne de poils grêles à la base de l'aigrette. Ces critères, bien que peu apparents, permettraient de distinguer de manière sûre *L. atlanticus* de certaines formes grêles de *L. autumnalis*. Nous avons pu vérifier en tous les cas l'un ou l'autre de ces critères distinctifs sur notre matériel. Précisons en outre que les feuilles radicales, plus ou moins profondément sinuées dentées, sont extrêmement variables dans leurs dimensions.

EMBERGER & MAIRE (1941) ne mentionnent d'ailleurs pas *L. autumnalis* s. str. au Maroc.

L. atlanticus se rencontre fréquemment dans les milieux humides ; il est particulièrement bien représenté dans les pozzines suintantes sur silice où nous l'avons récolté jusqu'à une altitude de 3000 m. Le nombre chromosomique de *L. atlanticus*, $n = 6$ et $2n = 12$ (Fig. 40 a), a été déterminé sur différents stades méiotiques et

sur des mitoses de racines. A partir de quelques bonnes plaques mitotiques, nous avons pu établir un caryogramme (Fig. 40 b) où nous reconnaissons 2 paires relativement courtes métacentriques, 3 paires plus longues submétacentriques et enfin une plus longue paire satellitifère, submétacentrique elle aussi. Le nombre chromosomique de *L. atlanticus* n'a jamais été déterminé. Il est identique à celui de *L. autumnalis* étudié par de nombreux auteurs. Pour cette dernière espèce, nous connaissons en outre deux données relatives à des populations islandaises et finnoises tétraploïdes ($2n = 24$, in BOLKHOVSKIKH & al., 1969).

Si *L. autumnalis* semble évoluer par polyploidie dans la partie septentrionale de son aire, il est possible d'imaginer une évolution graduelle dans la partie méridionale, évolution qui aurait permis la différenciation de *L. atlanticus* par schizoendémisme.

Le genre *Leontodon* est polybasique ($x = 4, 6$ et 7). FAVARGER (1959 a) a mis en évidence le fait que la section *Erostrati* du sous-genre *Euleontodon*, caractérisée selon WIDDER (1931) par des espèces à capitules dressés dans leur jeune âge, ne comprend que des taxons dont le nombre de base est $x = 6$. A la liste d'exemples cités par FAVARGER (*L. helveticus*, *L. montanus*, *L. autumnalis*, *L. croceus*, etc.) nous pouvons donc ajouter *L. atlanticus* chez qui nous avons vérifié le critère de la position des jeunes capitules.

• *Phagnalon platyphyllum* Maire $2n = 18$

P. platyphyllum appartient à un petit groupe de rupicoles endémiques des Atlas marocains. Ce groupe, réunissant 4 taxons, constitue selon MAIRE (1928 a) une section particulière, le sect. *Gnaphaliopsis*, du genre méditerranéen *Phagnalon*.

L'espèce qui nous intéresse ici, *P. platyphyllum*, forme un petit buisson dont les tiges, lignifiées à la base, sont couvertes d'écailles ligneuses constituées par les vestiges des anciennes feuilles. Les jeunes feuilles et les capitules sont disposés à l'extrémité des axes. JAHANDIEZ & MAIRE (1934) signalent *P. platyphyllum* sur les rochers granitiques et porphyriques des montagnes du Haut-Atlas central. Nous avons effectivement récolté cette plante dans des gorges ombragées en-dessous du refuge Lépiney. La plante qui a fait l'objet d'un comptage a été récoltée à l'Oukaïmeden par le prof. FAVARGER. Son nombre chromosomique, $2n = 18$ (Fig. 41 a), n'a jamais été décelé jusqu'ici. Le nombre $2n = 18$ est le seul

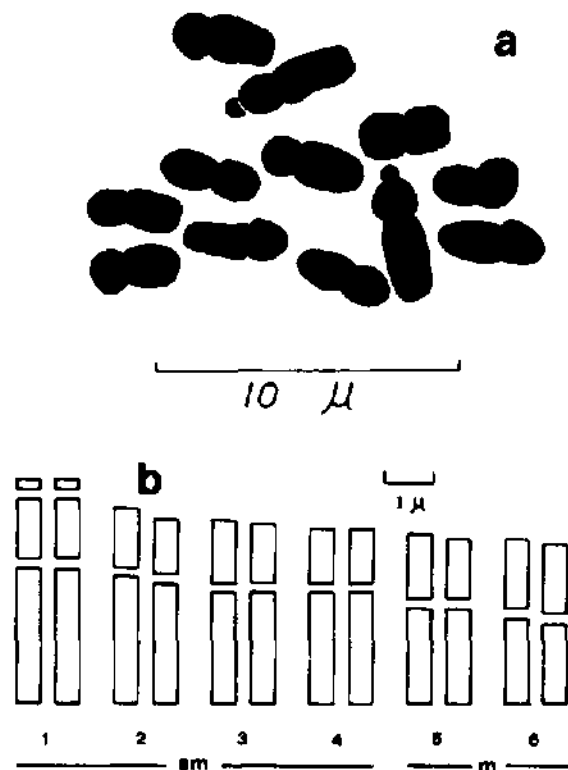


Figure 40 : *Leontodon atlanticus* (1126). a. Mitose de racine, $2n = 12$; b. Caryogramme.

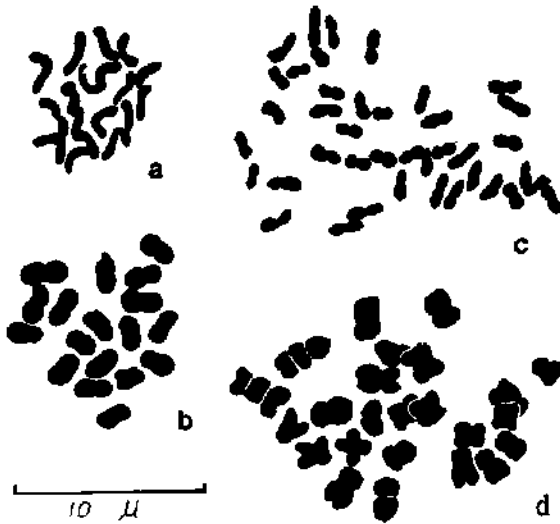


Figure 41 : a. *Phagnalon platyphyllum* (2032), Mitose de pièce florale, $2n = 18$; b. *Phagnalon helichrysoides* (2109), Mitose de racine, $2n = 18$; c. *Senecio maroccanus* (2033), Mitose de racine, $2n = 40$; d. *Taraxacum atlanticum* (404), Mitose de racine, $2n = 24$.

actuellement connu dans le genre *Phagnalon*. Il a en particulier été observé par QUEZEL (1957) chez *P. helichrysoides*, un autre endémique des falaises du Haut-Atlas dont les feuilles sont finement linéaires. HUMPHRIES & al. (1978) ont également étudié *P. helichrysoides* pour lequel ils ont déterminé un nombre pour le moins étonnant : $2n = 14$ ¹. Ce dernier résultat est d'autant plus surprenant que les mêmes auteurs ont trouvé $2n = 18$ pour un troisième taxon de la section *Gnaphaliopsis*, *P. embergeri*, endémique des rochers calcaires du Haut-Atlas oriental et du Moyen-Atlas.

Si nous ne tenons pas compte du comptage discordant de HUMPHRIES & al. (op.cit.), nous pouvons constater que les représentants de la section endémique *Gnaphaliopsis* liés aux falaises des Atlas marocains² sont tous diploïdes (avec un nombre de base $x = 9$).

Ce cas n'est pas sans rappeler celui des *Leucanthemum* nord-africains étudiés très en détail

- 1) Très récemment, nous avons pu observer la garniture chromosomique d'un exemplaire de *P. helichrysoides* récolté à l'Angour, d'où vient précisément la plante pour laquelle HUMPHRIES & al. (1978) ont compté $2n = 14$. Nous avons nettement dénombré $2n = 18$ (Fig. 41 b) sur des mitoses de racines. Cela confirme le résultat de QUEZEL (1957) et nous permet de considérer le nombre $2n = 14$ comme inexact.
- 2) Un quatrième taxon cité par QUEZEL (1957), *P. iminowakense*, n'a pas encore été étudié sous l'angle cytologique.

par WILCOX (1977, 1982). L'évolution s'est opérée graduellement au niveau diploïde et l'habitat très spécialisé de chacun des taxons permet de supposer qu'une barrière écologique et géographique a dû favoriser la spéciation par schizoendémisme.

QUEZEL (1957) fait cependant remarquer que *P. helichrysoides* présente une aire plus importante et une plasticité morphologique plus grande que les autres taxons. Pour l'auteur, *P. helichrysoides* montrerait une origine plus récente et serait mieux adapté au climat actuel de la chaîne atlasique.

A notre avis, seule une étude de biosystématique, telle que l'a entreprise WILCOX (1982) pour les *Leucanthemum* par exemple, permettrait de préciser les liens génétiques entre les différentes espèces de la section *Gnaphaliopsis*.

- *Picris hispanica* (Willd) P.D. Sell $2n = 10$ et 20 (= *Leontodon hispanicus* (Willd) Poirét)

Dans une révision de la sous-famille des *Cichorioideae*, SELL (1975) a montré combien était délicate la distinction entre les genres *Leontodon* et *Picris*. L'auteur a retenu 2 critères pour caractériser le genre *Picris* : la présence de feuilles caulinaires développées et celle de poils crochus (ou glochidés). Sur la base de ces observations, SELL (op. cit.) a pu attribuer au genre *Picris* un taxon ibéro-maghrébin, *P. hispanica*, longtemps inclus dans le genre *Leontodon*.

L'opinion de SELL, fondée uniquement sur des arguments morphologiques, s'est vue confirmée par l'étude cytologique de *P. hispanica*. HUMPHRIES al. (1978), les premiers, ont étudié une plante de l'Ayachi pour laquelle ils ont dénombré $2n = 20$, nombre correspondant à une valence tétraploïde. Ce nombre coïncide en effet avec l'unique nombre de base décelé dans le genre *Picris* : $x = 5$, alors que les nombres de base $x = 4, 6$ et 7 se rencontrent, eux, dans le genre *Leontodon*.

Si l'aire européenne de *P. hispanica* ne concerne que le centre, le sud et l'est de l'Espagne, il se retrouve en revanche dans les 3 pays du Maghreb. Au Maroc, JAHANDIEZ & MAIRE (op. cit.) le signalent en moyenne et haute montagne sur les 3 chaînes atlasiques où il croît sur caillasse, pâturages pierreux ou rocher. C'est une plante peu élevée, aux hampes robustes portant 1 ou, plus rarement, 2 capitules ; elle est entièrement couverte de poils blancs, raides, dilatés à leur base et très brièvement fourchus à leur extrémité. La tige et les bractées portent, de plus, un indument blanc laineux.

Nous avons étudié 4 populations du Haut-Atlas, 3 provenant de la partie orientale (Masker, Tirrhist et M'Goun) et la dernière du Haut-Atlas occidental (Seksaoua). Nous avons pu confirmer le nombre de base $x = 5$ observé par HUMPHRIES & al. (1968) mais nous avons eu la surprise de découvrir 2 cytotypes, l'un diploïde ($2n = 10$) et l'autre tétraploïde ($n = 10$ et $2n = 20$).

Nous remarquons, sur les plaques mitotiques des diploïdes, la présence d'une paire de chromosomes satellitifères alors que nous en dénombrons 2 paires chez un tétraploïde. Cette observation nous permet de supposer une origine autopolyploïde pour les tétraploïdes. La morphologie des chromosomes, tous subtélo-centriques, n'est malheureusement pas assez différenciée pour confirmer cette hypothèse avec un caryotype précis.

Dans notre échantillonnage, les 2 populations diploïdes ont été récoltées à une altitude relativement basse : 2210 m à Tirrhist (au sud du Masker) et 2490 m sur le versant est du Masker.

Les deux populations tétraploïdes proviennent du M'Goun (3100 m) et du plateau du Tichka, dans le massif des Seksaoua (2900 m) ; elles ont donc été récoltées à des altitudes nettement supérieures. Nous ne pouvons cependant pas généraliser cette différenciation altitudinale puisque HUMPHRIES & al. (1978) ont récolté leur exemplaire tétraploïde à 2135 m dans le massif de l'Ayachi.

Nous avons bien sûr cherché à voir si les 2 valences coïncident avec les 2 sous-espèces retenues par JAHANDIEZ & MAIRE (1934) pour *P. hispanica* soit les subsp. *hispanica* et *helminthioides* (Coss. & Dur.) Maire.

Selon BATTANDIER & TRABUT (1890), *Leontodon helminthioides* se distingue notamment de *L. hispanicus* par des hampes plus robustes, souvent rameuses. *L. helminthioides* var. *maroccanus* se caractérise en outre par des feuilles découpées en lobes étroits, hérissés sur la nervure de poils glochidés plus longs (BATTANDIER, 1919).

De l'observation morphologique de nos 4 témoins, un exemplaire tétraploïde récolté au M'Goun se distingue des autres plantes par une tige particulièrement modeste (4 cm sur des témoins de culture), des feuilles peu découpées et surtout des poils glochidés atteignant 2 à 4 mm de longueur. Nous attribuons cet exemplaire au subsp. *hispanicus*. Les 3 autres témoins (2 diploïdes et 1 tétraploïde) présentent

des caractères communs : tige plus développée (15 à 20 cm sur les témoins de la nature, jusqu'à 30 cm au Jardin botanique), poils glochidés mesurant 0,5 à 1,5 mm, souvent plus longs sur la neuvure principale des feuilles. Ces 3 plantes pourraient correspondre au subsp. *helminthioides* var. *maroccanus*. Il faut remarquer cependant que *P. hispanica* montre un fort polymorphisme et nous observons, par exemple, entre les témoins de la nature et les témoins correspondants cultivés au Jardin botanique de grandes variations dans la taille des tiges et des feuilles.

Nous concluons donc sur une remarque négative : la variation morphologique ne va pas de pair avec celle du nombre chromosomique.

Parmi les Composées que nous avons étudiées, *P. hispanica* représente le seul cas où nous avons décelé 2 cytotypes euploïdes, l'un diploïde, l'autre tétraploïde, sur les Atlas marocains.

• *Senecio maroccanus* P.H. Davis $2n = 40$

Ce taxon a été décrit très récemment par DAVIS (1980) qui l'a découvert à l'Oukaïmeden, dans le Haut-Atlas central. C'est à cet endroit précis que le Prof. FAVARGER a récolté la plante dans le but d'en déterminer le nombre chromosomique.

Ce nombre, $2n = 40$ (Fig. 41 c), correspond à une valence octoploïde, le genre *Senecio* comptant quelques rares espèces dont le nombre chromosomique $2n = 10$ atteste un nombre de base $x = 5$.

Cependant, la très grande majorité des sénécous sont octoploïdes et il semble qu'il y ait eu une grande diversification du genre à ce niveau de polyploidie. Notons que les hauts polyploïdes ($2n = 60, 80, 100$) ne sont pas rares dans ce genre et FAVARGER (1962 b), par exemple, a décelé $2n = 40$, ca 100, ca 160 chez *S. incanus* (sens. lat.)

DAVIS (1980) a rapproché *S. maroccanus* de *S. boissieri*, un endémique de la section *Incanae* très localisé dans les montagnes du sud de l'Espagne. Les deux espèces sont cespiteuses et de petite taille ; les tiges sont mono- ou bicéphales.

KÜPFER & FAVARGER (1967) ont montré que *S. boissieri* (Sierra Nevada), *S. leucophyllus* (Pyrénées) et *S. incanus* (Alpes occidentales) représentaient autant de taxons schizoendémiques attestant l'existence d'une ancienne flore

orophile du pourtour méditerranéen. *S. maroccanus* s'inscrit fort bien dans ce schéma qui, de plus pourrait être encore complété par l'exemple de *S. gallerandianus* (FAVARGER, comm. orale), endémique des rocaïles culminales de l'Aurès algérien. Le nombre chromosomique de ce dernier taxon ne semble pas connu.

Par sa morphologie générale, et en particulier par son port et la découpeure de ses feuilles, *S. maroccanus* paraît cependant plus proche de *S. boissieri* que de *S. gallerandianus*.

Nous sommes frappée par l'extrême localisation de *S. maroccanus* qui, rappelons-le, n'est connu que d'un endroit bien précis à l'Oukaïmeden. Selon le Prof. FAVARGER, celui-ci poussait sur un replat où s'accumulent caillasse et terre fine ; ce type de station n'apparaît aucunement spécialisé sur les Atlas. Même si d'autres localités sont découvertes dans les années à venir, l'aire de *S. maroccanus* n'en reste pas moins extrêmement relictuelle.

- *Taraxacum atlanticum* Pomel $2n = 24$
(= *T. pycnodes* Lindb.)

Nous avons déterminé notre exemplaire de l'Ayachi grâce au précieux travail de LINDBERG

(1932) qui a décrit très en détail un certain nombre de représentants espagnols et marocains du genre *Taraxacum*. La plante que l'auteur a décrite au Maroc sous le nom de *T. pycnodes* correspond au taxon algérien nommé (antérieurement) *T. atlanticum* par Pomel.

T. atlanticum, endémique algéro-marocain, se rencontre dans les lieux herbeux des montagnes (QUEZEL & SANTA, 1963) ; l'espèce ne semble pas atteindre l'étage de haute montagne.

Les scapes, robustes, ne dépassent pas les feuilles roncées. L'akène mesure 4 mm de long ; dans la partie supérieure, il est orné de fins tubercules et surmonté d'un rostre atteignant une longueur de 9 mm.

Le nombre chromosomique observé sur des mitoses de racines, $2n = 24$ (Fig. 41 d), ne semblait pas connu jusqu'ici pour la plante nord-africaine. Ce nombre triploïde représente en fait la valence observée chez la très grande majorité des espèces du genre *Taraxacum* et de nombreux auteurs ont montré qu'il correspond à des sippes apomictiques (cf. HESS & al., 1972).

Nous avons régulièrement observé sur les plaques mitotiques une paire de chromosomes à constriction secondaire.

Chapitre 5 :

CONSIDERATIONS GENERALES

INTRODUCTION

Nous nous proposons de passer en revue un certain nombre de problèmes de la géographie botanique à la lumière de nos résultats et d'évaluer leur signification dans la question de l'origine de la flore orophile du Maroc.

L'étude d'une flore, sous l'angle de la géographie botanique historique, s'appuie essentiellement sur la chorologie et la cytologie. Les renseignements précieux que fournit l'analyse de la polypléidie en ont fait un outil classique pour ce type d'étude (cf. FAVARGER 1961, 1967 b, 1975, 1981, 1984 ; KÜPFER 1974, 1981 ; FAVARGER & KÜPFER 1980). C'est pourquoi nous allons concentrer notre discussion principalement sur la polypléidie "per se"

et sur les complexes polypléidés décelés au Maroc.

L'endémisme représente un autre élément d'analyse riche en enseignements, particulièrement dans l'étude d'une flore insulaire (CONTANDRIOPOULOS 1962, CONTANDRIOPOULOS & CARDONA 1984) ou orophile (FAVARGER 1972 b). Là aussi, l'apport des données cytologiques a permis d'approfondir l'analyse, ainsi que l'ont montré FAVARGER & CONTANDRIOPOULOS (1961).

Mais avant de passer en revue ces différentes rubriques, nous résumerons brièvement l'image cytogéographique de la flore orophile du Maroc telle que l'ont donnée quelques travaux antérieurs au nôtre et auxquels nous avons été amenée à confronter nos résultats.

COMMENTAIRES SUR LES ETUDES CYTOGEOGRAPHIQUES DE LA FLORE DU MAROC ANTERIEURES A NOTRE TRAVAIL

Avant que "l'école de Neuchâtel" ne s'intéresse au domaine atlasique, le travail de QUEZEL (1957) représentait la seule référence cytogéographique sur la flore orophile du Maroc.

Par l'étude cytotoxonomique de quelques 110 espèces, l'auteur était arrivé aux principales conclusions suivantes :

— *Espèces méditerranéennes* : pour les 32 taxons méditerranéens étudiés, l'auteur admet que d'une façon générale leur nombre chromosomique est faible et égal au chiffre le plus bas connu dans le genre. Si QUEZEL a décelé 4 polyploïdes dans ce groupe, il cite en revanche 6 cas où le nombre chromosomique serait plus faible chez les taxons marocains que chez les représentants européens du genre ou de l'espèce.

Dans 4 de ces cas (*Scutellaria orientalis*, *Alyssum spinosum* = *Hornatophylla spinosa*, *Lepidium hirtum* subsp. *atlanticum* et *Iberis sempervirens* var. *pseudo-saxatilis*), le nombre chromosomique décelé par QUEZEL n'a pas pu être confirmé et les résultats ultérieurs (FAVARGER & al., 1979, GALLAND inéd.) correspondent à des nombres plus élevés, doubles ou différents de ceux de QUEZEL. Pour un cinquième cas, celui d'*Erysimum grandiflorum*, FAVARGER (1980) et FAVARGER & GALLAND (1982) ont montré qu'il s'agit d'un complexe offrant en Afrique du Nord une très grande variation morphologique et cytologique.

— *Endémiques atlasiques* : l'auteur français a mis en évidence un nombre chromosomique bas chez la majorité des quelques 50 endémiques atlasiques qu'il a étudiés. Seules 6 espèces (12%) ont montré un nombre relativement élevé et peuvent être considérées comme polyploïdes ; pour 5 de ces 6 cas, nous avons pu confirmer, sinon le nombre exact, du moins la valence relativement élevée.

QUEZEL a plus particulièrement souligné le cas de quelques orophytes endémiques polyploïdes qui dériveraient, par multiplication du génome, d'espèces croissant à plus faible altitude ; l'auteur discute les exemples d'*Artemisia atlantica* et de *Campanula filicaulis*.

Si OUYAHYA & VIANO (1981) n'ont pas retrouvé une valence tétraploïde chez *Artemisia atlantica* (le var. *maroccana* étudié par les auteurs est diploïde), CONTANDRIOPOULOS et al.

(1984) ont montré que *Campanula filicaulis* constitue un complexe très variable au double point de vue de la cytologie et de la morphologie.

— *Espèces d'affinité eurasiatique* : dans ce contingent, aucun polyploïde n'a été décelé par QUEZEL. En revanche, 3 espèces (*Androsace villosa*, *Viola palustris* et *Luzula spicata*) semblaient présenter une valence chromosomique plus faible sur les Atlas que sur les montagnes européennes selon les comptages de QUEZEL. Cette observation, fort intéressante au demeurant, n'a pas trouvé de confirmation avec les résultats de FAVARGER & al. (1979).

Il faut avouer que nous avons cru être en présence d'un cas semblable avec la découverte d'un exemplaire à $2n = 40$ de *Juncus articulatus* (GALLAND in FAVARGER & al., 1979) ; des observations ultérieures ont montré que ce comptage se rapportait en fait à *Juncus fontanesii*.

En définitive, QUEZEL a insisté sur le caractère exceptionnel de la polyploïdie sur les montagnes nord-africaines. L'examen de l'ensemble des résultats de l'auteur montre que les polyploïdes constituent environ le 20% de son échantillonnage.

Cette proportion s'élève à près de 30% dans notre échantillonnage.

De plus, les Atlas ne semblent pas receler de types archaïques propres aux chaînes marocaines et les 9 exemples cités par QUEZEL n'ont pas pu être confirmés par les études cytologiques ultérieures.

Si nous avons surtout mis l'accent sur les divergences entre les résultats de QUEZEL et un certain nombre de comptages postérieurs, c'est pour montrer qu'il n'était pas inutile de reprendre le problème de l'origine de la flore orophile du Maroc à la lumière de résultats plus récents. En effet, la cytotoxonomie a connu un développement considérable depuis une vingtaine d'années. A l'époque où l'important mémoire de QUEZEL (1957) a paru, les bases de la cytogéographie n'étaient pas encore solidement posées et le nombre de données cytologiques de référence n'était pas comparable avec celui dont nous disposons aujourd'hui. De plus, la connaissance paléogéographique du bassin méditerranéen a considérablement évolué depuis une dizaine d'années. Enfin, il ne faut pas oublier que le gigantesque travail de QUEZEL porte également et avant tout sur la connaissance phytosociologique de la végétation orophile nord-africaine.

FAVARGER, GALLAND & KÜPFER (1979) ont discuté les résultats d'une première prospection cytologique sur la flore des montagnes marocaines ; leurs principales conclusions sont les suivantes :

— Parmi les orophytes mésogéens et les orophytes centre- et sud-européens, il y a une majorité de diploïdes dont le nombre chromosomique est généralement identique au Maroc et dans les montagnes ibériques. La grande majorité des orophytes atlasiques appartient à une vieille flore orophile méditerranéenne ou ouest-méditerranéenne qui s'est différenciée *in situ*.

— Pour quelques espèces bético-rifaines ou ibéro-atlasiques, une origine nord-africaine semble probable.

— Certaines espèces sont représentées dans les Atlas par des diploïdes alors qu'en Europe elles ont été engagées dans des complexes polyploïdes ; cela parle en faveur du caractère conservateur de la flore orophile maghrébine.

— Sur 20 complexes polyploïdes étudiés par les auteurs, 10 sont représentés en Afrique du Nord exclusivement par des races polyploïdes.

— Aucun orophyte appartenant à l'élément boréo-montagnard ou arctico-alpin ne présente au Maroc une valence chromosomique inférieure à celle des populations européennes.

PROBLEMES CYTOGEOGRAPHIQUES

LA POLYPLOÏDIE

Dans ce chapitre, nous désirons passer en revue différents aspects de la polyploïdie telle qu'elle se présente sur les montagnes marocaines ; nous n'aborderons pas directement le cas des complexes polyploïdes qui seront traités au paragraphe suivant.

Nous y avons fait allusion ci-dessus, la proportion de polyploïdes s'élève à 30,4% sur l'ensemble des taxons orophiles dont nous connaissons le nombre chromosomique au Maroc.

Précisons ici que sur les 369 taxons pris en considération, nous n'avons pas pu attribuer une valence chromosomique précise à 23 d'entre eux. Il s'agit essentiellement des représentants des genres *Carex* et *Saxifraga* ainsi que des taxons aneuploïdes tels *Poa albina*, *Gentiana atlantica* ou *Viola saxifraga*. Ainsi, notre enquête a porté sur un total de 346 taxons.

Si nous détaillons quelque peu, nous constatons que notre échantillonnage comprend :

241 taxons diploïdes	(69,6%)
83 taxons polyploïdes	(24%)
22 complexes polyploïdes	(6,4%)

Sur les Atlas marocains, le pourcentage de polyploïdie est donc sensiblement inférieur à celui que REESE (1957) a déterminé pour la flore du Sahara algérien septentrional (37,8%).

Types de polyploïdes

Nous avons cherché à classer nos taxons selon le "spectre d'ancienneté relative de la flore" proposé par FAVARGER (1961).

L'auteur a en effet montré que tous les polyploïdes ne présentent pas la même valeur historique selon leur degré d'isolement phylogénique. Rappelons brièvement que pour les *paléopolyploïdes*, toutes les sippes diploïdes ancestrales ont disparu. Dans le cas des *mésopolyploïdes*, une partie des taxons ancestraux diploïdes ont persisté jusqu'à nos jours ; entre diploïdes et polyploïdes, les différences morphologiques sont assez grandes pour justifier un rang spécifique. Enfin, les *néopolyploïdes* présentent une différenciation morphologique faible par rapport aux diploïdes correspondants ; ils occupent généralement un rang infraspécifique ou ne se distinguent pas morphologiquement des diploïdes.

Dans notre échantillonnage, ont été considérés comme néopolyploïdes tous les taxons impliqués dans un complexe polyploïde infraspécifique au Maroc (21 espèces) ou polyploïdes au Maroc et constituant un complexe polyploïde ailleurs (18 taxons). Nous ajoutons à cette catégorie le cas de 5 races chromosomiques apoen-démiques (*Campanula mollis*, *Alyssum minus* subsp. *edentulum*, *Koeleria caudata*, *Hieracium pseudopilosella* subsp. *atlantis* et *Clinopodium vulgare*).

Dix espèces ont été qualifiées de paléopolyploïdes. Il s'agit de : *Draba hederifolia*, *Draba oreadam*, *Rorippa atlantica*, *Cerastium atlanticum*, *Viola saxifraga*, *Senecio maroccanus*, *Monanthes atlantica*, *Gentiana atlantica*, *Sideritis villosa* et *Digitalis subalpina*. Le cas des deux dernières espèces est discutable, mais nous ne connaissons aucun taxon affine dont le degré de polyploïdie est inférieur, et ils constituent assurément des types anciens.

Nous plaçons 51 taxons dans le contingent des mésopolyploïdes. Parmi eux, beaucoup sont des tétraploïdes largement répandus et correspondant vraisemblablement à des allopolyploïdes relativement anciens (*Veronica anagallis-aquatica*, *Bromus hordeaceus*, *Adonis aestivalis*,

Ranunculus peltatus et *Galium album*, par exemple). D'autres sont des endémiques atlasiques pour lesquels aucun caractère morphologique ni chorologique ne permet de supposer une origine récente (*Raffenaldia platycarpa*, *Herniaria regnieri*, *Poa rivulorum*, *Carduncellus atractyloides*, *Semperivium tectorum* subsp. *atlanticum*, *Potentilla tornezyana*, *Potentilla maura*).

Le Tableau 19 rassemble nos résultats comparés à ceux de FAVARGER (1961) pour la flore de l'étage nival des Alpes rhétiques et léponiennes et de VASUDEVAN (1975) pour la flore orophile de l'Himalaya occidental.

Tableau 19 : Spectre d'ancienneté relative de la flore orophile du Maroc

	Flore orophile du Maroc	Flore de l'étage nival des Alpes orientales FAVARGER, 1961	Flore orophile de l'Himalaya occ. (au-dessus de 3300 m) VASUDEVAN, 1975
Nbre d'espèces	env. 650	env. 220	651
Nb. d'esp. étudiées	346	204	184
Diploïdes	69,6%	53,0%	54,3%
Paléopolyploïdes	2,9%	3,9%	12,0%
Mésopolyploïdes	14,8%	30,9%	24,4%
Néopolyploïdes	12,7%	12,2%	9,3%

Ce tableau nous suggère les remarques suivantes :

- Les éléments anciens, paléopolyploïdes, sont en proportion comparable dans les flores atlasique (2,9%) et alpine (3,9%). L'Himalaya (12%) présente un caractère nettement plus conservateur vis-à-vis de ces types très anciens.
- Il est intéressant de noter que la flore atlasique compte une proportion de néopolyploïdes presque identique à celle des Alpes orientales. Ainsi, il semble que les Atlas marocains soient aussi "riches" que les Alpes en taxons ayant évolué sur place par polyploidie. Nous chercherons à mieux caractériser ce groupe lorsque nous parlerons des complexes polyploïdes.
- C'est en fait la part des mésopolyploïdes qui est sensiblement réduite sur les Atlas (14,8%) par rapport aux Alpes orientales (30,9%).

FAVARGER (1975 et comm. orale) pense que la flore des Alpes s'est notablement enrichie au Pliocène par l'arrivée de taxons centroasiatiques (genres *Primula* sect. *Auricula*, *Androsace* ou *Gentiana* par exemple). Beaucoup de ces taxons sont polyploïdes ("polyploidie de migration" selon FAVARGER, 1967) et appartiennent pour la plupart au

contingent des mésopolyploïdes alpiens. Ces migrations post-messiniennes n'ont que peu affecté les Pyrénées (FAVARGER, 1975) et n'ont pas atteint les montagnes de la Corse et de l'Afrique du Nord qui ne possédaient plus de connexions avec l'Europe dès la fin du Miocène.

Il faut aussi avouer que la catégorie "mésopolyploïdes" est la plus délicate à définir ; la différence entre les résultats atlasiques et alpiens pourrait, en partie, s'expliquer aussi par une divergence de vue entre FAVARGER et nous-même pour délimiter cette catégorie. FAVARGER (1984) a d'ailleurs montré que ce type de classification est à considérer avec un certain esprit critique et que, par exemple, la différence entre un mésopolyploïde et un néopolyploïde ne tient qu'à la survivance ou à la non-survivance de la race diploïde ancestrale.

La proportion élevée de diploïdes sur les montagnes marocaines atteste, à notre avis, que l'évolution de la flore atlasique n'a pas été marquée par des bouleversements climatiques ou géologiques comparables, par exemple, aux glaciations dans le centre et le nord de l'Europe. Ce fait correspond bien à l'image que se font les géologues de l'évolution de la "jeune" chaîne atlasique dont la surrection, certes marquée par des phases d'intense activité, serait continue depuis 15 millions d'années.

Polyploidie chez les espèces boréo-montagnardes

Nous désirons aborder ici le contingent particulier des espèces à affinités septentrionales, dans lequel nous incluons les arctico-alpines. Rappelons que les 20 taxons qui ont été classés dans cet élément chorologique se rencontrent, sur les Atlas, exclusivement en haute montagne (au-dessus de 2'700 m). La majorité d'entre eux sont liés à des milieux humides (bord des eaux ou pozzines) : *Cerastium arvense*, *Gentiana verna*, *Gentiana tenella*, *Deschampsia caespitosa*, *Nardus stricta*, *Luzula multiflora*, *Parnassia palustris*, *Myosotis alpestris*, *Cerastium cerastoides*, *Sagina saginoides*, *Siellaria alsine*, *Carex fusca*, *Polygonum bistorta*, *Triglochin palustris* et *Viola palustris*. *Androsace villosa* se rencontre dans les falaises et seuls *Poa alpina*, *Poa glauca* et *Poa nemoralis* croissent parmi les xérophytes épineux.

Dans la partie méridionale de leur distribution, tous ces taxons possèdent une aire actuellement disjointe puisqu'ils ne sont représentés qu'en haute montagne.

Pour ce contingent de plantes qu'il nomme "euro-sibériennes et boréo-américaines", QUEZEL (1957) admet une migration sur les Atlas par la Péninsule ibérique, migration qu'il situe durant les glaciations. L'arrivée de ce contingent sur les montagnes marocaines serait donc relativement récente.

L'étude cytologique des plantes boréo-montagnardes de notre échantillonnage montre qu'elles sont en grande majorité diploïdes sur les montagnes marocaines et les 4 polyploïdes décelés dans cet élément chorologique (*Poa nemoralis*, *Poa glauca*, *Luzula multiflora* et *Viola palustris*) sont représentés en Europe essentiellement ou exclusivement par une valence chromosomique identique.

Nous arrivons aux mêmes conclusions que CONTANDRIOPOULOS & GAMISANS (1974) pour l'élément arctico-alpin de la Corse : ces espèces se rencontrent pour la plupart dans des milieux spécialisés qui ont permis leur conservation mais non leur évolution.

Ainsi, les orophytes atlasiques d'affinité septentrionale ne sont pas représentés en Afrique du Nord par des types polyploïdes récents dont l'évolution aurait été affectée par les glaciations. Nous verrons (p. 347) que la migration de ce contingent peut être expliquée au cours des événements paléogéographiques du Messinien (Miocène supérieur).

Répartition écologique des polyploïdes

QUEZEL (1957) s'était déjà penché sur le cas d'un certain nombre de races écologiques calcicoles et calcifuges sur les Atlas et pour lesquelles l'auteur n'a décelé aucune différence de nombre chromosomique.

Nous ne trouvons pour notre part aucune différence significative de pourcentage de polyploïdie dans les différents milieux que nous avons considérés (ce pourcentage oscille autour de 30%). Nous ne constatons pas de différence en particulier entre les milieux climaciques ("xérophytes" et "caillasse") et les milieux spécialisés ("pозzines", "falaises", "bord eaux").

Arrêtons-nous plus particulièrement à la flore de l'horizon culminant bien étudiée par EMBERGER (1948). Les plantes que l'on rencontre entre 3'800 et 4'170 m sont soumises à des conditions climatiques très rudes et seules 33 espèces, toutes méditerranéennes, ont été recensées à ces altitudes. EMBERGER précise bien qu'aucune de ces espèces n'est spéciale à l'horizon culminant mais la plupart accusent un très net caractère orophile.

A une exception près (*Festuca mairei*), nous connaissons le nombre chromosomique de toutes les espèces : 23 sont diploïdes et 3 constituent des types polyploïdes très isolés (*Draba oreadum*, *Saxifraga pedemontana* subsp. *demnatisensis* et *Potentilla tornezyana*).

Les groupements culmineaux, tout à fait particuliers aux Atlas marocains, recèlent donc une forte majorité d'éléments anciens, diploïdes ou paléopolyploïdes (81%).

Sur la base de considérations biogéographiques (isolement systématique de beaucoup d'endémiques, différenciation morphologique de nombreux types non endémiques), EMBERGER (1948) était arrivé à des conclusions analogues : "la flore de l'horizon culminant est uniquement composée de types anciens, survivants d'une flore de montagne antérieure ou descendants directement de celle-ci".

Nous avons déjà fait allusion à l'intérêt que peut présenter l'étude, à la limite supérieure de leur distribution, de plantes à large gradient altitudinal. Leur présence en haute montagne traduirait-elle une différenciation cytologique ?

La distribution de la plupart de ces taxons est liée à l'activité anthropozoogène, et la transhumance favorise très certainement la dispersion altitudinale d'un grand nombre d'espèces rudérales. Parmi celles-ci, nous citerons : *Buglassoides arvensis*, *Corrigiola telephifolia*, *Herniaria glabra*, *Bromus hordeaceus*, *Bromus squarrosus*, *Alyssum parviflorum*, *Lobularia maritima*, *Polygonum aviculare*, *Lactuca tenerima*, *Erodium cicutarium*, *Geranium rotundifolium*. Dans aucun de ces cas, nous n'avons décelé une valence chromosomique plus élevée sur les montagnes marocaines que celle qui était connue ailleurs.

Seuls les cas de *Herniaria regnieri*, 16-ploïde, proche du diploïde *H. incana*, et de *Raffenaldia platycarpa* (4x), pseudovicariant alticole de *R. primuloides* (2x) pourraient être considérés comme des exemples de polyploïdie liée à l'altitude. Y a-t-il dans ces deux cas influence du milieu sur la polyploïdisation ? Nous ne saurions l'affirmer et nous ne voudrions pas généraliser ces deux exemples.

LES COMPLEXES POLYPOÏDES

Dans le cadre de ce travail, nous n'avons pas cherché à approfondir particulièrement l'étude des complexes polyploïdes pour eux-mêmes en étendant nos prospections caryologiques au-delà des frontières marocaines. Certes, dans

nos récoltes, nous avons été plus attentive aux plantes pour lesquelles des races chromosomiques avaient été décelées ailleurs, telles *Coronilla minima*, *Koeleria vallesiana*, *Arenaria grandiflora*, *Anthericum grex liliago*, *Erysimum grandiflorum*, *Lotus grex corniculatus*, *Anthoxanthum odoratum* ou *Campanula filicaulis*.

Cependant, dans la plupart des cas, et en particulier lorsque nous avons décelé des races chromosomiques nouvelles au Maroc, notre échantillonnage est trop souvent incomplet pour pouvoir caractériser précisément ce complexe et en tirer des conclusions phylogénétiques ou taxonomiques.

C'est pourquoi, en analysant quelques types de complexes polyploïdes, nous chercherons surtout à dégager leur signification historique au niveau des montagnes marocaines.

Types de complexes polyploïdes

Voici schématiquement ce que nous obtenons lorsque nous recensons les différents types de complexes polyploïdes infraspécifiques actuellement décelés sur les montagnes marocaines ("px" signifie "polyploïde", p = nombre entier > 2) :

	Maroc	Ailleurs	Nb. de taxons
1)	2x	2x, px	23
2)	px	2x, px	20
3)	2x, px	2x	3
4)	2x, px	px	2 (-4)
5)	2x, px	2x, px	14

Dans l'Appendice III, nous avons réuni la liste des différents complexes polyploïdes que nous commentons ci-après, selon les rubriques 1) à 5).

1) Dans une majorité de cas, les complexes polyploïdes sont représentés sur les Atlas par des taxons exclusivement diploïdes.

Pour un certain nombre de taxons polymorphes (*Narcissus bulbocodium*, *Allium paniculatum*, *Allium sphaerocephalum*, *Sedum acre*, *Camelina sativa*), il n'est pas exclu que des recherches ultérieures puissent mettre en évidence des races polyploïdes au Maroc ; il faut donc considérer ces cas avec beaucoup de prudence et éviter d'en tirer des conclusions hâtives.

Dans la plupart des cas cependant, le taxon marocain appartient indiscutablement à une souche ancestrale qui, pour *Putoria calabrica*,

Onosma fastigiatum ou *Helictotrichon montanum* présente une distribution relativement large et disjointe, alors que les cytodèmes polyploïdes sont beaucoup plus localisés dans le sud-ouest de l'Europe.

Le groupe comprend également un certain nombre d'espèces d'affinité septentrionale, telles *Cerastium arvense*, *Polygonum bistorta* ou *Parnassia palustris* dont les formes méridionales sont toujours, ou presque toujours, diploïdes.

Dans le complexe polyploïde que constitue *Silene boryi* en Méditerranée occidentale, l'aire du diploïde est bético-atlasique, alors que les races tétraploïdes et hexaploïdes sont ibériques (cf. KÜPFER, 1974). Ce taxon présente, comme *Onosma fastigiatum* et *Putoria calabrica*, des affinités orientales et la présence de diploïdes sur les Atlas marocains permet d'appuyer l'idée selon laquelle ces taxons seraient parvenus en Espagne par l'Afrique du Nord. FAVARGER & KÜPFER (1980) ont aussi discuté le cas de *Bufonia mauritanica* dans ce sens.

2) Les cas où le complexe est représenté au Maroc exclusivement par une race polyploïde ne sont pas rares.

Nous trouvons dans cette catégorie un certain nombre de taxons dont l'aire européenne-méditerranéenne est occupée dans sa majeure partie ou dans sa partie méridionale par des cytodèmes polyploïdes (*Isatis tinctoria*, *Malcolmia africana*, *Arenaria grandiflora*, *Agrostis rupestris*, *Anthoxanthum odoratum*, *Luzula hispanica*).

