

CONTRIBUTION A LA CYTOTAXONOMIE DES ERYSIMUM VIVACES D'AFRIQUE DU NORD

Claude FAVARGER¹ et Nicole GALLAND¹

ملخص

فأفارجي كلود وكالان نيكول

مساهمة في التصنيف الخلوي لأنواع *Erysimum* المعمرة بافريقيا الشمالية

تكميلا لنتائج بحث سابق (فأفارجي ، 1980) درس الكاتبان مرفولوجية وكاربولوجية نوع *E. grandiflorum* من خمسة عشر مصدر بالمغرب والجزائر ونوع *E. semperflorens* من مصدرين بالجزائر . وأهم نتائج هذه الدراسة هي : (1) دراسة مفصلة للخصائص التي تميز *E. semperflorens* عن *E. grandiflorum* وإدخال تعديلات على المفتاح التصنيفي (مير، 1976) . (2) اكتشاف «سيتوتيبين» جديدين ($2n=38, n=7$) عند *E. grandiflorum* ، الأول في المغرب والثاني في الجزائر . (3) عدم وجود أي صلة بين هذين «السيتوتيبين» وجمع من الخصائص المرفولوجية . (4) اكتشاف «سيتوتيب» ثنائي من نوع *E. grandiflorum* يسלט ضوءا جديدا على فهم تطور هذا النوع في إفريقيا الشمالية .

RESUME

Complétant et élargissant les résultats d'un travail antérieur (FAVARGER 1980), les auteurs ont étudié la morphologie et la caryologie de 15 provenances nouvelles d'*Erysimum grandiflorum* Desf. du Maroc et de l'*E. semperflorens* (Schousb.) Wettst. d'Algérie. Les résultats principaux de cette étude sont les suivants : (1) les caractères distinctifs entre *E. semperflorens* et *E. grandiflorum* sont discutés en détail et des corrections ont été apportées à la clé dichotomique de MAIRE (1976); (2) deux nouveaux cytotypes ($n = 7$ et $2n = 38$) ont été découverts chez *E. grandiflorum*, le premier au Maroc, le deuxième en Algérie; (3) aucune corrélation ne paraît exister entre les cytotypes et une certaine constellation de caractères morphologiques; (4) la découverte d'un cytotype diploïde d'*E. grandiflorum* jette un jour nouveau sur l'évolution de cette espèce en Afrique du Nord.

SUMMARY

In order to complete the results of an anterior work (FAVARGER, 1980), the authors studied the morphology and caryology of 15 new proveniences of *Erysimum grandiflorum* from Morocco and Algeria and of 2 proveniences of *E. semperflorens* from Algeria. The principal results of this study are : (1) the distinctive characters between *E. grandiflorum* and *E. semperflorens* are discussed and the dichotomic key of MAIRE, (1976), has been corrected; (2) two new cytotypes for *E. grandiflorum* ($n = 7$ et $2n = 38$) have been uncovered, the first in Morocco. the second in Algeria; (3) it appears that none correlation exists between the cytotype and some constellation of morphologic characters. constellation of morphologic characters; (4) the discovery of a diploid cytotype of *E. grandiflorum* gives new ideas about this specie's evolution in North Africa.

¹ Institut de Botanique, Université de Neuchâtel, 22 Chemin de Cantemerle, CH. 2000 Neuchâtel

INTRODUCTION

D'après les résultats d'un travail précédent (FAVARGER 1980), l'*Erysimum grandiflorum* Desf. que les flores récentes d'Afrique du Nord (QUEZEL et SANTA, 1962; MAIRE 1976) désignent par le binôme d'*E. bocconeii* (All.) Pers. comprend au moins deux cytotypes, l'un à $n = 13$ (Maroc), l'autre à $n = 18$ (Maroc oriental, Algérie). Une plante à $n = 16$ a été découverte, en outre, dans la région d'Imlil. Celle-ci présentait parfois une méiose irrégulière. Enfin une plante d'Algérie, qui nous avait été envoyée par le professeur GUITTONNEAU, s'est révélée diploïde avec $2n = 14$ (GUITTONNEAU, *in litteris*, FAVARGER 1980), mais la position systématique de ce matériel n'était pas assurée.

Poursuivant ses recherches sur la flore orophile marocaine, le deuxième auteur (N.G.) a fixé au cours de ces dernières années d'assez nombreux échantillons d'*Erysimum grandiflorum* afin de préciser la distribution des cytotypes. D'autre part, la mise en culture à Neuchâtel des graines de la plante de Guittonneau a montré qu'il s'agissait en réalité d'*Erysimum semperflorens*. Enfin, au cours d'une mission au Hoggar et en Algérie avec le professeur J. CONTANDRIOPOULOS (Marseille) et les chercheurs de son laboratoire, le Dr. L. ZELTNER a fixé pour nous des *Erysimum* vivaces d'Algérie.