Plusieurs cas sont difficilement interprétables, soit parce qu'ils sont insuffisamment connus (*Geranium lucidum*, *Asphodelus cerasiferus*, *Sanguisorba minor* subsp. *muricata*), soit parce qu'ils constituent des groupes relativement complexes (*Poa nemoralis*, *Poa trivialis*, *Buglossoides arvensis*, *Erodium cicutarium*, *Luzula multiflora*).

Deux Graminées présentent en revanche un intérêt particulier par leur degré de polyploïdie élevé. Le subsp. *brachystachyus* d'*Alopecurus pratensis* possède un nombre chromosomique octoploïde qui représente la valence la plus élevée décelée chez l'espèce. Nous pouvons vraisemblablement parler de polyploïdie marginale pour le cas de cette sous-espèce apoenémique. Nous avons également trouvé des nombres chromosomiques aneuploïdes élevés chez des populations marocaines de *Trisetum flavescens*.

Minuartia verna est tétraploïde au Maroc, en

Sicile et dans les Balkans, alors que les populations ibériques sont diploïdes. La distribution du tétraploïde permet de supposer une origine balkanique pour le taxon marocain.

Rappelons qu'aucun taxon boréo-montagnard n'est représenté au Maroc par une race chromosomique polyploïde ou par une valence plus élevée qu'en Europe.

3) Seuls 3 complexes polyploïdes sont propres aux montagnes marocaines.

Parmi ces 3 taxons ouest-méditerranéens, *Brassica repanda* et *Iberis sempervirens* offrent sur les Atlas des nombres particulièrement élevés. Ces 2 cas mériteraient d'être mieux étudiés mais il semble que les polyploïdes soient très localisés et qu'ils ne montrent pas une différenciation morphologique particulière. Nous avons vraisemblablement affaire à des autopolyploïdes récents. Au sujet du cytodème 16-ploïde de *Brassica repanda*, nous pourrions même parler de polyploïdie "en escalade" comme l'a fait FAVARGER (1984) à propos du complexe polyploïde de *Silene ciliata*.

Pour *Paronychia polygonifolia*, en revanche, il a été possible de mettre en évidence une différenciation morphologique entre les deux races chromosomiques diploïde et tétraploïde.

4) Les complexes polyploïdes pour lesquels une origine nord-africaine e pu être établie sont rares.

Dans l'état actuel de nos connaissances, il est possible d'admettre une origine atlasique pour un taxon seulement, *Arenaria pungens* dont l'aire est bético-atlasique. Cette espèce est en effet représentée par des cytodèmes diploïdes et tétraploïdes sur les Atlas marocains alors que seuls des tétraploïdes ont été trouvés dans la Péninsule ibérique.

L'orientation du complexe polyploïde que constitue *Paronychia argentea* est identique au cas d'*Arenaria pungens* et GALLAND & KÜPFER (1984) ont montré qu'il est tout à fait vraisemblable que le tétraploïde, présentant un net caractère rudéral, ait pu s'étendre dans la Péninsule ibérique à partir d'un foyer nord-africain.

Toutefois, l'aire de *Paronychia argentea* est plus largement méditerranéenne (Péninsule ibérique, Baléares, Corse, Sicile, Italie, Grèce, Crète et Afrique du Nord) et il s'agira encore d'étudier ce taxon dans le reste de son aire avant de pouvoir préciser l'origine exacte et l'étendue de l'aire de la race ancestrale.

Si nous considérons les espèces bético-atlasiques de notre échantillonnage, toutes hormis *Arenaria pungens*, présentent la même valence chromosomique de part et d'autre du détroit de Gibraltar.

Certaines d'entre elles (*Draba lutescens*, *Eriogonon mairei*) montrent des affinités orientales qui permettent d'appuyer l'hypothèse d'une migration par les côtes nord-africaines puis d'un passage secondaire dans la Péninsule ibérique.

D'autres espèces en ravanche présentent des affinités avec des groupes largement distribués dans le centre de l'Europe et seule une migration nord-sud semble envisageable (*Euphrasia willkommii*, *Veronica sibthorpioides*). Pour *Anthericum baeticum* et *Anthericum maurum*, il s'agira encore de préciser si l'aire nord-africaine est secondaire ou non.

Enfin, il nous paraît prématuré de parler de patroendémisme au sujet des races atlasiques diploïdes de *Lotus grex corniculatus* et de *Silene vulgaris* subsp. *macrocarpa* car ces deux espèces collectives ne sont qu'imparfaitement connues en Méditerranée.

5) 14 complexes polyploïdes sont représentés en Europe et en Afrique du Nord par leurs races diploïdes et polyploïdes.

Ce groupe est certainement le plus délicat à analyser car il comprend un certain nombre de coenospecies fort complexes (*Sedum dasyphyllum*, *Ornithogalum umbellatum*, *Erysimum grandiflorum*, *Plantago coronopus*) ou d'autres taxons dont l'étude est encore trop fragmentaire pour qu'on puisse en tirer des conclusions d'ordre phytogéographique (*Erysimum incanum*, *Herniaria glabra*, *Potentilla pennsylvanica*).

Dans le cas de *Dactylis glomerata* et d'*Arrhenatherum elatius*, diploïdes et tétraploïdes sont sympatriques en Méditerranée avec toutefois une nette prédominance de la race tétraploïde.

4 complexes présentent un intérêt particulier car ils sont distribués à l'ouest de la Méditerranée, c'est-à-dire de part et d'autre du détroit de Gibraltar et cela soulève le délicat problème de l'origine mono- ou polytopique des races chromosomiques. *Rumex induratus* et *Asperula hirsuta* possèdent en Afrique du Nord et en Espagne des races diploïdes et tétraploïdes. Les complexes polyploïdes que constituent *Koeleria valesiana* et *Coronilla minima* ont été étudiés d'une manière détaillée par KÜPFER (1974) qui a décelé, pour les deux complexes, des valences diploïdes, tétraploïdes et hexaploïdes dans l'ouest de l'Europe.

Des populations diploïdes et tétraploïdes ont été retrouvées au Maroc pour *Coronilla minima* et il n'est pas exclu qu'une forme hexaploïde puisse être décelée par la suite. Diploïdes et tétraploïdes n'ont pas pu être distingués par leur morphologie ; cela suggère une origine autopolyploïde pour les tétraploïdes. Si en Espagne, la distribution relative des cytodèmes di- et tétraploïdes correspond à une pseudo-vicariance de type alpino-planitiaire (cf. KÜPFER 1974), cette distribution ne semble pas répondre à un tel modèle au Maroc.

La distribution des races diploïde, tétraploïde et hexaploïde de *Koeleria vallesiana* présente une certaine complexité dans le sud-ouest de l'Europe ; KÜPFER (op.cit.) a cependant montré que seules des populations hexaploïdes s'avancent au nord des Pyrénées jusque dans les vallées internes des Alpes occidentales. Dans les chaînes bétiques, *Koeleria vallesiana* est diploïde et tétraploïde.

Si la découverte, au Maroc, d'une race tétraploïde ne constituait pas une grande surprise, la présence en ravanche de cytodèmes hexaploïdes et octoploïdes soulève un certain nombre de questions quant à l'origine de ces races. Les populations octoploïdes ont été découvertes sur le Haut-Atlas (M'Goun et Siroua) à l'extrémité méridionale de l'aire de l'espèce et nous sommes certainement en présence d'un nouvel exemple de polyploïdie marginale.

Une origine polytopique peut être évoquée pour les cytodèmes hexaploïdes marocain et européen, mais seule une comparaison au niveau des génomes permettra éventuellement de trancher la question car une comparaison morphologique ne nous apporte aucun indice dans ce cas.

Chez *Coronilla minima*, en revanche, l'identité morphologique des races chromosomiques au Maroc suggère une origine autopolyploïde et rend vraisemblable une origine polytopique pour les tétraploïdes.

Les complexes polyploïdes endémiques

Deux cas seulement ont été décelés au Maroc chez des taxons très isolés d'un point de vue phylogénétique : *Silene ayachica* et *Raffenaldia primuloides-platycarpa*. Ces deux exemples sont intéressants à des titres divers.

Chez *Silene ayachica*, endémique du Haut-Atlas oriental et du Moyen-Atlas, la polyploïdie s'est manifestée sur deux massifs différents, nous permettant d'exclure un cas "accidentel".

Aucune différenciation morphologique ou écologique ne distingue les races diploïdes et tétraploïdes et nous sommes d'avis qu'il s'agit là d'une autopolyploïdie.

Le genre *Raffenaldia* est le seul genre endémique orophile de l'Afrique du Nord. Dans ce cas, diploïdes et tétraploïdes présentent une morphologie et une écologie assez tranchées. Le diploïde, *Raffenaldia primuloides*, se rencontre sur les moyennes et hautes montagnes du Maghreb alors que *Raffenaldia platycarpa*, tétraploïde, est strictement localisé en haute altitude dans le Haut-Atlas oriental.

Il est intéressant de constater que les hauts massifs calcaires du Haut-Atlas oriental ont favorisé l'évolution par polyploïdie d'un certain nombre de taxons remarquables. C'est dans le massif du M'Goun que nous avons récolté *Raffenaldia platycarpa* tétraploïde, *Silene ayachica* tétraploïde, *Brassica repanda* hexaploïde, *Iberis sempervirens* hexaploïde et *Koeleria vallesiana* octoploïde. Plus à l'est, dans les massifs du Masker et de l'Ayachi, ont été trouvés *Brassica repanda* 16-ploïde, *Iberis sempervirens* hexaploïde et *Silene ayachica* tétraploïde.

Pourrions-nous voir là un effet local des glaciations ?

A l'exception de *Raffenaldia primuloides-platycarpa*, les races chromosomiques des taxons cités ci-dessus paraissent jeunes et leur origine pourrait être contemporaine des glaciations (ou même plus récente ?).

Cependant, des traces de glaciations ont été également décelées dans le Haut-Atlas central sans que des apocryphes remarquables y aient été découverts (hormis peut-être *Herniaria regnieri*).

A notre avis, les hauts massifs calcaires orientaux pourraient être encore prospectés avec profit car les complexes que constituent *Silene ayachica*, *Brassica repanda* et *Iberis sempervirens* sont encore fort insuffisamment étudiés.

Dysploïdie

Nous nous intéresserons ici à la dysploïdie intraspécifique qui peut revêtir dans certains cas un grand intérêt phytogéographique, bien que les complexes dysploïdes ne soient pas aussi nettement orientés dans le temps et dans l'espace que les complexes polyploïdes.

Le cas d'*Arabis auriculata* est intéressant car nous possédons suffisamment de résultats pour

pouvoir prétendre que toutes les populations orophiles marocaines sont caractérisées par un nombre de base $x = 7$, alors que seul le nombre de base $x = 8$ a été décelé en Europe. Il est cependant curieux de constater que la morphologie ne reflète pas cette différence cytologique et nous serions en peine de trouver un critère valable pour distinguer spécifiquement les populations européenne et nord-africaine. La prédominance du nombre de base $x = 8$ dans le genre *Arabis* nous permet de supposer qu'une dysploïdie descendante serait à l'origine du nombre chromosomique des populations marocaines.

Trachelium caeruleum représente un autre exemple intéressant de dysploïdie qui s'est manifestée de manière identique de part et d'autre du détroit de Gibraltar et nous trouvons en Sierra de Cazorla et sur le Haut-Atlas des individus à $x = 17$ et $x = 16$. Ainsi, l'instabilité affecte deux domaines différents de l'aire. Dans le cas précis, le nombre de base $x = 16$ dérive vraisemblablement de $x = 17$ décelé chez des taxons affines (cf. CONTANDRIOPOULOS & al., 1984).

Avec *Polycarpon polycarpoides* et *Viola dyris*, nous possédons 2 complexes dysploïdes chez lesquels il y a allopatrisme des races chromosomiques.

Viola dyris, endémique atlasique très isolé d'un point de vue systématique, est représenté par 3 variétés localisées chacune dans un massif particulier. Les deux variétés les plus occidentales (Toubkal et Andromeur) possèdent le nombre chromosomique $2n = 20$; la troisième variété, du Haut-Atlas oriental, présente le nombre $2n = 22$. Si, comme nous le croyons sur la base d'observations caryologiques, $x = 11$ dérive de $x = 10$, il y a augmentation du nombre de base d'ouest en est. La différenciation morphologique est faible entre les 3 pseudovariants et elle n'est en tous les cas pas plus accentuée chez les populations dysploïdes du Haut-Atlas oriental. La distribution des 3 variétés relève avant tout, selon nous, d'un micro-schizoendémisme auquel s'est superposée, dans la partie orientale de la chaîne, une évolution par dysploïdie, sans incidence particulière sur la morphologie et l'écologie des populations orientales.

Polycarpon polycarpoides possède une aire sicilienne-nord-africaine. Sur les Atlas, nous distinguons une race occidentale calcifuge à $n = 8$ (subsp. *herniarioides*) et une race orientale calcicole à $n = 7$ (subsp. *bivonae*). Si, comme l'admet FAVARGER (1984), 7 dérive de 8 par

dysploïdie descendante, *Polycarpon polycarpoides* présente une pseudovariation horizontale ouest-est, comme *Viola dyris*. Le parallélisme que montrent la cytologie et la morphologie des races marocaines est quelque peu relativisé par les populations siciliennes à $n = 8$ dont le phénotype se rapproche davantage de celui du subsp. *bivonae*.

Pour *Viola dyris* et *Polycarpon polycarpoides*, il semble donc que ce soit également dans le Haut-Atlas oriental qu'une évolution, en l'occurrence par dysploïdie, s'est manifestée.

L'étude de la variation par dysploïdie descendante et par polyploïdie dans le sous-genre *Tenoria* du genre *Bupleurum* a permis à CAUWET (1976) de tirer d'intéressantes conclusions sur l'évolution de *Bupleurum atlanticum* en Afrique du Nord. Nous noterons que l'auteur situe au Pliocène l'évolution de ce sous-genre sur les chaînes atlasiques et que l'installation du genre *Bupleurum* en Afrique du Nord remonterait au Messinien.

Chez un certain nombre de coenospécies, la dysploïdie se double de polyploïdie et d'aneuploïdie si bien que l'analyse de tels complexes apparaît difficile voire déroutante.

Deux taxons très fréquents dans les garrigues à xérophytes épineux constituent sur les Atlas des complexes très touffus pour lesquels aucune différenciation morphologique ni géographique n'a pu être mise en corrélation avec la très grande variabilité cytologique. *Erysimum grandiflorum* et *Campanula filicaulis* représentent sans aucun doute des complexes jeunes, dans une phase encore très active de leur évolution. Pour les deux complexes, la race diploïde présente une aire très morcelée sur le Haut-Atlas. Selon FAVARGER & GALLAND (1982), l'évolution très rapide d'*Erysimum grandiflorum* aurait peut-être été favorisée par l'ouverture "d'espaces neufs" consécutifs à l'extension des garrigues altimontaines à la limite supérieure des forêts. Cette hypothèse pourrait également s'appliquer à *Campanula filicaulis* dont l'écologie est encore plus souple que celle d'*Erysimum grandiflorum*.

Si pour *Erysimum grandiflorum* et *Campanula filicaulis*, la variabilité cytologique semble relativement récente et se manifeste encore actuellement, la dysploïdie intraspécifique chez *Viola dyris* et *Polycarpon polycarpoides* ne paraît pas particulièrement récente puisque dans les deux cas, une différenciation morphologique caractérise les races dysploïdes.

A l'exception peut-être de *Poa alpina*, les variations cytologiques par dysploïdie n'affectent aucun taxon d'affinité septentrionale sur les Atlas.

La pseudovicariance

Dans les Alpes et dans les Pyrénées (cf. FAVARGER, 1964 b, KÜPFER, 1974), l'étude cytogéographique approfondie d'un certain nombre de complexes polyploïdes a permis de rapporter leur distribution à certains grands types de pseudovicariance (alpino-planitiaire, occidentale-orientale ou australe-septentrionale).

Ces différents types de pseudovicariance revêtent toute leur importance lorsqu'ils peuvent être mis en corrélation avec des événements géologiques, tels que les glaciations dans les montagnes européennes (cf. FAVARGER, 1975). Dans les Pyrénées par exemple, KÜPFER (1974) pense que la distribution erratique des races chromosomiques est rare.

Sur les Atlas, nous avons mis en évidence 21 complexes polyploïdes dont 7 sont propres aux chaînes marocaines. A cela, nous pouvons ajouter les deux complexes dysploïdes que constituent *Viola dyris* et *Polycarpon polycarpoides*. Il faut avouer que très rares sont les complexes polyploïdes pour lesquels nous avons pu mettre en évidence une orientation géographique, horizontale ou verticale, dans la distribution de leurs races chromosomiques.

Dans les cas des complexes d'origine atlasique, seul *Paronychia argentea* montre une pseudovicariance de type alpino-planitiaire, les diploïdes croissant au-dessus de 2'200 m alors que les tétraploïdes ont été récoltés au-dessous de cette altitude ; ces derniers présentent d'ailleurs un caractère nettement planitiaire dans la Péninsule ibérique. L'exemple de *Raffenaldia platycarpa* tétraploïde, pseudovicariant altitudinal de *Raffenaldia primuloides* diploïde, montre une orientation inverse.

Si les complexes dysploïdes de *Viola dyris* et de *Polycarpon polycarpoides* permettraient d'illustrer une pseudovicariance de type occidental-oriental, aucun complexe polyploïde ne s'ajoute aux deux exemples précédents.

Le caractère commun aux races polyploïdes apendémiques de *Brassica repanda*, *Iberis sempervirens* et *Paronychia polygonifolia* est leur localisation megatlasique, à la limite méridionale de la distribution de l'espèce. Nous pouvons parler dans ce cas de polyploïdie marginale

au même titre que pour les races octoploïdes de *Koeleria vallesiana* et d'*Alopecurus pratensis* subsp. *brachystachyus*.

La pseudovicariance alpino-planitiaire qui caractérise la distribution des races chromosomiques de *Koeleria vallesiana* et *Coronilla minima* dans les Pyrénées et les montagnes espagnoles (KÜPFER, 1974) ne semble pas se manifester sur les Atlas.

A notre avis, aucun type de pseudovicariance ne peut caractériser la distribution d'un nombre significatif de complexes polyploïdes sur les Atlas marocains.

Cela tient peut-être en partie au fait que trop peu de complexes ont été étudiés en détail.

Mais cela s'explique surtout par le fait que les glaciations n'ont pas eu un effet aussi drastique en Afrique du Nord que dans le centre de l'Europe. C'est en effet par l'influence des glaciations que FAVARGER (1975) et KÜPFER (1974) expliquent la distribution relative d'une majorité de races chromosomiques dans les Alpes et dans les Pyrénées.

Si les glaciations ont exercé une influence générale sur le climat et, peut-être, ont pu manifester une action locale sur certains massifs, leur impact sur la flore orophile atlasique n'est absolument pas comparable aux bouleversements qu'ont subis les flores alpine et pyrénéenne.

L'ENDEMISME

L'analyse de l'endémisme sur les montagnes nord-africaines mériterait une étude plus complète que la nôtre surtout si l'on sait que les régions d'Europe où l'endémisme est le plus marqué sont les hautes montagnes et les régions méditerranéennes (FAVARGER, 1974).

Dans nos récoltes, nous n'avons pas porté une attention particulière à la recherche d'endémiques puisque tel n'était pas le but premier de notre travail. Cependant, deux raisons nous incitent à traiter d'une manière un peu plus détaillée cette catégorie chorologique :

1) Dans notre échantillonnage, les endémiques atlasiques constituent très nettement le contingent le mieux représenté avec 92 taxons, soit le 24,9% des 369 taxons étudiés.

2) En analysant la flore orophile d'Afrique du Nord, QUEZEL (1957) avait recensé 166 endémiques sur un total de 650 espèces, soit le 25,5%. Si notre échantillonnage n'est pas com-

plet, il nous paraît en tous les cas assez représentatif si l'on compare notre pourcentage à celui de QUEZEL.

Lorsque nous cherchons à comparer des pourcentages d'endémiques, nous nous heurtons très vite à des difficultés liées à l'emploi de critères taxonomiques ou géographiques. Ainsi, au Maroc, LECOMPTE (1975) a déterminé un pourcentage de 19,8% d'endémiques sur l'ensemble du pays, sans distinction altitudinale. Dans la flore culminale du Haut-Atlas (au-dessus de 3'500 m) EMBERGER (1948) a mis en évidence le taux particulièrement élevé de 75% d'endémiques. Une comparaison avec ces chiffres-là nous paraît dénuée de signification si ce n'est pour souligner le taux plus élevé d'endémisme dans les montagnes.

Notre résultat peut être plus valablement comparé aux pourcentages d'endémiques établis par FAVARGER (1972 b) pour la flore orophile européenne. Il ressort que les massifs d'Europe centrale (Pyrénées, Alpes, Carpathes et, plus au sud, Apennins) recèlent entre 12% et 18% d'endémiques. En revanche, l'auteur a montré que ce pourcentage est sensiblement plus élevé (de 33% à 38%) sur les montagnes méditerranéennes, en Grèce, en Corse et dans le sud de l'Espagne.

La proportion d'endémiques sur les montagnes marocaines, intermédiaire entre celle des montagnes médio-européennes et méditerranéennes, infirme l'hypothèse d'un gradient d'endémisme croissant nord-sud avancée par FAVARGER (op.cit.). L'auteur, il est vrai, s'est basé sur le chiffre d'EMBERGER pour l'Atlas (75%).

Le problème de l'endémisme est étroitement lié à celui de la spéciation. Afin de mieux saisir les liens de parenté entre les taxons endémiques et leurs taxons correspondants, FAVARGER & CONTANDRIOPOULOS (1961) ont introduit le critère cytologique dans une classification basée sur le mode de formation des endémiques. Les 4 catégories proposées (paléo-, patro-, schizo- et apoendémiques) ont été discutées et illustrées en détail par les auteurs. D'une manière très schématique, nous retiendrons que paléo- et patroendémiques témoignent du rôle passif qu'a joué le territoire concerné dans le mode de formation des endémiques ; ils représentent, selon FAVARGER & CONTANDRIOPOULOS (op.cit.) la composante conservatrice de l'endémisme. En revanche, schizo- et apoendémiques constituent une composante active, novatrice de l'endémisme.

Précisons tout d'abord que sur les 92 taxons endémiques recensés dans notre travail, 14

constituent des types micro-endémiques différenciés au niveau subsppécifique (*Sempervivum tectorum* subsp. *atlanticum*, *Geranium cinereum* subsp. *nanum*, *Linaria tristis* subsp. *lurida*, etc.) ou variétal (*Rumex acetosa* var. *atlantis*, *Paronychia polygonifolia* var. *serratifolia*, *Vicia glauca* var. plur.).

Nous soulignerons avec QUEZEL (1981) l'absence de genres endémiques sur les Atlas marocains (à l'exception peut-être de *Raffenaldia*, algéro-marocain).

Chez les endémiques de rang spécifique, nous classons parmi les *paléoendémiques* les taxons suivants : *Monanthes atlantica*, *Draba hederifolia*, *Draba oreadum*, *Gentiana atlantica*, *Viola dyris*, *Rumex atlanticus*, *Ranunculus calandrioides* et *Sedum modestum* qui constituent des types particuliers dans les genres auxquels ils ont été rattachés.

Les affinités du genre *Raffenaldia*, si elles ont été reconnues en Corse avec le genre *Morisia*, sont incontestablement très éloignées. Enfin, la section *Pungentes* groupant 2 endémiques atlantiques (*Arenaria dyris* et *Arenaria mairei*) et 1 taxon bético-atlasique (*Arenaria pungens*) est elle aussi très isolée et peut être qualifiée de paléoendémique.

Les montagnes marocaines comptent ainsi (selon notre échantillonnage) 10 à 12 paléoendémiques dont la moitié environ sont des paléopolyplodes. Nous noterons que CONTANDRIOPOULOS (1962) a décelé 13 paléoendémiques en Corse.

Nous ne pensons pas posséder d'exemples assimilables à des *patroendémiques*. Si certains taxons appartiennent à des sippes qui ont évolué par polyplodie dans le centre de l'Europe, les endémiques marocains (*Myosotis alpestris* subsp. *albomarginata*, par exemple) n'ont vraisemblablement pas directement participé à la genèse des polyplodes.

Les exemples d'*apoendémisme* ne sont guère fréquents et seuls, à notre avis, les cas d'*Alyssum minus* subsp. *edentulum*, de *Paronychia polygonifolia* var. *serratifolia* et de *Poa rivularum* peuvent être cités avec certitude. Le subsp. *demnatensis* de *Saxifraga pedemontana* possède un nombre chromosomique élevé mais la comparaison est difficile dans un groupe marqué par un fort polymorphisme cytologique.

D'après les recherches de QUEZEL (1957), l'apoendémisme aurait joué un rôle non négligeable dans la genèse des endémiques orophiles ; l'auteur écrit (p. 379) : "... des arguments caryologiques amènent à considérer précisément les types orophiles (endémiques) comme

dérivés des types planitiaux". Nos résultats ne confirment pas les vues de l'auteur et le seul exemple de ce type dans notre échantillonnage, *Raffenaldia platycarpa*, ne peut en aucun cas être généralisé.

Le trait saillant de l'analyse des endémiques orophiles marocains est la prédominance des *schizoendémiques*.

La majorité des micro-endémiques entrent dans cette catégorie et l'origine de près d'une vingtaine d'espèces endémiques peut être attribuée au schizoendémisme.

Ainsi, sur les montagnes marocaines, comme d'ailleurs dans toute la Méditerranée (cf. CONTANDRIOPOULOS & FAVARGER, 1975), la majorité des endémiques atlasiques se sont différenciés par schizoendémisme, un endémisme actif où l'évolution procède par spéciation graduelle.

L'Atlas joue donc un rôle novateur pour l'évolution de certains groupes taxonomiques. La spéciation graduelle semble encore active et inachevée pour les représentants nord-africains du genre *Leucanthemum*. C'est également sur les Atlas que s'est différenciée, par schizoendémisme, la section *Gnaphaliopsis* du genre *Phagnalon* ainsi qu'un certain nombre de taxons appartenant aux genres *Silene*, *Draba*, *Linaria* ou *Ranunculus* par exemple. GUITTONNEAU (1972) voit dans l'Atlas un centre secondaire de différenciation pour le genre *Erodium*.

C'est aussi par schizoendémisme que plusieurs orophytes endémiques se sont vraisemblablement différenciés de certains taxons moins alticoles. Par exemple, les couples *Veronica rosea* — *V. chartoni* ou *Hypochoeris laevigata* — *H. leontodontoides* constituent des vicariants altitudinaux.

Soulignons le fait qu'une majorité de schizoendémiques montrent des affinités méditerranéennes.

Ces affinités peuvent être limitées à la région ibéro-atlasique (*Potentilla maura*, *Papaver atlanticum*, *Linaria tristis*) ou ouest-méditerranéenne (*Matthiola perennis*, *Senecio maroccanus*, *Hippocrepis liouvillei*, *Medicago suffruticosa*, *Leuzea berardioides*, év. *Trisetum griseovirens*) ; elles peuvent aussi concerner plus largement la Méditerranée (*Lepidium hirtum*, *Viola saxifraga*, *Digitalis subalpina*, *Geranium cinereum* subsp. *nanum*).

ORIGINE DE LA FLORE OROPHILE MAROCAINE

La flore atlasique doit-elle être considérée comme essentiellement relictuelle comme l'admet QUEZEL (1957) ou, au contraire, a-t-elle subi et subit-elle encore un certain rajeunissement ?

Il s'agit à notre avis de bien distinguer les données liées à l'origine (géographique et historique) de la flore atlasique de celles liées à l'évolution de cette flore sur les Atlas, selon nos résultats cytologiques.

Nous nous proposons tout d'abord de faire le point sur les informations que nous apportent ces différentes données (cytologiques, géographiques et historiques) pour essayer enfin de dégager une synthèse sur l'origine de la flore orophile du Maroc.

DONNEES CYTOLOGIQUES

L'analyse de différents problèmes cytogéographiques dans notre échantillonnage nous a amenée aux constatations suivantes :

1. Les taxons diploïdes sont en nette majorité (70%) dans la flore orophile marocaine que nous avons étudiée.
2. Parmi les polyploïdes, les éléments anciens, paléopolyploïdes, constituent une part très faible (3%). En revanche, les néopolyploïdes sont en proportion non négligeable au Maroc (13%), une proportion comparable à celle de la flore des Alpes orientales. La proportion de mésopolyploïdes (14%) est nettement plus faible dans la flore atlasique que dans la flore alpine.
3. Dans le contingent des espèces boréomontagnardes (y compris les arcticoalpines), les diploïdes dominent largement.
4. La proportion d'éléments anciens (diploïdes et paléopolyploïdes) est particulièrement élevée dans la flore de l'horizon culminant, une flore de souche méditerranéenne qui présente un très haut degré d'individualité.
5. Les complexes polyploïdes propres au Maroc (pour lesquels seule la race diploïde est connue ailleurs) sont peu nombreux (3 exemples). Nous attribuons ces cas à de la polyploïdie marginale.
6. Les complexes polyploïdes pour lesquels une origine nord-africaine a pu être établie sont exceptionnels (1 cas certain).
7. Pour la majorité des complexes polyploïdes, la ou les races chromosomiques polyploïdes décelées au Maroc sont en

général aussi largement réparties dans le reste de l'aire.

8. Une évolution par dysploïdie a joué un rôle dans la différenciation de quelques orophytes atlasiques seulement.
9. Les complexes polyploïdes sont très généralement apolaires sur les Atlas et nous n'avons mis en évidence aucun des types de pseudovicariance décelés dans les massifs du centre de l'Europe.
10. La polyploïdie ne semble pas avoir joué un rôle dans la différenciation des orophytes endémiques à partir de taxons planitiaires.
11. Le schizoendémisme semble être un mécanisme de spéciation particulièrement important dans la différenciation des endémiques de souche méditerranéenne.

D'après nos résultats, les Atlas ont favorisé une évolution par spéciation brusque (ou "abrupt speciation") dans le 5,2% de notre échantillonnage (9 taxons ou races chromosomiques apoenémiques et 7 complexes polyploïdes ou dysploïdes endémiques). Le rôle novateur de l'Atlas serait négligeable si nous n'ajoutions pas le contingent nettement plus étoffé des schizoendémiques montrant qu'une évolution graduelle doit caractériser une grande partie des taxons de souche méditerranéenne.

Le pourcentage élevé de diploïdes sur les Atlas ne reflète pas à notre avis un état "stagnant" de la flore mais signifie que les chaînes marocaines ont offert aux plantes des conditions favorisant une spéciation graduelle ou, ce qui n'a pas forcément la même signification, que les Atlas n'ont pas connu des bouleversements géologiques et climatiques propres à favoriser la polyploïdisation.

N'oublions pas cependant que les Atlas ont aussi joué un rôle conservateur pour un certain nombre de paléopolyploïdes et pour une majorité d'espèces à affinités septentrionales.

DONNEES GEOGRAPHIQUES

Dans un travail récent sur la flore méditerranéenne, QUEZEL (1981) distingue trois éléments biogéographiques parmi la flore orophile d'Afrique du Nord :

— *Élément méditerranéen* : il représente, et de loin, le contingent le plus important sur le Haut-Atlas. La flore orophile méditerranéenne du Maroc montre d'indéniables affinités avec les massifs ouest-méditerranéens et, en particulier, avec les chaînes bétiques. Il faut également relever avec QUEZEL l'importance d'un contingent circum-méditerranéen (au sens

large) dans lequel un certain nombre de taxons ou de couples vicariants présentent une vaste distribution allant de l'ouest de l'Himalaya jusqu'en Méditerranée occidentale ; la flore atlasique marocaine possède plusieurs exemples de ce type dont le cèdre est peut-être le cas le plus représentatif.

— *Élément irano-touranien* : cet élément ne présente qu'un intérêt mineur sur les Atlas marocains et les espèces qui y sont rattachées participent surtout à des formations steppiques de hauts plateaux (ex : genres *Artemisia*, *Astragalus*).

— *Élément septentrional* : plus d'une trentaine d'espèces boréo-montagnardes se retrouvent sur les hautes montagnes du Maroc ; leur valeur biogéographique est indéniable. Pour QUEZEL (1981, p. 357), ces taxons : "constituent indiscutablement les vestiges de migrations septentrionales parvenues sur ces sommets au cours des phases froides du Quaternaire".

Rappelons enfin que les *endémiques* se rattachent dans leur grande majorité à l'élément méditerranéen.

DONNEES HISTORIQUES

Voici les repères paléogéographiques que nous prendrons en considération :

— Depuis sa surrection à l'Eocène moyen, l'Atlas marocain intra-continental a été isolé au nord par un important bras de mer qui reliait l'Atlantique et la Méditerranée, au sud de l'ensemble bético-rifain (déroit sud-rifain). Au Miocène supérieur (au Tortonien d'après CHUBERT & FAURE-MURET, 1962), ce détroit a été coupé dans sa partie orientale tout d'abord, puis le bras de mer qui s'avancé depuis l'ouest à l'intérieur du Maroc a régressé au début du Pliocène.

— La fin du Miocène a été marquée, en Méditerranée, par un bouleversement important : la "crise de salinité messinienne" (cf. HSÜ & al., 1977). Rappelons qu'au Messinien (il y a 5,5 millions d'années), des événements tectoniques ont provoqué la fermeture du détroit de Gibraltar qui, précisons-le, ne séparait pas alors les chaînes bétiques et rifaines. Cela a stoppé l'afflux d'eau venant de l'Atlantique et créé un déficit entraînant, en plusieurs cycles, un assèchement presque complet de la Méditerranée attesté par d'énormes dépôts d'évaporites. D'après REHAULT & al. (1985), le bassin messinien était environ mille mètres plus bas que le niveau de l'Atlantique ; les reliefs ainsi mis à nu ont créé des connexions à travers la Méditer-

ranée et permis de larges échanges floristiques et faunistiques entre l'Europe, les îles méditerranéennes et l'Afrique du Nord (cf. BOCQUET & al., 1978).

Le Messinien se termine avec une transgression marine brutale au début du Pliocène.

— Au Pliocène, des événements tectoniques ont affecté le bassin méditerranéen occidental et ont contribué à lui donner la forme que nous lui connaissons aujourd'hui, en particulier au niveau du détroit de Gibraltar. Il semble bien que ce détroit ne se soit jamais complètement refermé après le Miocène, bien que des mouvements tectoniques et isostatiques aient influencé sa largeur à la fin du Pliocène et au cours du Quaternaire (BANDY, 1973).

Pour l'Atlas, le Pliocène correspond à une phase orogénique importante.

— Durant le Quaternaire, des glaciers se sont formés sur les Atlas mais leur développement est resté local, sans commune mesure avec l'extension des glaciers dans le centre de l'Europe.

D'un point de vue paléoclimatique, il semble que le Miocène supérieur ait correspondu à une lente dégradation du climat avec une alternance de périodes humides et sèches vers la fin du Messinien (BERTOLANI-MARCHETTI, 1985). Le début du Pliocène correspond à des conditions climatiques tempérées à chaudes alors que la fin est marquée par de fortes oscillations conduisant à un refroidissement général du climat (THUNELL, 1979); un régime méditerranéen s'installe et les derniers vestiges d'une végétation tropicale disparaissent (BAZILE-ROBERT & al., 1980). Le Pleistocène est dominé par les glaciations et aux stades glaciaires et interglaciaires en Europe correspondent des phases pluviales et interpluviales en Afrique du Nord.

ESSAI DE SYNTHÈSE

Parmi les quelques 10 à 12 paléoendémiques que nous avons mis en évidence dans notre échantillonnage, *Monanthes atlantica* représente, à notre avis, l'élément le plus relictuel et pourrait être un des derniers témoins d'une ancienne flore tropicale tertiaire.

Si QUEZEL (1981) situe l'origine d'un certain nombre de paléoendémiques (*Draba hederifolia*, *Draba oreadam*, *Gentiana tornezyana*) à une époque "préglaciaire", nous parlerons plutôt d'une origine pré-messinienne.

Une grande part de l'élément méditerranéen de la flore orophile doit s'être développée *in situ*

à partir d'une ancienne flore oroméditerranéenne tertiaire. Certains endémiques entrent à notre avis dans cette catégorie : *Carum atlanticum*, *Carum proliferum*, *Sideritis villosa*, *Globularia liouvillei*, *Globularia nainii*, *Arabis conringioides*, *Bellis caerulea*, *Silene mesatlantica*, *Silene heterodonta*, *Viola saxifraga*, *Trisetum griseovirens* et *Koeleria caroli*. Nous noterons que tous ces endémiques sont diploïdes.

Un certain nombre de taxons, eux aussi généralement diploïdes sur les Atlas, possèdent une aire méditerranéenne bien souvent vaste et disjointe qui présente un net caractère relictuel (*Putoria calabrica*, *Onosma fastigiatum*, *Paronychia argentea*, *Telephium imperati*, par exemple). Une origine orientale a été évoquée dans le cas de *Putoria* et d'*Onosma*.

Des affinités orientales sont incontestables pour un bon nombre d'orophytes dont nous situons l'origine au Tertiaire, à une période probablement ante-messinienne : *Draba lutescens*, *Silene boryi*, *Pteroccephalus depressus*, *Alyssum psilocarpum*, *Crepis hookeriana*, *Cerastium dichotomum*, *Veronica sibthorpioides*, *Papaver atlanticum*, *Androsace maxima*, *Geum heterocarpum*, *Centranthus battandieri*, *Scutellaria orientalis*, *Potentilla tornezyana* ou *Cotoneaster nummularia*. Tous ces taxons sont diploïdes ou, dans le cas du dernier exemple, paléopolyploïdes; ce sont incontestablement des types anciens.

Tous ces exemples prouvent, à notre avis, que les apports floristiques sur les Atlas ont été favorisés dans une direction est-ouest durant le Tertiaire (avant le Messinien). Le détroit sud-rifain a très certainement barré la route à toute migration d'origine septentrionale. Dans une étude consacrée à la distribution des mammifères terrestres durant le Néogène, STEININGER & al. (1985) sont arrivés à des constatations identiques : au Miocène supérieur (avant le Messinien), la fermeture du détroit de Mésopotamie, séparant l'Asie mineure et l'Arabie, permet d'expliquer des migrations animales entre l'Afrique du Nord et l'Asie; aucun échange faunistique avec l'Europe n'a été décelé à cette période.

Pour la flore, dans de rares cas seulement nous disposons d'indices prouvant que ces migrations est-ouest ont suivi les côtes d'Afrique septentrionale (*Viola saxifraga*, *Telephium sphaerocephalum*, *Onosma fastigiatum*, voire *Arabis caucasica*). Si, dans la plupart des cas, il est possible de situer en Asie l'origine de ces taxons sur la base de parentés floristiques, le cas d'*Androsace maxima* pourrait constituer

un exemple inverse. C'est d'ailleurs le seul cas (parmi les orophytes tertiaires à distribution méditerranéenne — ouest-asiatique) pour lequel la cytologie nous apporte une indication cytogéographique.

A la fin du Miocène, nous l'avons vu, la "crise de salinité messinienne" a créé des connexions directes entre l'Europe et l'Afrique du Nord et permet d'expliquer des échanges floristiques à travers la Méditerranée occidentale qui ont largement contribué à la mise en place des flores actuelles. Ces migrations messiniennes ne laissent plus guère de doutes et ont été attestées aussi bien par des études floristiques (JEANMONOD & BOCQUET, 1981, CONTANDRIOPOULOS & CARDONA, 1984) que faunistiques (de BRUIJN 1973, STEININGER & al., 1985). Voyons quelles en sont les traces sur les Atlas marocains.

Ces échanges ont en premier lieu concerné les éléments méditerranéens et cela explique le contingent important de plantes communes à la partie occidentale de la Méditerranée. Les "bético-atlasiques" et "ibéro-maghrébines" représentent les 12,3% de notre échantillonnage; si nous ajoutons les "ouest-méditerranéennes", nous obtenons une proportion de 25,1%.

Si un certain nombre de plantes ont pu migrer de l'Espagne en Afrique du Nord (*Luzula hispanica*, *Valeriana globulariifolia*, *Lonicera pyrenaica*, *Clinopodium vulgare*, *Kaehleria vallesiana* ou *Euphrasia willkommii*), nous pensons que c'est au Messinien également que des plantes d'origine orientale, arrivées par l'est sur les Atlas durant le Tertiaire, ont pu passer secondairement de l'Afrique du Nord sur le continent européen. La distribution bético-nord-africaine de *Papaver atlanticum* — *P. rupifragum*, *Centranthus sect. Longiflori* ou *Scutellaria orientalis* nous le suggère. D'autres passages sud-nord sont attestés par la cytologie: *Silene boryi*, *Putoria calabrica* et *Omosma fastigiatum* ont différencié des races chromosomiques dans le sud-ouest de l'Europe seulement. Quant à la race tétraploïde d'*Arenaria pungens*, nous avons vu qu'elle pouvait vraisemblablement être d'origine tertiaire et a pu migrer dans le sud de l'Espagne durant le Messinien.

Le contingent boréo-montagnard de la flore atlasique est aussi concerné par le "modèle messinien". En effet, pour QUEZEL (1981), l'arrivée des espèces boréo-montagnardes sur les Atlas est contemporaine des glaciations du Quaternaire. Or, l'étude cytologique d'une grande partie de ces plantes a montré qu'elles sont toutes représentées en Afrique du Nord par

une race ancestrale. Certes, leur différenciation morphologique est faible mais CONTANDRIOPOULOS & GAMISANS (1974) ont observé le même phénomène pour la flore arctico-alpine de la Corse. Pour ces auteurs, les espèces arctico-alpines de la Corse appartiennent à l'élément historique tertiaire d'Europe centrale de KULCZINSKI (1923). Si les auteurs ont justement situé la migration de ces plantes au Tertiaire, nous pouvons, comme l'ont fait BOCQUET & al. (1978) dans le cas de la Corse, situer au Messinien l'arrivée du contingent septentrional sur les Atlas.

Nous ne pensons pas que le Rif ait pu jouer un rôle de relais direct dans les échanges floristiques entre l'Espagne et le Maroc. Comme le montre une reconstruction de la Méditerranée messinienne chez STEININGER & al (1985, p. 566), le massif bético-rifain représentait une sorte de péninsule au sud-ouest de l'Espagne et était encore séparé des Atlas par un bras de mer. Les échanges nord-sud se sont donc passés à l'est de ce bras de mer et du massif bético-rifain.

La "crise de salinité messinienne" a également permis des échanges entre la Sicile et l'Afrique du Nord attestés par une série de taxons italo-maghrébins dont nous trouvons les témoins suivants sur les Atlas: *Linaria heterophylla*, *Convolvulus sabatius*, *Polycarpon polycarpoides*, *Hypochaeris laevigata-leontodontoides* et *Papaver pinnatifidum*. Si *Minuartia verna* et *Petrorhagia illyrica* sont représentés par des sous-espèces différentes en Afrique du Nord et en Italie, le subsp. *tinei* de *Thlaspi perfoliatum* est en revanche commun à la Sicile et au Maghreb.

La plupart des plantes à large répartition, que nous avons classées dans l'élément chorologique "eurasiatique-méditerranéen", ont pu vraisemblablement atteindre les Atlas durant la même période. Si parmi ces plantes nous trouvons un certain nombre de polyploïdes au Maroc, il s'agit en général de la race chromosomique la plus largement distribuée (ex: *Agrostis rupestris*, *Isatis tinctoria*, *Arenaria grandiflora*, *Veronica anagallis-aquatica*).

Une question se pose cependant au sujet de ces migrations messiniennes. BOCQUET (1980) prétend: "la crise de salinité messinienne a dû modeler la flore, comme l'a fait 4 millions d'années plus tard un autre phénomène dramatique: les glaciations". On peut alors se demander pourquoi le Messinien n'a pas eu la même influence sur la polyploïdisation que les glaciations, pour le contingent boréo-montagnard en particulier?

Il faut admettre que s'il y a eu colonisation de nouveaux territoires et migrations, il n'y a pas eu de mélanges de races comme cela a été le cas lors des glaciations (cf. STEBBINS, 1984). Pour l'heure, nous ne voyons pas d'autre explication à l'impact différent qu'ont eu ces deux événements "dramatiques" sur la polyploïdisation.

Si nous situons au Messinien la plupart des apports floristiques d'origine septentrionale sur les Atlas, nous n'excluons pas cependant complètement tout échange post-messinien. Il semble admis que le détroit de Gibraltar ne s'est jamais refermé après le Miocène mais nous nous imaginons cependant difficilement une rupture des échanges floristiques entre la Péninsule ibérique et l'Afrique du Nord depuis 4,5 millions d'années. Nous en voulons pour preuve la présence, de part et d'autre du détroit, des races diploïdes et tétraploïdes de *Rumex induratus* et *Asperula hirsuta* (polytypisme ?), de *Festuca nevadensis* décaploïde, du var. *nevadensis* de *Sagina saginoides*, du var. *nivalis* de *Narcissus bulbocodium* ... etc.

La zoochorie peut, dans certains cas, expliquer des apports récents (cf. GALLAND & KÜPFER, 1984). Le rattachement du Rif au continent africain (au Pliocène) pourrait aussi expliquer un apport différé, post-messinien, de certaines plantes ibériques. En tous les cas, la région bético-rifaine a dû connaître, à la fin du Tertiaire, des bouleversements géologiques qui ont certainement favorisé la diversification de cer-

tains groupes (genre *Narcissus*, série *Alba* du genre *Sedum*) qui ont ensuite pu atteindre le domaine des hautes montagnes sur les Atlas.

Au Quaternaire, l'influence des glaciations s'est sans doute marquée dans le climat général ; les périodes pluviales ont certainement favorisé la conservation des plantes d'origine septentrionale liées aux milieux humides.

Actuellement, les plantes boréo-montagnardes, et les milieux qui les abritent, apparaissent relictuels et un assèchement sensible du climat pourrait appauvrir considérablement l'élément septentrional.

C'est parmi les plantes méditerranéennes liées aux milieux climatiques des hautes montagnes que nous avons décelé des signes d'évolution récente ou subrécente.

La flore atlasique, comme celle de nombreuses autres régions méditerranéennes, subit depuis quelques centaines d'années la pression très importante de l'activité humaine. Le surpâturage et la déforestation se marquent par un appauvrissement et une banalisation de la flore que mettrait certainement en évidence une analyse phytoécologique. Si le polymorphisme de quelques espèces méditerranéennes peut éventuellement être expliqué par les pressions que subit leur milieu, nous pensons cependant que ces bouleversements sont trop récents pour qu'ils puissent être décelés de manière évidente par une analyse cytogéographique.

CONCLUSION

Une recherche cytogéographique, appliquée à l'étude d'une unité taxonomique ou géographique, procède essentiellement par comparaisons : comparaison des aires des taxons envisagés et comparaison de la distribution des races chromosomiques à l'intérieur de chacune de ces aires. Nous n'oublierons pas non plus l'apport des comparaisons morphologiques et écologiques.

Lorsque l'unité est géographique, comme dans le présent travail, l'interprétation et la mise en valeur des résultats dépendent étroitement de l'avancement des recherches dans les autres domaines de l'aire. Si les connaissances chorologiques d'une grande majorité de plantes sont bien avancées et progressent constamment grâce à la parution d'atlas de distributions, les connaissances cytotaxonomiques sont très inégalement avancées selon les régions et les taxons considérés. Puisse ce travail enrichir

quelque peu les données de référence relatives à la flore orophile du Maroc.

Nous avons cherché à comprendre l'origine du peuplement végétal des montagnes marocaines sur la base de nos résultats cytologiques. Dans ce but, l'analyse cytogéographique est un instrument précieux mais présente également certaines limites, notamment lorsque la plupart des complexes polyploïdes sont apolaires, comme c'est le cas au Maroc.

Les hypothèses que nous pouvons avancer sur l'histoire d'un peuplement végétal dépendent aussi très étroitement des connaissances paléogéographiques concernant la région étudiée. C'est pourquoi, une étude telle que la nôtre doit être considérée comme une première image globale de l'histoire de la flore atlasique, une image qui devra être précisée ou remodelée en fonction de nouvelles données cytotaxonomiques, biosystématiques ou paléogéographiques.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier très sincèrement toutes les personnes qui ont pris part à la réalisation de ce travail. Notre vive gratitude s'adresse en particulier à :

- M. le professeur C. Favarger qui fut pour nous un directeur de thèse exemplaire par l'intérêt et l'enthousiasme qu'il a constamment témoignés pour notre travail.
- M. le professeur Ph. Kùpfer, de Neuchâtel, Mlle J. Contandriopoulos, de Marseille et M. J. Mathez de Montpellier, qui nous ont fait l'honneur et l'amitié de participer à notre jury de thèse.
- Mmes M.-M. Duckert-Henriod, I. Markgraf et M. P. Monnier, botanistes, M. le professeur J.-P. Schaer, géologue, Mme J. Moret et M. V. Orlando, du Centre de Calcul, dont les conseils nous ont été des plus précieux.
- MM. les professeurs H. Msougar et M. Atbib de l'Institut scientifique de l'Université de Rabat et M. C. Peyre, de l'Université de Marrakech, pour leur support au Maroc.
- MM. P. Correvon, Ph. Détraz, M. Jacot et R. Lutz, jardiniers à l'Institut de Botanique de Neuchâtel, pour leur compétence sur le terrain et à Neuchâtel.
- Mlle C. Vuille, MM. G. Boss, C. Brossard, E. Fortis, W. Galland, M. Gremaud et H. Vaucher dont l'assistance technique fut des plus appréciée.
- Mmes F. de Montmollin, F. Schnapp et D. Schneider qui ont assumé la dactylographie avec une efficace et souriante compétence.
- MM. les professeurs M. DAKKI et M. FENNANE, de l'Institut Scientifique de l'Université de Rabat, qui n'ont ménagé ni leur temps ni leur peine pour mener à bien la publication de ce travail.

Pour tous nos voyages au Maroc, nous avons bénéficié d'une importante aide financière de la Fondation J.-M. Aubert.

Tous les amis que nous comptons à l'Institut de Botanique de Neuchâtel sont trop nombreux pour être tous cités ici, mais qu'ils sachent que c'est grâce à eux que nous gardons un souvenir chaleureux de nos années de thèse.

Enfin, Pierre Galland a droit à notre affectueuse reconnaissance pour la part prédominante qu'il a prise à toutes les étapes de ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

- ACHHAL, A. & al. (1980). A propos de la valeur bioclimatique et dynamique de quelques essences forestières au Maroc. *Ecol. Méditerr.* 5 : 211-249.
- AESCHIMANN, O. (1983). Le *Silene vulgaris* s.l. (Caryophyllaceae), évolution vers une mauvaise herbe. *Candollea* 38 : 575-617.
- AESCHIMANN, D., J.-M. MASCHERPA & G. BOCQUET (1981). Etude biosystématique du *Silene vulgaris* s.l. (Caryophyllaceae) dans le domaine alpin. *Méthodologie. Candollea* 36 : 379-396.
- AL-SHEHBAZ, I.A. (1982). In Chromosome number reports LXXVI. *Taxon* 31 : 574-598.
- ALVES, M.C. & M.T. LEITAD (1976). Contribucio para o conhecimento citotaxonomico das Spermatophyta de Portugal. XIII Geraniaceae. *Bol. Soc. Brot.* 50 : 231-245.
- ANCEV, M.E. (1978). In IOPB Chromosome number reports LXII. *Taxon* 27 : 519-535.
- (1981). In IOPB Chromosome number reports LXXIII. *Taxon* 30 : 829-861.
- ANDERSSON, I.A., A. CARLSTROM, R. FRANZEN, Th. KARLEN & H. NYBOM (1983). A revision of the *Aethionema saxatile* complex (Brassicaceae). *Willdenowia* 13 : 3-42.
- ANDREEV, A. (1982). In Chromosome number reports LXXVI. *Taxon* 31 : 574-598.
- ARYAVAND, A. (1977). In IOPB Chromosome number reports LVII. *Taxon* 26 : 443-452.
- (1978). Contribution à l'étude cytotoxonomique des Crucifères de l'Iran. II. *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat.* 101 : 95-106.
- (1980). In IOPB Chromosome number reports LXIX. *Taxon* 29 : 703-730.
- (1983). In Chromosome number reports LXXIX. *Taxon* 32 : 320-324.
- ARYAVAND, A. & C. FAVARGER (1980). Contribution à l'étude cytotoxonomique des Caryophyllacées de l'Iran. *Biot.-Ecol. Médit.* 7 : 15-26.
- AVDULOV, N.P. (1931). Karyosystematische Untersuchungen der Familie Gramineen. *Bull. Appl. Bot. Genel. Plant. Breed.* 43 : 1-438.
- BABCOCK, E.B. (1947). The genus *Crepis* II. Systematic treatment. *Univ. California Publ. Bot.* 22 : 198-1030.
- BALL, J. (1878). Spicilegium Florae Marocanae. *J. Linn. Soc., Bot.* 16 : 281-772.
- BALL, P.W. (1964). In TUTIN & al. eds. *Flora Europaea*, Vol. 1. University Press, Cambridge.
- BALL, P.W. & T.R. OUDLEY (1964). In TUTIN & al. eds : *Flora Europaea*, Vol. 1. University Press, Cambridge.
- BALL, P.W. & F. GETLIFFE (1972). In TUTIN & al. eds. *Flora Europaea*, Vol. 3. University Press, Cambridge.
- BANDY, O.L. (1973). Chronology and paleoenvironmental trends, late Miocene-early Pliocene, Western Mediterranean. In C.W. DROOGER & al. eds. *Messinian Events in the Mediterranean Sea*. North Holland, Amsterdam. Pp 21-25.
- BARBERO, M., G. BONIN & P. QUEZEL (1975). Les pelouses écorchées des montagnes méditerranéennes. *Phytocænologia* 1 : 427-459.
- BARBERO, M., P. QUEZEL & S. RIVAZ-MARTINEZ (1981). Contribution à l'étude des groupements forestiers et préforestiers du Maroc. *Phytocænologia* 9 : 311-412.
- BARROS-NEVES, J. (1973). Contribution à la connaissance cytotoxonomique des Spermatophyta du Portugal. VIII Liliaceae. *Bol. Soc. Brot.* 47 : 157-212.
- BATTANDIER, J.A. (1907). Note sur quelques plantes du Nord de l'Afrique. *Bull. Soc. Bot. France* 54 : 545-550.
- (1919). *Contribution à la flore atlantique*. L'Homme, Paris, 91 pp.
- BATTANDIER, J.A. & C. TRABUT (1890). *Flore de l'Algérie et Catalogue des plantes du Maroc*. Tome 1, Dicotylédones. Jourdan, Alger, 872 pp.
- BAUDIÈRE, A. (1970). *Recherches phytogéographiques sur la bordure méridionale du Massif central français*. Thèse, Montpellier.
- BAZILE-ROBERT, E., J.P. SUC & J.C. VERNET (1980). Les flores méditerranéennes et l'histoire climatique depuis le Pliocène. *Naturalia Monspel.* No hors série Colloque Fondation Emberger. Montpellier.
- BERGER, A. (1930). *Crassulaceae*. In Engler & Prantl. *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, 2. éd. 18 a : 352-483. Berlin.
- BERTOLANI-MARCHETTI, D. (1985). Pollen Paleoclimatology in the Mediterranean since Messinian Time. In STANLEY & WEZEL eds. *Geological Evolution of the Mediterranean Basin*. Springer Verlag. Pp 525-543.
- BJÖRCKMAN, S. (1954). Chromosome studies in *Agrostis*, II. *Hereditas* 40 : 254-258.
- (1960). Studies in *Agrostis* and related genera. *Symb. Bot. Upsal.* 17 : 1-112.
- BJÖRCKQVIST, I. & al. (1969). Chromosome numbers in Iberian Angiosperms. *Bol. Nol.* 122 : 271-283.
- BLACKBURN, K.B. & J.K. MORTON (1957). The incidence of polyploidy in the Caryophyllaceae of Britain and Portugal. *New. Phytol.* 56 : 344-351.
- BLAISE, S. (1970). In IOPB Chromosome number reports XXV. *Taxon* 19 : 102-113.
- (1975). Etude de la répartition géographique d'un certain nombre de taxons eurasiatiques de *Myosotis*. *C. R. Soc. Biogéogr.*, Séance 453. 1794 : 10-17.
- BLAISE, S. & G. ROUX (1971). Répartition de quelques espèces de *Myosotis* dans les Alpes françaises : Problèmes chorologiques, écologiques et morphologiques.

- In : Actes du Colloque sur la flore et la Végétation des Chaînes alpine et jurassienne. *Ann. Litt. Univ. Besançon* : 223-229.
- BLANCA, G. & F. VALLE (1986). Las plantas endémicas de Andalucía oriental. I. *Monogr. Fl. Veg. Betica* 1 : 1-53.
- BÓCHER, T.W. (1976). Experimental and cytological studies on plant species. XIII *Clinopodium vulgare* L. *Bot. Tidsskr.* 70 : 152-179.
- BOCQUET, G. (1980). La différenciation des taxons méditerranéens et la crise de salinité du Miocène. *Naturalia Monspel.* No hors série, Colloque Fondation Emberger. Montpellier.
- BOCQUET, G., B. WIDLER & H. KIEFER (1978). The Messinian model. A new outlook for the floristic and systematic of the Mediterranean area. *Candollea* 33 : 269-287.
- BOISSIER, E. (1839-1845). *Voyage botanique dans le midi de l'Espagne* ... Paris.
- BOLKHOVSKIKH, Z. & al. (1969). *Chromosome numbers of flowering plants*. Leningrad.
- BORSOS, O. (1970). Contributions to the knowledge on the chromosome numbers of Phanerogames growing in Hungary and south-eastern Europe. *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* 16 : 255-265.
- BOTHMER, R. von (1967). Intraspecific variation in *Clinopodium vulgare* L. *Bot. Not.* 120 : 202-208.
- BOWDEN, W.M. (1960). Chromosome numbers and taxonomic notes on northern grasses III - Twenty-five genera. *Canad. J. Bot.* 38 : 541-557.
- BREISTROFFER, M. (1946). Contribution à l'étude des plantes vasculaires du Dauphiné (2ème partie). *Bull. Soc. Bot. France* 93 : 327-335.
- BRETT, O.E. (1952). Basis chromosome numbers in genus *Cerastium*. *Nature* (London) 170, 4319 : 251-252.
- BRIQUET, J. (1895). *Labiatae*. Die natürlichen Pflanzenfamilien (A. Engler & K. Prantl), IV, 3a. Leipzig.
- BRULLO, S., G. MAJORANA, P. PAVONE & M.C. TERRASI (1977). Numeri cromosomici per la flora italiana : 283-298. *Inf. Bot. Italiano* 9 : 40-55.
- BURDET, H.M. (1967). Contribution à l'étude caryologique des genres *Cardaminopsis*, *Turritis* et *Ambis* en Europe. *Candollea* 22 : 107-156.
- CARDONA, M.A. & J. CONTANDRIOPOULOS (1980). Numeros cromosomicos para la flora española. No 162-182. *Lagascalia* 9 : 249-284.
- (1983). In Chromosome number reports LXXIX. *Taxon* 32 : 320-324.
- CAROLIN, R.C. (1957). Cytological and hybridization studies in the genus *Dianthus*. *New Phytol.* 56 : 81-97.
- CARTIER, D. (1983). In Chromosome number reports LXXXI. *Taxon* 32 : 663-669.
- CASTROVIEJO, S. (1983). Numeros cromosomicos de plantas occidentales. 211-222. *Anales Jard. Bot. Madrid* 39 : 525-531.
- CASTROVIEJO, S. & R. CALVO (1981). Notas citotaxonomicas sobre *Sedum acre* L. (*Crassulaceae*). *Trab. Dep. Botanica y F. Veg.* 11 : 49-57.
- CASTROVIEJO, S., G.N. FELINER & E.R. HERNANDEZ (1983). Notas y comentarios sobre la flora del sistema central español : Sierras de Villafranca, el Barco y Béjar. *Anales Jard. Bot. Madrid* 40 : 151-161.
- CAUWET, A.M. (1968). Contribution à l'étude caryologique des Ombellifères de la partie orientale des Pyrénées. *Naturalia Monspel.*, Sér. Bot. 19 : 5-27.
- (1976). *Biosystématique des espèces vivaces de Bupleurum* L. (*Umbelliferae*) du bassin méditerranéen occidental. Thèse, Sciences, Perpignan.
- CHATER, A.O. (1980). In TUTIN & al. eds, *Flora Europaea*, Vol. 5. University Press, Cambridge.
- CHATER, A.O. & S.M. WALTERS (1964). In TUTIN & al. eds, *Flora Europaea* Vol. 1. University Press, Cambridge.
- CHAUDHRI, M.N. (1968). A revision of the *Paronychiinae*. *Meded. Bot. Mus. Herb. Rijks Univ. Utrecht*. Vol. 285.
- CHIARUGI, A. (1950). Numeri di cromosomi di *Liliaceae*. *Caryologia* 3 : 148.
- CHOUBERT, G. & A. FAURE-MURET (1962). Evolution du domaine atlasique marocain depuis les temps paléozoïques. *Mém. Hors Série, Soc. Géol. France*.
- CHRTEK, J. (1967). *Trisetum griseovirens* Lindb., sein Wert und seine Stelle innerhalb der Gattung *Trisetum*. *Bull. Soc. Sci. Nat. Maroc* 46 : 175-180.
- CHRTEK, J. & B. KRISA (1962). A taxonomical study of the species *Luzula spicata* (L.) DC *sensu lato* in Europa. *Bot. Not.* 115 : 293-310.
- (1965). Bemerkung zu den mediterranen Arten *Luzula spicata* — *Novit. Bot. Delect. Seminum Horti Bot. Univ. Carol. Prag.* 1965.
- CLAPHAM, A.R. & N. JARDINE (1964). In TUTIN & al. eds, *Flora Europaea*, Vol. 1. University Press, Cambridge.
- CLARKE, G.C.S. (1980). In : TUTIN & al. eds, *Flora Europaea*, Vol. 1. University Press, Cambridge.
- CLEMENT, W.M. (1962). Chromosome numbers and taxonomic relationships in *Medicago*. *Crop. Sci.* (Madison) 2 : 25-28.
- CONTANDRIOPOULOS, J. (1957). Contribution à l'étude caryologique des endémiques de la Corse. *Ann. Fac. Sci. Marseille* 26 : 51-65.
- (1962). *Recherches sur la flore endémique de la Corse et sur ses origines*. Thèse, Montpellier.
- (1969). Contribution à l'étude cytotaxonomique des *Alyseae* Adams de Grèce. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 79 : 313-334.
- (1978). Contribution à l'étude cytotaxonomique des *Sideritis* section *Empedoclea* (*Labiatae*). *Pl. Syst. Evol.* 129 : 277-289.
- CONTANDRIOPOULOS, J. & M.A. CAROONA (1984). Caractère original de la flore endémique des Baléares. *Bot. Helvetica* 94 : 101-131.
- CONTANDRIOPOULOS, J. & C. FAVARGER (1975). Problèmes posés par l'endémisme en Méditerranée. In *La flore du Bassin méditerranéen. Essai de syst.*

- matique synthétique*. Colloques internat. du C.N.R.S. 235 : 175-194.
- CONTANDRIOPOULOS, J., C. FAVARGER & N. GALLAND (1984). Contribution à l'étude cytotaxonomique des Campanulacées du Maroc. *Bull. Inst. Sci. Rabat*, 8 : 101-114.
- CONTANDRIOPOULOS, J. & J. GAMISANS (1974). A propos de l'élément arctico-alpin de la flore de Corse. *Bull. Soc. Bot. France* 121 : 175-204.
- CONTANDRIOPOULOS, J. & J. ZAFFRAN (1969). A propos de quelques espèces remarquables de la flore grecque. *Bull. Soc. Bot. France* 116 : 103-112.
- CULLEN, J. & V.H. HEYWOOD (1964). In TUTIN & al. eds, *Flora Europaea*, Vol. 1. University Press, Cambridge.
- DAMBOLDT, J. (1968). Zur Cytotaxonomie der Gattung *Saxifraga* L. III. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 81 : 43-52.
- DAMBOLDT, J. & D. PHITOS (1966). Ein Beitrag zur Zytotaxonomie der Gattung *Silene* L. in Griechenland. *Österr. Bot. Zeitschr.* 113 : 169-175.
- (1968). Zur Cytotaxonomie einiger Arten der Gattung *Silene* L. (*Caryophyllaceae*). *Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg* 105 : 44-51.
- DAVIES, E.W. (1955). The cytogenetics of *Carex flava* and its allies. *Watsonia* 3 : 129-138.
- (1956). Cytology, evolution and origin of the aneuploid series in the genus *Carex*. *Hereditas* 42 : 349-365.
- DAVIS, P.H. (1980). New species from Turkey, Arabia and Morocco. *Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh* 38 : 443-446.
- DEN NIJS, J.C.M. (1983). Biosystematic studies of the *Rumex acetosella* complex (*Polygonaceae*). VI South-eastern Europe, including a phylogenetic survey. *Bot. Jahrb. Syst.* 104 : 33-90.
- DIANA-CORRIAS, S. & R. VILLA (1980). Numeri cromosomici per la flora italiana (708-713). *Inform. Bot. Ital.* 12 : 131-135.
- DIAZ DE LA GUARDIA, C., C. MORALES & F. VALLE (1982). Nota sobre algunas Arenarias endémicas de España. *Biol.-Ecol. Médit.* 9 : 161-168.
- DIETRICH, W. (1972). In IOPB Chromosome number reports XXXVI. *Taxon* 21 : 333-346.
- DJERDOUR, B. & G.G. GUITTONNEAU (1977). In IOPB Chromosome number reports LVI. *Taxon* 26 : 257-274.
- DDIDA, Y. (1960). Cytological studies in *Polygonum* and related genera I. *Bot. Mag. (Tokyo)* 73 : 337-341.
- DUCKERT-HENRIOD, M.M. & C. FAVARGER (1960). Recherches sur la flore du Jura. *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat.* 83 : 109-119.
- (1987). Contribution à la cytotaxonomie et à la cytogéographie des *Poa* (*Poaceae = Gramineae*) de la Suisse. *Mém. S.H.S.N.*, Vol. 100 : 1-130.
- DULBERGER, R. (1968). Chromosome numbers in *Lythrum* in Israel. *J. Bot. (Israel)* 17 : 179-183.
- DUME, C. (1976). In IOPB Chromosome number reports LIII. *Taxon* 25 : 483-500.
- EHRENDORFER, F. & F. KRENDL (1976). In TUTIN & al. eds, *Flora Europaea*, Vol. 4. University Press, Cambridge.
- EMBERGER, L. (1935). Matériaux pour l'étude de la flore et de la végétation du Maroc, fasc. 4,5 et 6. *Bull. Soc. Sci. Nat. Maroc* 15 : 165-172, 173-187, 188-220.
- (1936). Remarques critiques sur les étages de végétation dans les montagnes marocaines. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* vol. jub. Rübel, 46 : 614-631.
- (1939). Aperçu général sur la végétation du Maroc — Commentaire de la carte phytogéographique du Maroc au 1 : 1 500 000. *Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich* 14 : 40-157.
- (1948). La flore de l'horizon culminant des montagnes marocaines. Vol. jub. *Soc. Sci. Nat. Maroc*, 95-105.
- (1971). Considérations complémentaires au sujet des recherches bioclimatiques et phytogéographiques-écologiques. In *Travaux de Botanique et d'Écologie* ; livre jubilaire. Masson.
- EMBERGER, L. & R. MAIRE (1941). Catalogue des plantes du Maroc, Vol. IV. Mem. hors série. *Soc. Sci. Nat. Maroc*. Minerva, Alger.
- ENE, L.S.O. (1973). Polyploids in the genus *Iberis*. *Cytologia* 38 : 699-706.
- ERNET, D. & F. EHRENDORFER (1972). In HESS & al., *Flora der Schweiz*, Vol. 3. Birkhäuser, Basel & Stuttgart.
- FAGERLIND, F. (1934). Beiträge zur Kenntnis der Zytologie der Rubiaceen. *Hereditas* 19 : 223-232.
- FAURE, J. & D. PIETRERA (1976). Contribution à l'étude cytotaxonomique des Rubiacées de Grèce. *Ann. Fac. Sci. Marseille* 42 : 271-283.
- FAVARGER, C. (1943). Etude caryologique sur une espèce tétraploïde du genre *Silene*. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 53 : 210-218.
- (1949). Contribution à l'étude caryologique et biologique des Gentianacées. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 59 : 62-86.
- (1950). Polyploïdie et vicariance dans la flore alpine. *Arch. Julius Klaus-Stiftung Vererbungsf.* 25 : 472-477.
- (1953). Notes de caryologie alpine II. *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat.* 76 : 133-169.
- (1957). Sur le pourcentage de polyploïdes dans la flore de l'étage nival des Alpes suisses. Huitième Congr. Inter. Bot. Paris (1954). *Compt. Rend. Séances, Sect. 9 et 10* : 51-55.
- (1959). Notes de caryologie alpine III. *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat.* 82 : 255-285.
- (1961). Sur l'emploi des nombres chromosomiques en géographie botanique historique. *Ber. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel* 32 : 119-146.
- (1962 a). Contribution à l'étude cytologique des genres *Minuartia* et *Arenaria*. *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat.* 85 : 53-81.
- (1962 b). Contribution de la biosystématique à l'étude des flores alpine et jurassienne. *Rev. Cytol. Biol. Vég.* 25 : 397-410.

- PAVARGER, C. (1964 a). Cytotaxonomie et endémisme. *Compt. Rend. Soc. Biogéogr.* 357 : 23-44.
- (1964 b). Die zytotaxonomische Erforschung der Alpen-Flora. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 77 : 73-83.
- (1965). Notes de caryologie alpine IV. *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat.* 88 : 5-60.
- (1967 a). Nombres chromosomiques de quelques taxa principalement balkaniques du genre *Minuartia* (L.) Hiern. *Bot. Jahrb. Syst.* 86 : 280-292.
- (1967 b). Cytologie et distribution des plantes. *Biological Reviews* 42 : 163-206.
- (1969 a). De cariologia Cerastiorum specierum aliquot imprimis in Peninsula Balcanica crescentium. *Acta Bot. Croatica* 28 : 63-74.
- (1969 b). Notes de caryologie alpine V. *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat.* 92 : 13-30.
- (1969 c). L'endémisme en géographie botanique. *Scientia* 104 : 1-16.
- (1971 a). Relations entre la flore méditerranéenne et celle des enclaves à végétation subméditerranéenne d'Europe centrale. *Boissiera* 19 : 149-168.
- (1971 b). L'exploration cytotaxonomique des flores alpienne et jurassienne. In Actes du colloque sur la flore et la végétation des chaînes alpine et jurassienne. *Ann. Litt. Univ. Besançon* : 139-165.
- (1972 a). Sur quelques *Arenaria* d'Europe et d'Asie occidentale. *Bot. Not.* 125 : 465-476.
- (1972 b). Endemism in the Montane Flora of Europe. In : D. H. VALENTINE ed., *Taxonomy, Phylogeography and Evolution*, Academic Press.
- (1973). Cytotaxonomie de quelques orophytes des Abruzzes. *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* 18 : 81-92.
- (1974). Progrès récents dans l'étude de l'endémisme végétal en Europe. *Lav. Soc. Ital. Biogeogr.* IV : 5-29.
- (1975). Cytotaxonomie et histoire de la flore orophile des Alpes et de quelques autres massifs montagneux d'Europe. *Lejeunia* NS 77 : 1-45.
- (1980). Un exemple de variation cytogéographique : le complexe de l'*Erysimum grandiflorum-sylvestre*. *Annales Inst. Bot. Cavendish* 35 : 361-393.
- (1981). Cytotaxonomie et problèmes fondamentaux de la géographie botanique. *Mem. Soc. Biogéogr.* II : 37-49.
- (1984). Cytogeography and biosystematics. In W. F. GRANT ed., *Plant biosystematics*. Academic Press, Canada.
- FAVARGER, C. & J. CDNTANDRIOPOULOS (1961). Essai sur l'endémisme. *Ber. Schweiz Bot. Ges.* 71 : 384-408.
- FAVARGER, C. & N. GALLAND (1982). Contribution à la cytotaxonomie des *Erysimum* vivaces d'Afrique du Nord. *Bull. Inst. Sci. Rabat* 6 : 73-87.
- FAVARGER, C., N. GALLAND & Ph. KÜPFER (1979). Recherches cytotaxonomiques sur la flore orophile du Maroc. *Naturalia Monspel.*, Sér Bot. 29 : 1-64. (Parution 1980).
- FAVARGER, C. & K.L. NUYNH (1980). Contribution à la cytotaxonomie des Caryophyllacées méditerranéennes. *Bol. Soc. Brot.* 53 : 493-514.
- FAVARGER, C. & Ph. KÜPFER (1968). Contribution à la cytotaxonomie de la flore alpine des Pyrénées. *Collect. Bot.* (Barcelona) 7 : 325-352.
- (1980). Application de la cytotaxonomie à quelques problèmes d'origine ou de mise en place de la flore méditerranéenne. *Naturalia Monspel.* No hors série Colloque Fondation Emberger. Montpellier.
- FEDDE, A. (1909). *Papaveraceae*. In ENGLER A. Pflanzenreich 40 (IV. 104) : 288-386. W. Engelmann Verlag, Leipzig.
- FEDOROV, A. (1967). Genus *Primula* in *Flora of the USSR*, vol. XVIII. Israël. Program for Scientific Translations, Jerusalem.
- FERGUSON, I.K. (1972). In TUTIN & al. eds, *Flora Europaea*, Vol. 3. University Press, Cambridge.
- FERNANDES, R. (1972). In TUTIN & al. eds, *Flora Europaea*, Vol. 3. University Press, Cambridge.
- FERNANDES, A. (1934). Nouvelles études caryologiques sur le genre *Narcissus* L. *Bol. Soc. Brot.* 9 : 1-198.
- (1936). Les satellites chez les Narcisses. II. Les satellites pendant la mitose. *Bol. Soc. Brot.* 11 : 87-144.
- (1939). Sur la caryo-systématique du groupe *Jonquilla* du genre *Narcissus* L. *Bol. Soc. Brot.* 13 : 487-542.
- (1943). Sur l'origine des chromosomes surnuméraires hétérochromatiques chez *Narcissus Bulbocodium* L. *Bol. Soc. Brot.* 17 : 251-256.
- (1949). Le problème de l'hétérochromatisation chez *Narcissus Bulbocodium* L. *Bol. Soc. Brot.* 23 : 5-69.
- (1950). Sobre a cariologia de algumas plantas da Serra do Geres. *Agron. Lusit.* 12 : 551-600.
- (1951). Sur la phylogénie des espèces du genre *Narcissus* L. *Bol. Soc. Brot.* 25 : 113-190.
- (1967). Contribution à la connaissance de la biosystématique de quelques espèces du genre *Narcissus* L. *Portugaliae Acta Biol.* 9 : 1-44.
- FERNANDES, A. & F. FRANCA (1971). Sur la méiose d'une plante de *Narcissus bulbocodium* L. à 40 chromosomes. *Bol. Soc. Brot.* 45 : 123-142.
- FERNANDES, A. & M.T. LEITAO (1971). Contribution à la connaissance cytotaxonomique des *Spermatophyta* du Portugal. III *Caryophyllaceae*. *Bol. Soc. Brot.* 45 : 143-176.
- FERNANDES, A. & J.B. NEVES (1941). Sur l'origine des formes de *Narcissus Bulbocodium* L. à 26 chromosomes. *Bol. Soc. Brot.* 15 : 43-132.
- FERNANDES, A. & M. QUEIROS (1969). Contribution à la connaissance cytotaxonomique des *Spermatophyta* du Portugal. I : *Gramineae*. *Bol. Soc. Brot.* 43 : 3-140.
- FERNANDES, A. & J.A. SERRA (1944). Euchromatine et hétérochromatine dans leurs rapports avec le noyau et le nucléole. *Bol. Soc. Brot.* 19 : 67.
- FERNANDEZ-CASAS, J. (1977 a). In IOPB Chromosome number reports LV. *Taxon* 26 : 107-109

- FERNANDEZ-CASAS, J. (1977 b). Numeros cromosomicos de plantas espanolas IV. *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 34 : 335-349.
- (1977 c). Recuentos cromosomicos en plantas vasculares espanolas. *Saussurea* 8 : 33-55.
- FERNANDEZ-CASAS, J., J. MOLERO-BRIONES & A. PONS-SOROLLA (1980). Numeros cromosomaticos de plantas occidentales 70-72. *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 37 : 203-204.
- FRANZEN, R. & L.A. GUSTAVSSON (1983). Chromosome numbers in flowering plants from the high mountains of Sterea Ellas, Greece. *Willdenowia* 13 : 101-106.
- GADELLA, Th.W.J. & E. KLIPHUIS (1968). Chromosome numbers of flowering plants in the Netherlands IV. *Proc. Roy. Netherlands Acad. Sci. Ser. C*, 71 : 168-183.
- GAJEWSKI, W. (1957). A cytogenetic study of the genus *Geum* L. *Monographiae Botanicae* (Warszawa) 4 : 1-416.
- GALLAND, N. & C. FAVARGER (1985). Note de taxonomie et de nomenclature sur la flore orophile du Maroc. *Candollea* 40 : 231-235.
- GALLAND, N. & Ph. KÜPFER (1984). La différenciation de quelques orophytes ouest-européens-maghrébins et le problème de leur mise en place. *Webbia* 38 : 473-490.
- GARDE, A. & N. MALHEIROS-GARDE (1949). Contribuicao para o estudo cariologico da familia *Umbelliferae* I. *Agron. Lusitana* 11 : 91-140.
- GERVAIS, C. (1973). Contribution à l'étude cytologique et taxonomique des avoines vivaces. *Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges.* 88.
- GOEPFERT, D. (1974). Karyotypes and DNA content in species of *Ranunculus* L. and related genera. *Bot. Not.* 127 : 464-489.
- GOLDBLATT, P. ed. (1981). Index to plant chromosome numbers 1975-1978. *Missouri Botanical Garden*.
- GOMEZ-CAMPO, C. (1976). Studies on Cruciferae : I *Brassica repanda* (Willd) DC subsp. *atmeriensis* subsp. nov., a new taxon from SE Spain. *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 33 : 153-157.
- (1980). In IPOB Chromosome number reports LXVII. *Taxon* 29 : 347-367.
- GRAU, J. (1964). Die Zytotaxonomie der *Myosotis alpestris* - und der *Myosotis silvatica*-Gruppe in Europa. *Oesterr. Bot. Z.* 111 : 561-617.
- (1976). Die Cytologie südwestmediterraner *Scrophularia* - Arten. *Mitt. Bot. München* 12 : 609-654.
- GREILHUBER, J., E. VITEK & F. EHRENDORFER (1984). Evolution alpinen Populationen von *Euphrasia* (*Scrophulariaceae*) : Chromosomenzählungen an diploiden und polyploiden Sippen aus den Ostalpen. *Pl. Syst. Evol.* 144 : 45-51.
- GREUTER, W. & K.H. RECHINGER (1967). Flora der Insel Kythera. *Boissiera* 13 : 1-206.
- GUERN, M. & R. GORENFLOT (1966). Caryologie du genre *Hippocrepis* L. *Compt. Rend. Acad. Sci. (Paris)* 263, Ser. D : 509-512.
- GUIITONNEAU, G.G. (1972). Contribution à l'étude biosystématique du genre *Erodium* l'Her. dans le bassin méditerranéen occidental. *Boissiera* 20 : 1-154.
- HAKANSSON, A. (1928). Die Chromosomen einiger Scirpoideen. *Hereditas* 10 : 277-292.
- HALACSY, E. de (1900). *Conspectus Florae Graecae*. Lipsiae Sumptibus Guilelmi Engelmann.
- HALLIDAY, G. (1957). Phenotypic and genotypic variation in some British population of *Minuartia verna*. *Bot. Soc. Brit. Isles Proc.* 2 : 297.
- (1964). In TUTIN & al. eds, *Flora Europaea*, Vol. 1. University Press Cambridge
- (1976). In TUTIN & al. eds, *Flora Europaea*, Vol. 4. University Press Cambridge
- HAMEL, J.L. (1954). Matériaux pour l'étude caryotaxonomique des Saxifragacées I. Huit Saxifrages de la section *Dactylites* Tausch, dite *Dactyloides* Tausch. *Mém. Soc. Bot. France*, 106-121.
- HARBERD, D.J. (1972). A contribution to the cytotaxonomy of *Brassica* (*Cruciferae*) and its allies. *J. Linn. Soc., Bot.* 65 : 1-23.
- HARLAN, J.R. & J.M.J. de WET (1975). On Ö. Winge and a prayer : the origins of polyploidy. *Bot. Review* 41 : 361-390.
- HART, H. t' (1978). *Biosystematic studies in the Acre-group and the series Rupestris Berger of the genus Sedum* L. (*Crassulaceae*). Thèse, Utrecht.
- HEBERT, L.Ph. (1980). *Recherches cytogéographiques et cytotaxonomiques sur des espèces méditerranéennes et centre-européennes du genre Sedum* L. (*Crassulaceae*). Thèse, Université de Neuchâtel.
- HEDBERG, O. (1957). Afroalpine vascular plants. *Symbol. Bot. Upsal.* 15 : 1-411.
- HEGI, G. *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*. Band VI/3. Teil. Carl Hanser Verlag, München.
- HEISER, C.B. & T.W. WHITAKER (1948). Chromosome number, polyploidy and growth habit in California weeds. *Amer. J. Bot.* 35 : 179-186.
- HERNANDEZ-CARDONA, A.M. (1978). Estudio monográfico de los generos *Poa* y *Bellardiachloa* en la peninsula Iberica e islas Baleares. *Dissert. bot* 46 : 1-365.
- HESS, H.E., E. LANDOLT & R. HIRZEL (1967, 1970, 1972). *Flora der Schweiz*, Vol. 1,2,3. Birkhäuser Verlag, Basel & Stuttgart.
- HEYWOOD, V.H. (1964). In TUTIN & al. eds, *Flora Europaea*, Vol. 1. University Press, Cambridge.
- (1972). In TUTIN & al. eds, *Flora Europaea*, Vol. 3. University Press, Cambridge.
- HILL, L.M. (1982). In Chromosome number reports LXXIV. *Taxon* 31 : 119-128.
- HINDAKOVA, M. (1965). Pocet a morfologia chromozomov u *Ranunculus lateriflorus* DC z uzemia slovenska. *Biologia (Bratislava)* 20 : 297-299.
- HSÜ, K.J. & al. (1977). History of the Mediterranean salinity crisis. *Nature* 267 : 399-403.

- HUBBARD, C.E. (1954). *Grasses. A guide to their structure, identification, uses and distribution in the British Isles*. Harmondsworth, Middlesex, Penguin books Ltd : 1-428.
- HUMPHRIES, C.J. (1980). In TUTIN & al. eds, *Flora Europaea*, Vol. 5. University Press, Cambridge.
- HUMPHRIES, C.J., B.G. MURRAY, G. BOCQUET & K. VASUDEVAN (1978). Chromosome numbers of phanerogams from Morocco and Algeria. *Bot. Not.* 131 : 391-406.
- HUNKELER, C. & C. FAVARGER (1967). Contribution à la cytotaxonomie du genre *Pimpinella* L. *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat.* 90 : 219-241.
- HUYNH, K.L. (1972). Le pollen et la systématique du genre *Sideritis* L. (*Labiatae*). *Bull. Mus. Hist. Nat. Paris* 45, *Botanique* 1 : 1-28.
- JAHANOIEZ, E. & R. MAIRE (1931, 1932, 1934). *Catalogue des Plantes du Maroc, Vol. I, II, III*. Minerva, Alger.
- JALAS, J. & J. SUOMINEN, eds. (1979). *Atlas Florae Europaeae*. 4. *Polygonaceae*. Helsinki.
- (1983). *Atlas Florae Europaeae*. 6. *Caryophyllaceae*. Helsinki.
- JARETZKY, R. (1929). Untersuchungen über Chromosomen und Phylogenie bei einiger Cruciferen. *Jahrb. Wiss. Bot.* 68 : 1-45.
- (1932). Beziehung zwischen Chromosomenzahl und Systematik bei den Cruciferen. *Jahrb. Wiss. Bot.* 76 : 484-527.
- JEANMONOD D. (1984). Révision de la section *Siphonomorpha* Otth du genre *Silene* L. (*Caryophyllaceae*) en Méditerranée occidentale. III Aggrégat *italica* et espèces affines. *Candollea* 39 : 549-639.
- (1985). Révision de la section *Siphonomorpha* Otth du genre *Silene* L. V. Synthèse. *Candollea* 40 : 35-56.
- JEANMONOD D. & G. BOCQUET (1981). Remarques sur la distribution de *Silene mollissima* (L.) Pers et des espèces affines en Méditerranée occidentale. *Candollea* 36 : 279-287.
- JONES, K. (1964). In TUTIN & al. eds, *Flora Europaea*, Vol. 1. University Press, Cambridge.
- JONES, K. & S.S. HOOPER (1968). In IOPB Chromosome number reports XVIII. *Taxon* 17 : 419-422.
- JONSELL, B. (1980). In TUTIN & al. eds, *Flora Europaea*, Vol. 5. University Press, Cambridge.
- KAWATANI, T. & T. OHNO (1965). Chromosome numbers in *Papaver*. *Bull. Nat. Inst. Hyg. Sci.* 83 : 127-133.
- KJELLQVIST, E. & A. LÖVE (1963). Chromosome numbers of some *Carex* species from Spain. *Bot. Not.* 116 : 241-248.
- KLIPHUIS, E. & Y.I. BARKOUDAH (1977). Chromosome numbers in some Syrian angiosperms. *Acta Bot. Neerl.* 26 : 239-249.
- KNABEN, G. & T. ENGELSKJÖN (1967). Chromosome numbers of Scandinavian arctic-alpine plant species II. *Acta Boreal., A., Sci.* 21 : 1-57.
- KULCZINSKI, S. (1923). Oas boreale und arktisch-alpine Element der mitteleuropäischen Flora. *Bull. intern. Acad. polon. Sc. et Lettres, Sér. Bot. Sc. Nat.*
- KÜPFER, Ph. (1968). Nouvelles prospections caryologiques dans la flore orophile des Pyrénées et de la Sierra Nevada. *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat.* 91 : 87-104.
- (1969). Recherches cytotaxonomiques sur la flore des montagnes de la Péninsule ibérique. *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat.* 92 : 31-48.
- (1971 a). Sur quelques problèmes de spéciation dans les montagnes du bassin occidental de la Méditerranée. *Bull. Soc. Bot. France* 118 : 667-678.
- (1971 b). *Liens génétiques entre les flores alpine et pyrénéenne*. Actes du Colloque sur la flore et la végétation des chaînes alpine et jurassienne. Paris : 167-185.
- (1972). Cytotaxonomie et cytogéographie de quelques groupes d'orophytes du bassin occidental de la Méditerranée et des Alpes. *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 275 : 1753-1756.
- (1974). Recherches sur les liens de parenté entre la flore orophile des Alpes et celle des Pyrénées. *Boissiera*, 23 : 1-322.
- (1980 a). Contribution à la cytotaxonomie de quelques orophytes iraniens. *Rev. Biol. Ecol. Méditerranéenne* 8 : 37-48.
- (1980 b). A propos de quelques gentianes de la section *Chondrophyllae* Bunge. *Bot. Soc. Brot.* 53 : 537-547.
- (1981). Les processus de différenciation des taxons orophiles en Méditerranée occidentale. Actas III Congr. Optima. *Anales Jard. Bot. Madrid* 37 : 321-337.
- KÜPFER, Ph. & C. FAVARGER (1967). Premières prospections caryologiques dans la flore orophile des Pyrénées et de la Sierra Nevada. *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 264 : 2463-2465.
- KÜPFER, Ph. & J.R. RAIS (1983). Index des nombres chromosomiques des Spermatophytes de la Suisse. I. *Saxifragaceae*. *Botanica Helvetica* 93 : 11-25.
- LAMBERT, A.M. (1969). Espèces à localisation remarquable. *Inf. Ann. Caryosyst. et Cytogeten.* 3 : 1-4.
- LANDOLT, E. (1954). Die Artengruppe des *Ranunculus montanus* Willd. in den Alpen und im Jura. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 64 : 9-83.
- (1956). Die Artengruppe des *Ranunculus montanus* Willd. in den Pyrenäen und anderen europäischen Gebirgen westlich der Alpen. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 66 : 92-117.
- LARSEN, K. (1960). Cytological and experimental studies in the flowering plants of the Canary Islands. *Dansk Vid. Selsk. Vid. Skr.* 11 : 1-60.
- LEBRIJN, J.P. & A.L. STORK (1978). Index général des "Contributions à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord" du Dr. René Maire. *Etude botanique* N° 5 de l'Institut d'Élevage et de Médecine vétérinaire des pays tropicaux.
- LECOMPTÉ-BARBET, O. (1975). Introduction à une étude de l'endémisme végétal au Maroc. *Trav. de la R.C.P.* 249 (C.N.R.S.) : 15-46.

- LESINS, K. (1969). Relationship of taxa in genus *Medicago* as revealed by hybridization IV. *M. hybrida* x *M. suffruticosa*. *Canad. J. Genet. Cytol.* 1 : 340-345.
- LEVAN, A., K. FREDGA & A.A. SANDBERG (1964). Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52 : 201-220.
- LINDBERG, H. (1932). Itinera mediterranea. *Acta Soc. Sci. Fenn.*, Ser. B, Opera Biol. 1 : 1-178.
- LITARDIERE, R. de & R. MAIRE (1924). Contribution à l'étude de la flore du Grand Atlas (fasc. 1). *Contr.* 1-6. *Mém. Soc. Sci. Nat. Maroc* 4 : 1-32.
- (1930). Contribution à l'étude de la flore du Maroc (fasc. 2). *Contr.* 62-205. *Mém. Soc. Sci. Nat. Maroc* 26 : 1-56.
- LOPEZ GONZALEZ, G. (1982). Notas Breves. Una nueva subespecie de *Arenaria armerina* Bory (subgen. *Arenaria* sect. *Plinthine* (Reichenb.) Mac Neill). *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 39 : 207-208.
- LORENZO-ANDREU, A. & M.P. GARCIA-SANZ (1950). Cromosomas somaticos de plantas espontaneas en la estepa de Aragon II. *An. Estac. Exptl. Aula Dei* 2 : 12-20.
- LÖVE, A. (1967). In IOPB Chromosome number reports XIII. *Taxon* 16 : 445-461.
- LÖVE, A. & E. KJELLQVIST (1973). Cytotaxonomy of spanish plants. II. *Lagascalia* 3 : 147-182.
- (1974 a). Cytotaxonomy of spanish plants III. *Lagascalia* 4 : 3-32.
- (1974 b). Cytotaxonomy of spanish plants IV. *Lagascalia* 4 : 153-211.
- LÖVE, A. & D. LÖVE (1944). Cytotaxonomical studies on boreal plants III. Some new chromosome numbers of Scandinavian plants. *Ark. Bot.* 31A : 1-22.
- (1956). Cytotaxonomical conspectus of the Icelandic flora. *Acta Horti Gothob.* 20 : 65-291.
- (1974). *Cytotaxonomical Atlas of the Slovenian Flora*. J. Cramer.
- LÖVE, A., D. LÖVE & B.M. KAPOOR (1971). Cytotaxonomy of a century of Rocky Mountain orophytes. *Arctic and Alpine Res.* 3 : 139-165.
- MAASSOUMI, A. (1980). *Crucifères de la flore d'Iran, étude caryo-systématique*. Thèse. Université Louis Pasteur de Strasbourg.
- MAIRE, R. (1922). Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord, fasc. 5. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique N.* 13 : 209-220.
- (1924). *Ibid.*, fasc. 7. *Ibid.* 15 : 70-92.
- (1926). *Ibid.*, fasc. 11. *Mém. Soc. Sci. Nat. Maroc* 15 : 1-58.
- (1928 a). *Ibid.*, fasc. 12. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique N.* 19 : 29-66.
- (1928 b). *Ibid.*, fasc. 13. *Bull. Soc. Sci. Nat. Maroc* 8 : 128-143.
- (1932). *Ibid.*, fasc. 19. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique N.* 23 : 163-222.
- (1934). *Ibid.*, fasc. 22. *Ibid.* 25 : 286-326.
- (1936). *Ibid.*, fasc. 24. *Ibid.* 27 : 203-238, 241-269.
- (1937). *Ibid.*, fasc. 25. *Ibid.* 28 : 332-388.
- (1939 a). *Ibid.*, fasc. 27. *Ibid.* 30 : 255-314.
- (1939 b). *Ibid.*, fasc. 28. *Ibid.* 30 : 327-370.
- (1940). *Ibid.*, fasc. 29. *Ibid.* 31 : 7-49.
- (1941). *Ibid.*, fasc. 31. *Ibid.* 32 : 202-224.
- MAIRE, R. (1953). *Flore de l'Afrique du Nord*, Vol. 2. Lechevalier éd., Paris.
- (1955). *Ibid.*, Vol 3.
- (1957). *Ibid.*, Vol 4.
- (1958). *Ibid.*, Vol 5.
- (1959). *Ibid.*, Vol 6.
- (1961). *Ibid.*, Vol 7.
- (1963 a). *Ibid.*, Vol 9.
- (1963 b). *Ibid.*, Vol 10.
- (1964). *Ibid.*, Vol 11.
- (1965). *Ibid.*, Vol 12.
- (1967). *Ibid.*, Vol 13.
- (1976). *Ibid.*, Vol 14.
- (1980). *Ibid.*, Vol 15.
- MAJOVSKY, J. & al. (1974 a). Index of chromosome numbers of Slovakian Flora (Part 3). *Acta Fac. Rerum Nat. Univ. Comenianae, Bot.* 22 : 1-20.
- (1974 b). Index of chromosome numbers of Slovakian Flora (Part 4). *Acta Fac. Rerum Nat. Univ. Comenianae, Bot.* 23 : 1-23.
- MANTON, I. (1932). Introduction to the general cytology of the *Cruciferae*. *Ann. Botany* (London) 46 : 509-556.
- (1935). The cytological history of watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.) *Z. Indukt. Abstammungs-Vererbungslehre* 69 : 132-157.
- MARKOVA, M.L. & N.T. THU (1974). In IOPB Chromosome number reports XLIII. *Taxon* 23 : 193-196.
- MARTINOLI, G. (1950). Contributo alla cariologia del genere *Ornithogalum*. *Caryologia* 3 : 156-164.
- Mc NEILL, J. (1962). Taxonomic studies in the *Alsinoideae* : I. Generic and infrageneric groups. *Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh* 24 : 79-155.
- MEHRA, P.N. & O.P. SOOD (1976). In IOPB Chromosome number reports LIV. *Taxon* 25 : 631-649.
- MERXMÜLLER, H. (1975). Diploiden Hieracien. *Anales Jard. Bot. Madrid* 32 : 189-196.
- MERXMÜLLER, H. & K.P. BUTTLER (1965). Die Chromosomenzahlen der mitteleuropäischen und alpinen Draben. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 77 : 411-415.
- MEUSEL, H., E. JAGER & E. WEINERT (1965). *Vergleichende Chorologie der zentral-europäische Flora*. 2 Vol Jena.
- MICELI, P. & al. (1978). Numeri cromosomici per la flora Italiana. *Inform. Bot. Ital.* 10 : 423-433.

- MONNIER, P. (1968). Synopsis du genre *Spergularia* (Pers.) Presl au Maroc. *Naturalia Monspel.* Sér. Bot., 19 : 87-113.
- MONTMOLLIN, B. de (1982). Etude cytotaxonomique de la flore endémique de la Crète. I. Note préliminaire. *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat.* 105 : 65-77.
- (1984). Etude cytotaxonomique de la flore de la Crète. II. Nombres chromosomiques. *Bot. Helvetica* 94 : 261-267.
- MOORE, D.M. (1982). *Flora Europaea check-list and chromosome index*. Cambridge University Press.
- MOORE, R.J. éd. (1973). Index to plant chromosome numbers 1967-1971. *Regnum Vegetabile* 90 : 1-539.
- (1974). Index to plant chromosome numbers for 1972. *Regnum Vegetabile* 91 : 1-108.
- (1977). Index to plant chromosome numbers for 1973-1974. *Regnum Vegetabile* 96 : 1-257.
- MÖCHL, W. (1964). De *Cerastis Africæ septentrionalis*. *Mem. Soc. Brot.* 17 : 5-116.
- MÜLLER, G. (1982). Contribution à la cytotaxonomie de la section *Cyclostigma* Griseb. du genre *Gentiana* L. *Feddes Repert.* 93 : 625-722.
- MURIN, A. & V. FERAQDVA (1981). Cytological study of Slovakian flora III. *Acta Fac. Rerum Nat. Univ. Comeniana, Bot.* 28 : 59-62.
- NANFELDT, J.A. (1938). *Poa maroccana* Nannf. n. sp. and *P. rivulorum* Maire et Trabut, two more tetraploids of sect. *Ochlopoa* A. & Gr., and some additional notes on *Ochlopoa*. *Svensk. Bot. Tidskr.* 32 : 295-321.
- NATARAJAN, G. (1978). In IOPE Chromosome number reports LXII. *Taxon* 27 : 519-535.
- NEVES, J. (1952). Estudos cariologicos no genero *Ornithogalum* L. *Bot. Soc. Brot.* 26 : 1-193.
- ORNDUFF, R. éd. (1967). Index to plant chromosome numbers for 1965. *Regnum vegetabile* 50 : 1-128.
- (1968). Index to plant chromosome numbers for 1966. *Regnum Vegetabile* 55 : 1-126.
- OUYAHYA, A. & J. VIANO (1981). Caryologie de taxons endémiques marocains du genre *Artemisia*. L. *Bot. Soc. Brot.* 53 : 907-919.
- OZENDA, P. (1975). Sur les étages de végétation dans les montagnes du bassin méditerranéen. *Doc. Cort. Ecol.* 16 : 1-32.
- PAUNERO, E. (1951). Les especies espanolas del genero *Alopecurus*. *Anales Inst. Bot. Cavamilles* 10 : 301-346.
- PEEV, A. & N. ANDREEV (1978). In IOPB Chromosome number reports LXII. *Taxon* 27 : 519-535.
- PEYRE, C. (1975). Contribution à l'étude de la végétation du Moyen-Atlas oriental : le versant sud-oriental du Massif du Bou Iblane. C.N.R.S. *Trav. de la R.C.P.* 249. III : 97-142.
- (1978). Sur quelques climax à caducifoliées dans les montagnes du Maroc. *Bull. Inst. Sci. Rabat* 2 : 39-60.
- (1979). *Recherches sur l'étagement de la végétation dans le Massif du Bou Iblane (Moyen Atlas oriental, Maroc)*. Thèse. Univ. Droit, Econ. Sci. Aix-Marseille III : 1-149.
- FIGNATTI, S. (1974). Note critiche sulla flora d'Italia. II. Il gruppo di *Minuartia verna*. *Giorn. Bot. Ital.* 108 : 95-104.
- (1982). *Flora d'Italia* (Vol. I, II, III). Edagricole.
- POOLECH, D. & A. DIETERLE (1969). Chromosomenstudien an afghanischen Pflanzen. *Condollea* 24 : 185-243.
- POLATSCHEK, A. (1966). Cytotaxonomische Beiträge zur flora des Ostalpenländer I-II. *Oesterr. Bot. Z.* 113 : 1-46, 101-147.
- (1972). Beitrag zur Cytotaxonomie der Gattung *Thlaspi*. *Oesterr. Bot. Z.* 121 : 201-206.
- (1983). Chromosomenzahlen und Hinweise auf Systematik und Verbreitung von *Brassicaceae*-Arten aus Europa, Nordafrika, Asien und Australien. *Phyton* (Horn.) 23 : 127-139.
- POUCQUES, M.L. de (1949). Recherches caryologiques sur les Rubiales. *Rev. Gén. Bot.* 56 : 97-138.
- PUECH, S. (1968). Etude biosystématique de quelques taxons de la bordure cévenole calcaire de la région d'Anduze (Gard) I. *Naturalia Monspel.*, Sér. Bot. 19 : 115-166.
- QUEIROS, M. (1973). Contribuicao para o conhecimento citotaxonomico das *Spermatophyta* de Portugal. IX. *Cruciferae*. *Bot. Soc. Brot.* 47 : 315-335.
- (1974). Contribuicao para o conhecimento citotaxonomico das *Spermatophyta* de Portugal. *Gramineae*, Supl. II. *Bot. Soc. Brot.* 48 : 81-98.
- QUEZEL, P. (1954). Contribution à la flore de l'Afrique du Nord. V. Contribution à la flore des Atlas marocains. *Bull. Soc. Sci. Nat. Maroc* 34 : 297-315.
- (1957). *Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord*. Paris, Lechevalier.
- (1981). Les hautes montagnes du Maghreb et du Proche-Orient : Essai de mise en parallèle des caractères phytogéographiques. *Actas III Congr. Optima. Anales Jard. Bot. Madrid* 37 : 353-372.
- QUEZEL, P., GAMISANS, J. & M. GRUBER (1980). Biogéographie et mise en place des flores méditerranéennes. *Natur. Monspel.* (Actes Colloque Fondation Louis Emberger, Montpellier) : 1-237.
- QUEZEL, P. & S. SANTA (1962-1963). *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Ed. C.N.R.S., Tomes I et II.
- RAVEN, P.H. & D.M. MOORE (1964). Chromosome numbers of *Epilobium* in Britain. *Watsonia* 6 : 36-38.
- RECHINGER, K.H. (1964). In TUTIN & al. eds, *Flora Europaea*, Vol. 1. University Press, Cambridge.
- REESE, G. (1952). Ergänzende Mitteilungen über die Chromosomenzahlen mitteleuropäischer Gefäßpflanzen I. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 64 : 240-255.
- (1957). Über die Polyploidie Spektren in der nord-saharischen Wüstenpflanzen. *Flora* 144 : 598-634.
- RÉHAULT, J.P., G. BOILLOT & A. MAUFFRET (1985). The Western Mediterranean Basin. In STANLEY & WEZEL eds, *Geological Evolution of the Mediterranean Basin*, Springer Verlag. Pp. 101-129.
- RICHARD, J.L. (1983). A propos de la sociologie et de la

- synécologie de *Geranium lucidum* L. dans le Jura. *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat.* 106 : 137-144.
- RICHARDSON, I.B.K. (1976). A revision of the genus *Centranthus* D.C. (*Valerianaceae*). *J. Linn. Soc., Bot.* 71 : 211-234.
- RIVAS-MARTINEZ, S. (1980). De Plantis Hispaniae notulae systematicae, chorologicae et ecologicae. *Anales Jard. Bot. Madrid* 36 : 301-309.
- RODRIGUES, J.E. de M. (1953). Contribuição para o conhecimento cariologica das halofitas e psamofitas literais. *Diss. Univ. Coimbra*, 210 pp.
- ROMERIO, M. (1965). Contribution à la cytotaxonomie du groupe de l'*Asperula cynanchica* L. *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat.* 88 : 65-76.
- ROTHMALER, W. (1940). De Flora Occidentali I. *Feddes Rept.* 49 : 169-184.
- RUIZ REJON, M. (1976). In IOPB Chromosome number reports LI. *Taxon* 25 : 341-346.
- SA'AD, F. (1967). *The Convolvulus species of the Canary Isles, the Mediterranean Region and the Near and Middle East*. Thèse, Utrecht.
- SAUVAGE, Ch. (1961). Flore des subérides marocaines. *Trav. Inst. Sci. Chérif, sér Bot n°22*, Rabat.
- (1968). Note de floristique rifaine. *Call. Bot.* 7 : 1093-1094.
- (1974). L'état actuel de nos connaissances sur la flore du Maroc. In *La Flore du Bassin méditerranéen. Essai de Systématique synthétique*. Ed. CNRS. Pp 131-139.
- SAUVAGE, Ch. & J. VINDT (1952, 1954). *Flore du Maroc, Spermatophytes*. Fasc. I et II. Ed. Internationales, Tanger.
- SCHEERER, H. (1939). Chromosomenzahlen aus der schleswig-holsteinischen Flora I. *Planta* 29 : 636-642.
- (1940). Chromosomenzahlen aus der schleswig-holsteinischen Flora II. *Planta* 30 : 716-725.
- SCHOTSMAN, H.D. (1970). Contribution à la caryologie des Angiospermes de la Sologne et du Val de Loire. *Bull. Centr. Etudes Rech. Sci.* 8 : 21-63.
- SCHULZ, O.E. (1927). *Cruciferae* in Engler A. *Pflanzenreich*. Vol. 89. Leipzig.
- SCHWARZ, O. (1938). Die Gattung *Globularia*. *Bot. Jahrb.* 69 : 318-373.
- (1953). Chromosomenzahlen, Lebensformen und Evolution der Gattung *Globularia* L. *Drudea* 1 : 5-16.
- SELL, P.D. (1975). Taxonomic and nomenclatural notes on the *Compositae* subfam. *Cichorioideae*. In HEYWOOD ed. : *Flora Europaea Notulae Systematicae ad Floram Europaeam spectantes*, No 19. *J. Linn. Soc. Bot.* 71 : 236-267.
- SHIMOTOMAI, N. (1930). Chromosomenzahlen und Phylogenie bei der Gattung *Potentilla*. *Jour. Sci. Hiroshima Univ.*, Ser. B., Div. 2, 1 : 1-11.
- SIEBER, V.K. & B.G. MURRAY (1981). Hybridization between tetraploid species of *Alopecurus* L. (*Poaceae*) : morphological studies of natural and artificial hybrids. *J. Linn. Soc. Bot.* 83 : 285-292.
- SIMONET, M. (1932). Polyploïdie accompagnée de gigantisme chez les plantes horticoles. *Compt. Rend. X Congr. Internat. Hort.* 1932 : 1-12.
- SKALINSKA, M. (1963). Cytological studies in the flora of the Tatra Mts. A synthetic review. *Acta Biol. Cracov.*, Bot. 6 : 202-233.
- SKALINSKA, M. & al. (1978). Further studies in chromosome numbers of polish angiosperms. XII. *Acta Biol. Cracov.*, Bot 21 : 31-63.
- SOKOLOVSKAYA, A.P. & N.S. PROBATOVA (1975). Chromosome numbers of some grasses (*Poaceae*) of the USSR flora I. *Bot. Zurn. SSSR*. 60 : 667-678.
- (1978). Chromosome numbers of some grasses (*Poaceae*) of the USSR flora II. *Bot. Zurn. SSSR* 63 : 1247-1257.
- SOKOLOVSKAYA, A.P. & O.S. STRELKOVA (1940). Karyological investigation of the alpine flora of the main Caucasus range and the problem of geographical distribution of polyploids. *Doklady Akad. S.S.S.R. N.S.* 29 : 415-418.
- SÖLLNER, R. (1952). Nouvelle contribution à la cytotaxonomie du genre *Cerastium*. *Experientia* 8 : 104-105.
- (1953). Sur l'emploi des critères cytologiques dans la taxonomie du genre *Cerastium*. *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat.* 76 : 121-132.
- (1954). Recherches cytotaxonomiques sur le genre *Cerastium*. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 64 : 221-254.
- STEBBINS, G.L. (1984). Polyploidy and the distribution of the arctic-alpine flora : new evidence and a new approach. *Bot. Helv.* 94 : 1-13.
- STEBBINS, G.L. & D. ZOHARY (1959). Cytogenetic and evolutionary studies in the genus *Dactylis*. I. Morphology, distribution and interrelationships of the diploid subspecies. *Univ. California Publ. Bot.* 31 : 1-40.
- STEININGER, F.F., G. RABEDER & F. RÖGL (1985). Land Mammal Distribution in the Mediterranean Neogene : A Consequence of Geokinematic and Climatic Events. In STANLEY & WEZEL eds., *Geological Evolution of the Mediterranean Basin*. Springer Verlag. Pp 559-571.
- STOEVA, M.P. (1982). In Chromosome number reports LXXVI. *Taxon* 31 : 574-598.
- STRID, A. (1971). Chromosome numbers in some Albanian Angiosperms. *Bot. Not.* 124 : 490-496.
- STRID, A. & R. FRANZEN (1981). In IOPB Chromosome number reports LXXIII. *Taxon* 30 : 829-861.
- (1983). In Chromosome number reports LXXVIII. *Taxon* 32 : 138-139.
- SUGIURA, T. (1936). A list of chromosome numbers in angiospermous plants II. *Prov. Imp. Acad.* Tokyo.
- THUNELL, R.C. (1979). Climatic Evolution fo the Mediterranean Sea during the last 5 million years. *Sed. Geol.* 23 : 71-79.
- TISCHLER, G. (1950). *Die Chromosomenzahlen der Gefäßpflanzen Mitteleuropas*. La Haye.
- TISSOT-DAGUETTE, M. (1979). Nouvelles recherches cytotaxonomiques sur le genre *Osmia* L. *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 288, Série D : 755-758.

- TITOVA, N.N. (1935). Poiski rastitelnoy drozuffy. *Sov. Bot.* 2 : 61-67.
- TITZ, W. (1967). Zur Cytologie und Systematik einiger österreichischer *Arabis* Arten. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 79 : 474-488.
- (1973). Nomenklatur, Chromosomenzahlen und Evolution von *Arabis auriculata* Lam., *A. nova* Vill. und *A. verna* (L.) R.Br. *Österr. Bot. Z.* 121 : 121-131.
- (1980). Über die Relevanz des Baues der Schotenscheidewände und anderer Merkmale für die Cruciiferensystematik (mit besonderer Berücksichtigung von *Arabis*). *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 93 : 405-415.
- TUTIN, T.G., V.H. HEYWOOD, N.A. BURGESS, D.M. MOORE, D.H. VALENTINE, S.M. WALTERS & D.A. WEBB, eds (1964, 1968, 1972, 1976, 1980). *Flora Europaea*. Vol. 1, 2, 3, 4, 5. University Press, Cambridge.
- TUTIN, T.G. (1964). In TUTIN & al. eds, *Flora Europaea* Vol. 1. University Press, Cambridge.
- (1968). In TUTIN & al. eds, *Flora Europaea*, Vol. 2. University Press, Cambridge.
- (1980). In TUTIN & al. eds, *Flora Europaea*, Vol. 5. University Press, Cambridge.
- UHL, C.H. (1961). The chromosomes of the *Sempervivoideae*. (*Crassulaceae*). *Amer. J. Bot.* 48 : 114-123.
- UHRIKOVA, A. (1976). In Index of chromosome numbers of Slovakian flora. Part. 5. *Acta Fac. Rerum Nat. Univ. Comenianae, Bot.* 25 : 1-18.
- UHRIKOVA, A. & J. MAJOVSKY (1980). In IOPB Chromosome number reports LXIX. *Taxon* 29 : 703-730.
- UHROVA, A. (1935). Revision der Gattung *Coronilla* L. *Beih. Bot. Centralbl.* 53 : 1-174.
- UJHELYI, J. (1966). Oata to the systematics of the sectio *Bulbosae* and sectio *Caespitosae* of the genus *Koeleria*. VI. *Ann. Hist. Nat. Mus. Natl. Hung.* 58 : 177-196.
- VALENTINE, D.H. (1964). In TUTIN & al. eds, *Flora Europaea* Vol. 1. University Press, Cambridge.
- VAN LOON, J.C. & J. OUDEMANS (1982). In Chromosome number reports LXXV. *Taxon* 31 : 342-368.
- VAN LOON, J.C. & A.K. VAN SETTEN (1982). In Chromosome number reports LXXVI. *Taxon* 31 : 574-598.
- VASUDEVAN, K.N. (1975). Contribution to the cytotaxonomy and cytogeography of the flora of the western Himalayas. Part I and II. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 85 : 57-84, 210-252.
- VERLAQUE R. (1984, 1985, 1986). Etude biosystématique et phylogénétique des *Dipsacaceae*. I-V. *Rev. Gén. Bot.* 91 : 81-121 ; *Rev. Cyt. Biol. végét. Bot.* 8 : 117-168, 171-243 ; 9 : 5-72, 97-176.
- VIERHAPPER, F. (1906). Monographie der alpinen *Erigeron*-Arten Europas und Vorderasiens. *Beih. Bot. Centralbl.* 19 : 385-550.
- VILLA, R. (1978). Numeri cromosomici per la Flora Italiana 457-463. *Inf. Bot. Ital.* 10 : 241-248.
- VINDT, J. (1964). Synopsis du genre *Allium* L. au Maroc. *Bull. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc* 33 : 109-128.
- VUILLE, C. (1986). Populations hybridogènes iso- et hétéropléides chez les *Ranunculus* sect. *Ranuncella* (Spach) Freyn dans les Pyrénées. *Actes du colloque international de botanique pyrénéenne* : 255-269.
- WARBURG, E.F. (1938). Taxonomy and relationship in the Geraniales in the light of their cytology. *New Phytol* 37 : 130-159.
- WARNCKE, K. (1964). *Die europäischen Sippen der Aconitum lycoctonum-Gruppe*. Thèse, München.
- WCISLO, H. (1977). Chromosome numbers in the genus *Polygonum* L. s.l. in Poland. *Acta Biol. Cracov., Ser. Bot.* 20 : 153-165.
- WEBB, D.A. (1964). In TUTIN & al. eds, *Flora Europaea*, Vol. 1. University Press, Cambridge.
- (1968). In TUTIN & al. eds, *Flora Europaea*, Vol. 2. University Press, Cambridge.
- (1980). In TUTIN & al. eds, *Flora Europaea*, Vol. 5. University Press, Cambridge.
- WENDELBO, P. (1965). *Primulaceae* in *Flora Iranica*, No 9. Akademische Druck- u. Verlagsanstalt, Graz-Austria.
- WERNER, K. (1960). Zur Nomenklatur und Taxonomie von *Digitalis* L. *Bot. Jahrb.* 79 : 218-254.
- WIDLER, B.E. (1978). *Ricerche di fitotassonomia e carologia comparativa in Corsica*. Trav. de diplôme. EPFZ, Fondation Rübel, Zürich.
- WIEFFERING, G.H. (1969). In IOPB Chromosome number reports XXII. *Taxon* 18 : 433-442.
- WILCOX, B.H. (1977). *A systematic study of the Leucanthemum - Chrysanthemum complex in North Africa*. Ph. D. Thesis, Univ. of Reading, 284 pp.
- (1982). Cytological and hybridization studies in *Leucanthemum* (*Compositae-Anthemidae*) from North Africa. *Pl. Syst. Evol.* 139 : 179-195.
- WILLKOMM, M. & J. LANGE (1861-1880). *Prodromus Florae Hispanicae* ... Stuttgart.
- WULFF, H.D. (1938). Chromosomenstudien in der schleswig-holsteinischen Angiospermen-Flora II. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 56 : 247-254.
- YEO, P.F. (1972). In TUTIN & al. eds, *Flora Europaea*, Vol. 3. University Press, Cambridge.
- ZANDEE, M. (1982). *Contribution to the biosystematics of two cyanogenic polyploids complexes. (Juncus articulatus sensu latissimo and Holcus mollis sensu latissimo)*. Thèse, Leiden.
- ZELTNER, L. (1970). Recherches de Biosystématique sur les genres *Blackstonia* Huds. et *Centaurium* Hill. (*Gentianaceae*). *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat.* 93 : 1-164.
- ZESIGER, F. (1961). Recherches cytotaxonomiques sur les Joubarbes (genres *Sempervivum* L. et *Joubarba* Opiz.). *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 71 : 113-117.
- ZICKLER, D. (1968). Drophytes endémiques ou rares. *Inform. Ann. Caryosyst. Cytogenet.* 2 : 1-4.
- ZHUKOVA, P.G. & V.V. PETROVSKY (1976). Chromosome numbers of some western Chukotka plants species. II. *Bot. Zurn. SSSR* 61 : 963-969.

APPENDICE I : RESULTATS CYTOLOGIQUES

LEGENDE DES COLONNES

1. NO - Numéro d'occurrence des taxons selon l'auteur du comptage chromosomique

No compris entre :	Auteur
1 - 1999	Galland, inéd.
2000 - 2499	Galland, inéd., legit Favarger
2500 - 2599	Galland <i>in</i> Favarger; Galland & K�pfer, 1979
2600 - 2699	Favarger <i>in</i> Favarger, Galland & K�pfer, 1979
2700 - 2799	K�pfer <i>in</i> Favarger, Galland & K�pfer, 1979
3000 - 3999	Quézel, 1957
4000 - 4499	Contandriopoulos, Favarger & Galland, 1984
4500 - 4999	Humphries & al., 1978
	Tissot, 1979 (<i>Onosma fastigiatum</i>)
	Müller, 1982 (<i>Gentiana sierrae</i>)

2. Cult - Numéro de culture au Jardin botanique de Neuch tel (Suisse)

3. N - nombre chromosomique haplo ide

4. 2N - nombre chromosomique diplo ide

5. Cha ne : MA - Moyen Atlas
 HA OCC - Haut Atlas occidental
 HA CEN - Haut Atlas central
 HA ORI - Haut Atlas oriental

NO CULT	N	ZN	ESPECES	5	CRAINE MASSIF	LOCALITE	ALT.
JUNCAGINACEAE							
3058	12		<i>Triglochia palustris</i> L.			HA ORI M'GOUN	
GRAMINEAE							
34	7		<i>Agrostis atlantica</i> Maire & Trabut			HA CEN TOUBKAL	Refuge Meltner 3400
94	7	76-1419				HA CEN TOUBKAL	Refuge Meltner 3450
995	7	81-724				HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat. Tichka 3000
983	7	81-712				HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat. Tichka 3000
1244	14		<i>Agrostis ropestris</i> All. var. <i>rupestris</i>			HA CEN TOUBKAL	Refuge Meltner 3350
19	28	76-1460				HA CEN TOUBKAL	Refuge Meltner 3300
2049	7		<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.			HA CEN OUKAIMEDEN	2500
2050	56	82-341	<i>Alopecurus pratensis</i> L. subsp. <i>brachystachyos</i> (Bieb.) Trabut			HA CEN SIROUA	Taska, versant N 2300
2051	56					HA CEN OUKAIMEDEN	2500
2500	20	76-1476	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.			RIF TIDIGHIN	J. Tidighin, vers. NW 1800
2052	20	82-385				HA CEN OUKAIMEDEN	2600
2053	20	82-409				HA CEN OUKAIMEDEN	Angour, versant N 2580
1016	10	81-745				HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat. Tichka 2800
2503	14	76-1480	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) J. & C. Presl. subsp. <i>elatius</i>			HA CEN TOUBKAL	Refuge Meltner 3200
2502	14	76-1440	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) J & C Presl. subsp. <i>erianthum</i> Trabut			RIF TIDIGHIN	J. Tidighin, vers. NW 2400
1015	14	81-744				HA OCC SEKSAOUA	Tizi-n-Targa versant S 2900
4522	28		<i>Bromus hordeaceus</i> L. subsp. <i>hordeaceus</i>			HA ORI AYACHI	Gorges de Jaffer 2200
2103	28	82-352				HA CEN SIROUA	Taska, versant N 2340
2054	28	82-396				HA CEN OUKAIMEDEN	2680
2091	14	82-342	<i>Bromus squarrosus</i> L.			HA CEN SIROUA	Taska, versant N 2400
2055	14	82-418				HA CEN OUKAIMEDEN	Angour, versant N 2720
4523	7		<i>Bromus tectorum</i> L.			RIF CHECHAOUEN	340
4524	14					HA ORI M'GOUN	M'Semrir 1900
4525	7					HA ORI M'GOUN	M'Semrir 1900
4526	14					HA ORI M'GOUN	M'Semrir 2300
2098	14	82-413				HA CEN OUKAIMEDEN	Angour, versant N 2720
542	28	79-1400	<i>Dactylis glomerata</i> L. subsp. <i>glomerata</i>			RIF CHECHAOUEN	1750
146	28	78-1471				HA CEN TOUBKAL	Refuge Lepioey 2700
4527	7					HA CEN TOUBKAL	Ani-Imil 1100
455	28	79-1313	<i>Dactylis glomerata</i> L. subsp. <i>hispanica</i> (Roth) Nyman			HA BOU IBLANE	Bou Iblane, versant N 2200
524	28	79-1382				HA TICHCHOUKT	Tichchoukt, versant W 2380
354	28	79-1212				HA ORI AYACHI	Tearbet, versant N 2370
334	28	79-1192				HA ORI MASKER	Masker, versant E 2500
952	14	81-681				HA ORI M'GOUN	Col / Assif-n-Arcus 2500
915	14	81-644				HA ORI RHAT	Rhat, plateau 2700
985	28	81-714				HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat. Tichka 2900
3054	14		<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) Beauv. var. <i>atlantica</i> Maire			HA CEN OUKAIMEDEN	
1018	13	81-747				HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat. Tichka 3000
83	21	78-1408	<i>Festuca dymis</i> (Maire & Trabut) Mgf-Dbg			HA CEN TOUBKAL	Toubkal, sommet 4150
427	7	79-1285	<i>Festuca hystrix</i> Boiss.			HA BOU IBLANE	Moussa ou Salah 2800
10	14		<i>Festuca moroccana</i> Trabut			HA OCC IGDAT	Igdat, versant S 3100
1114	35	81-934	<i>Festuca nevadensis</i> (Hack.) Mgf-Dbg			HA ORI M'GOUN	Sources de la Tessaout 2900
445	14	79-1303	<i>Festuca yvesii</i> Litard.			HA BOU IBLANE	Moussa ou Salah 2560
960	7	81-689				HA ORI M'GOUN	Col J. Tarkeddid 3200
2505	14	76-1472				HA CEN TOUBKAL	Refuge Meltner 3200
421	14	79-1279	<i>Helictotrichon montanum</i> (Vill.) Henrard subsp. <i>montanum</i>			HA BOU IBLANE	Moussa ou Salah 2800
1245	7	76-1305				HA BOU IBLANE	Bou Iblane, versant N 2300
527	14	79-1385				HA TICHCHOUKT	Tichchoukt, versant W 2370
2104	14	81-841				HA CEN OUKAIMEDEN	2700
787	7					HA CEN TOUBKAL	Refuge Lepiney 3100
35	7					HA CEN TOUBKAL	Tazaghart, plat. somm. 3950
89	7	78-1414				HA CEN TOUBKAL	Refuge Meltner 3200
2056	14	82-336	<i>Hordeum murinum</i> L. subsp. <i>glaccum</i> (Steudel) Tzvelev			HA CEN SIROUA	Fondrer, pied N 2200
940	7	81-669	<i>Koeleria caroli</i> Emb.			HA ORI M'GOUN	Col J. Tarkeddid 3400
2102	43	81-831	<i>Koeleria caudata</i> (Link) Steudel			HA CEN OUKAIMEDEN	Table d'orientation 2680
2717	42		<i>Koeleria vallesiana</i> (Honckey) Bertol.			HA BOU IBLANE	Bou Iblane, versant N 2550
469	14	79-1327				HA ORI MASKER	Masker, versant E 2560
1113	56	81-933				HA ORI M'GOUN	Sources de la Tessaout 2900
941	56	81-670				HA ORI M'GOUN	Col / Assif-n-Arcus 2300
1078	56	81-807				HA CEN SIROUA	Taska, versant N 2300
1216	56	82-111				HA CEN SIROUA	Taska, versant N 2300

NO CULT	N	ZN	ESPECES	CHAINE MASSIF	LOCALITE	ALT.	
2504		9	<i>Melica cupani</i> Guss.	RIF	TIDIGHIN	J. Tidighin, vers. NW	2400
240		9		HA ORI	AYACHI	Taarbat, versant N	2450
3055		13	<i>Nardus stricta</i> L.	HA CEN	TOUBKAL		
1122	81-942	26		HA CEN	TOUBKAL	Refuge Lepiney	2800
2506	76-1458	26		HA CEN	TOUBKAL	Meltner - Tizi Melloul	3400
1035	81-764	13		HA OCC	SEKSAOUA	T-n-Targa, plat. Tichka	3000
416	79-1274	28	<i>Poa alpina</i> L. subsp. <i>alpina</i> var. <i>atlantica</i> Trabut	HA	BOU IBLANE	Bou Iblane, versant N	2900
24		13		HA CEN	TOUBKAL	Toubkal, versant W	3350
80	78-1405	14		HA CEN	TOUBKAL	Toubkal, versant W	3800
67	78-1392	14		HA OCC	IGDAT	Igdat, versant S	3200
430	79-1288	33	<i>Poa alpina</i> L. subsp. <i>alpina</i> var. <i>typica</i> Beck	HA	BOU IBLANE	Bou Iblane, versant N	2920
1058	81-787	18		HA CEN	TOUBKAL	Refuge Lepiney	3150
783		18		HA CEN	TOUBKAL	Refuge Lepiney	3250
38		18		HA CEN	TOUBKAL	Tazeghart, plat. somm.	3950
119	78-1444	19		HA CEN	TOUBKAL	Tazeghart, plat. somm.	3950
1246	76-1463	28		HA CEN	TOUBKAL	Refuge Meltner	3400
32		28	<i>Poa glauca</i> Vahl	HA CEN	TOUBKAL	Tazeghart, plat. somm.	3950
106	78-1431	56		HA CEN	TOUBKAL	Tazeghart, plat. somm.	3950
27		21	<i>Poa nemoralis</i> L.	HA CEN	TOUBKAL	Refuge Lepiney	3000
99	78-1424	42		HA CEN	TOUBKAL	Refuge Lepiney	3000
1072	81-801	14	<i>Poa rivularum</i> Maire & Trabut	HA CEN	SIROUA	Taska, versant N	2500
1247	76-1471	28		HA CEN	TOUBKAL	Refuge Meltner	3200
344	79-1202	28	<i>Poa trivialis</i> L. var. <i>glabra</i> Doll.	HA ORI	MASKER	Tirrhist	2270
358	79-1216	28		HA ORI	MASKER	Tirrhist	2110
230		21	<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P. Beauv.	HA ORI	MASKER	Tirrhist	2220
342	79-1200	19		HA ORI	MASKER	Tirrhist	2100
366	79-1224	40		HA ORI	MASKER	Tirrhist	2220
2058	82-399	12	<i>Trisetum griseovirens</i> Lindb.	HA CEN	OUKAIMEDCH	Table d'orientation	2600
1009	81-738	6		HA OCC	SEKSAOUA	T-n-Targa, plat. Tichka	2900
2501	76-1437	14	<i>Trisetum panicum</i> (Lam.) Pers.	HA CEN	TOUBKAL	Plateau d'Arond	1700
2059	82-393	14	<i>Vulpia geniculata</i> (L.) Link.	HA CEN	OUKAIMEDEN	Table d'orientation	2680
CYPERACEAE							

294	79-1152	30	<i>Carex divisa</i> Hudson	HA	COL DU ZAD	Aguelmane de Sidi Ali	1900
2507		43	<i>Carex fusca</i> All. subsp. <i>intricata</i> (Tineo) Maire & Weiller	HA CEN	TOUBKAL	Refuge Meltner	3350
1034	81-763	43		HA OCC	SEKSAOUA	T-n-Targa, plat. Tichka	3000
127	78-1452	36	<i>Carex leporina</i> L. subsp. <i>atlasica</i> Lindb.	HA CEN	TOUBKAL	Refuge Lepiney	3150
1054	81-783	36		HA CEN	TOUBKAL	Refuge Lepiney	2900
365	79-1223	34	<i>Carex mairei</i> Cosson & Genn.	HA ORI	MASKER	Tirrhist	2100
130	78-1455	14	<i>Scirpus setaceus</i> L.	HA CEN	T-n-TICHKA	Refuge du col	2300
JUNCACEAE							

880	81-609	20	<i>Juncus fontanesii</i> Gay subsp. <i>fontanesii</i>	HA ORI	RHAT	En-dessous d'Abachkou	1700
281	79-1139	40	<i>Juncus fontanesii</i> Gay subsp. <i>brechyanthus</i> Trabut	HA	COL DU ZAD	Col du Zad	1800
368	79-1206	40		HA ORI	MASKER	Vare. W-gorges S Assaka	1980
137	78-1462	40		HA CEN	T-n-TICHKA	Adrar Assaoul, vers. N	2500
160	78-1485	42		HA CEN	T-n-TICHKA	Refuge du col	2260
1255	76-1429	40		HA CEN	TOUBKAL	Refuge Meltner	3200
125	78-1450	38		HA CEN	TOUBKAL	Refuge Meltner	3150
68	78-1393	40		HA OCC	IGDAT	Igdat, versant S	2900
1019	81-748	40		HA OCC	SEKSAOUA	T-n-Targa, plat. Tichka	3000
1031	81-760	20		HA OCC	SEKSAOUA	T-n-Targa, plat. Tichka	2950
139	78-1464	60	<i>Juncus inflexus</i> L.	HA CEN	T-n-TICHKA	Adrar Assaoul, vers. N	2500
2060	82-429	12	<i>Luzula atlantica</i> Br.-Bl.	HA CEN	OUKAIMEDEN		2550
2061	81-840	36	<i>Luzula multiflora</i> (Retz.) Lej.	HA CEN	OUKAIMEDEN		2550
LILIACEAE							

105	78-1430	8	<i>Allium paniculatum</i> L. subsp. <i>breviscapum</i> Lit. & Maire	HA CEN	TOUBKAL	Refuge Lepiney	2750
695	79-690	8		HA CEN	TOUBKAL	Refuge Lepiney	2700
1105	81-885	16		HA OCC	SEKSAOUA	T-n-Targa, plat. Tichka	3000
1001	81-790	8		HA OCC	SEKSAOUA	T-n-Targa, plat. Tichka	2850
1193	82-28	8		HA OCC	SEKSAOUA	T-n-Targa, plat. Tichka	3300
591	79-1449	8	<i>Allium aphaerocephalum</i> L.	HA ORI	AYACHI	Taarbat, versant N	2470

NO CULT	N	2N	ESPECES	CHAINE MASSIF	LOCALITE	ALT.
321	79-1379	15	<i>Anthericum betticum</i> (Boiss.) Boiss.	HA	TICHCHOUKT Tichchoukt, versant W	2165
957	81-686	15		HA ORI	M'GOUN Col / Assif-n-Aroua	2600
2107	81-832	30		HA GEN	OUKAMEDEN Angour, versant N	2650
2720		30	<i>Anthericum maurem</i> Rothm.	RIF	CHECHAOUEN J. Kraa	1300
578	79-1436	28	<i>Asphodelus cerasifera</i> Gay	RIF	CHECHAOUEN	1500
583	79-1441	28		HA	TICHCHOUKT Boulemane	2050
582	79-1440	9	<i>Muscari comosum</i> (L.) Miller	HA	BOU IBLANE Bou Iblane, versant N	2250
600	80-20	18		HA	BOU IBLANE Taffert	2100
584	79-1442	52	<i>Ornithogalum narbonense</i> L.	RIF	CHECHAOUEN	1410
580	79-1438	26	<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	HA	TICHCHOUKT Tichchoukt, versant W	2165
581	79-1439	27		HA	TICHCHOUKT Tichchoukt, versant W	2165
2721		52		HA ORI	AYACHI J. Ayachi, versant N	2400
956	81-685	9		HA ORI	M'GOUN Col / Assif-n-Aroua	2600
1106	81-886	26		HA ORI	RHAT Versant N/T-n-Tighist	2400
110	78-1435	26		HA GEN	TOUBKAL Refuge Lepiaey	2700
980	81-709	26		HA OCC	SEKSAOUA T-o-Targa, plat.Tichke	2800
AMARYLLIDACEAE						
1097	81-826	14	<i>Narcissus bulbocodium</i> L. var. <i>nivalis</i> (Graebn.) Baker	HA GEN	TOUBKAL Corges sous Lepiney	2750
1061	81-770	14		HA OCC	SEKSAOUA T-o-Targa, plat.Tichke	2800
2000	81-336	14	<i>Narcissus rupicola</i> Dufour subsp. <i>vetleri</i> Maire & Weiller	HA GEN	OUKAMEDEN Angour, versant N	2600
POLYGONACEAE						
2069		20	<i>Polygonum aviculare</i> L.	HA GEN	OUKAMEDEN	2600
438	79-1296	20	<i>Polygonum balansae</i> Boiss. & Reut. var. <i>rhizoxylon</i> Maire	HA	BOU IBLANE Moussa ou Salah	2780
2070		24	<i>Polygonum bistorta</i> L.	HA GEN	OUKAMEDEN	2600
2071	82-340	14	<i>Rumex acetosa</i> L. var. <i>atlantis</i> Maire	HA GEN	SIROUA Taske, versant N	2400
2108	82-340	15		HA GEN	SIROUA Taske, versant N	2400
2510	76-1454	16	<i>Rumex atlanticus</i> Casson	HA GEN	TOUBKAL Refuge Meltner	3200
1032	81-761	16		HA OCC	SEKSAOUA T-o-Targa, plat.Tichke	3000
1214	82-109	20	<i>Rumex induratus</i> Boiss. & Reut.	HA GEN	SIROUA Foudrar, pied N	2200
149	78-1474	20		HA GEN	T-n-TICHERA Refuge du col	2300
2072	82-332	10	<i>Rumex tingitanus</i> L.	HA GEN	SIROUA Foudrar, pied N	2200
PORTULACACEAE						
1079	81-808	20	<i>Montia fontana</i> L. subsp. <i>chondrosperma</i> (Fenzl) Walters	HA GEN	SIROUA Taske, versant N	2500
2073	82-351	20		HA GEN	SIROUA Foudrar, pied N	2200
2074	82-405	20		HA GEN	OUKAMEDEN	2570
CARYOPHYLLACEAE						
3002		9	<i>Arenaria aggregata</i> (L.) Lois.	HA ORI	M'GOUN	
2600		30	<i>Arenaria armerina</i> Bory	RIF	CHECHAOUEN J. Kraa	2070
532	79-1390	29		RIF	CHECHAOUEN	1675
2601	76-1293	15		HA	BOU IBLANE	2450
2602	77-128	30		HA	BOU IBLANE	1900
471	79-1329	30		HA	BOU IBLANE Bou Iblane, versant N	2380
515	79-1373	16		HA	TICHCHOUKT Tichchoukt, versant W	2420
322	79-1180	30		HA ORI	MASKER Masker, versant E	2330
3003		20	<i>Arenaria cyris</i> Humbert	HA ORI	AYACHI	
2603		14		HA ORI	AYACHI J. Ayachi, versant N	3100
243		14		HA ORI	AYACHI Tesrbet, versant N	2710
2700		22	<i>Arenaria graediflora</i> L.	RIF	CHECHAOUEN J. Kraa	2050
501	79-1359	44		HA	TICHCHOUKT Tichchoukt, versant W	2150
336	79-1196	44		HA ORI	MASKER Tirrhiat	2170
357	79-1215	44		HA ORI	MASKER Tirrhiat	2260
740		14	<i>Arenaria mairei</i> Emb.	HA ORI	M'GOUN Col J. Tarkeddid	3400
1230	82-1049	28		HA ORI	M'GOUN Col J. Tarkeddid	3400
3004		15		HA ORI	M'GOUN	

NO CULT	N. 2N	ESPECES	CHAINE MASSIF	LOCALITE	ALT.
3006	30	<i>Arenaria pungens</i> Clemente	MA	BOU HACEUR	
3006	56		HA ORI AYACHI		2950
3005	28		HA ORI AYACHI	J. Alrabont	2400
241	14		HA ORI AYACHI	Taarbat, sommet	2780
3007	15		HA ORI M'GOUN	M'Semfir	
724	56		HA ORI REAT	Tizi-n-Tighist	2450
3002	28		HA CEN OUKAIMEDEH	Table d'orientation	2680
3005	30		HA CEN TOUBKAL		
3004	28		HA CEN TOUBKAL		3200
12	28		HA OCC IGDAT	Igdad, versant S	3100
759	14		HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat.Tichka	3200
678	80-39	<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	RIF	CHECHAOUEN	1050
2607	77-124		MA	BOU IBLANE	2450
676	80-53		MA	TICHCHOUKT Boulemane	1920
677	80-104		MA	COL DU ZAD Aguelmane de Sidi Ali	1900
674	80-103		HA ORI MASKER	Vers. W-gorges S Assaka	1985
2608	77-99		HA CEN TOUBKAL	Sidi Chamsrouch	2400
1198	82-93		HA OCC SEKSAOUA	Tizi-n-Targa versant S	2800
485	79-1343	<i>Buffonia mauritanica</i> Murbeck	MA	TICHCHOUKT Boulemane	1950
492	79-1350		MA	TICHCHOUKT Boulemane	2050
2609	77-89		HA CEN TOUBKAL		2400
2610	34	<i>Buffonia teuifolia</i> L.	MA	BOU IBLANE	1900
4502	18	<i>Cerastium arvense</i> L. subsp. <i>strictum</i> (Haenke)Goudin	MA	COL DU ZAD Col du Zad	1750
2613	76-1500		HA ORI AYACHI		2700
385	79-1243		HA ORI AYACHI	Gorges de Jaffar	2345
381	79-1239		HA ORI AYACHI	Taarbat, versant N	2310
341	79-1199		HA ORI MASKER	Tizrhist	2175
323	79-1181		HA ORI MASKER	Masker, versant E	2320
330	79-1188		HA ORI MASKER	Masker, versant E	2800
1117	81-937		HA ORI M'GOUN	Sources de la Tessaout	2900
933	81-662		HA ORI RMAT	Rhat, plateau	2700
7005	36		HA CEN OUKAIMEDEH		2600
2004	36		HA CEN OUKAIMEDEH	Table d'orientation	2780
2611	77-88		HA CEN TOUBKAL		1900
2612	36		HA CEN TOUBKAL		3200
11	18		HA OCC IGDAT	Igdad, versant S	3000
1033	81-762		HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat.Tichka	3000
2006	82-411	<i>Cerastium atlanticum</i> Dur.	HA CEN OUKAIMEDEH		2570
774	36		HA CEN TOUBKAL	Tizi M'zzik (E)	1900
2007	82-371		HA CEN TOUBKAL	Imilil	1800
2645	77-114	<i>Cerastium brachypetalum</i> Pers.	RIF	CHECHAOUEN Talembote	1700
2646	77-94		RIF	CHECHAOUEN Talembote	1600
2105	80-306		RIF	CHECHAOUEN	1150
4503	46		HA	COL DU ZAD Col du Zad	1600
2614	77-121		HA CEN TOUBKAL		1700
2644	77-123		HA CEN TOUBKAL		2500
2615	36	<i>Cerastium cerastioides</i> (L.) Britton	HA CEN TOUBKAL		3350
729	36		HA CEN TOUBKAL	Refuge Lepiney	3300
79	78-1404		HA CEN TOUBKAL	Toubkal, versant W	3500
2008	80-334	<i>Cerastium dichotomum</i> L.	MA	TICHCHOUKT Boulemane	1920
2009	83-1022		HA CEN SIROUA	Taska, versant N	2320
2616	75-745	<i>Cerastium pentandrum</i> L. subsp. <i>tetrandrum</i> (Curt.)Maire & W.	HA CEN OUKAIMEDEH		2200
2617	36	<i>Cerastium gibraltarium</i> Boiss.	RIF	TIDIGHIN J. Tidighin, vers. NW	2440
2619	77-110		RIF	TIDIGHIN J. Tidighin, vers. NW	1500
2618	36		RIF	CHECHAOUEN J. Kraa	2000
548	79-1406		RIF	CHECHAOUEN	1650
2620	77-98		MA	BOU IBLANE	2450
514	79-1372		MA	TICHCHOUKT Tichchoukt, versant W	2235
2621	36		MA	COL DU ZAD Col du Zad	2000
2622	72		MA	COL DU ZAD Col du Zad	2000
280	79-1130		MA	COL DU ZAD Aguelmane de Sidi Ali	1900
2623	77-107	<i>Cerastium gracile</i> Dufour var. <i>echinulatum</i> (Williams)Hoeschl.	RIF	TIDIGHIN J. Tidighin, vers. NW	2000
2010	80-313		HA	COL DU ZAD Aguelmane de Sidi Ali	1900
2624	77-86	<i>Cerastium ramosissimum</i> Boiss.	RIF	TIDIGHIN J. Tidighin, vers. NW	2200
758	9	<i>Corrigiola telephiifolia</i> Pourret	MA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat.Tichka	3100
1010	81-739		HA OCC SEKSAOUA	Tizi-n-Targa versant S	2700
1235	60	<i>Dianthus cintranus</i> Boiss. & Reuter subsp. <i>Jahandiezii</i> Maire	MA CEN SIROUA	Foudrar, pied N	2350
802	15	<i>Dianthus lusitanus</i> Brot.	HA CEN SIROUA	Foudrar, pied N	2400
775	30		HA CEN TOUBKAL	Gorges sous Lepiney	2500
708	15	<i>Dianthus sylvestris</i> Wulfen	HA ORI RHAT	Tizi-n-Tighist	2100

NO CULT	N	2N	ESPECES	CHAÎNE MASSIF	LOCALITE	ALT.
2625		36	<i>Herniaria cinerea</i> DC.	HA	TICHCHOUKT Boulemane	1700
2626		18	<i>Herniaria fontaneii</i> J.Gay	HA ORI	AYACHI	1900
1111 2011	81-931 9	18	<i>Herniaria glabra</i> L. var. <i>glabra</i>	HA ORI HA CEN	M'GOUN OUKAIMEDEN	Sources de la Tessaout 2900 2600
210	81-214	54	<i>Herniaria glabra</i> L. var. <i>setulosa</i> Beck	HA ORI	MASKER	Vers. W-gorges S Assaka 1970
1093	81-822	74	<i>Herniaria regnieri</i> Br.-Bl. & Maire	HA CEN	TOUBKAL	Tizi M'zzik (E) 2500
614 626 2014 2628 671 1169 2019 2629	80-44 80-72 80-105 77-122 80-89 82-64 82-424 77-120	15 30 30 15 15 15 30 15	<i>Minuartia funkii</i> Aesch & Gr.	HA HA HA HA ORI HA ORI HA ORI HA CEN HA CEN	BOU IBLANE BOU IBLANE TICHCHOUKT AYACHI AYACHI RHAT OUKAIMEDEN TOUBKAL	Moussa ou Salah Bou Iblane, versant N Boulemane Gorges de Jaffer Tearbat, versant N Rhat, plateau 2700 2290 1960 2300 2860 2700 2650 2400
2630 7	77-90	9 18	<i>Minuartia gediculata</i> (Poir.) Thell.	HA CEN HA OCC	TOUBKAL IGDAT	2200 Analghi-gorges 1900
650	80-38	23	<i>Minuartia hybrida</i> (Vill.) Schischkin subsp. <i>hybrida</i>	RIF	CHECHAOUEN	1000
2631 662 2632 135	80-88 78-1460	14 28 14 14	<i>Minuartia tenuissima</i> (Pomel) Mattfeld	RIF HA ORI HA CEN HA CEN	TIDIGHIN AYACHI TOUBKAL TOUBKAL	J. Tidighin, vers. NW Tearbat, sommet 3400 Gorges sous Lepiney 2700
262 2513 523 2512 184 3008 147 120 649 2514	76-1299 79-1381 77-96 79-1142 78-1472 78-1445 77-93 77-93	24 24 48 48 24 24 24 24 48	<i>Minuartia verna</i> (L.) Hiern subsp. <i>kabylica</i> (Pomel) Maire & W.	HA HA HA HA ORI HA ORI HA ORI HA CEN HA CEN HA CEN HA CEN	BOU IBLANE BOU IBLANE TICHCHOUKT AYACHI MASKER RHAT T-n-TICHKA TOUBKAL TOUBKAL TOUBKAL	Moussa ou Salah Bou Iblane, versant N Tichchoukt, versant W J. Ayachi, versant N Vers. W-gorges S Assaka Refuge du col Refuge Lepiney Refuge Naltner Sidi Chamarouch 2780 2100 2150 3600 1990 2600 3000 2650 2300
1250 434 1251 1252 360 2016 2018 159 2015 2017 2019	77-267 79-1292 76-1298 79-1198 82-333 82-337 78-1484 82-329 82-377 82-397	28 14 14 14 28 14 14 14 14 14	<i>Paronychia argentes</i> Lamk	RIF HA HA HA HA ORI HA ORI HA CEN HA CEN HA CEN HA CEN	CHECHAOUEN BOU IBLANE BOU IBLANE AYACHI MASKER SIROUA SIROUA T-n-TICHKA TOUBKAL TOUBKAL OUKAIMEDEN	Taïenbote Houssa ou Salah Bou Iblane, versant N J. Ahrabout Tirchist Poudrar, pied N Tachakoucht Adrar Assaoul, vers. N Taddert 1750 2540 2400 2100 2150 2200 1870 2300 1470 1500 2680
1253		14	<i>Paronychia polygonifolia</i> (Vill.) DC. var. <i>velucensis</i> Boiss.	RIF	TIDIGHIN	J. Tidighin, vers. NW 2350
1254 3009 989	81-718	14 13 28	<i>Paronychia polygonifolia</i> (Vill.) DC. var. <i>aerataefolia</i> Chaud.	HA CEN HA OCC HA OCC	TOUBKAL SEKSAOUA SEKSAOUA	Refuge Neltner T-n-Targa, plat. Tichka T-n-Targa, plat. Tichka 3250 2900
602	80-23	26	<i>Petrohragia illyrica</i> (L.) Ball & Heywood subsp. <i>angustifolia</i>	RIF	CHECHAOUEN	1140
2634 267 273 4505 2635 246 213 700 970	76-1301 76-1441 76-1441 78-1477 76-1426 81-774	7 7 7 7 7 7 7 7 14	<i>Polycarpon polycarpoides</i> (Biv.) Zodda subsp. <i>bivonae</i> M. & Weill.	HA HA HA HA ORI HA ORI HA ORI HA ORI HA ORI HA ORI	BOU IBLANE BOU IBLANE TICHCHOUKT AYACHI AYACHI AYACHI MASKER AZILAL M'GOUN	Bou Iblane, versant N Bou Iblane, versant N Tichchoukt, versant W Gorges de Jaffer Tearbat, versant N Vers. W-gorges S Assaka Ref. Tamda - Ait Mhammed Col J. Tarkeddid 2550 2225 2600 1750 2500 2570 1970 1900 3200
808 155 2020 2633 23	78-1480 82-401 76-1441 76-1441	8 16 8 8 8	<i>Polycarpon polycarpoides</i> (Biv.) Zodda subsp. <i>harniarioides</i>	HA CEN HA CEN HA CEN HA CEN HA CEN	SIROUA T-n-TICHKA OUKAIMEDEN TOUBKAL TOUBKAL	2400 Safuge du col Table d'orientation Refuge Neltner Safuge Neltner 2250 2680 3100 3200
152 50 2511 1045	78-1477 76-1426 81-774	22 22 22 22	<i>Sagina procumbens</i> L.	HA CEN HA CEN HA CEN HA OCC	T-n-TICHKA T-n-TICHKA TOUBKAL SEKSAOUA	Adrar Assaoul, vers. N Refuge du col Naltner - Tizi Hailoul T-n-Targa, plat. Tichka 2370 2250 3200 2800
1096	81-825	11	<i>Sagina saginoides</i> (L.) Karsten var. <i>nevadensis</i> Briq.	HA OCC	SEKSAOUA	T-n-Targa, plat. Tichka 3000
2021	82-415	22	<i>Scleranthus annuus</i> L. subsp. <i>polycarpus</i> (L.) Thell.	HA CEN	OUKAIMEDEN	Angour, versant N 2580

NO CULT	N	2H	ESPECES	CHAINE MASSIF	LOCALITE	ALT.	
2636	76-1290	12	24	Silene aychica Humb.	HA BOU IBLANE	2450	
449	79-1307		24	HA BOU IBLANE	Tizi bou Zabel	2650	
259		12		HA BOU IBLANE	Bou Iblane, versant N	2565	
2637			24	HA ORI AYACHI		3100	
2638		12		HA ORI AYACHI		3000	
4506			24	HA ORI AYACHI		2225	
238			24	HA ORI AYACHI	Taarbat, versant N	2710	
731			48	HA ORI M'GOUN	Col J. Tarkeddid	3100	
3010		12		HA ORI RHAT			
2701			24	Silene boryi Boiss.	HA ORI AYACHI	2605	
290	79-1148	12		HA ORI MASKER	Vers. W-gorges S Assaka	1990	
297	79-1155	12	24	HA ORI MASKER	Vers. W-gorges S Assaka	1980	
979	81-708		24	HA OCC SEKSACUA	T-n-Targa, plat. Tichka	1900	
2023	82-361	20		Silene cosica L.	HA CEN SIROUA	Taska, versant N	2340
753			24	Silene heterodonts Williams subsp. parvula (Coason) M. & Well.	HA ORI M'GOUN	M'goun, versant N	3250
741		12		HA ORI M'GOUN	Sources de la Tessout	2900	
886	81-615	12		HA ORI RHAT	Tizi-n-Tighiat	2350	
2639			24	HA CEN TOUBKAL	Refuge Neltner	3300	
29		12		HA CEN TOUBKAL	Refuge Neltner	3450	
92	78-1417		24	HA CEN TOUBKAL	Refuge Neltner	3400	
60	78-1385		24	HA OCC IGDAT	Igdal, versant S	3300	
986	81-715		24	HA OCC SEKSACUA	T-n-Targa, plat. Tichka	3300	
409	79-1267		24	Silene heterodonts Williams subsp. platycalyx Emb. & Maire	HA BOU IBLANE	Tizi bou Zabel	2290
2702			24	Silene mesatlantica Maire	HA BOU IBLANE		2300
264			24	HA BOU IBLANE	Houssa ou Salah	2650	
2704			24	HA BOU IBLANE	Bou Iblane, versant N	2400	
613	80-43		24	HA TICHCHOUKT	Tichchoukt, versant W	2140	
491	79-1349		24	HA TICHCHOUKT	Boulemane	2010	
396	79-1254		24	HA ORI AYACHI	Gorges de Jaffer	2370	
2703			24	HA ORI AYACHI	Gorges de Jaffer	2400	
875	81-604		24	HA ORI RHAT	Rhat, plateau	2700	
3012		12		HA ORI RHAT			
616	80-48	12		Silene patula Desf. (grex italica)	HA TICHCHOUKT	Boulemane	1940
250			24	HA ORI AYACHI	Gorges de Jaffer	2380	
391	79-1249		24	HA ORI AYACHI	Gorges de Jaffer	2370	
352	79-1210		24	HA ORI MASKER	Tirrhiat	2300	
315	79-1173		24	HA ORI MASKER	Masker, versant E	2270	
112	78-1437	12	24	HA CEN TOUBKAL	Refuge Lepiney	2700	
545	79-1403		48	Silene vulgaris (Moench.) Garcke subsp. macrocarpa Turill	RIF CHECHAOUEN	1400	
480	79-1338		24	HA TICHCHOUKT	Boulemane	1920	
398	79-1255		24	HA ORI AYACHI	Gorges de Jaffer	2360	
1134	82-29		48	HA ORI AZILAL	Ref. Tamsa - Alt M'ammed	1950	
969	81-698		48	HA ORI M'GOUN	Col / Assaf-n-Arcus	2600	
2024	82-335	24		HA CEN SIROUA	Foudrar, pied N	2200	
2025			48	HA CEN TOUBKAL	Izill	1600	
2027	82-425	9	18	Spergularia bocconei (Scheele) Fouc. ex Asch. & Graebn.	HA CEN OUKAIMEDEN	2500	
2028			18	Spergularia diandra (Guss.) Boiss.	HA CEN OUKAIMEDEN	2550	
2026	82-354	9		Spergularia microsperma (Kindsb.) Fouc. ex P. Monnier emend.	HA CEN SIROUA	Taska, versant N	2320
2030	82-334	12		Stellaria alsine Griseb.	HA CEN SIROUA	Foudrar, pied N	2200
3013		12		HA CEN OUKAIMEDEN			
2029	82-417	12		HA CEN OUKAIMEDEN	Angour, versant N	2570	
483	79-1341		18	Telephium imperati L.	HA TICHCHOUKT	Boulemane	1890
2640	77-97		18	HA ORI AYACHI	J. Ahrabout	2500	
223		9		HA ORI MASKER	Masker, versant E	2070	
805			18	Telephium aphaerosperrum Boiss.	HA CEN SIROUA	Tachakoucht	1850
1206	82-101		18	HA CEN SIROUA	Tachakoucht	1870	
2641	77-117		28	Valezia rigida L.	HA BOU IBLANE	1900	
RAMUNCULACEAE							

795		8		Aconitum lamarkii Reicheb.	HA CEN TOUBKAL	Gorges sous Lepiney	2450
722		16		Adonis aestivalis L.	HA ORI RHAT	Rhat, plateau	2700
691	80-87	16		Adonis annua L. subsp. carioate Vierh.	HA ORI MASKER	Tirrhiat	2100
910	81-639	7	14	Aquilegia vulgaris L. subsp. virosa (Gouan) Maire	HA ORI RHAT	En-dessous d'Abachkou	1700
796			14	HA CEN TOUBKAL	Gorges sous Lepiney	2450	
1057	81-786		14	HA CEN TOUBKAL	Gorges sous Lepiney	2450	
3074		8		Delphinium balensae Boiss. & Reut.	HA ORI M'GOUN		
45		8		HA CEN T-n-TICHKA	Adrar Assaoul, vers. N	2470	

NO CULT	N	2N	ESPECES	CHAINE MASSIF	LOCALITE	ALT.
369	79-1227	16	<i>Ranunculus bulbosus</i> L. subsp. <i>aleae</i> (Willk.) Rouy & Fouc.	HA ORI AYACHI	J. Ayachi, versant N	2100
878	81-607	16		HA ORI RHAT	En-dessous d'Abachkou	1700
916	81-645	8	<i>Ranunculus calandrinoides</i> Oliver	HA ORI RHAT	Tizi-n-Tighist	2450
870	81-599	16	<i>Ranunculus dyris</i> (Maire) Lindb. var. <i>dyris</i>	HA ORI M'GOUN	M'goun, versant N	3250
936	81-665	16		HA ORI M'GOUN	Col J. Tarkeddid	3500
1074	81-803	16	<i>Ranunculus dyris</i> (Maire) Lindb. var. <i>pseudobulbosus</i> Maire	HA CEN SIRQUA	Taska, versant N	2500
2076	82-421	16		HA CEN OUKAIMEDEEN		2570
1129	81-949	16		HA CEN TOUBREAL	Refuge Lepiney	3000
76	78-1401	16		HA OCC IGDAF	Igdaf, versant S	2900
1004	81-733	16		HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat.Tichka	3000
390	79-1248	8	<i>Ranunculus dyris</i> (Maire) Lindb. var. <i>aschicus</i> Bmb.	HA ORI AYACHI	Isarbat, versant N	2685
2077	82-388	16	<i>Ranunculus lateriflorus</i> DC.	HA CEN OUKAIMEDEEN		2600
806		16	<i>Ranunculus trichophyllus</i> Chaix	HA CEN SIRQUA	Taska, versant N	2450
809		16		HA CEN SIRQUA	Asaf-n-Iriri	1250
2515		32		HA CEN TOUBREAL	Sidi Chamarouch	2400
764		32		HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat.Tichka	3000
2722		84	<i>Thalictrum minus</i> L.	HA ORI AYACHI	J. Ayachi, versant N	3200
PAPAVERACEAE						

949	81-678	14	<i>Papaver atlanticum</i> (Bell) Cosson	HA ORI M'GOUN	Col J. Tarkeddid	3300
3070		7		HA ORI RHAT		
654	79-25	7		HA CEN T-n-TICHELA	Refuge du col	2300
2068	82-420	14	<i>Papaver pinnatifidum</i> Moris	HA CEN OUKAIMEDEEN	Angour, versant N	2720
FUMARIACEAE						

3103		14	<i>Platycodon sibiricus</i> Willk.	HA ORI M'KORN		
4521		12	<i>Sarcocodon crassifolia</i> (Desf.) DC.	HA	COL DU ZAD Aguelmene de Sidi Ali	2200
CRUCIFERAE						

641	80-109	24	<i>Aethionema saxatile</i> (L.) R.Br. subsp. <i>ovalifolium</i> (DC) Rouy & F.	HA	BOU IBLANE Mousen ou Saleh	2365
412	79-1270	12		HA	BOU IBLANE Tizi bou Zabel	2290
644	80-112	12		HA	BOU IBLANE Tizi bou Zabel	2290
608	80-33	12		HA	BOU IBLANE Bou Iblane, versant N	2335
612	80-42	12		HA	TICHCHOUKT Tichchoukt, versant W	2200
486	79-1344	24		HA	TICHCHOUKT Boulemane	2050
4515		68		HA	COL DU ZAD Col du Zed	1650
657	80-46	12		HA ORI AYACHI	Gorges de Jaffer	2350
289	79-1147	12		HA ORI MASKER	Vers. W-gorges S Assaka	1960
1156	82-51	24		HA ORI RHAT	Versant W/T-n-Tighist	2500
635	80-97	16	<i>Alyssum alyssoides</i> (L.) L.	HA ORI AYACHI	Gorges de Jaffer	2345
645	80-117	16		HA ORI MASKER	Vers. W-gorges S Assaka	1970
1180	82-75	16		HA ORI M'GOUN	J. Tarkeddid, versant N	2400
1143	82-38	16		HA ORI RHAT	Abachkou T-n-Tighist	2000
3037		8	<i>Alyssum atlanticum</i> Desf.	HA ORI AYACHI		
2038	82-380	8		HA CEN OUKAIMEDEEN		2600
2039	82-395	8		HA CEN OUKAIMEDEEN	Table d'orientation	2780
1002	81-731	16		HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat.Tichka	3300
3036		8	<i>Alyssum embergeri</i>	HA ORI AYACHI		
1138	82-33	24	<i>Alyssum granatense</i> Boiss. & Reut.	HA ORI AZILAL	Ref.Tamsa - Ait Mhammed	1950
1084	81-813	24		HA CEN SIRQUA	Taska, versant N	2300
611	80-40	16	<i>Alyssum minus</i> (L.) Rothm. subsp. <i>edentulum</i> (Andr.) Galland	REF	CHECHAOUEW	900
594	80-12	16		HA ORI MASKER	Tirrhist	2100
637	80-100	16		HA ORI MASKER	Masker, versant E	2140
652	80-86	16		HA ORI MASKER	Vers. W-gorges S Assaka	1970
1142	82-37	16		HA ORI RHAT	Rhat, vers. SE/Abachkou	2000
1224	82-119	8	<i>Alyssum psilocarpum</i> Boiss.	HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat.Tichka	2950
1135	82-30	8	<i>Alyssum serpyllifolium</i> Desf. v. <i>serpyllifolium</i>	HA ORI AZILAL	Ref.Tamsa - Ait Mhammed	1950
1181	82-76	8		HA ORI M'GOUN	J. Tarkeddid, versant N	2350
2037		16		HA CEN SIRQUA		2300
1205	82-100	8		HA CEN SIRQUA	Taska, versant N	2400
643	80-111	7	<i>Arabis suriculata</i> Lam.	HA	BOU IBLANE Bou Iblane, versant N	2250
604	80-26	7		HA	TICHCHOUKT Tichchoukt, versant W	2320
621	80-59	7		HA	TICHCHOUKT Boulemane	1920
651	80-79	7		HA	COL DU ZAD Aguelmene de Sidi Ali	2100
1158	82-53	7		HA ORI RHAT	Versant W/T-n-Tighist	2550
1153	82-48	14		HA ORI RHAT	Tizi-n-Tighist	2450
1147	82-42	14		HA ORI RHAT	Abachkou T-n-Tighist	2300
2040	82-616	7		HA CEN OUKAIMEDEEN	Angour, versant N	2720
36	77-264	7		HA CEN TOUBREAL	Refuge Neltner	3100
1225	82-120	7		HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat.Tichka	2800
770		7		HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat.Tichka	3000

NO CULT	N	2N	ESPECES	CHAINE MASSIF	LOCALITE	ALT.
598	80-18	8	<i>Arabis caucasica</i> Willd.	MA	BOU IBLANE Tizi bou Zabel	2450
597	80-17	8		MA	BOU IBLANE Bou Iblane, versant N	2540
384	79-1242	16		HA ORI	AYACHI Taarbat, versant N	2430
3038		8		HA ORI	M'KORN	
592	79-29	8		MA CEN	TOUBKAL Refuge Lepiney	2700
788		7	<i>Arabis conringioides</i> Ball v. <i>stylosa</i> Maire	HA CEN	TOUBKAL Refuge Lepiney	3000
1227	82-122	7		MA OCC	SEKSAOUA T-n-Targa, plat. Tichka	2850
993	81-722	7		MA OCC	SEKSAOUA T-n-Targa, plat. Tichka	2850
748		14	<i>Arabis conringioides</i> Ball v. <i>aphanostyla</i> Maire	MA ORI	M'GOUN M'goun, versant N	3300
2041	82-358	7	<i>Arabis conringioides</i> Ball v. <i>wernerii</i> (Emb. & Maire) Gall. & F.	HA CEN	SIROUA Amzdour, pied N	2320
451	79-1309	8	<i>Arabis pubescens</i> (Desf.) Poiret subsp. <i>decumbens</i> Ball	MA	BOU IBLANE Bou Iblane, versant N	2280
497	79-1355	16		MA	TICHCHOUKT Boulemane	1950
506	79-1364	16		MA	TICHCHOUKT Boulemane	1980
329	79-1187	16		MA ORI	MASKER Masker, versant E	2260
2042		8	<i>Biscutella didyma</i> L. subsp. <i>epula</i> (L.) Morbeck	HA CEN	SIROUA Taska, versant N	2350
4516		8		HA CEN	TOUBKAL Assi-Imil	1100
599	80-19	9	<i>Biscutella frutescens</i> Cosson	MA	TICHCHOUKT Tichchoukt, versant W	2150
496	79-1354	18		HA	TICHCHOUKT Boulemane	1950
619	80-51	9		HA	TICHCHOUKT Boulemane	2100
688	80-16	9		MA ORI	AYACHI Gorges de Jeffer	2350
3039		11	<i>Brassica repanda</i> (Willd.) DC.	HA	BOU NACBUR	
423	79-1281	20		MA	BOU IBLANE Mousse ou Salah	2630
2705		20		MA	BOU IBLANE Bou Iblane, versant N	2300
410	79-1268	20		MA	BOU IBLANE Bou Iblane, versant N	2290
371	79-1229	80		MA ORI	AYACHI Taarbat, versant N	2710
925	81-654	30		MA ORI	M'GOUN Col J. Tarkeddid	3400
1164	82-59	10		HA ORI	RHAT Rhat, plateau	2700
596	80-15	13	<i>Camelina sativa</i> (L.) Crantz subsp. <i>pilosa</i> (DC.) N. Zing.	HA ORI	MASKER Tizrhist	2100
633	80-95	16	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medicus	MA	COL DU ZAD Aguelmane de Sidi Ali	1900
253		15		MA ORI	AYACHI Gorges de Jeffer	2360
1168	82-63	16		MA ORI	RHAT Rhat, plateau	2700
1154	82-49	32		HA ORI	RHAT Versant N/T-n-Tighiat	2450
3099		8	<i>Draba hederifolia</i> Cosson	HA CEN	TOUBKAL	
761		15		HA OCC	SEKSAOUA T-n-Targa, plat. Tichka	3500
1013	81-742	15		HA OCC	SEKSAOUA T-n-Targa, plat. Tichka	3300
1226	82-121	15		HA OCC	SEKSAOUA T-n-Targa, plat. Tichka	2850
1115	81-935	8	<i>Draba hispanica</i> Boiss. v. <i>maroccana</i> O.E. Schultz	HA ORI	M'GOUN Sources de la Tessaout	2900
1228	66-1062	8		HA CEN	OUKAHEDEN	2600
1199	82-94	8		HA OCC	SEKSAOUA Tizi-n-Targa versant S	2900
636	80-99	8	<i>Draba hispanica</i> Boiss. v. <i>hispanica</i>	MA	BOU IBLANE Mousse au Salah	2630
411	79-1269	8		MA	BOU IBLANE Tizi bou Zabel	2290
164	77-260	8		MA	BOU IBLANE Bou Iblane, versant N	2450
494	79-1352	16		MA	TICHCHOUKT Boulemane	2050
377	79-1235	8		MA ORI	AYACHI Taarbat, versant N	2780
622	80-62	8	<i>Draba lutescens</i> Cosson	MA	COL DU ZAD Aguelmane de Sidi Ali	1900
623	80-63	8		MA	COL DU ZAD Aguelmane de Sidi Ali	2100
1161	82-56	8		HA ORI	RHAT Rhat, plateau	2700
1201	82-96	16		HA CEN	TOUBKAL Gorges sous Lepiney	2300
3040		16	<i>Draba oreadum</i> Maire	HA ORI	AYACHI	
3041		16		HA ORI	ANDROMEUR Andromeur	
3042		16		HA CEN	TOUBKAL	
593	79-32	16		HA CEN	TOUBKAL Refuge Lepiney	3000
129	78-1454	32		MA CEN	TOUBKAL Lepiney - T-n-Tazaghart	3300
77	78-1402	16		HA CEN	TOUBKAL Toubkai, sommet	4150
2642	77-95	16	<i>Erysimum incanum</i> Kunze	RIF	TIDIGHIN J. Tidighin, vers. NW	1800
2643	77-129	15		MA	COL DU ZAD Col du Zad	2000
733		8		MA ORI	M'GOUN Col J. Tarkeddid	3150
2043	82-355	48		HA CEN	SIROUA Taska, versant N	2350
2706		16	<i>Hornatophylla spinosa</i> (L.) Kupfer	RIF	TIDIGHIN J. Tidighin, vers. NW	2400
2707		16		RIF	CHECHAOUEN J. Kraa	2100
271		16		MA	TICHCHOUKT Tichchoukt, versant W	2520
2709		32		MA ORI	AYACHI J. Ayechi, versant N	2600
732		16		MA ORI	M'GOUN J. Tarkeddid, versant N	3100
3043		8		MA ORI	RHAT	
2044	82-339	16		MA CEN	SIROUA Taska, versant N	2320
696	79-26	16		MA CEN	T-n-TICHKA Adrar Assaoul, vers. N	2450
2708		16		MA CEN	TOUBKAL Refuge Meltnar	3300
631	80-92	6	<i>Hornungia petraea</i> (L.) Reichenb.	MA	BOU IBLANE Tizi bou Zabel	2190
642	80-110	6		MA	BOU IBLANE Bou Iblane, versant N	2260
606	80-31	6		MA	TICHCHOUKT Tichchoukt, versant W	2320
1145	82-40	6		MA ORI	RHAT Rhat, vers. SE/Abachkou	2300

NO CULT	N	ZN	ESPECES	CHAINE MASSIF	LOCALITE	ALT.
1248		7	<i>Iberis prutii</i> Tineo	RIF	CHECRAOUCN J. Kraa	1300
1249		7		RIF	CHECRAOUCN Taleobote	1650
601	80-22	7		RIF	CHECRAOUCN	1650
3044		8	<i>Iberis sempervirens</i> L.	HA ORI	AYACHI	
2711		22		HA ORI	AYACHI J. Ahcabout	2200
2712		22		HA ORI	AYACHI J. Ayachi, versant N	2450
2710		22		HA ORI	AYACHI Gorges de Jeffar	2400
308	79-1166	33		HA ORI	MASKER Masker, versant E	2360
738		35		HA ORI	M'GOUN Col J. Tarkeddid	3400
2517		14	<i>Isatis djurdjurae</i> Cosson & Dur.	RIF	TIDIGHIN J. Tidighin, vers. NW	2100
233		14	<i>Isatis tinctoria</i> L.	HA ORI	MASKER Tizrhiat	2100
647	79-22	14		HA CEN	T-n-TICHKA Adrar Assoul, vers. N	2450
4517		28		HA OCC	T-n-TEST Tizi-n-Test	1800
2713		16	<i>Lepidium hirtum</i> (L.) DC. subsp. atlanticum (Ball) Maire	RIF	CHECRAOUCN J. Kraa	2050
406	79-1264	16		HA ORI	AYACHI Gorges de Jeffar	2210
1119	81-939	8		HA ORI	M'GOUN Sources de la Teassout	2900
1132	81-952	8		HA ORI	M'GOUN Assif-n-Araous, vallee	2600
2045	82-379	8		HA CEN	OUKAIMEZEN	2600
2046	82-391	8		HA CEN	OUKAIMEZEN	2600
3046		4		HA CEN	OUKAIMEZEN	
781		8		HA CEN	TOUBKAL Lepiney - T-n-Tazaghart	3300
2714		16		HA CEN	TOUBKAL Refuge Neltner	3350
2715		16		HA CEN	TOUBKAL Refuge Neltner	3350
1005	81-734	16		HA OCC	SEKSAOUA T-n-Targa, plat.Tichka	3000
1008	81-737	16		HA OCC	SEKSAOUA T-n-Targa, plat.Tichka	3100
1069	81-798	16	<i>Lepidium hirtum</i> (L.) DC. subsp. calycotrichum (Kunze) Thell	HA CEN	SIROUA	2600
560	79-1418	17	<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv.	RIF	CHECRAOUCN	900
488	79-1346	24		HA	TICHCHOUKT Boulemane	1950
495	79-1353	24		HA	TICHCHOUKT Boulemane	1950
490	79-1348	17		HA	TICHCHOUKT Boulemane	2000
634	80-96	14	<i>Malcolmia africana</i> (L.) R.Br.	HA ORI	MASKER Tizrhiat	2100
928	81-657	6	<i>Matthiola perennis</i> Conti	HA ORI	M'GOUN Col J. Tarkeddid	3500
3047		16		HA ORI	ANDROMEUR Andromeur	
771		12		HA OCC	SEKSAOUA T-n-Targa, plat.Tichka	3000
3567		16	<i>Murbeckiella Boryi</i> (Boiss.) Rehm.	RIF	TIDIGHIN J. Tidighin, vers. NW	2100
229		16	<i>Nasturtium officinale</i> R.Br.	HA ORI	MASKER Tizrhiat	2100
234		32		HA ORI	MASKER Masker, versant E	1920
212		16		HA ORI	MASKER Vers. W-gorges S Assaka	1970
702		16		HA ORI	RHAT En-dassous d'Abchkou	1800
798		32		HA CEN	SIROUA Assif-n-Iriri	1250
8		16		HA OCC	IGDAT Anelghi-gorges	1700
659	79-24	32	<i>Nasturtium microphyllum</i> (Boem.) Reichenb.	HA CEN	T-n-TICHKA	2300
1260	76-1468	32		HA CEN	TOUBKAL Refuge Neltner	3200
260		7	<i>Raffenaldia primulaeoides</i> Godr.	HA	BOU IBLANE Bou Iblane, versant N	2540
512	79-1370	7		HA	TICHCHOUKT Tichchoukt, versant W	2340
750		14	<i>Raffenaldia pisticarpa</i> (Cosson) Stapf.	HA ORI	M'GOUN M'goun, versant N	3300
734		14		HA ORI	M'GOUN Col J. Tarkeddid	3400
3048		14	<i>Rorippa atlantica</i> (Ball) Maire	HA CEN	TOUBKAL	
793		32		HA CEN	TOUBKAL Refuge Lepiney	3000
123	78-1448	30		HA CEN	TOUBKAL Refuge Lepiney	3000
1039	81-768	32		HA CEN	TOUBKAL Refuge Lepiney	3000
30		16		HA CEN	TOUBKAL Lepiney - T-n-Tazaghart	3700
1048	81-777	32		HA OCC	SEKSAOUA T-n-Targa, plat.Tichka	2800
2516	77-282	14	<i>Thlaspi perfoliatum</i> L. subsp. tisei (Nym.) Maire	HA	BOU IBLANE Bou Iblane, versant N	2100
640	80-108	7		HA	BOU IBLANE Bou Iblane, versant N	2300
637	80-94	7		HA ORI	AYACHI J. Ayachi, versant N	2450
684		7	<i>Thlaspi perfoliatum</i> L. subsp. perfoliatum	SUISSE	JURA Neuchatel	450
2110		21		SUISSE	JURA Chambrelieu	550
1256		42		ITALIE	ABRUZZES	
CRASSULACEAE						
9102		16	<i>Monanthes atlantica</i> Ball var. <i>fusca</i> Eub.	HA ORI	M'GOUN	
1027	81-756	15		HA CEN	TOUBKAL Refuge Lepiney	3150
794		15		HA CEN	TOUBKAL Refuge Lepiney	3000
25		15		HA CEN	TOUBKAL Toubkel, versant W	3800
987	81-716	15		HA OCC	SEKSAOUA T-n-Targa, plat.Tichka	3200
1109	81-889	20	<i>Sedum acre</i> L. subsp. <i>neglectum</i> (Ten) Rouy & Camus	HA ORI	RHAT Abchkou T-n-Tighist	1820
2034	81-839	40		HA CEN	OUKAIMEZEN	2200
1107	81-887	42	<i>Sedum dasycyllum</i> L.	HA ORI	RHAT Abchkou T-n-Tighist	1820
2092	82-348	42		HA CEN	SIROUA Tanka, versant N	2340
1102	81-882	42		HA CEN	T-n-TICHKA Taddert	1200
1101	81-881	26		HA OCC	SEKSAOUA T-n-Targa, plat.Tichka	2950
1220	82-115	8	<i>Sedum modestum</i> Ball	HA CEN	T-n-TICHKA Taddert	1200
2035	82-368	8		HA CEN	OUKAIMEZEN	1270

NO CULT	N	2N ESPECES	CHAINE MASSIF	LOCALITE	ALT.
SAXIFRAGACEAE					
3079	9	<i>Parneasia palustris</i> L. subsp. <i>palustris</i>	HA CEN OUKAIMEDEH		
108	18		HA CEN TOUBKAL	Refuge Lepiney	3000
452	33	<i>Saxifraga globulifera</i> Desf. var. <i>spathulata</i> (Desf.) Batt.	MA	BOU IBLANE Bou Iblane, versant N	2280
615	33		MA	BOU IBLANE Bou Iblane, versant N	2290
680	33	<i>Saxifraga globulifera</i> Desf. var. <i>fontanesiana</i> Engl. & Irmsch.	MA	TICHCHOUKT Boulenans	2000
3080	14	<i>Saxifraga longifolia</i> Lapeyr.	HA ORI RHAT		
1028	33	<i>Saxifraga pedemontana</i> All. subsp. <i>demaestensis</i> (Batt.) Emb.	HA CEN TOUBKAL	Lepiney - T-n-Tazaghart	3250
765	33		HA CEN TOUBKAL	Lepiney - T-n-Tazaghart	3300
ROSACEAE					
328	68	<i>Cotoneaster nummularis</i> Fisch. & Meyer	MA ORI MASKER	Masker, versant E	1940
395	28	<i>Cean heterocarpum</i> Boiss.	MA ORI AYACHI	Corges de Jaffar	2375
3077	7	<i>Potentilla sicchamilloides</i> Lep.	HA ORI M'GOUN		
3078	7	<i>Potentilla caulescens</i> L.	HA	BOU KACEUR	
336	42	<i>Potentilla x ibrahimiana</i> Maire	HA ORI MASKER	Tirrhisc	2160
507	28	<i>Potentilla maure</i> Th. Wolf	HA	TICHCHOUKT Tichchoukt, versant W	2570
362	28		HA ORI AYACHI	Tarbat, versant N	2745
729	14		HA ORI M'GOUN	Col / Assif-n-Arous	2650
801	14	<i>Potentilla pennsylvanica</i> L. subsp. <i>hispanica</i> Maire	HA CEN SIROUA	Amzdour, pied N	2400
982	42		HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat. Tichks	3000
153	28	<i>Potentilla reptans</i> L.	HA	TICHCHOUKT Tichchoukt, versant W	1260
554	28		HA CEN T-n-TICHEKA	Refuge du col	2250
1063	14	<i>Potentilla torneyana</i> Maire	HA CEN TOUBKAL	Refuge Lepiney	3300
2519	28		HA CEN TOUBKAL	Refuge Neltner	3200
2078	28	<i>Sanguisorba minor</i> Scop. subsp. <i>auricata</i> Briq.	HA CEN OUKAIMEDEH		1600
556	28	<i>Sanguisorba minor</i> Scop. subsp. <i>rupicola</i> Boiss. & Reut.	RIF	CHECHAOUEN	1330
LEGUMINOSAE					
797	12	<i>Anhyllis vulneraria</i> L. subsp. <i>maure</i> Beck	HA ORI M'GOUN	Col J. Tarkeddid	3400
2063	12		HA CEN OUKAIMEDEH	Table d'orientation	2680
3062	8	<i>Astragalus armatus</i> Willd subsp. <i>numidicus</i> Maire	HA ORI ANDROMEUR	Telouet	
1171	16	<i>Astragalus depressus</i> L.	HA ORI RHAT	Rhat, plateau	2600
2718	12	<i>Coronilla minima</i> L. subsp. <i>minima</i>	RIF	CHECHAOUEN J. Kraa	1750
530	24		RIF	CHECHAOUEN	1675
2719	24		MA	BOU IBLANE Bou Iblane, versant N	2550
571	12		MA	TICHCHOUKT Tichchoukt, versant W	1600
413	14	<i>Hippocrepis liouvillei</i> Maire	MA	BOU IBLANE Bou Iblane, versant N	2900
2065	7	<i>Lotus collinus</i> (Boiss.) Haldr.	RIF	CHECHAOUEN J. Kraa	1070
567	14		RIF	CHECHAOUEN	1100
467	24	<i>Lotus corniculatus</i> L. subsp. ?	MA	BOU IBLANE Taffert	2100
295	12		MA	COL DU ZAD Col du Zad	1800
209	12		MA	COL DU ZAD Col du Zad	1850
361	12		MA ORI MASKER	Tirrhisc	2100
302	12		MA ORI MASKEER	Vers. W-gorges S Assaka	1980
881	12		HA ORI RHAT	En-dessous d'Abachkou	1700
704	12		HA ORI RHAT	En-dessous d'Abachkou	1700
2064	6		HA CEN SIROUA	Tachakoncht	1850
132	24		HA CEN T-n-TICHEKA	Adrar Assaoul, vers. N	2400
718	7	<i>Lotus maroccanus</i> Bell	HA ORI RHAT	Abachkou T-n-Tighiat	2000
205	16	<i>Medicago lupulina</i> L.	MA	COL DU ZAD Col du Zad	1800
705	8		MA ORI RHAT	En-dessous d'Abachkou	1750
52	16		HA CEN T-n-TICHEKA	Refuge du col	2250
403	16	<i>Medicago suffruticosa</i> Ramond subsp. <i>maroccana</i> (Batt.) Maire	HA ORI AYACHI	Gorges de Jaffar	2180
417	16	<i>Trifolium humile</i> Bell	MA	BOU IBLANE Mousas ou Salah	2710
397	16		MA ORI AYACHI	Gorges de Jaffar	2165
1071	8		MA CEN SIROUA	Tsaka, versant N	2500
3064	8		HA CEN OUKAIMEDEH		
103	16		HA CEN TOUBKAL	Refuge Neltner	3150

NO CULT	N	2N	ESPECES	CHAINE MASSIF	LOCALITE	ALT.
1213	82-108	32	<i>Trifolium repens</i> L.	HA CEN SIROUA	Taska, versant N	2500
1037	81-766	16		HA CEN T-n-TICHKA	Adrer Assacul, vers. N	2500
128	78-1453	16		HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat.Tichka	3000
3065		7	<i>Vicia glauca</i> Presl.	HA	BOU NACEUR	
3066		7		HA ORI M'GOUN		
3067		7		HA ORI ANDROMEUR	Andromeur	
3068		7		HA CEN TOUBKAL		
658	79-34	7		HA CEN TOUBKAL	Refuge Neltner	3100
CERANIACEAE						

628	80-80	18	<i>Erodium ciconium</i> (L.) Willd.	HA ORI MASKER	Tirrhist	2100
454	79-1312	40	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Her.	MA	BOU IBLANE Tizi bou Zabel	2360
142	78-1467	20	<i>Erodium coassoni</i> Guittouneou & Mathez	HA CEN T-n-TICHKA	Refuge du col	2450
9		10		HA OCC IGDAT	Analghi-gorges	1700
772		20		HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat.Tichka	2800
1006	81-735	10		HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat.Tichka	2900
429	79-1287	28	<i>Geranium cinereum</i> Cav. subsp. <i>nanum</i> (Cosson)Maire	HA	BOU IBLANE Mousse ou Salah	2690
3053		13		HA ORI AYACHI		
98	78-1423	28		HA CEN TOUBKAL	Lepiney - T-n-Tazaghart	3600
2716		28		HA CEN TOUBKAL	Refuge Neltner	3260
605	80-29	20	<i>Geranium lucidum</i> L.	MA	TICHCHOUKT Tichchoukt, versant W	1720
1148	82-43	40		HA ORI RHAT	Abachkou T-n-Fighist	2200
2048	82-370	20		HA CEN TOUBKAL	Jalil	1800
1234	83-1234	42		SUISSE JURA	Neuchatel	500
470	78-1328	26	<i>Geranium pyrenaicum</i> Burn. fil.	HA	BOU IBLANE Bou Iblane, versant N	2350
517	79-1375	13		HA	TICHCHOUKT Tichchoukt, versant W	2300
1053	81-782	13		HA CEN TOUBKAL	Gorges sous Lepiney	2450
1160	82-55	13	<i>Geranium rotundifolium</i> L.	HA ORI RHAT	Rhat, plateau	2700
POLYGALACEAE						

3072		12	<i>Polygala rosea</i> Desf.	BA ORI M'GOUN		
690	80-57	26	<i>Polygala webbiana</i> Cosson	RIP	CHECHAOUEN	1700
RHAMNACEAE						

3075		12	<i>Rhamnus alpina</i> L.	HA CEN OUKAIMEDEN		
3076		12	<i>Rhamnus pumila</i> Turra.	HA ORI M'KORN		
GUTTIFERAE						

2		9	<i>Hypericum coadunatum</i> Chr. Smith	HA OCC IGDAT	Analghi-gorges	1800
VIOLACEAE						

780		20	<i>Viola dyris</i> Maire var. <i>dyris</i>	HA CEN TOUBKAL	Lepiney - T-n-Tazaghart	3250
2726		10		HA CEN TOUBKAL	Refuge Neltner	3450
3093		10	<i>Viola dyris</i> Maire var. <i>calcareo</i> Lit. & Maire	HA ORI ANDROMEUR	Andromeur	
2727		11	<i>Viola dyris</i> Maire var. <i>orientalis</i> Emb.	HA ORI AYACHI	J, Ayachi, versant N	3450
744		11		HA ORI M'GOUN	M'goun, versant N	3350
2728		20	<i>Viola munbyana</i> Boiss. & Reut.	RIP	TIDIGHIN J, Tidighin, vers. NW	2100
552	79-1410	20	<i>Viola odorata</i> L.	RIP	CHECHAOUEN	1660
2521	76-1484	48	<i>Viola palustris</i> L.	RIP	TIDIGHIN J, Tidighin, vers. NW	2000
3094		12		HA CEN TOUBKAL		
2520	76-1455	48		HA CEN TOUBKAL	Refuge Neltner	3200
638	80-101	10	<i>Viola parvula</i> Tineo	MA	BOU IBLANE Mousse ou Salah	2580
1185	82-81	10		HA ORI M'GOUN	Col / Assif-n-Aroua	2850
1221	82-116	10		HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat.Tichka	3000
573	79-1431	20	<i>Viola pyrenaica</i> Ramond	HA	TICHCHOUKT Tichchoukt, versant W	1520
683	80-30	26	<i>Viola saxifraga</i> Maire	HA	TICHCHOUKT Tichchoukt, versant W	2150
927	81-656	52		HA ORI M'GOUN	Col J, Tarkeddid	3400
THYMELAEACEAE						

966	81-695	18	<i>Daphne laureola</i> L.	HA ORI M'GOUN	Col J, Tarkeddid	3400

NO CULT	N	2N ESPECES	CHAINE MASSIF	LOCALITE	ALT.
LYTHRACEAE					
536	79-1394	10	RIF	CHECHAOUEN	1350
559	79-1417	10	RIF	CHECHAOUEN	600
277		5	RIF	CHECHAOUEN	1400
278		5	HA	TICHCHOUKT Tichchoukt, versant W	1260
707		5	HA ORI	RHAT En-dessous d'Abachkou	1700
2067		5	HA CEN	OUKAIMEDEN	1150
2066		5	HA CEN	OUKAIMEDEN Angour, versant N	2600
ONAGRACEAE					
2097	82-353	36	HA CEN	SIROUA Tsaka, versant N	2320
UMBELLIFERAE					
889	81-618	22	HA ORI	RHAT En-dessous d'Abachkou	1700
55		22	HA CEN	T-n-TICHA Refuge du col	2250
283	79-1141	22	HA	COL DU ZAD Aguelmane de Sidi Ali	1900
1059	81-788	22	HA CEN	SIROUA Tizi Isdrim	2500
136	78-1461	22	HA CEN	T-n-TICHA Adrar Assaoul, vers. N	2500
2522	76-1395	22	HA	BOU IBLANE Bou Iblane, versant N	2000
4533		11	HA	COL DU ZAD Col du Zed	1200
3086		11	HA CEN	TOUBKAL	
95	78-1420	9	HA CEN	TOUBKAL Refuge Lepiney	3000
767		9	HA OCC	SEKSAOUA T-n-Targa, plat.Tichka	3500
3087		11	HA ORI	RHAT	
778		11	HA CEN	TOUBKAL Refuge Lepiney	3200
3088		8	HA ORI	M'GOUN	
71	78-1396	16	HA OCC	IGDAT Igdat, versant S	2900
3089		11	HA ORI	RHAT	
3052		11	HA CEN	TOUBKAL	
487	79-1345	10	HA	TICHCHOUKT Boulemane	1950
389	79-1247	10	HA ORI	AYACHI J. Ayachi, versant N	2680
PRIMULACEAE					
670	80-56	20	RIF	CHECHAOUEN	1700
625	80-71	10	HA ORI	MASKER Tirrhist	2100
627	80-78	20	HA ORI	MASKER Vers. W-gorges S Assaka	1970
1150	82-45	20	HA ORI	RHAT Tizi-n-Tighist	2400
3073		10	HA ORI	RHAT	
PLUMBAGINACEAE					
458	79-1316	18	HA	BOU IBLANE Bou Iblane, versant N	2330
GENTIANACEAE					
728		24	HA ORI	M'GOUN Col / Assif-n-Arous	2650
1183	82-78	48	HA ORI	M'GOUN Col / Assif-n-Arous	2650
1195	82-90	48	HA ORI	M'GOUN Col / Assif-n-Arous	2600
2750		48	HA CEN	TOUBKAL Refuge Neltner	3150
768		24	HA OCC	SEKSAOUA T-n-Targa, plat.Tichka	3000
3050		5	HA CEN	TOUBKAL	
3051		9	HA CEN	TOUBKAL	
4650		30	HA CEN	TOUBKAL Refuge Neltner	3200
CONVOLVULACEAE					
555	79-1413	40	RIF	CHECHAOUEN	1180
BORAGINACEAE					
2001	82-414	14	HA CEN	OUKAIMEDEN Angour, versant N	2600
425	79-1283	24	HA	BOU IBLANE Mousse ou Saleh	2685
224		24	HA ORI	MASKER Masker, versant E	2800
736		24	HA ORI	M'GOUN Col J. Tarkeddid	3200
20		24	HA CEN	TOUBKAL Toubkal, versant W	3800
999	81-728	24	HA OCC	SEKSAOUA T-n-Targa, plat.Tichka	3200

NO CULT	N	2N ESPECES	CHAÎNE MASSIF	LOCALITE	ALT.
4500	6	<i>Onosma festigatum</i> Br.-Bl. subsp. <i>mauretanicum</i> Maire	RIF CHECHAOUEN	J. Kraa	1750
479 79-1337	12		HA BOU IBLANE	Tizi bou Zabel	2340
4501	6		HA ORI AYACHI		2300
355 79-1213	12		HA ORI MASKER	Tirrhist	2270
727	12		HA ORI M'GOUN	Col / Assif-n-Areus	2650
LABIATAE					
540 79-1398	18	<i>Acines alpinus</i> (L.) Moench subsp. <i>meridionalis</i> P.W. Ball	RIF CHECHAOUEN		1770
272	18		HA BOU IBLANE	Bou Iblane, versant N	2350
252	18		HA ORI AYACHI	Gorges de Jaffar	2420
216	9		HA ORI MASKER	Masker, versant E	1940
304 79-1162	18		HA ORI MASKER	Vers. W-gorges S Assaka	1980
773	9		HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat. Tichka	2900
457 79-1315	22	<i>Calosinthe grandiflora</i> (L.) Moench subsp. <i>babarenis</i> (Batt.) Gsl.	HA BOU IBLANE	Bou Iblane, versant N	2080
286 79-1144	20	<i>Clinopodium atlanticum</i> (Ball) Galland	HA ORI MASAEK	Vers. W-gorges S Assaka	1990
713	10		HA ORI RHAT	Rhat, vers. SE/Abachkou	2200
2523 76-1461	20	<i>Clinopodium vulgare</i> L. subsp. <i>arundaceum</i> (Ball) Nyman	RIF CHECHAOUEN	J. Kraa	1900
274	40		RIF CHECHAOUEN		1650
553 79-1411	40		RIF CHECHAOUEN		1650
3059	7	<i>Dracocephalum reneti</i> Emb.	HA ORI ANDROMEUR	Andromeur	
18	6	<i>Nyssopus officinalis</i> L. subsp. <i>aristatus</i> (Gedr.) Briq.	HA OCC IGDAT	Igdât, versant S	3100
766	6		HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat. Tichka	3200
883 81-612	42	<i>Salvia verbenaca</i> L.	HA ORI RHAT	Rhat, plateau	2700
2062	21		HA CEN OUKAIMEDEK	Table d'orientation	2680
711	11	<i>Scutellaria orientalis</i> L. var. <i>demnstenis</i> (Cosson) Batt.	HA ORI MASKER	Vers. W-gorges S Assaka	1970
3060	8		HA ORI M'GOUN	M'Semrir	
3061	8		HA ORI RHAT		
1024 81-753	48	<i>Sideritis villosa</i> Cosson	HA CEN TOUBKAL	Refuge Lepiney	3250
88 78-1413	48		HA CEN TOUBKAL	Refuge Neltner	3200
SCROPHULARIACEAE					
4530	9	<i>Anarrhinum fruticosum</i> Desf.	HA ORI AYACHI		1750
220	18		HA ORI MASKER	Masker, versant E	1960
218	56	<i>Digitalis subalpina</i> Br.-Bl. var. <i>transiens</i> (Maire) Ivan.	HA ORI MASKER	Vers. W-gorges S Assaka	1990
3081	22	<i>Euphrasia willkommii</i> Freyn	HA CEN OUKAIMEDEK		
2088	22		HA CEN OUKAIMEDEK	Angour, versant N	2600
3082	8	<i>Linaria heterophylla</i> Desf. subsp. <i>galioides</i> (Ball) Lit. & M.	HA CEN TOUBKAL		
786	12		HA CEN TOUBKAL	Refuge Lepiney	3250
15	12		HA OCC IGDAT	Igdât, versant S	3100
763	6		HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat. Tichka	3000
533 79-1391	12	<i>Linaria tristis</i> (L.) Mill. subsp. <i>tristis</i>	RIF CHECHAOUEN		1050
620 80-55	12	<i>Linaria tristis</i> (L.) Miller subsp. <i>marginata</i> (Desf.) Maire	HA TICHCHOUKT	Boulemane	1930
255	6	<i>Linaria tristis</i> (L.) Miller subsp. <i>lurida</i> (Ball) Maire	HA BOU IBLANE	Tizi bou Zabel	2570
261	12		HA BOU IBLANE	Tizi bou Zabel	2400
247	6		HA ORI AYACHI	Tsarbât, versant N	2580
379 79-1237	12		HA ORI AYACHI	Tsarbât, versant N	2410
346 79-1204	12		HA ORI MASKER	Tirrhist	2170
86 78-1411	12		HA CEN TOUBKAL	Toubkal, versant W	3800
2723	12		HA CEN TOUBKAL	Refuge Neltner	3450
1219 82-114	56	<i>Scrophularia laevigata</i> Vahl.	HA CEN T-n-TICHKA	Taddert	1200
3085	20	<i>Scrophularia ramosissima</i> Lois.	HA ORI RHAT		
249	18	<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	HA ORI AYACHI	Gorges de Jaffar	2200
207	18		HA ORI MASKER	Vers. W-gorges S Assaka	1990
720	18		HA ORI RHAT	Abachkou T-n-Tighist	2300
717	18		HA ORI RHAT	Abachkou T-n-Tighist	2100
807	18		HA CEN SIROUA	Taska, versant N	2300
686 81-264	18		HA CEN T-n-TICHKA	Adr. Assaoul, vers. N	2400
56	15		HA CEN T-n-TICHKA	Refuge du col	2250
797	18		HA CEN T-n-TICHKA	Taddert	1300
687 81-265	18		HA OCC TGDAT	Analghi-gorges	1700
656 80-64	16	<i>Veronica arvensis</i> L.	HA ORI MASKER	Vers. W-gorges S Assaka	1970
2524 76-1443	18	<i>Veronica beccabunga</i> L.	HA CEN TOUBKAL	Refuge Neltner	3200
747	8	<i>Veronica chartonii</i> Linder. & Maire	HA ORI M'GOUN	M'goun, versant N	3300
661 80-117	9	<i>Veronica praecox</i> All.	HA BOU IBLANE	Tizi bou Zabel	2295

NO CULT.	N	2N	ESPECES	CHAINE MASSIF	LOCALITE	ALT.
21		14	<i>Veronica repens</i> DC. var. <i>cyanea</i> Lit. & Maire	HA CEN TOUBKAL	Refuge Neltner	3200
2724		16	<i>Veronica rosea</i> Desf.	RIF CHECHAOUEN	J. Kraa	1900
4532	8			HA ORI AYACHI		1700
237	8			HA ORI AYACHI	Taarbat, versant N	2850
370	79-1228	16		HA ORI AYACHI	Taarbat, versant N	2500
225	8			HA ORI MASKEP	Msker, versant E	2370
314	79-1172	16		HA ORI MASKEP	Msker, versant E	2110
739	8			HA ORI M'GOUN	Col J. Tarkeddid	3400
2725	8			HA CEN TOUBKAL	Refuge Neltner	3200
14		16		HA OCC IGDAT	Igdal, versant S	3100
994	81-723	16		HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat. Tichka	3250
4531		15	<i>Veronica sibthorpioides</i> Deb. & Deg.	HA OOL DU ZAD	Aguelmane de Sidi Ali	2200
630	80-84	30		HA ORI AYACHI	Gorges de Jaffar	2340
2089	82-345	15		HA CEN SIROUA	Taska, versant N	2320
GLOBULARIACEAE						
422	79-1280	8	<i>Globularia lieouvillei</i> Jahandiez & Maire	MA BOU IBLANE	Moussa ou Salah	2620
489	79-1347	16		MA TICHCHOUKT	Boulemaee	1980
906	81-535	16		HA ORI RHAT	Rhat, plateau	2700
709		8	<i>Globularia nainii</i> Batt.	HA ORI RHAT	Abachkou T-n-Tighist	1750
PLANTAGINACEAE						
887	80-616	10	<i>Plantago coronopus</i> L. subsp. <i>cupanii</i> (Guss.) Nyman	HA ORI RHAT	Tizi-n-Tighist	2400
1085	81-814	10		HA CEN SIROUA	Taska, versant N	2350
799		5		HA CEN SIROUA	Tachakoucht	1850
91	78-1416	10		HA CEN TOUBKAL	Refuge Neltner	3450
1042	81-771	5		HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat. Tichka	3100
3071		12	<i>Plantago subulata</i> L.	HA ORI M'GOUN		
RUBIACEAE						
258		10	<i>Asperula aristata</i> L. fil. subsp. <i>acabra</i> (J. & C. Presl) Nyman	MA BOU IBLANE	Moussa ou Salah	2620
222		10		HA ORI MASKEP	Msker, versant E	2480
701		10		HA ORI AZILAL	Ref. Tenda - Ait Mhamed	2000
46		10		HA CEN T-n-TICHKA	Refuge du col	2300
2079		10		HA CEN OUKAMEDEN	Table d'orientation	2780
777		10		HA CEN TOUBKAL	Tamsouit - T-M'zzik (W)	2200
757		10		HA OCC SEKSAOUA	Tizi-n-Targa versant S	2700
699		11	<i>Asperula hirsuta</i> Desf.	HA ORI AZILAL	Ref. Tenda - Ait Mhamed	2100
719		11		HA ORI RHAT	Abachkou T-n-Tighist	2000
4528		22		HA ORI ANDROMEUR	Telouet	1800
2080	82-366	11	<i>Galium acuminatum</i> Ball	HA CEN TOUBKAL	Imilil	1790
712		22	<i>Galium album</i> Miller subsp. <i>album</i> (grec mollugo)	HA ORI RHAT	Abachkou T-n-Tighist	2200
2083	82-364	22		HA CEN SIROUA	Taska, versant N	2300
2081		22		HA CEN OUKAMEDEN	Table d'orientation	2780
2084	82-357	10	<i>Galium spurium</i> L.	HA CEN SIROUA	Taska, versant N	2320
711		22	<i>Putoria calabrica</i> (L. fil.) DC.	HA ORI RHAT	Abachkou T-n-Tighist	1750
2085	82-372	11	<i>Sherardia arvensis</i> L.	HA CEN TOUBKAL	Imilil	1800
CAPRIFOLIACEAE						
239		9	<i>Lonicera pyrenaica</i> L.	HA ORI AYACHI	Taarbat, versant N	2710
VALERIANACEAE						
730		16	<i>Ceatrenthus battandieri</i> Maire	HA ORI M'GOUN	Col / Assif-n-Arouc	2850
754		16		HA ORI M'GOUN	Col / Assif-n-Arouc	2500
3091		8		HA CEN OUKAMEDEN		
256		16	<i>Valeriana globulariifolia</i> Ramond	HA BOU IBLANE	Bou Iblane, versant N	2920
414	79-1272	8		HA BOU IBLANE	Bou Iblane, versant N	3000
DIPSACACEAE						
4520		18	<i>Pteroccephalus depressus</i> Cosson	HA CEN TOUBKAL	Asni-Imilil	1200
2047		16	<i>Scabiosa columbaris</i> L. subsp. <i>columbaris</i>	HA CEN OUKAMEDEN		2600

NO CULT	N	ZN	ESPECES	CHAINE MASSIF	LOCALITE	ALT.		
CAMPANULACEAE								
4000	81-395	26	<i>Campanula atlantica</i> Maire, Gatt. & Weiller	HA ORI RHAT	Rhat, plateau	2700		
4001	79-21	14	<i>Campanula embergeri</i> Litard. & Maire	HA OCC IGDAT	Igdet, versant S	3150		
4002	79-37	28		HA OCC IGDAT	Igdet, versant S	2800		
4003	78-1399	28		HA OCC IGDAT	Igdet, versant S	2900		
4004	81-422	14		28	HA OCC SEKSAOUA	Tizi-n-Targa versant S	2850	
4028	76-02	48		<i>Campanula filiculis</i> Dur.	RIF CHECHAOUEN	J. Kraa	2170	
4029	79-1409	48	RIF CHECHAOUEN			1650		
4014	79-1276	50	HA		BOU IBLANE	Mousse ou Salah	2570	
4015	79-1384	24	48		HA	TICHCHOUKT	Tichchoukt, versant W	2520
4013	79-1151	48	HA		COL DU ZAD	Aguelmane de Sidi Aïi	1900	
4007	76-05	24	24		HA ORI AYACHI	J. Ahrabout	2200	
4009	79-1230	26	26		HA ORI AYACHI	J. Ayachi, versant N	2780	
4008	79-242	24	24		HA ORI AYACHI	Tsarbac, versant N	2780	
4031	79-1234	72	72		HA ORI AYACHI	Tsarbac, versant N	2460	
4030	79-1171	36	72		HA ORI MASKEK	Masker, versant E	2200	
4016	81-367	48	48		HA ORI AZILAL	Ref.Tanda - Ait Mhammed	1800	
4021	81-414	48	48		HA ORI AZILAL	Ref.Tanda - Ait Mhammed	2250	
4020	81-407	52	52		HA ORI M'GOUN	Col J. Tarkeddid	3100	
4019	81-401	24	24		HA ORI M'GOUN	Assif-n-Arous, vallee	2100	
3097		24	24		HA ORI M'GOUN			
4012	81-646	24	24		HA ORI RHAT	Rhat, plateau	2700	
4027	81-626	48	48		HA ORI RHAT	Versant N/T-n-Tighiet	2350	
4018	81-394	24	48		HA ORI RHAT	Tizi-n-Tighiet	2340	
4010	81-387	24	24		HA ORI RHAT	Abachkou T-n-Tighiet	2000	
4017	81-392	52	52		HA ORI RHAT	Abachkou T-n-Tighiet	2200	
4032	81-376	48	48		HA ORI RHAT	En-dessous d'Abachkou	1700	
4025	81-435	25	50		HA CEN SIROUA		2450	
4023	81-428	26	52		HA CEN SIROUA	Taska, versant N	2350	
4024	81-432	24	24		HA CEN SIROUA	Foudrar, pied N	2200	
4022	81-426	48	48		HA CEN T-n-TICHEKA	Taddert	1240	
4005	72-31	24	24	HA CEN T-n-TICHEKA		2000		
4026	81-439	24	24	HA CEN TOUBKAL	Tizi M'zaik (E)	1940		
4006	76-03	24	24	HA CEN TOUBKAL	Refuge Neltner	3200		
4011	81-417	26	26	HA OCC T-n-TEST	Tizi-n-Test	1720		
3096		24	24	HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat.Tichka			
3098		14		HA ORI M'GOUN				
<i>Campanula guinoceti</i> Quezel								
4046	76-04	34	<i>Campanula mairei</i> Pav.	HA ORI AYACHI	J. Ayachi, versant N	2950		
4033	79-1156	34		34	HA ORI MASKEK	Vers. W-gorges S Assaka	1990	
4035	81-371	17		34	HA ORI AZILAL	Ref.Tanda - Ait Mhammed	1900	
4036	81-372	17		34	HA ORI AZILAL	Ref.Tanda - Ait Mhammed	1900	
4037	81-415	34		34	HA ORI AZILAL	Ref.Tanda - Ait Mhammed	1950	
4045	81-411	17		34	HA ORI M'GOUN	M'goun, versant N	3250	
4044	81-410	17		34	HA ORI M'GOUN	J. Tarkeddid, versant N	3400	
4038	72-38	17		34	HA ORI M'GOUN		2000	
4042	81-421	34		34	HA CEN TOUBKAL	Gorges sous Lepiney	2450	
4043	76-06	34		34	HA CEN TOUBKAL	Refuge Neltner	3300	
4034	78-724	17		34	HA CEN TOUBKAL	Sidi Chamarouch	2900	
4039	78-17	17		34	HA OCC IGDAT	Igdet, versant S	3000	
4040	81-419	34		34	HA OCC SEKSAOUA	Tizi-n-Targa versant S	2900	
4041	81-420	34		34	HA OCC SEKSAOUA	Tizi-n-Targa versant S	2900	
4047	76-01	25		48	RIF CHECHAOUEN	Talambouze	1400	
<i>Campanula trachelium</i> L.								
4048	72-65	34		34	HA	COL DU ZAD	Col du Zad	2000
4049	81-445	34	34	HA CEN TOUBKAL	Asni-Imilil	1400		
4050	79-1369	13	26	HA	TICHCHOUKT	Tichchoukt, versant W	2680	
<i>Feeria angustifolia</i> (Schoub.) Buser								
4051	81-397	34	34	HA ORI RHAT	En-dessous d'Abachkou	1700		
<i>Jasione humilis</i> Loisel								
2729		6	12	RIF TIDIGHIN	J. Tidighin, vers. NW	2150		
2730		6	12	HA CEN TOUBKAL	Plateau d'Arround	2000		
<i>Trachelium caeruleum</i> L.								
4053	81-706	16	34	HA ORI RHAT	En-dessous d'Abachkou	1700		
4054	81-447	34	34	HA CEN OUKAIMEHEN		1200		
4055	81-444	17	34	HA CEN TOUBKAL	Asni-Imilil	1450		
4056	79-711	16	16		ETRANGER			
COMPOSITAE								
<i>Achillea odorata</i> L.								
4536		9	9	HA CEN T-n-TICHEKA		1800		
2100		9	9	HA CEN OUKAIMEHEN	Angour, versant N	2720		
<i>Anacyclus atlanticus</i> Litard. & Maire var. <i>atlanticus</i>								
3014		9	9	HA CEN TOUBKAL				
<i>Anacyclus atlanticus</i> Litard. & Maire var. <i>vestitus</i> Humbert								
3015		9	9	HA	BOU NACEUR			
<i>Anacyclus pyrethrum</i> (L.) Link. var. <i>depressus</i> (Ball) Maire								
4538		9	18	HA	COL DU ZAD	Timbédite	1930	
1118	81-918	9	18	HA ORI M'GOUN	Sources de la Tessout	2900		
4537		9	18	HA CEN OUKAIMEHEN	Angour, versant N	2650		
<i>Anthemis pedunculata</i> Desf. subsp. <i>pedunculata</i>								
113	78-1438	9	9	HA CEN TOUBKAL	Gorgee sous Lepiney	2700		

NO CURT	N	2N ESPECES	CHAÎNE MASSIF	LOCALITE	ALT.
3016	9	<i>Artemisia elba</i> Turra	HA ORI M'OUON		
3017	18	<i>Artemisia atlantica</i> Cosson & Dur.	HA ORI M'KORN		
3018	9	<i>Artemisia Elahautii</i> Emb. & Maire	HA BOU MACEUR		
447	79-1305	18 <i>Bellis caeruleascens</i> (Cosson) Ball	HA BOU IBLANE	Moussa ou Salah	2675
301	79-1159	18	HA ORI MASKER	Vers. W-gorges S Assaka	1990
3100	9	18	HA CEN TOUBKAL		
117	78-1442	18	HA CEN TOUBKAL	Refuge Lepiney	3000
1060	81-789	18	HA CEN TOUBKAL	Refuge Lepiney	3100
4507	18	18	HA OCC T-n-TEST	Tizi-n-Test	2000
1047	81-776	18	HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat.Tichka	3100
1086	81-815	48 <i>Carduncellus atracyloides</i> Batt.	HA ORI M'GOUN	Col J. Tarkeddid	3200
714	18	18 <i>Catananche caespitosa</i> Desf.	HA ORI RHAT	Abachkou T-n-Tighist	2000
58	78-1383	9 18	HA OCC IGDAT	Igdal, versant S	3100
3020	17	17 <i>Cirsium chrysanthum</i> (Ball) Jéhandier	HA ORI M'OUON		
3019	17		HA CEN TOUBKAL		
444	79-1302	4 8	HA BOU IBLANE	Moussa ou Salah	2560
360	79-1218	8	HA ORI AYACHI	Taarbat, sommet	2800
971	81-700	8	HA ORI M'GOUN	Col J. Tarkeddid	3200
78	78-1403	8	HA CEN TOUBKAL	Toubkal, sommet	4150
66	78-1391	4	HA OCC IGDAT	Igdal, versant S	3400
296	79-1154	18	HA ORI MASKER	Vers. W-gorges S Assaka	1970
437	79-1295	18	HA BOU IBLANE	Moussa ou Salah	2675
3021	9	9 <i>Erigeron mairei</i> Br.-Bl.	HA ORI RHAT		
84	78-1409	18	HA CEN TOUBKAL	Toubkal, versant W	3600
3022	21	21 <i>Gnaphalium genevoisii</i> Emb.	HA ORI RHAT		
6	7	14 <i>Gnaphalium luteo-album</i> L.	HA OCC IGDAT	Analghi-gorges	1700
3023	10	10 <i>Hertia maroccana</i> Maire	HA ORI M'GOUN		
3101	18	18 <i>Hieracium amplexicaule</i> L.	HA ORI M'GOUN		
121	78-1446	27 <i>Hieracium amplexicaule</i> L. subsp. <i>amplexicaule</i> Zahn	HA CEN TOUBKAL	Refuge Lepiney	3000
900	81-629	36 <i>Hieracium pseudopilosella</i> Ten. subsp. <i>atlantis</i> Zahn	HA ORI RHAT	Tizi-n-Tighist	2350
1007	81-736	36	HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat.Tichka	3100
1067	81-796	36 <i>Hieracium pseudopilosella</i> Ten. subsp. <i>tiainkariense</i> Zahn	HA CEN SIROUA	Taska, versant N	2350
435	79-1293	16 <i>Hypoxis radiata</i> L. subsp. <i>radiata</i>	HA BOU IBLANE	Moussa ou Salah	2780
2101	6	6 <i>Hypochoeris leontodontoides</i> Ball. var. <i>glauca</i> Galland & Fav.	RIF TIDIGHIN	J. Tidighin, vers. NW	
3024	6	6 <i>Hypochoeris leontodontoides</i> Ball var <i>leontodontoides</i>	HA CEN OUKAIMEDEN		
3025	6	6 <i>Hypochoeris leontodontoides</i> Ball var. <i>villosa</i> Maire	HA ORI RHAT		
2093	82-349	4 <i>Hypochoeris radicata</i> L.	HA CEN SIROUA	Taska, versant N	2320
2094	82-356	16 <i>Lactuca tenerrima</i> Pourret	HA CEN SIROUA	Taska, versant N	2320
419	79-1277	18 <i>Lactuca viminea</i> (L.) Prial.	HA BOU IBLANE	Bou Iblane, versant N	2910
2095	82-419	9	HA CEN OUKAIMEDEN	Angour, versant N	2720
133	78-1458	18	HA CEN TOUBKAL	Refuge Lepiney	2700
1077	81-806	6 12	HA CEN SIROUA	Taska, versant N	2400
2096	82-378	6	HA CEN OUKAIMEDEN		2500
1121	81-941	6 12	HA CEN TOUBKAL	Refuge Lepiney	2800
1126	81-946	6 12	HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat.Tichka	3100
991	81-720	6 6	HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat.Tichka	3050
1038	81-767	6 12	HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat.Tichka	3000
4508	18	18 <i>Leucanthemum arundanum</i> (Boiss.) Cuatr.	HA ORI AYACHI	Gorges de Jaffar	2135
373	79-1231	18	HA ORI AYACHI	Taarbat, versant N	2290
350	79-1208	18	HA ORI MASKER	Tirrhist	2250
332	79-1190	18	HA ORI MASKER	Masker, versant E	2600
1112	81-932	18	HA ORI M'GOUN	Sources de la Tassaout	2900
3030	9	9 <i>Leucanthemum atlanticum</i> (Ball) Maire	HA CEN TOUBKAL		
1020	81-749	9 18	HA CEN TOUBKAL	Refuge Lepiney	3100
1026	81-755	9 18	HA CEN TOUBKAL	Lepiney - T-n-Tazzghart	3300
61	78-1386	18	HA OCC IGDAT	Igdal, versant S	3400
988	81-717	9	HA OCC SEKSAOUA	T-n-Targa, plat.Tichka	2900
2031	82-369	9	HA CEN OUKAIMEDEN		1270
4510	18	18 <i>Leucanthemum gayanum</i> (Cos.&Dur.)Maire subsp. <i>antiatlanticum</i>	HA OCC T-n-TEST	Tizi-n-Test	1900

NO CULT	N	2N ESPECES	CHAINE MASSIF	LOCALITE	ALT.
3031	9	<i>Leucanthemum pseudo-catananche</i> Maire	HA ORI ANDROMEUR	Andromeur	
439	79-1297	18 <i>Leucanthemum redinri</i> Maire	HA	BOU IBLANE	Moussa ou Salah 2675
4511		18	HA ORI AYACHI		1530
975	81-704	26 <i>Leuzea berardioides</i> Cosson	HA ORI M'GOUN	M'goun, versant N	3200
745		26	HA ORI M'GOUN	M'goun, versant N	3200
964	81-693	26	HA ORI M'GOUN	Col J. Tarkeddid	3300
4512		5 <i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cosson subsp. <i>spinosa</i>	HA ORI AYACHI		1700
285	79-1143	10	HA ORI MASKER	Vers. W-gorges S Assaka	1980
3032		9 <i>Phagnalon helichrysoides</i> (Ball) Cosson	HA ORI M'GOUN		
2109	82-403	18	HA CEN OUKAIMEDEH	Angour, versant N	2580
4539		14	HA CEN OUKAIMEDEH	Angour, versant N	3200
2032	82-423	18 <i>Phagnalon platyphyllum</i> Maire	HA CEN OUKAIMEDEH		2680
351	79-1209	10 <i>Picris hispanica</i> (Willd.) P.D. Sell	HA ORI MASKER	Tirrhiet	2210
316	79-1174	10	HA ORI MASKER	Masker, versant E	2490
931	81-663	20	HA ORI M'GOUN	Col J. Tarkeddid	3100
1046	81-775	10 20	HA OCC SEKSACOA	T-n-Targe, plat.Tichka	2900
3033		7 <i>Scorzonera pygmaea</i> Sibth. & Sm.	HA ORI RHAT		
3034		20 <i>Senecio doria</i> L.	HA ORI M'GOUN	M'Semrir	
2033	81-830	40 <i>Senecio maroccanus</i> P.H.Davis	HA CEN OUKAIMEDEH	Table d'orientation	2680
3035		16 <i>Serratula nudicaulis</i> (L.) DC.	HA ORI RHAT		
404	79-1262	24 <i>Taraxacum atlanticum</i> Pomel	HA ORI AYACHI	Gorges de Jaffar	2210

APPENDICE II : CARACTERES CYTOLOGIQUES, CHOROLOGIQUES ET ECOLOGIQUES DES TAXONS ETUDIES

LEGENDE DES COLONNES

1. Valences chromosomiques

- 2x : diploïde (dans la colonne : 3 = triploïde)
 4x = tétraploïde
 6x = hexaploïde
 xx = octoploïde et plus

2. Distribution sur les montagnes marocaines (cf. p. 3)

- R = Rif
 MA = Moyen Atlas
 AY = Haut Atlas oriental, secteur est
 MG = Haut Atlas oriental, secteur ouest
 GC = Haut Atlas central
 GO = Haut Atlas occidental

3. Aire : voir définition des catégories (cf. p. 7)

- End. Atlas : Endémique atlasique
 Maghrebin = Endémique maghrébin
 Bético-rif. = Bético-rifain
 Bético-atlas = Bético-atlasique
 Ibero-maghr. = Ibéro-maghrébin
 W-Medit. = Ouest-méditerranéen
 E-Medit. = Est-méditerranéen
 Medit. = Méditerranéen
 Euro. -medit. = Européen-méditerranéen
 Euras. -medit. = Eurasiatique-méditerranéen
 Eurasiatique = Idem
 Boreo-mont. = Boréo-montagnard
 Cosmopolite = Idem

4. Limites altitudinales : AMIN = Altitude minimale AMAX = Altitude maximale

5. Milieu : voir définition des catégories (cf. p. 6)

ESPECES	2X	4X	6X	IX	RIF	Ma	AY	MG	GC	GO	AIRE	AMIN	ANAX	MILIEU	
CARYOPHYLLACEAE															

<i>Arenaria aggregata</i> (L.) Lois.	W-Medit.	1300	2000	Falaises	
<i>Arenaria arberica</i> Bory	Betico-atlas	1600	3400	Xerophytes	
<i>Arenaria dyris</i> Humbert	End. atlas.	2800	3700	Xerophytes	
<i>Arenaria grandiflora</i> L.	W-Medit.	2000	2800	Xerophytes	
<i>Arenaria mairei</i> Emb.	End. atlas.	3000	3550	Falaises	
<i>Arenaria pungens</i> Clemente	Betico-atlas	2000	3800	Xerophytes	
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	Euras.-medit	10	2800	Caillasse	
<i>Buffonia mauritanica</i> Murbeck	Maghreb	1000	2500	Caillasse	
<i>Buffonia tenuifolia</i> L.	W-Medit.	10	3000	Caillasse	
<i>Cerastium arvense</i> L. subsp. strictum (Haenke) Gaudin	Boreo-mont.	1800	3800	Pozzines	
<i>Cerastium atlanticum</i> Dur.	Maghreb	1300	2600	Bords eaux	
<i>Cerastium brachypetalum</i> Pers.	Euras.-medit	1000	2500	Caillasse	
<i>Cerastium cerastioides</i> (L.) Britton	Boreo-mont.	2800	3500	Bords eaux	
<i>Cerastium dichotomum</i> L.	Medit.	1000	2350	Caillasse	
<i>Cerastium pentandrum</i> L. subsp. tetrandrum (Curt.) Maire & W.	Euras.-medit	1000	2500	Caillasse	
<i>Cerastium gibraltarium</i> Boiss.	W-Medit.	1500	2500	Caillasse	
<i>Cerastium gracile</i> Dufour var. <i>echinulatum</i> (Williams) Moeschl.	Ibero-maghr.	1000	2500	Caillasse	
<i>Cerastium ramosissimum</i> Boiss.	W-Medit.	1800	2400	Caillasse	
<i>Corrigiola telephifolia</i> Pourret	W-Medit.	10	3100	Caillasse	
<i>Dianthus cicuticus</i> Boiss. & Reuter subsp. <i>jahandiezii</i> Maire	Ibero-maghr.	800	2500	Caillasse	
<i>Dianthus lusitanus</i> Brot.	Ibero-maghr.	800	3000	Caillasse	
<i>Dianthus sylvestris</i> Wulfen	Euro.-medit.	10	2700	Caillasse	
<i>Herniaria cinerea</i> DC.	Euras.-medit	500	2500	Caillasse	
<i>Herniaria fontanesii</i> J.Gay	W-Medit.	500	2500	Caillasse	
<i>Herniaria glabra</i> L. var. <i>glabra</i>	Euro.-medit.	10	3400	Caillasse	
<i>Herniaria glabra</i> L. var. <i>setulosa</i> Beck	Euro.-medit.	10	3400	Caillasse	
<i>Herniaria regelii</i> Br.-Bl. & Maire	Betico-atlas	2100	2900	Xerophytes	
<i>Minuartia funkii</i> Asch. & Gr.	Betico-atlas	1400	3000	Xerophytes	
<i>Minuartia geniculata</i> (Podret) Thell.	Medit.	100	2200	Caillasse	
<i>Minuartia hybrida</i> (Vill.) Schischkin subsp. <i>hybrida</i>	Euro.-medit.	100	2800	Caillasse	
<i>Minuartia tenuissima</i> (Pomel) Mettfield	Maghreb	1800	2900	Xerophytes	
<i>Minuartia vera</i> (L.) Hieron subsp. <i>kabylica</i> (Pomel) Maire & W.	Eurasiatique	1800	3600	Xerophytes	
<i>Paronychia argentea</i> Lamk	Medit.	500	2600	Caillasse	
<i>Paronychia polygonifolia</i> (Vill.) DC. var. <i>velucensis</i> Boiss.	Medit.	2300	2400	Xerophytes	
<i>Paronychia polygonifolia</i> (Vill.) DC. var. <i>serratifolia</i> Chaud.	End. atlas.	2700	3600	Xerophytes	
<i>Petrorhagia illyrica</i> (L.) Ball & Heywood subsp. <i>angustifolia</i>	Maghreb	1000	2500	Caillasse	
<i>Polycarpon polycarpoides</i> (Biv.) Zedda subsp. <i>bivonae</i> M.&W.	W-Medit.	1000	3200	Xerophytes	
<i>Polycarpon polycarpoides</i> (Biv.) Zedda subsp. <i>herniarioides</i>	Maghreb	1000	3200	Xerophytes	
<i>Sagina procumbens</i> L.	Cosmopolite	1900	2700	Bords eaux	
<i>Sagina saginoides</i> (L.) Karsten var. <i>oetvedensis</i> Briq.	Boreo-mont.	1500	3500	Bords eaux	
<i>Scleranthus annuus</i> L. subsp. <i>polycarpus</i> (L.) Thell.	Euro.-medit.	800	2500	Caillasse	
<i>Silene alychica</i> Humb.	End. atlas.	2600	3800	Eboulis	
<i>Silene boryi</i> Boiss.	Ibero-maghr.	1900	3450	Xerophytes	
<i>Silene coarctata</i> L.	Euro.-medit.	500	2500	Caillasse	
<i>Silene heterodonta</i> Williams subsp. <i>parvula</i> (Casson) M.&W.	End. atlas.	1600	3500	Xerophytes	
<i>Silene heterodonta</i> Williams subsp. <i>platycalyx</i> Emb. & Maire	End. atlas.	1600	3000	Xerophytes	
<i>Silene heterodonta</i> Williams	End. atlas.	1600	3500	Xerophytes	
<i>Silene meoatlantica</i> Maire	End. atlas.	1900	3700	Xerophytes	
<i>Silene psuda</i> Desf. (græc italica)	Euro.-medit.	1600	2500	Caillasse	
<i>Silene vulgaris</i> (Moench.) Carcke subsp. <i>macrocarpa</i> Turrit	Euras.-medit	500	2500	Caillasse	
<i>Spergularia bocconei</i> (Scheele) Fouc. ex Asch. & Graebn.	Medit.	10	2500	Caillasse	
<i>Spergularia diandra</i> (Guss.) Boiss.	Medit.	500	2500	Caillasse	
<i>Spergularia microsperma</i> (Kunth.) Fouc. ex P. Monnier emend.	Maghreb	1500	3200	Xerophytes	
<i>Stellaria alsina</i> Grimm	Boreo-mont.	1000	3200	Bords eaux	
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	Cosmopolite	100	2800	Caillasse	
<i>Telephium imperati</i> L.	Medit.	1500	3300	Xerophytes	
<i>Telephium sphaerocarpum</i> Boiss.	Medit.	500	2000	Caillasse	
<i>Velezia rigida</i> L.	Medit.	500	2200	Caillasse	
RANUNCULACEAE															

<i>Aconitum lamarkii</i> Reichenb.	Euro.-medit.	2000	3000	Bords eaux	
<i>Adonis aestivalls</i> L.	Euras.-medit	500	2700	Caillasse	
<i>Adonis annua</i> L. subsp. <i>carinata</i> Vierh.	Medit.	500	2200	Caillasse	
<i>Aquilegia vulgaris</i> L. subsp. <i>viscosa</i> (Gouan) Maire	Euro.-medit.	1850	3000	Bords eaux	
<i>Delphinium balansae</i> Boiss. & Reut.	Maghreb	1500	2500	Caillasse	
<i>Ranunculus bulbosus</i> L. subsp. <i>alose</i> (Willk.) Rouy & Fouc.	Medit.	500	2500	Bords eaux	
<i>Ranunculus calandrinoides</i> Oliver	End. atlas.	1300	3000	Xerophytes	
<i>Ranunculus dyris</i> (Maire) Lindb. var. <i>dyris</i>	End. atlas.	2400	3900	Xerophytes	
<i>Ranunculus dyris</i> (Maire) Lindb. var. <i>pseudobulbosus</i> Maire	End. atlas.	2000	3000	Xerophytes	
<i>Ranunculus dyris</i> (Maire) Lindb. var. <i>ayebicus</i> Emb.	End. atlas.	3000	3600	Xerophytes	
<i>Ranunculus lateriflorus</i> DC.	Euro.-medit.	1500	2700	Caillasse	
<i>Ranunculus peltatus</i> Schrank	Eurasiatique	500	2700	Bords eaux	
<i>Ranunculus trichophyllus</i> Chaix	Eurasiatique	500	3000	Bords eaux	
<i>Thalictrum minus</i> L.	Eurasiatique	1500	2700	Caillasse	
Berberidaceae															

<i>Berberis hispanica</i> Boiss. & Reut.	Ibero-maghr.	1600	3200	Caillasse	
FAPAVERACEAE															

<i>Papaver atlanticum</i> (Ball) Casson	Ibero-maghr.	2000	3200	Xerophytes	
<i>Papaver pinnatifidum</i> Moris	Medit.	500	1500	Caillasse	

ESPECES	2X	4I	6X	EX	RIE	MA	AY	MG	OC	OO	AIRE	AKIN	AMAI	MILIEU
FUMARIACEAE														
Platycodon saxicola Willk.	2700	4100	Eboulis
Sarcocapnos crassifolia (Desf.) DC.	1000	2700	Falaises
CRUCIFERAE														
Aerhinnema saxatile (L.) R.Br. subsp. ovalifolium (DC) Rouy & Fouc.	1600	3400	Kerophytes
Alyssum alyssoides (L.) L.	1600	2800	Caillasse
Alyssum atlanticum Desf.	1500	3500	Kerophytes
Alyssum embergeri	1500	2700	Kerophytes
Alyssum granatense Boiss. & Reut.	1000	2700	Caillasse
Alyssum minus (L.) Rothm. subsp. edentula (Andr.) Galland	10	2500	Caillasse
Alyssum pollocarpum Boiss.	1000	3000	Kerophytes
Alyssum serpyllifolium Desf. v. serpyllifolium	900	3800	Caillasse
Arabis auriculata Lam.	1000	2800	Kerophytes
Arabis caucasica Willd.	1100	3200	Kerophytes
Arabis conringioides Ball v. stylosa Maire	2100	4170	Falaises
Arabis conringioides Ball v. aphanostyle Maire	2100	4170	Falaises
Arabis conringioides Ball v. veroeri (Eub. & Maire) Gal. & Fav.	2100	4170	Falaises
Arabis pubescens (Desf.) Poiret subsp. decumbens Ball	1000	2700	Caillasse
Biscutella didyma L. subsp. apula (L.) Nurbek	500	2700	Caillasse
Biscutella frutescens Cosson	1200	3050	Caillasse
Brassica repanda (Willd.) DC.	1700	3200	Kerophytes
Camelina sativa (L.) Crantz subsp. pilosa (DC.) N. Zing.	1000	2300	Caillasse
Capellis bursa-pastoris (L.) Medicus	500	3200	Caillasse
Draba hederifolia Cosson	2500	3500	Falaises
Draba hispanica Boiss. v. maroccana O.E. Schultz	1100	2800	Kerophytes
Draba hispanica Boiss. v. hispanica	1100	3800	Kerophytes
Draba lutescens Cosson	1800	2700	Kerophytes
Draba oreandrus Maire	2900	4165	Falaises
Erysimum grandiflorum Desf.	2200	3800	Kerophytes
Erysimum incanum Kunze	1000	2700	Caillasse
Hormatophylla spinosa (L.) Kupfer	1800	3850	Kerophytes
Hornungia petraea (L.) Reichenb.	1000	2700	Caillasse
Iberis prutii Tineo	800	1700	Caillasse
Iberis sempervirens L.	2000	3600	Eboulis
Isoetes djurdjurae Cosson & Dur.	1800	2100	Caillasse
Isoetes tinctoria L.	1150	2500	Caillasse
Lepidium hirtum (L.) DC. subsp. atlanticum (Ball) Maire	1500	2500	Pozzines
Lepidium hirtum (L.) DC. subsp. calycotrichum (Kunze) Thell	1500	2500	Pozzines
Lobularia maritima (L.) Desv.	10	2500	Caillasse
Melcolmia africana (L.) K. Br.	10	2100	Caillasse
Meibomia parviflora Conti	2300	3700	Kerophytes
Murbeckia Boryi (Boiss.) Rothm.	2300	2850	Caillasse
Nasturtium officinale R.Br.	200	3200	Bords eaux
Nasturtium microphyllum (Boenn.) Reichenb.	700	3200	Bords eaux
Raffenaldia primulaeoides Godr.	1500	3200	Kerophytes
Raffenaldia platycarpa (Cosson) Steud.	3000	3750	Eboulis
Rorippa atlantica (Bell) Maire	1700	3700	Bords eaux
Thlaspi perfoliatum L. subsp. tinei (Nym.) Maire	1000	2700	Caillasse
Thlaspi perfoliatum L. subsp. perfoliatum			Caillasse
PORTULACACEAE														
Monanthes atlantica Ball var. fuscum Eub.	2400	3800	Falaises
CRASSULACEAE														
Sedum acre L. subsp. neglectum (Ten) Rouy & Camus	800	3000	Caillasse
Sedum dasyphyllum L.	10	3000	Caillasse
Sedum modestum Ball	1000	2200	Falaises
Sempervivum tectorum L. subsp. atlanticum Ball	1600	2500	Falaises
SAXIFRAGACEAE														
Parnassia palestina L. subsp. palustris	1900	2200	Pozzines
Saxifraga globulifera Desf. var. spatulata (Desf.) Batt.	1000	2400	Falaises
Saxifraga globulifera Desf. var. fontanesiana Engl. & Irmsch.	1000	3000	Falaises
Saxifraga longifolia Lapeyr.	2700	3500	Falaises
Saxifraga pedemontana All. subsp. domatensis (Batt.) Eub.	2800	3800	Falaises
ROSACEAE														
Cotoneaster nummularia Fisch. & Meyer	1700	2500	Caillasse
Geum heterocarpum Boiss.	1200	2400	Caillasse
Potentilla alchemilloides Lap.	2700	3800	Falaises
Potentilla caulescens L.	2100	2800	Falaises
Potentilla v. ibrahimiana Maire	1800	2400	Caillasse
Potentilla aurea Th. Wolf	1600	2900	Kerophytes
Potentilla pennsylvanica L. subsp. hispanica Maire	1400	3800	Kerophytes
Potentilla reptans L.	500	2500	Bords eaux
Potentilla torreyana Maire	2500	4000	Pozzines
Sanguisorba minor Scop. subsp. maricata Briq.	500	2500	Caillasse
Sanguisorba minor Scop. subsp. rupicola Boiss. & Reut.	1000	1400	Falaises
LEGUMINOSAE														
Anthyllus vulneraria L. subsp. aurea Beck	500	3400	Caillasse
Astragalus armatus Willd. subsp. ossidicus Maire	500	2700	Caillasse
Astragalus depressus L.	1900	3000	Kerophytes
Coronilla clinia L. subsp. minus	1000	2500	Caillasse

ESPECES	2X	4X	6X	XX	RIF	MA	AY	MG	OC	OO	AIRE	AMIN	AMAX	MILIEU
<i>Hippocrepia liouvillei</i> Maire	*				*	*	*	*	*	*	End. atlas.	2400	3000	Falaises
<i>Lotus collinus</i> (Boiss.) Welsh	*				*	*	*	*	*	*	Medit.	500	1500	Caillasse
<i>Lotus corniculatus</i> L. subsp. ?	*	*			*	*	*	*	*	*	Euras.-medit.	500	2400	Bords eaux
<i>Lotus maroccanus</i> Ball	*				*	*	*	*	*	*	End. atlas.	500	2000	Caillasse
<i>Medicago lupulina</i> L.	*				*	*	*	*	*	*	Euro.-medit.	500	2000	Caillasse
<i>Medicago suffruticosa</i> Ramond subsp. <i>maroccana</i> (Bett) Maire	*				*	*	*	*	*	*	End. atlas.	1400	2000	Xerophytes
<i>Trifolium humile</i> Ball	*				*	*	*	*	*	*	End. atlas.	1700	2400	Pozzines
<i>Trifolium repens</i> L.	*	*			*	*	*	*	*	*	Euras.-medit.	500	3000	Bords eaux
<i>Vicia glauca</i> Presl.	*				*	*	*	*	*	*	W-Medit.	2000	3600	Eboulis
GERANIACEAE														

<i>Erodium cicutarium</i> (L.) Willd.	*				*	*	*	*	*	*	Medit.	1000	2700	Caillasse
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Her.	*				*	*	*	*	*	*	Euras.-medit.	500	2800	Caillasse
<i>Erodium cossonii</i> Guittonneau & Mathez	*				*	*	*	*	*	*	End. atlas.	1800	2900	Falaises
<i>Geranium cinereum</i> Cav. subsp. <i>nanum</i> (Cossua) Maire	*				*	*	*	*	*	*	End. atlas.	2700	3600	Xerophytes
<i>Geranium lucidum</i> L.	*				*	*	*	*	*	*	Euras.-medit.	1000	2700	Caillasse
<i>Geranium pyrenaicum</i> Burm. fil.	*				*	*	*	*	*	*	Euro.-medit.	1400	2800	Caillasse
<i>Geranium rotundifolium</i> L.	*				*	*	*	*	*	*	Euras.-medit.	1000	2700	Caillasse
POLYGALACEAE														

<i>Polygala rosea</i> Desf.	*				*	*	*	*	*	*	Maghrebin	1600	2400	Caillasse
<i>Polygala webbiana</i> Cossua	*				*	*	*	*	*	*	End. atlas.	300	1400	Caillasse
RHAMNACEAE														

<i>Rhamnus alpina</i> L.	*				*	*	*	*	*	*	W-Medit.	2700	3200	Falaises
<i>Rhamnus pumila</i> Turra.	*				*	*	*	*	*	*	Euro.-medit.	2350	3200	Falaises
GUTTIFERAE														

<i>Hypericum coadunatum</i> Chr. Smith	*				*	*	*	*	*	*	Maghrebin	1000	1800	Falaises
VIOLACEAE														

<i>Viola dyris</i> Maire var. <i>dyris</i>	*				*	*	*	*	*	*	End. atlas.	3200	4000	Eboulis
<i>Viola dyris</i> Maire var. <i>calcareo</i> Lid. & Maire	*				*	*	*	*	*	*	End. atlas.	3200	4000	Eboulis
<i>Viola dyris</i> Maire var. <i>orientalis</i> Emb.	*				*	*	*	*	*	*	End. atlas.	3200	4000	Eboulis
<i>Viola munbyana</i> Boiss. & Reut.	*				*	*	*	*	*	*	Maghrebin	1500	3000	Caillasse
<i>Viola odorata</i> L.	*				*	*	*	*	*	*	Euras.-medit.	500	1500	Caillasse
<i>Viola palustris</i> L.	*				*	*	*	*	*	*	Boreo-mont.	1500	3000	Bords eaux
<i>Viola parvula</i> Tineo	*				*	*	*	*	*	*	Euro.-medit.	1500	3000	Xerophytes
<i>Viola pyrenaica</i> Ramond	*				*	*	*	*	*	*	Euro.-medit.	1500	2400	Falaises
<i>Viola saxifraga</i> Maire	*				*	*	*	*	*	*	End. atlas.	2000	3000	Falaises
THYMELAEACEAE														

<i>Daphne laureola</i> L.	*				*	*	*	*	*	*	Euro.-medit.	1000	3000	Xerophytes
LYTHRACEAE														

<i>Lythrum junceum</i> Soland.	*				*	*	*	*	*	*	Medit.	500	2000	Bords eaux
<i>Lythrum thymifolia</i> L.	*				*	*	*	*	*	*	Medit.	500	2700	Bords eaux
ONAGRACEAE														

<i>Epilobium tetragonum</i> L. subsp. <i>tetragonum</i>	*				*	*	*	*	*	*	Euras.-medit.	500	2700	Bords eaux
UMBELLIFERAE														

<i>Apium nodiflorum</i> (L.) Lag.	*				*	*	*	*	*	*	Euras.-medit.	500	2500	Bords eaux
<i>Apium repens</i> (Jacq.) Lag.	*				*	*	*	*	*	*	Euro.-medit.	1500	3000	Bords eaux
<i>Bunium alpicum</i> W. & Kit. subsp. <i>atlanticum</i> Maire	*				*	*	*	*	*	*	W-Medit.	1400	2400	Caillasse
<i>Carum atlanticum</i> Litard. & Maire	*				*	*	*	*	*	*	End. atlas.	2500	3200	Xerophytes
<i>Carum proliferum</i> Maire	*				*	*	*	*	*	*	End. atlas.	3000	3500	Xerophytes
<i>Eryngium dichotomum</i> Desf. var. <i>ficariaefolium</i> Ball	*				*	*	*	*	*	*	End. atlas.	900	2600	Bords eaux
<i>Hetaucleum spondylium</i> L.	*				*	*	*	*	*	*	Eurasatique	1600	3500	Bords eaux
<i>Pimpinella tragiua</i> Vill. subsp. <i>lithophila</i> (Schisch.) Tutin	*				*	*	*	*	*	*	Medit.	1400	3300	Xerophytes
PRIMULACEAE														

<i>Androsace maxima</i> L.	*				*	*	*	*	*	*	Euras.-medit.	1500	2400	Caillasse
<i>Androsace villosa</i> L.	*				*	*	*	*	*	*	Boreo-mont.	3200	3500	Falaises
FLABRAGINACEAE														

<i>Armeria alliacea</i> (Cav.) Hoffmann	*				*	*	*	*	*	*	W-Medit.	1000	2700	Caillasse
GENTIANACEAE														

<i>Gentiana atlantica</i> Litard & Maire	*				*	*	*	*	*	*	End. atlas.	2200	3200	Pozzines
<i>Gentiana sierrae</i> Briquet	*				*	*	*	*	*	*	Betico-atlas	2600	3500	Pozzines
<i>Gentiana tenella</i> Retz.	*				*	*	*	*	*	*	Boreo-mont.	2700	3200	Pozzines
<i>Gentiana torreyana</i> Litard. & Maire	*				*	*	*	*	*	*	End. atlas.	2800	3250	Pozzines
CONVOLVULACEAE														

<i>Convolvulus sabatius</i> Viv. subsp. <i>asuritanicus</i> (Boiss.) Murb.	*				*	*	*	*	*	*	W-Medit.	500	2800	Caillasse

ESPECES	2K	4X	6X	XX	RIF	MA	AY	MG	GC	GO	AIRE	AMIN	AMAX	MILLEU
BORAGINACEAE														

<i>Buglossoides arvensis</i> (L.)Johnst. subsp. <i>gasparrinii</i> R.Fero.	Medit.	1500	2800	Caillasse
<i>Myosotis alpestris</i> Schm. subsp. <i>albomarginata</i> (Lindb.)Maire	Sereo-mont.	1500	4170	Bords caux
<i>Onosma fastigiatum</i> Br.-Bl. subsp. <i>mauretanicum</i> Maire	W-Medit.	1600	2400	Caillasse
LABIATAE														

<i>Acinos alpinus</i> (L.)Moench subsp. <i>meridionalis</i> P.W.Ball	Medit.	1500	3000	Xerophytes
<i>Calamintha grandiflora</i> (L.)Moench subsp. <i>baborensis</i> (Batt)Gal.	Euro.-medit.	1800	2200	Caillasse
<i>Clinopodium atlanticum</i> (Ball)Galland	End. atlas.	1000	3200	Xerophytes
<i>Clinopodium vulgare</i> L. subsp. <i>erundaeum</i> (Ball)Nyman	Euras.-medit.	1000	2700	Caillasse
<i>Dracocephalus renati</i> Emb.	End. atlas.	2700	3500	Xerophytes
<i>Hyssopus officinalis</i> L. subsp. <i>eristatus</i> (Godr)Briq.	Eurasiatique	2000	3300	Xerophytes
<i>Salvia verbenaca</i> L.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	Euras.-medit.	500	2700	Caillasse
<i>Scutellaria orientalis</i> L. var. <i>dennatensis</i> (Cosson)Bott.	E-Medit.	1400	3600	Caillasse
<i>Sideritis villosa</i> Cosson	End. atlas.	500	3300	Xerophytes
SCROPHULARIACEAE														

<i>Anarrhinum fruticosum</i> Desf.	Maghrebin	1000	2200	Caillasse
<i>Digitalis subalpina</i> Br.-Bl. var. <i>transiens</i> (Maire)Iven.	End. atlas.	1500	2500	Caillasse
<i>Euphrasia willkommii</i> Freyn	Betico-atlas	2000	3200	Pozzinas
<i>Linaria heterophylla</i> Desf. subsp. <i>galinoides</i> (Ball)Lit. & M.	End. atlas.	1500	4160	Xerophytes
<i>Linaria tristis</i> (L.)Mill. subsp. <i>tristis</i>	Ibero-maghr.	500	2500	Caillasse
<i>Linaria tristis</i> (L.)Miller subsp. <i>marginata</i> (Desf.)Maire	Ibero-maghr.	500	2500	Caillasse
<i>Linaria tristis</i> (L.)Miller subsp. <i>lurida</i> (Ball)Mairs	End. atlas.	1500	4000	Xerophytes
<i>Scrophularia laevigata</i> Vahl.	Ibero-maghr.	1000	2700	Caillasse
<i>Scrophularia ramosissima</i> Lois.	W-Medit.	2500	3000	Xerophytes
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	Euras.-medit.	500	2500	Bords caux
<i>Veronica arvensis</i> L.	Euras.-medit.	100	2500	Caillasse
<i>Veronica beccabunga</i> L.	Eurasiatique	1500	2800	Bords caux
<i>Veronica chartonii</i> Litard. & Maire	End. atlas.	3200	4070	Eboulis
<i>Veronica praecox</i> All.	Euro.-medit.	1500	2300	Caillasse
<i>Veronica repens</i> DC. var. <i>cyanea</i> Lit. & Maire	W-Medit.	2700	3400	Bords caux
<i>Veronica rosea</i> Desf.	Betico-atlas	1500	3400	Xerophytes
<i>Veronica sibthorpioides</i> Deb. & Deg.	Betico-atlas	1000	2400	Caillasse
GLOBULARIACEAE														

<i>Globularia howillii</i> Jahandiez & Maire	End. atlas.	2200	3100	Xerophytes
<i>Globularia nainii</i> Batt.	End. atlas.	1100	2400	Caillasse
PLANTAGINACEAE														

<i>Plantago coronopus</i> L. subsp. <i>cupanii</i> (Guss.)Nyman	Euras.-medit.	500	3500	Xerophytes
<i>Plantago subulata</i> L.	W-Medit.	1500	3200	Pozzinas
RUBIACEAE														

<i>Asperula aristata</i> L. fil. subsp. <i>acabra</i> (J. & C. Presl)Nyman	Euro.-medit.	1500	3500	Xerophytes
<i>Asperula hirsuta</i> Desf.	W-Medit.	500	2400	Caillasse
<i>Galium acuminatum</i> Ball	End. atlas.	1000	2400	Caillasse
<i>Galium album</i> Miller subsp. <i>album</i> (grex mollugo)	Eurasiatique	1500	3000	Xerophytes
<i>Galium spurium</i> L.	Euro.-medit.	500	2700	Caillasse
<i>Putoria calabrica</i> (L. fil.)DC.	Medit.	1000	2500	Caillasse
<i>Sherardia arvensis</i> L.	Euro.-medit.	500	1500	Caillasse
CAPRIFOLIACEAE														

<i>Lonicera pyrenaica</i> L.	Ibero-maghr.	2000	3500	Falaises
VALERIANACEAE														

<i>Centranthus bollandieri</i> Maire	Maghrebin	1000	3000	Falaises
<i>Valeriana globulariifolia</i> Ramond	Ibero-maghr.	1750	3000	Falaises
DIPSACACEAE														

<i>Pterocarpus depressus</i> Cosson	End. atlas.	1500	2700	Caillasse
<i>Scabiosa columbaris</i> L. subsp. <i>columbaris</i>	Eurasiatique	1600	2500	Caillasse
CAMPANULACEAE														

<i>Campanula atlantica</i> Maire, Gatt. & Weiller	End. atlas.	3000	3300	Falaises
<i>Campanula embergeri</i> Litard. & Maire	End. atlas.	1000	2500	Caillasse
<i>Campanula filicaulis</i> Dur.	Maghrebin	800	3500	Caillasse
<i>Campanula guinchoeti</i> Quezel	End. atlas.	2800	3100	Falaises
<i>Campanula mirei</i> Pav.	End. atlas.	1500	3600	Xerophytes
<i>Campanula mollis</i> L.	Betico-atlas	10	500	Caillasse
<i>Campanula trachelium</i> L.	Euro.-medit.	500	1400	Caillasse
<i>Campanula velata</i> Povel subsp. <i>mesatlantica</i> Litard. & Maire	Maghrebin	1600	2800	Falaises
<i>Feria angustifolia</i> (Schoub.) Buser	End. atlas.	1000	1500	Falaises
<i>Jasione humilis</i> Loisel	W-Medit.	1000	3400	Caillasse
<i>Trachelium caeruleum</i> L.	W-Medit.	500	1800	Falaises

ESPECES	2X	4X	6X	XX	RIF	MA	AY	MG	GC	OO	ATRE	AMIN	AMAX	MILIEU
COMPOSITAE														
.....														
<i>Achillea odorata</i> L.	W-Medit.	1800	2750	Caillasse
<i>Anacyclus atlanticus</i> Litard. & Maire var. <i>atlanticus</i>	End. atlas.	2800	3800	Xerophytes
<i>Anacyclus atlanticus</i> Litard. & Maire var. <i>venetus</i> Humbert	End. atlas.	2800	3900	Xerophytes
<i>Anacyclus pyrethrum</i> (L.) Link. var. <i>depressus</i> (Ball) Maire	Ibero-maghr.	800	3100	Caillasse
<i>Anthemis pedunculata</i> Desf. subsp. <i>pedunculata</i>	Ibero-maghr.	1500	2700	Caillasse
<i>Artemisia alba</i> Turra	W-Medit.	1900	2300	Caillasse
<i>Artemisia atlantica</i> Cosson & Dur.	Maghrebin	2300	2900	Caillasse
<i>Artemisia flabaultii</i> Emb. & Maire	End. atlas.	2000	2800	Caillasse
<i>Bellis caerulea</i> (Cosson) Ball	End. atlas.	1800	3500	Bords eaux
<i>Carduncellus stractyloides</i> Batt.	Maghrebin	2700	3700	Xerophytes
<i>Catananche caespitosa</i> Desf.	Maghrebin	1700	3100	Xerophytes
<i>Cirsium chrysacanthum</i> (Ball) Jahandiez	End. atlas.	1000	3700	Bords eaux
<i>Crepis boeckleriana</i> Ball	End. atlas.	2300	4160	Xerophytes
<i>Erigeron acer</i> L. subsp. <i>mesatlanticus</i> Maire	Eurasiatique	1500	2700	Caillasse
<i>Erigeron celerieri</i> Emb. & Maire	End. atlas.	2700	3200	Falaises
<i>Erigeron mairei</i> Br.-Bl.	Betico-atlas	3200	3500	Pozzines
<i>Gnaphalium genevotadi</i> Emb.	End. atlas.	3000	3400	Falaises
<i>Gnaphalium luteo-album</i> L.	Cosmopolite	500	2100	Caillasse
<i>Hertia maroccana</i> Maire	End. atlas.	1000	1900	Bords eaux
<i>Hieracium amplexicaule</i> L.	Euro.-medit.	2000	3200	Falaises
<i>Hieracium amplexicaule</i> L. subsp. <i>amplexicaule</i> Zahn	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Euro.-medit.	2000	3200	Falaises
<i>Hieracium pseudopilosella</i> Ten. subsp. <i>atlantica</i> Zahn	Euro.-medit.	1500	3100	Caillasse
<i>Hieracium pseudopilosella</i> Ten. subsp. <i>timinkariense</i> Zahn	Euro.-medit.	1500	2600	Caillasse
<i>Hyoseris radiata</i> L. subsp. <i>radiata</i>	Euro.-medit.	500	2800	Caillasse
<i>Hypochoeris leontodontoides</i> Ball. var. <i>glauca</i> Galland & Fav.	End. atlas.	2000	2500	Falaises
<i>Hypochoeris leontodontoides</i> Ball var. <i>leontodontoides</i>	End. atlas.	2000	3200	Falaises
<i>Hypochoeris leontodontoides</i> Ball var. <i>villosa</i> Maire	End. atlas.	2000	3200	Falaises
<i>Hypochoeris radicata</i> L.	Medit.	500	2500	Caillasse
<i>Lactuca tescerrima</i> Pourret	W-Medit.	1500	2800	Caillasse
<i>Lactuca viariata</i> (L.) Presl.	Euro.-medit.	1500	2500	Caillasse
<i>Leontodon atlanticus</i> (Ball.) Widder	End. atlas.	2700	3700	Pozzines
<i>Leucanthemum arundanum</i> (Boiss.) Cuatr.	Ibero-maghr.	1800	3500	Xerophytes
<i>Leucanthemum atlanticum</i> (Ball) Maire	End. atlas.	2400	4160	Falaises
<i>Leucanthemum depressum</i> (Ball) Maire	End. atlas.	1700	3000	Falaises
<i>Leucanthemum gayanum</i> (Cos.&Dur.)Maire subsp. <i>antiatlanticum</i>	Maghrebin	800	2400	Caillasse
<i>Leucanthemum pseudo-catananche</i> Maire	End. atlas.	1500	3850	Xerophytes
<i>Leucanthemum redieri</i> Maire	End. atlas.	2000	3000	Xerophytes
<i>Leucaea burardioides</i> Cosson	End. atlas.	1700	3800	Eboulis
<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cosson subsp. <i>spinosa</i>	Euro.-medit.	500	2300	Caillasse
<i>Phagnalon helichrysoides</i> (Ball) Cosson	End. atlas.	2400	3200	Falaises
<i>Phagnalon platyphyllum</i> Maire	End. atlas.	1500	3700	Falaises
<i>Picris hispanica</i> (Willd.) P.D. Sell	Ibero-maghr.	2900	3200	Xerophytes
<i>Scorzonera pygmaea</i> Sibth. & Sm.	Hedit.	500	3300	Caillasse
<i>Senecio doria</i> L.	Euras.-medit	1400	2300	Bords eaux
<i>Senecio maroccanus</i> P.H.Davis	End. atlas.	2700	3000	Falaises
<i>Serratula nudicaulis</i> (L.) DC.	W-Medit.	3000	2800	Caillasse
<i>Taraxacum atlanticum</i> Pomel	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Maghrebin	1500	2700	Caillasse

APPENDICE III :

LISTE DES DIFFERENTS COMPLEXES POLYPLOÏDES COMMENTÉS DANS LE CHAPITRE 5

Remarques

— Dans les titres des différentes rubriques proposées, "2X" signifie "diploïde" ou "moins fortement polyploïde" que "pX"

(p = nombre entier > 2)

— La valeur chromosomique indiquée "ailleurs" se rapporte à l'espèce ou au coenospecies concernés.

— Pour les commentaires, se rapporter aux pages 111-113.

a₁) MAROC : 2x — AILLEURS : 2x,px

Taxon	Maroc	Ailleurs
<i>Allium paniculatum</i> subsp. <i>breviscapum</i>	2x	2x, 4x, 6x
<i>Allium sphaerocephalum</i>	2x	2x, 4x
<i>Alyssum serpyllifolium</i> var. <i>serpyllifolium</i>	2x	2x, 4x
<i>Asperula aristata</i> subsp. <i>scabra</i>	2x	2x, 4x
		+ dysploïdie
<i>Camelina sativa</i>	2x (-2 ?)	2x
		+ aneuploïdie
<i>Cerastium arvense</i> subsp. <i>strictum</i>	2x	2x, 4x, 6x
<i>Deschampsia caespitosa</i> var. <i>atlantis</i>	2x	2x, 4x
		+ aneuploïdie
<i>Dianthus lusitanus</i>	2x	2x, 4x
<i>Dianthus sylvestris</i>	2x	2x, 4x, 6x
<i>Helictotrichon montanum</i>	2x	2x, 4x
<i>Montia fontana</i> subsp. <i>chondrosperma</i>	2x	2x, 4x
<i>Myosotis alpestris</i> subsp. <i>albomarginata</i>	2x	2x, 4x, 6x
<i>Narcissus bulbocodium</i> var. <i>nivalis</i>	2x	2x, 4x, 6x
		+ aneuploïdie
<i>Onosma fastigiatum</i> subsp. <i>mauretanicum</i>	2x	2x, 4x
<i>Parnassia palustris</i> subsp. <i>palustris</i>	2x	2x, 4x
<i>Polygonum aviculare</i>	4x	4x, 6x
<i>Polygonum bistorta</i>	2x	2x, 4x, 6x, 10x
<i>Putoria calabrica</i>	2x	2x, 8x
<i>Singuisorba minor</i> subsp. <i>rupicola</i>	4x	4x, 8x
<i>Sedum acre</i>	2x	2x, 3x, 4x, 5x, 6x, 8x
<i>Silene boryi</i>	2x	2x, 4x, 6x
<i>Thlaspi perfoliatum</i> subsp. <i>tinei</i>	2x	2x, 4x, 6x, 10x

a₂) MAROC : px — Ailleurs : 2x, px

Taxon	Maroc	Ailleurs
<i>Agrostis rupestris</i> var. <i>rupestris</i>	4x	2x, 4x
<i>Alopecurus pratensis</i> ssp. <i>brachystachyus</i>	8x	4x, 6x
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	4x	2x, 4x
<i>Arenaria grandiflora</i>	4x	2x, 4x
<i>Asphodelus cerasiferus</i>	4x	2x, 4x
		+ aneuploïdie
<i>Buglossoides arvensis</i> subsp. <i>gasparrini</i>	4x	2x, 4x, 6x
<i>Erodium cicutarium</i>	4x	2x, 4x, 5x
		+ aneuploïdie
<i>Geranium lucidum</i>	4x	2x, 4x, 6x
<i>Isatis tinctoria</i>	4x	2x, 4x
<i>Luzula hispanica</i> (grex <i>spicata</i>)	4x	2x, 4x, 6x
<i>Luzula multiflora</i>	6x	4x, 6x, 8x
<i>Malcolmia africana</i>	4x	2x, 4x
<i>Minuartia verna</i> subsp. <i>brachypetala</i>	4x	2x, 4x
<i>Poa nemoralis</i>	6x	4x, 5x, 6x, 7x
<i>Poa trivialis</i>	4x	2x, 4x
<i>Sanguisorba minor</i> subsp. <i>muricata</i>	8x	4x, 8x
<i>Scleranthus annuus</i> subsp. <i>polycarpus</i>	4x	2x, 4x
<i>Trisetum flavescens</i>	6x ? aneuploïdie	2x, 4x, 6x + dysploïdie

a₃) MAROC : 2x, px — AILLEURS : 2x

Taxon	Maroc	Ailleurs
<i>Brassica repanda</i>	2x, 6x, 16x	2x
<i>Iberis sempervirens</i>	2x, 6x	2x
<i>Paronychia polygonifolia</i> var. <i>plur.</i>	2x, 4x	2x

a₄) MAROC : 2x, px — AILLEURS : px

Taxon	Maroc	Ailleurs
<i>Arenaria pungens</i>	2x, 4x	4x
<i>Paronychia argentea</i>	2x, 4x	4x
(<i>Lotus grex corniculatus</i>)	2x, 4x	4x
(<i>Silene vulgaris</i> subsp. <i>macrocarpa</i>)	2x, 4x	4x

a₅) MAROC : 2x, px — Ailleurs : 2x, px

Taxon	Maroc	Ailleurs
<i>Asperula hirsuta</i>	2x, 4x	2x, 4x
<i>Arrhenaterum elatius</i> subsp. <i>plur.</i>	2x, 4x	2x, 4x
<i>Cerastium gibraltarium</i>	2x, 3x, 4x	2x, 4x, 6x
<i>Coronilla minima</i> subsp. <i>minima</i>	2x, 4x	2x, 4x, 6x
<i>Dactylis glomerata</i>	2x, 4x	2x, 4x
<i>Erysimum grandiflorum</i> (-sylvestre)	2x, 4x	2x, 4x
	+ aneuploïdie	+ aneuploïdie
<i>Erysimum incanum</i>	2x, 6x	2x, 4x
<i>Herniaria glabra</i> var. <i>glabra</i>	2x, 4x	2x, 4x, 8x
<i>Koeleria vallesiana</i>	4x, 6x, 8x	2x, 4x, 6x
<i>Ornithogalum umbellatum</i>	2x, 6x	2x, 4x, 6x
	+ aneuploïdie	+ aneuploïdie
<i>Plantago grex coronopus</i>	2x, 4x	2x, 4x
<i>Potentilla pennsylvanica</i>	4x, 6x	4x, 6x, 12x
<i>Rumex induratus</i>	2x, 4x	2x, 4x

INDEX SPECIFIQUE

En gras sont indiquées les pages où les taxons font l'objet d'un commentaire détaillé.

- Acinos alpinus* **90**
Aconitum lamarckii 2, **51**, 52
Aconitum lycoctonum 51
Adonis aestivalis 108
Aethionema graecum 54
Aethionema monospermum 54
Aethionema ovalifolium 54
Aethionema saxatile **54**
Aethionema thomasianum 54
Agrostis alpina 11
Agrostis atlantica 11
Agrostis nevadensis 11
Agrostis rupestris 2, 11, 111, 120
Allium paniculatum 24, 111
Allium sphaerocephalum 111
Alopecurus arundinaceus 12
Alopecurus brachystachyus 12
Alopecurus pratensis 12, 111, 115
Alopecurus ventricosus 12
Alyssum alpestre 56
Alyssum alyssoides 56
Alyssum atlanticum **55**
Alyssum granatense 56
Alyssum minus 2, 108, 116
Alyssum minutum 56
Alyssum montanum 55
Alyssum parviflorum 110
Alyssum psilocarpum **56**, 119
Alyssum serpyllifolium **56**, 57
Alyssum spinosum 6, 107
Androsace maxima 8, 77, **87**, 119
Androsace turczaninovi **87**
Androsace villosa 24, 107, 109
Anthemis montana 101
Anthemis pedunculata **100**
Anthemis tuberculata 100
Anthericum baeticum 24, 112
Anthericum liliago 24, 25, 111
Anthericum maurum 24, 25, 112
Anthoxanthum odoratum 111
Aquilegia viscosa 51
Aquilegia vulgaris 2, **51**, **52**
Arabis alpina 58, 59
Arabis auriculata **57**, 113
Arabis caucasica **58**, 59, 119
Arabis conringioides 57, 58, **59**, 60, 119
Arabis gerardii 60
Arabis glabra 58
Arabis hirsuta 60
Arabis josiae 59
Arabis nova 57
Arabis pauciflora 57, 60
Arabis pubescens **59**
Arabis recta 57
Arabis saxatilis 57
Arabis wernerii 59
Arenaria armerina **31**
Arenaria cucubaloides 35
Arenaria dyris **32**, 33, 35, 116
Arenaria grandiflora 6, **32**, 111, 120
Arenaria gypsophiloides 35
Arenaria mairei **33**, 116
Arenaria montana 36
Arenaria pungens 6, 32, 33, **34**, 112, 116, 120
Arrhenatherum elatius 112
Artemisia atlantica 107
Asperula aristata 2, **97**, 98
Asperula cynanchica 97
Asperula hirsuta **98**, 112, 121
Asperula pau 97
Asphodelus cerasiferus **25**, 111
Avena montana 14

Bellis caerulea 119
Brassica repanda **60**, 98, 112, 113, 115
Bromus hordeaceus 2, **13**, 108, 110
Bromus squarrosus 2, **13**, 110
Bromus tectorum 13
Buffonia mauritanica 111
Buglossoides arvensis 2, 110, 111
Bupleurum atlanticum 114
Bupleurum spinosum 6

Calamintha baborensis 90
Calamintha granatensis 90
Calamintha grandiflora **90**
Camelina alyssum 61
Camelina microcarpa 61
Camelina rumelica 61
Camelina sativa **61**, 111
Campanula filicaulis 107, 111, 114
Campanula mollis 108
Carduncellus atractyloides **101**, 109
Carduncellus duvauxii 101
Carduncellus monspelliensium 101
Carduncellus pinnatus 101
Carex divisa 21
Carex fusca 21, 109

- Carex leporina* 22
Carex mairii 22
Carum atlanticum 86, 119
Carum carvi 86
Carum copticum 86
Carum proliferum 86, 119
Catananche caespitosa 101
Centranthus angustifolius 99
Centranthus battandieri 99, 119
Centranthus lecoqii 99
Centranthus longiflorus 99, 120
Centranthus nevadensis 99
Cerastium arvense 6, 36, 38, 109, 111
Cerastium atlanticum 37, 108
Cerastium cerastoides 37, 75, 109
Cerastium dichotomum 37, 119
Cerastium gibraltarium 36, 38
Cerastium inflatum 38
Cerastium trigynum 37
Clinopodium atlanticum 90, 92
Clinopodium vulgare 8, 91, 108, 120
Convolvulus gharbensis 89
Convolvulus humilis 89
Convolvulus sabatius 89, 120
Convolvulus siculus 89
Convolvulus supinus 89
Convolvulus tricolor 89
Coronilla minima 78, 111, 112, 113, 115
Corrigiola littoralis 39
Corrigiola telephiiifolia 2, 39, 110
Cossonia africana 70
Cossonia platycarpa 70
Cotoneaster nummularia 119
Crepis hookeriana 2, 119
Cytisus balansae 6

Dactylis glomerata 2, 13, 112
Daphne laureola 2
Deschampsia caespitosa 14, 109
Dianthus cintranus 39, 40
Dianthus gaditanus 39
Dianthus lusitanus 39
Digitalis lutea 2, 93, 94
Digitalis parviflora 93, 94
Digitalis subalpina 93, 108, 117
Digitalis viridiflora 93, 94
Draba atlantica 63
Draba dedeana 63
Draba hederifolia 62, 64, 108, 116, 119
Draba hispanica 62
Draba huetii 64
Draba lutescens 63, 112, 119
Draba oreadum 64, 108, 110, 116, 119

Epilobium tetragonum 86
Erigeron celerieri 101
Erigeron mairei 101, 112
Erigeron major 101
Erinacea pungens 6

Erodium cicutarium 110, 111
Erysimum australe 64
Erysimum grandiflorum 64, 107, 111, 112, 114
Erysimum incanum 85, 112
Euphrasia minima 94
Euphrasia willkommii 94, 112, 120

Festuca hystrix 14
Festuca mairei 110
Festuca nevadensis 121

Galium acuminatum 98
Galium album 109
Galium pulvinatum 98
Gentiana atlantica 88, 108, 116
Gentiana sierrae 9
Gentiana tenella 109
Gentiana tornezyana 119
Gentiana verna 109

Geranium cinereum 2, 116, 117
Geranium lucidum 8, 83, 111
Geranium rotundifolium 110
Geum heterocarpum 77, 119
Geum kokanicum 77
Geum montanum 78
Geum rhodopeum 78
Globularia alypum 97
Globularia arabica 97
Globularia gracilis 96
Globularia liouvillei 96, 119
Globularia nainii 96, 119
Globularia nudicaulis 96
Graellsia saxifragifolia 62

Helictotrichon montanum 2, 14, 111
Helictotrichon planifolium 14
Helictotrichon sedenense 14
Herniaria glabra 2, 40, 110, 112
Herniaria incana 40, 41, 110
Herniaria regnieri 40, 109, 110, 113
Hieracium pseudopilosella 2, 102, 108
Hippocrepis liouvillei 79, 117
Homatophylla spinosa 6, 107
Hypochoeris laevigata 102, 117, 120
Hypochoeris leontodontoides 102, 117, 120

Iberis gros-miquelii 66
Iberis linifolia 66
Iberis pruitii 65
Iberis sempervirens 66, 107, 112, 113, 115
Isatis tinctoria 111, 120

Jasione crispa 2
Juncus articulatus 22, 107
Juncus fontanesii 22, 23, 107
Juniperus thurifera 6

Knautia arvensis 100
Koeleria caroli 15, 18, 119
Koeleria caudata 16, 108
Koeleria crassipes 16

- Koeleria splendens* 16
Koeleria valesiana 15, 16, 111, 112, 113, 115, 120
Lactuca tenerrima 2, 110
Leontodon atlanticus 103
Leontodon autumnalis 103
Leontodon croceus 103
Leontodon helminthioides 105
Leontodon helveticus 103
Leontodon hispanicus 104
Leontodon montanus 103
Lepidium hirtum 67, 107, 117
Leuzea berardioides 117
Linaria heterophylla 120
Linaria tristis 116, 117
Lobularia maritima 2, 110
Lonicera pyrenaica 120
Lotus alpinus 79
Lotus boissieri 79
Lotus borbasii 82
Lotus corniculatus 79, 111, 112
Lotus tenuis 82
Luzula alpinopilosa 23
Luzula atlantica 23
Luzula hispanica 24, 111, 120
Luzula multiflora 109, 110, 111
Luzula spadicea 23
Luzula spicata 24, 107
Lythrum hyssopifolia 85
Lythrum thymifolia 85
Malcolmia africana 111
Matthiola fruticulosa 69
Matthiola perennis 69, 117
Matthiola valesiaca 69
Medicago suffruticosa 82, 117
Minuartia funkii 41
Minuartia hybrida 41
Minuartia mutabilis 41
Minuartia rostrata 41
Minuartia rubella 42
Minuartia tenuifolia 41
Minuartia tenuissima 41
Minuartia verna 41, 111, 120
Monanthes atlantica 72, 108, 116, 119
Morisia hypogaea 70
Myosotis alpestris 2, 89, 109, 116
Myosotis atlantica 89
Narcissus bulbocodium 26, 111, 121
Narcissus marvieri 28
Narcissus rupicola 27
Narcissus watieri 28
Nardus stricta 75, 109
Nasturtium microphyllum 70
Nasturtium officinale 70
Onosma fastigiatum 9, 111, 119, 120
Ornithogalum narbonense 26
Ornithogalum umbellatum 112
Papaver atlanticum 54, 117, 119, 120
Papaver pinnatifidum 120
Papaver rupifragum 54, 120
Parnassia polustris 75, 109, 111
Paronychia argentea 2, 43, 45, 112, 115, 119
Paronychia polygonifolia 44, 112, 115, 116
Petrorhagia illyrica 46, 120
Phagnalon embergeri 104
Phagnalon helichrysoides 104
Phagnalon iminouakense 104
Phagnalon platyphyllum 103
Picris hispanica 104
Pimpinella tragiun 2, 86, 87
Plantago coronopus 112
Poa alpina 18, 108, 109, 115
Poa badensis 19
Poa caesia 19
Poa dimorphantha 19
Poa glauca 19, 109, 110
Poa infirma 19
Poa ligulata 19
Poa maroccana 19
Poa nemoralis 2, 19, 109, 110, 111.
Poa rivulorum 19, 109, 116
Poa supina 19
Poa trivialis 19, 111
Polycarpon polycarpoides 46, 114, 115, 120
Polygonum aviculare 2, 28, 110
Polygonum balansae 28
Polygonum bistorta 8, 29, 109, 111
Potentilla maura 78, 109, 117
Potentilla nevadensis 78
Potentilla pennsylvanica 112
Potentilla tornezyana 71, 109, 110, 119
Pterocephalus depressus 119
Putoria catabrica 98, 111, 119, 120
Raffenaldia platycarpa 70, 109, 110, 113, 115, 116
Raffenaldia primuloides 70, 110, 113, 115
Ranunculus aurasiacus 53
Ranunculus calandrinoides 52, 116
Ranunculus dyris 53
Ranunculus gramineus 52
Ranunculus lateriflorus 53
Ranunculus montanus 53
Ranunculus parnassifolius 52
Ranunculus peltatus 109
Ranunculus plantagineus 52
Rorippa atlantica 71, 108
Rumex acetosa 29, 116
Rumex acetosella 30
Rumex atlanticus 29, 116
Rumex induratus 30, 98, 112, 121
Rumex scutatus 30, 31
Rumex tingitanus 31

- Sagina saginoides* 47, 109, 121
Sagina nevadensis 47
Sanguisorba minor 111
Satureja grandiflora 90
Satureja vulgaris 91
Saxifraga demnatisensis 77
Saxifraga globulifera 76
Saxifraga hypnoides 76
Saxifraga pedemontana 76, 110, 116
Scabiosa columbaria 100
Scirpus setaceus 22
Scrophularia laevigata 94
Scutellaria alpina 92
Scutellaria orientalis 92, 107, 119, 120
Sedum acre 73, 111
Sedum album 75
Sedum brevifolium 75
Sedum caeruleum 75
Sedum dasyphyllum 74, 75, 112
Sedum modestum 75, 116
Sedum surculosum 72
Sempervivum tectorum 109, 116
Senecio boissieri 105, 106
Senecio gallerandianus 106
Senecio incanus 105
Senecio leucophyllus 105
Senecio maroccanus 105, 108, 117
Sideritis cossoniana 93
Sideritis curvidens 93
Sideritis lanata 93
Sideritis romana 93
Sideritis purpurea 93
Sideritis villosa 93, 108, 119
Silene ayachica 2, 47, 113
Silene boryi 48, 99, 111, 119, 120
Silene ciliata 61, 112
Silene conica 49
Silene dyris 49
Silene heterodontia 119
Silene mesatlantica 49, 119
Silene patula 49
Silene vulgaris 49, 112
Spergularia bocconei 50
Spergularia diandra 50
Spergularia microsperma 50
Spergularia tibestica 51
Stellaria alsine 109
Taraxacum atlanticum 14, 106
Taraxacum pycnoides 106
Telephium imperati 119
Telephium sphaerocephalum 119
Thlaspi arvense 71
Thlaspi erraticum 72
Thlaspi improprium 72
Thlaspi perfoliatum 8, 71, 120
Thlaspi tinei 71
Trachelium caeruleum 114
Trifolium humile 83
Trifolium pallescens 83
Trifolium thalii 83
Triglochin palustris 109
Trimorpha nevadensis 101
Trisetum bertolonii 21
Trisetum burnouffii 21
Trisetum flavescens 19, 111
Trisetum griseovirens 20, 117, 119
Trisetum villosum 21
Valeriana globulariifolia 120
Veronica anagallis-aquatica 108, 120
Veronica austriaca 95
Veronica chartonii 70, 95, 116, 117
Veronica repens 95
Veronica rosea 70, 95, 117
Veronica sibthorpioides 112, 119
Veronica tenuifolia 95
Vicia glauca 83, 116
Viola arborescens 85
Viola dyris 2, 84, 114, 115, 116
Viola palustris 2, 24, 107, 109, 110
Viola saxifraga 85, 108, 117, 119
Viola scorpiuroides 85

RESUME

1. La flore orophile du Maroc a fait l'objet d'une étude cytotaxonomique et cytogéographique à partir de laquelle ont été tirées un certain nombre de considérations sur l'origine et l'évolution de cette flore.
2. Le nombre chromosomique de 722 individus, appartenant à 300 taxons, a été déterminé. Toutes les plantes étudiées ont été récoltées *in situ* et plus de 500 individus ont été cultivés en jardin expérimental à Neuchâtel (Suisse). L'échantillonnage ainsi réalisé représente environ 50% de la flore orophile d'Afrique du Nord telle que l'a recensé QUEZEL (1957).
3. 31 espèces sont étudiées pour la première fois sous l'angle cytologique.
4. Sur la base d'observations cytologiques, morphologiques et chorologiques, la nomenclature d'un certain nombre de taxons a été revue et discutée (cf. GALLAND & FAVARGER, 1985). *Poa glauca* est signalé pour la première fois sur les montagnes d'Afrique du Nord.
5. Pour l'analyse cytogéographique globale, les résultats cytologiques de QUEZEL (1957), HUMPHRIES & al. (1978), TISSOT (1979), FAVARGER, GALLAND & KUPFER (1979), MULLER (1982) et CONTANDRIOPOULOS, FAVARGER & GALLAND (1984) ont été pris en considération et sont venus s'ajouter aux résultats du présent travail, portant ainsi à 369 le nombre de taxons analysés.
6. Les principales considérations cytogéographiques sont les suivantes :
 - Les taxons diploïdes sont en nette majorité (70%) dans la flore orophile du Maroc.
 - Parmi les polyploïdes, les éléments anciens, paléopolyploïdes, constituent une part très faible (3%) ; les néopolyploïdes sont en nombre non négligeable (13%) alors que les mésopolyploïdes (14%) sont nettement moins bien représentés dans la flore atlasique que dans celle des Alpes (30%).
 - Les taxons boréo-montagnards sont généralement diploïdes sur les Atlas ou présentent la même valence polyploïde qu'en Europe mais leur nombre chromosomique n'est jamais plus élevé sur les Atlas marocains qu'ailleurs.
 - La proportion d'éléments anciens (diploïdes relictuels et paléopolyploïdes) est très élevée dans la flore de l'horizon culminant qui compte d'ailleurs une forte proportion d'endémiques de souche méditerranéenne.
 - Les complexes polyploïdes décelés sur les montagnes marocaines ne sont pas rares (20 cas). Cependant, seuls 3 complexes propres aux Atlas marocains ont été découverts, les autres complexes possédant tous une distribution nettement plus large.
 - La distribution des races di- et polyploïdes de ces complexes ne semble correspondre à aucun type de pseudovicariance qui puisse être généralisé. Cela signifie probablement que la flore atlasique n'a pas connu les bouleversements liés aux glaciations du Quaternaire qui ont profondément marqué et remanié la flore médio-européenne.
 - Les taxons endémiques constituent environ 25% de la flore orophile du Maroc. Le schizoendémisme
7. Sur la base de données cytogéographiques et paléogéographiques, l'origine du peuplement végétal des montagnes marocaines a été retracée de la manière suivante :
 - Au cours du tertiaire, une flore de type méditerranéenne a succédé à une flore tropicale dont les témoins sont exceptionnels sur les montagnes d'Afrique du Nord.
 - Lors de sa surrection, dès l'Eocène moyen, la chaîne atlasique était séparée des chaînes bétiques au nord par un bras de mer reliant l'Atlantique et la Méditerranée. Une flore orophile s'est différenciée *in situ*. Les témoins de cette ancienne flore oroméditerranéenne (ou leurs descendants) sont généralement diploïdes ou, plus rarement, paléopolyploïdes ; ce sont des endémiques atlasiques ou des taxons orophiles dont l'aire est actuellement très disjointe en Méditerranée.
 - Les apports floristiques sur les Atlas durant le Tertiaire sont essentiellement venus de l'est, le détroit sud-rifain ayant probablement empêché tout contact direct avec le sud-ouest de l'Europe jusqu'à la fin du Miocène. Une quinzaine de taxons paléoendémiques ou à distribution relictuelle montrent d'incontestables affinités orientales.
 - A la fin du Miocène, au Messinien, l'assèchement presque complet de la Méditerranée a sans doute permis d'importants échanges de flores et de faunes entre l'Europe et l'Afrique du Nord. Cette « crise de salinité messinienne » permet d'expliquer des parentés floristiques entre les massifs bétique et atlasique, entre la Sicile et l'Afrique du Nord, et plus généralement, explique l'importance du contingent floristique ouest-méditerranéen dont l'aire chevauche largement le Déroit de Gibraltar et occupe les îles de la Méditerranée occidentale.
 - Le contingent boréo-montagnard de la flore atlasique, dont les caractères cytologiques sont anciens, a aussi très probablement atteint l'Afrique du Nord à la faveur de la « crise de salinité messinienne » et des bouleversements climatiques qui l'ont accompagnée.
 - Après le Messinien, il semble qu'il n'y ait plus eu de contacts directs entre les continents européen et africain et aucune donnée paléontologique n'indique une fermeture post-messinienne du Déroit. Le Rif, partie intégrante de la chaîne bétique jusque là, s'est secondairement rattaché au continent africain au Pliocène. Ce sont peut-être là les derniers échanges floristiques directs entre l'Europe et l'Afrique si l'on excepte les migrations à longue distance par le vent ou les oiseaux.
 - Alors que les taxons boréo-montagnards montrent une remarquable stabilité cytologique et morphologique sur les Atlas, des signes d'évolution récente ou subrécente (polyploïdie ou dysploïdie accompagnées de variabilité morphologique) ont été décelés chez des plantes méditerranéennes liées aux milieux climatiques. Ces milieux subissent d'ailleurs partout une forte pression due à l'activité humaine.

SUMMARY

Origin of the mountain flora of Morocco : a cytological and cytogeographical study

1. The mountain flora of Morocco was investigated by the means of cytotaxonomy and cytogeography in order to understand the origin and the evolution of this flora.
2. The chromosome number of 722 samples, representing 300 species, has been established. All the plants were collected *in situ* and more than 500 samples have been cultivated in experimental garden in Neuchâtel (Switzerland).
This sampling represents broadly 50% of the mountain flora of North Africa as listed by QUEZEL (1957).
3. The chromosome number of 31 species was studied for the first time.
4. Observations based on chromosome number, morphology and distribution led us to discuss or review the nomenclature of some taxa (cf. GALLAND & FAVARGER, 1985).
The presence of *Poa glauca* on the North African mountains is observed for the first time.
5. For the cytogeographical discussion (i.e. the discussion of the overall cytological results dealing with the mountains of Morocco), data published by QUEZEL (1957), HUMPHRIES & al. (1978), TISSOT (1979), FAVARGER, GALLAND & KUPFER (1979), MULLER (1982) and CONTANDRIOPOULOS, FAVARGER & GALLAND (1984) were analyzed along with the data of the present study, increasing up to 369 the number of analyzed taxa.
6. The main cytogeographical results are the following ones :
 - Diploid taxa represent a majority (70%) among the mountain flora of Morocco.
 - Among the polyploids, ancient taxa, paleopolyploids, are few (3%) while neopolyploids are better represented (13%). Mesopolyploids (14%) constitute a much smaller portion of the Atlas flora than it does for the Alpine flora (30%).
 - Boreo-alpine taxa are mostly diploid in the Atlas mountains or they have the same polyploidy level than in Europe.
 - The flora of the highest elevations (above 3500 m) comprises a large number of ancient taxa (diploid relicts and paleopolyploids) which are mostly mediterranean endemics.
 - 20 polyploid complexes have been detected on the Moroccan mountains. Most of them have a west-mediterranean distribution while only 3 are restricted to the mountains of Morocco.
 - Polyploid complexes do not show any general trends (pseudovicariance) for the relative distribution of their diploid and polyploid races. This is probably due to the fact that Pleistocene glaciations have been very local in North Africa and therefore less disturbing for the flora of the high Moroccan mountains than for that of central and northern Europe.
7. When the cytogeographical analysis is correlated with paleogeographical data concerning the Mediterranean basin, the following reconstruction of the origin and evolution of the high mountain flora of Morocco may be proposed :
 - During Tertiary, a mediterranean-type flora replaced gradually a tropical flora in North Africa. Except perhaps 1 or 2 taxa, there are no traces of this tropical element in the mountains of Morocco.
 - At its upthrust at the middle Eocene, the intra-continental Atlas range was isolated from the Betic mountains in the north by a wide stretch of sea connecting the Atlantic ocean and the Mediterranean sea. A mountain flora developed *in situ*, originating from Mediterranean autochthonous ancestors. Extant descendants are mostly diploid paleoendemics or, more rarely, paleopolyploids. Their present distribution is either very restricted or largely scattered in the Mediterranean area.
 - About 15 relictual taxa show clear eastern affinities. They are mostly diploid and they attest the existence of eastern-western migrations which have enriched the Atlas flora before the upper Tertiary.
 - At the upper Miocene, the messinian "saunty crisis" which desiccated large parts of the Mediterranean basin, provided direct migratory pathways between Europe and Africa, for the flora as well as for the fauna.
Present distribution patterns of many western Mediterranean taxa might be related to this period. This is particularly true for some polyploid complexes whose polyploid races are very widespread. Boreo-alpine species probably migrated southward at that period as it has been postulated for the arctic-alpine species of Corsica.
 - After the Messinian event, paleontological evidences show that Gibraltar Strait remained continuously open, preventing direct floral exchanges between Europe and North Africa.
During the Pliocene epoch, the Rif drifted southward from the Iberic Peninsula to North Africa. If we except long distance dispersal by wind or birds, this was probably the last direct floristic contact between Europe and Africa through Gibraltar Strait.
 - During the Quaternary, the major effect of glaciations on the North African flora was a climatic change.
 - While boreo-alpine taxa show a remarkable genetic stability, present signs of active differentiation (i.e. polyploidy or dysploidy associated with great phenotypic plasticity) are detected among some Mediterranean species growing in plant communities subjected to a heavy pressure by human activities.

- خلال الزمن الثالث جاءت غالبية النباتات الأطلسية من الشرق ويبدو أن المضيق جنوب - الريف كان عائقا لكل اتصال مباشر مع جنوب غرب أوروبا حتى نهاية الميوسين. حوالي 15 صنفا قديمي - الاستيطان تبدو لهم صلات أكيدة مع الشرق.
- في نهاية الميوسين (الميسيني = Messinien) مكن الحفاف شبه التام لمياه البحر المتوسط من وقوع تبادلات مهمة بين المجموعات النباتية والوحشية لكل من أوروبا وأفريقيا الشمالية. سمحت أزمة الملوحة الميسينية هذه بشرح الروابط النباتية بين السلاسل البيتيقية والأطلسية، بين صقلية وأفريقيا الشمالية، وعموما فإنها توضح أهمية الوحدة النباتية الغرب - متوسطة التي يتعدى نطاقها الجغرافي مضيق جبل طارق ويشمل الجزر الغربية للبحر المتوسط.
- يبدو من المؤكد أن الوحدة الجبال - شمالية (boréo-montagnard) لنباتات الأطلس ذات خصائص حلوية قديمة، قد وصلت إلى أفريقيا الشمالية بفضل «أزمة الملوحة الميسينية» والتقلبات المرافقة لها.
- بعد الميسيني يبدو أنه لم يحصل أي اتصال مباشر بين القارتين الأوروبية والأفريقية إذ لا وجود لأي معطى إحصائي يؤكد انغلاق المضيق بعد الميسيني. الريف الذي كان جزءا لا يتجزأ من السلسلة البيتيقية حتى تلك الفترة، ارتبط فيما بعد بالقارة الأفريقية خلال الميوسين، وربما حصلت آخر العمليات المباشرة للتبادل النباتي خلال هذا الارتباط إذا ما استثنينا إمكانية التنقل البعيد بواسطة الرياح أو الطيور.
- في الوقت الذي تُظهر فيه الأصناف الجبال - شمالية (boréo-montagnards) استقرارا سيتولوجيا ومورفولوجيا ملحوظا في الأطلس، تم رصد علامات تطور حديث (تعدد - الصيغة - الكروموزومية مرفوقا بتغيرات مورفولوجية) عند نباتات متوسطة مرتبطة بأوساط أوجية (climaciques)، غير أن هذه الأوساط تتعرض لاختلالات نتيجة الاستغلال البشري.

نيكول ثالان

ملخص

- أبحاث حول أصل نباتات أعالي الجبال بالمغرب: دراسة كاربولوجية وسيتوجغرافية
- 1 — شكلت نباتات أعالي الجبال بالمغرب موضوع دراسة تصنيفية وجغرافية اعتمادا على خاصيات الخلايا، وقد مكنت هذه الدراسة من استخلاص عدد من الاعتبارات حول أصل وتطور هذه النباتات.
 - 2 — تم حصر الصيغة الكروموزومية ل 722 فردا منتمين ل 300 صنف. كلى الاعشاب المدروسة جمعت بالميدان ؛ حوالي 500 فرد منها زُرِع بحديقة التجارب بنوشاطل (سويسرا).
 - 3 — تمت لأول مرة دراسة خاصيات الخلايا ل 31 نوعا.
 - 4 — رجعت ونوقشت تسمية عدد من الأصناف اعتمادا على ملاحظات مورفولوجية أو سيتولوجية (متعلقة بخاصيات الخلايا) ولأول مرة يعلن عن وجود نوع *Poa glauca* بجبال افريقيا الشمالية.
 - 5 — من أجل دراسة شمولية، استعملت نتائج عدد من الباحثين الآخرين لاغناء هذا العمل بحيث أصبح العدد الكامل للأصناف المدروسة هو 369 صنفا.
 - 6 — أهم الاعتبارات الجغرافية المرتكزة على خاصيات الخلايا (Cyto-géographiques) هي كالتالي :
 - الأصناف الثنائية - الصيغة - الكروموزومية (diploides) تشكل أغلبية نباتات أعالي الجبال بالمغرب (70%).
 - من بين الأصناف المتعددة - الصيغة - الكروموزومية (polyploides). تشكل العناصر التي اكتسبت هاته الصفة منذ أمد بعيد (poléo-polyploides) نسبة طفيلة جدا (3%)، بينما تحتل العناصر التي اكتسبتها منذ أمد قريب (néo-polyploides) مرتبة لأبأس بها (13%)، فيما يخص العناصر التي اكتسبت هاته الصفة منذ أمد متوسط (méso-polyploides) تعتبر نسبتها (30%) بين النباتات الأطلسية منخفضة بالمقارنة مع نباتات جبال الألب.
 - الأصناف «الجبال - شمالية» (boréo-montagnards) هي في غالب الأحيان ثنائية - الصيغة - الكروموزومية بالأطلس وقد تحتوي على نفس مستوى تعدد هاته الصيغة كما في أوروبا، لكن عددهم الكروموزومي (nombre chromosomique) لا يتجاوز أبدا ما هو معروف بالمناطق الأخرى.
 - تشكل العناصر القديمة (diploides relictuels et paléo-polyploides) نسبة جد مرتفعة بين نباتات القمم كما تحتوي على عدد مهم من المستوطنات ذات الأصل المتوسطي.
 - المركبات المتعددة - الصيغة - الكروموزومية المرصودة بالجبال المغربية ليست نادرة (20 خالة) منها 3 حالات خاصة بالأطلس واكتشفت فيه، أما باقي المركبات فلها توزيع جغرافي أوسع.
 - يبدو أن التوزيع الجغرافي للأصناف المزوجة أو المتعددة - الصيغة - الكروموزومية والمنتمة لهاته المركبات لا يتطابق مع أي نموذج شبه - عرضي (pseudo-vicariance) يمكن تعميمه، وربما يعني هذا أن النباتات الأطلسية لم تعرف التقلبات المرتبطة بالفترات الجليدية الرباعية التي طبعت وغيّرت بكيفية عميقة المجموعة النباتية الوسط - أوربية.
 - الأصناف المستوطنة تشكل حوالي 25% من نباتات أعالي الجبال بالمغرب. يبدو أن الاستيطان الفصامي (schizoendémisme) لعب الدور الأساسي في تميز (différenciation) نسبة كبيرة من المستوطنات ذات الأصل المتوسطي.
 - 7 — اعتمادا على معطيات جغرافية مرتكزة على خاصيات الخلايا (Cytogéographiques) وجغرافية قديمة (paléo-géographiques) تمت مراجعة مراحل نشأة التعمير النباتي للجبال المغربية على الطريقة التالية :
 - خلال الزمن الثالث حلت نباتات ذات طابع متوسطي مكان نباتات ذات طابع مداري (tropicale) ؛ هذه الأخيرة لم تختلف إلا بقايا تعتبر استثنائية بجبال شمال افريقيا.
 - كانت السلسلة الأطلسية أثناء تقيها منذ الايوسين الأوسط. منزلة عن السلسلة البيتيقية بواسطة ممر بحري يصل المحيط الأطلسي بالبحر المتوسط الأمر الذي مكن من تميز نباتات قممية عمليا. بقايا هذه النباتات أو الأصناف المنحدرة منها هي غالبا مزوجة الصيغة الكروموزومية أو نادرا قديمة - التعددية - الكروموزومية : إنها مستوطنات أطلسية أو أصناف قممية ذات نطاقات جغرافية متفككة في البلدان المتوسطية.

IMPRIMATUR POUR LA THÈSE

Recherches sur l'origine de la flore orophile
du Maroc: étude caryologique et cytogéo-
graphique

de Madame Nicole Galland-Vaucher

UNIVERSITÉ DE NEUCHÂTEL
FACULTÉ DES SCIENCES


Le Faculté des sciences de l'Université de Neuchâtel,
sur le rapport des membres du jury,

MM. les professeurs C. Favarger, Ph. Küpfer,
Mme J. Contandriopoulos (Marseille) et
M. J. Matthez (Montpellier)

autorise l'impression de la présente thèse.

Neuchâtel, le 28 avril 1987

Le doyen:



François Sigrist

Dépôt Légal : 538/1990

Achévé d'imprimer sur les presses
de l'Imprimerie El maârif Al Jédida – Rabat
Tél : 79 47-08/09/15/38
MAROC

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
—
جامعة محمد الخامس
المعهد العلمي

نيكول ثالان

أبحاث حول أصل نباتات أعالي الجبال بالمغرب :
دراسة كاربولوجية وسيتوجرافية

مؤلفات المعهد العلمي

سلسلة علم النبات، العدد 35

الرباط، 1988

RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

CONDITIONS GENERALES

Les manuscrits doivent être *inédits*; en fournir deux copies de bonne qualité.

L'auteur reçoit 25 tirés à part gratuits; pour les œuvres collectives, ils sont envoyés à l'auteur en tête de liste. Des tirés à part supplémentaires peuvent être obtenus, ils sont entièrement à la charge des auteurs.

Les illustrations en couleurs (cartes, photographies,...) sont également à la charge de l'auteur (sélection et tirage de couleurs), sauf dans la série "travaux" où l'éditeur peut, éventuellement, apporter une contribution.

PRESENTATION DU TEXTE

La dactylographie est en caractères minuscules, sauf pour les noms d'auteurs en cas de renvoi à une référence bibliographique, ceux-ci sont écrits en majuscules. Frappe sur papier de format 21x29,7cm, recto seulement; utiliser un double interligne pour le texte courant et un interligne simple pour les notes infrapaginales, résumés, listes de localités ou d'espèces, remerciements, références bibliographiques, titres de tableaux et légendes. Les marges sont de 4 cm à gauche et 2 cm à droite. À défaut de caractères penchés les mots latins seront soulignés. Indiquer la pagination.

Le titre général doit donner une idée précise du contenu du manuscrit.

Les noms et prénoms d'auteurs sont indiqués en entier, au dessous du titre.

Les adresses d'auteurs professionnelles de préférence, sont indiquées à la fin de l'article.

Fournir une liste raisonnable de mots-clés (à placer après les noms d'auteurs).

Les résumés ne doivent pas excéder une dizaine de lignes et doivent comporter nécessairement une version en français, une en anglais et une dans la langue de l'article; si possible, fournir également une version en arabe. Tout résumé qui n'est pas dans la langue de l'article doit commencer par la traduction du titre de celui-ci.

Un sommaire sera nécessaire si le volume du manuscrit le justifie.

Les notes infrapaginales doivent être séparées du corps du texte par un trait de 3 cm partant de la marge. Le numéro d'appel à une note infrapaginale sera inscrit en chiffres arabes, légèrement au-dessus de la ligne ("en exposant"), sans parenthèses.

La liste bibliographique ne doit comporter que les références signalées dans le texte. Les noms et les initiales des prénoms de tous les auteurs sont mentionnés. Cette liste est établie par ordre alphabétique des auteurs, et, pour le

(les) même(s) auteur(s), par ordre chronologique de parution. Les exemples donnés ci-après, à titre de modèles, représentent successivement un article paru dans un périodique, un article d'un ouvrage collectif et un ouvrage ou une thèse. La présentation ainsi que la ponctuation y doivent être rigoureusement respectées.

BOUKILI, H. & NOVIKOFF, A. (1987). - Sur l'ilménite mangano-magnésienne de Campo-Formoso, Bahia, Brésil. *Bull. Inst. Sci.*, Rabat, 11, 1-7.

ZERYOUHI, I. (1977). - Hydrogéologie du Moyen Atlas plissé. In Serv. géol. Maroc (éd.): *Ressources en eau du Maroc. T.3: domaines atlasique et sud-atlasique*. Notes & Mém. Serv. géol. Maroc n° 231, 67 - 84.

FEDAN, B. (1988). - *Evolution géodynamique d'un bassin intraplaque sur décrochements: le Moyen Atlas (Maroc) durant le Méso-Cénozoïque*. Thèse doc. ès-Sciences, Fac. Sci. Rabat, 338 pp.

Dans le corps du texte, les noms d'auteurs dans un renvoi à une référence sont en majuscules (pas d'initiales des prénoms). Pour une référence comportant plus de deux auteurs, seul le nom du premier, suivi de "& al." ou de "& coll.", sera cité.

ILLUSTRATIONS

Elles doivent être séparées du texte. Les figures sont numérotées en chiffres arabes, les planches en chiffres romains. Joindre les indications nécessaires pour la présentation des illustrations (réduction souhaitée, emplacement,...). La justification maximale d'une illustration est de 16,2x22 cm. Ne recourir aux dépliant: qu'en cas de nécessité absolue.

Outre les quatre coins de repérage situés le plus près possible des limites de l'illustration, chaque planche ou figure comportera, si nécessaire, une échelle graphique. L'illustration doit être à l'encre de chine noire sur calque uni, les caractères et signes au trace-lettres ou autocollants ("lettres à froter"). L'épaisseur du trait, la taille et l'écartement des signes et des caractères doivent tenir compte d'une réduction éventuelle au tirage. Si possible recouvrir l'original d'un fixatif (bombé aérosol).

Pour les illustrations photographiques, fournir des épreuves positives, bien contrastées et à grain fin, tirées sur papier blanc brillant; joindre le schéma d'assemblage des planches de photographies. Pour les cartes n'utiliser que l'échelle graphique.

Les tableaux sont fournis dactylographiés et/ou composés avec des signes auto-collants, prêts au clichage; les numéroter en chiffres romains (Tableau I, Tableau II, ...), indépendamment des planches et des figures.

Les titres des tableaux et les légendes des figures et planches sont fournis sur feuillets séparés.

نيكول ثالان

أبحاث حول
أصل نباتات أعالي الجبال بالمغرب :
دراسة كاريولوجية وسيتوجرافية

مؤلفات المعهد العلمي
سلسلة علم النبات، العدد 35
الرباط 1988