Ces divers matériels, dont l'étude cytologique a été effectuée à Neuchâtel, nous ont permis de compléter, surtout pour le Maroc, la carte de distribution, encore très sommaire, qui figurait dans le travail de 1980 et d'approfondir nos connaissances sur les cytotypes nord-africains appartenant à ce groupe. Ce sont ces informations nouvelles que nous présenterons ci-dessous. (Tabl. 1).

RESULTATS

Ils figurent au tableau 1. Nous commenterons ci-dessous nos résultats cytologiques ainsi qu'un certain nombre d'observations morphologiques que nous avons pu faire.

Tableau 1

Taxon	Provenance	No	n	2n	Stades observés et remarques	
<i>E. semperflorens</i> (Schousb.) Wetst. subsp. <i>elatum</i> (Pomel) Maire	Kadra (=Picard) entre Mostaganem et Tenès. Algérie	--	-	14	Mitoses de pétales et d'ovaires	
"	"	Leshaou. Steppe à Alfa à 30 km au NNW d'Aflou. Algérie. legit: G. Guittonneau	Guittonneau 75.10.17.07	-	14	Mitoses de jeunes feuilles
<i>E. grandiflorum</i> Desf.	Plateau du Tichka, en montant vers le Tizi-n-Targa 2 800 m H.A.	N.G. 756	7	--	Méta-et Anaphases I	
"	"	Versant Est du Masker 2 800 m H.A.	N.G. 226	7	14	Mitose pollinique et mitoses d'ovaires
"	"	Au Sud du Tizi-n-Talibout, près de Midelt. legit. Peyre et Nègre. M.A.	78-266	13	26	Anaphase I, Métaphase II, mitoses de racines (germinations)
"	"	Flanc NW du Bou Iblane 2 330 m M.A.	N.G. 270	13	26	Métaphase II, mitoses du connectif
"	"	A 3 km au S de Timahdite (col du Zad) 1 800 m H.A.	N.G. 201	13	26	Diacinèses, mitoses d'ovaires
"	"	Versant W du Tichchoukt 2 180 m M.A.	N.G. 275	13	--	Méta-et Anaphases I
"	"	Versant W du J. Fazaz, région de Tirrhist 2 150 m H.A.	79-1197	-	26	Mitoses de l'ovaire
"	"	Col au-dessus des sources de la Tessaout, M'Goun 3 150 m H.A.	N.G. 735	-	26	Mitoses de l'ovaire
"	"	Pied N du Tizi-n-Tighist (Rhat) 2 350 m H.A.	N.G. 723	-	26	Mitoses de l'ovaire
"	"	Tizi-n-Tichka, 2 250 m H.A.	N.G. 49	--	26	Mitoses de l'ovaire
"	"	Versant S-E de l'Igdat, 3 100 m H.A.	N.G. 13	--	26	Mitoses de pétale et d'ovaire
"	"	J. Tissouka, au-dessus de Chechaouen, 1 720 m Rif	79-1437	12 & 13	--	Métaphases et Anaphases I à $12_{II} + 1_I$
"	"	Forêt de S'Gag, Massif de l'Aurès 1 500 m Algérie	--	--	32	Mitoses de l'ovaire
"	"	Tizi-n-Kouilal, Djurdjura (entre Bouira et Tizi Ouzou) 1 650 m Algérie	--	--	38	Mitoses de pièces florales
"	"	Tizi-n-Kouilal 1 200 m Algérie	--	--	38	Mitoses de pétales

L'*ERYSIMUM SEMPERFLORENS* (SCHOUSB.) WETTST, EST-IL SPECIFIQUEMENT
DISTINCT DE L'*ERYSIMUM GRANDIFLORUM* DESF. ?

La plante récoltée par L. ZELTNER près de Mostaganem (*locus classicus* du subsp. *elatum* (Pomel) Maire de l'*E. semperflorens*) s'est révélée diploïde ($2n = 14$), (Fig. 7). Il en est de même des individus récoltés par le professeur GUITTONNEAU près de Leshou et que l'un de nous (FAVARGER, 1980) avait rapportés provisoirement à *E. grandiflorum*, non sans émettre quelques doutes à ce sujet (*op. cit.* p. 372). En effet, la plante cultivée à Neuchâtel à partir des graines originales possédait tous les caractères de l'*E. semperflorens* (voir ci-dessous).

La présence de ce taxon sur les Hauts Plateaux algériens n'a pas été signalée jusqu'ici à notre connaissance. L'espèce ne doit pas y être très rare; en effet un autre exemplaire que notre collègue GUITTONNEAU a récolté dans ce secteur (à 40 km au S W d'Aïn Oussera) se rapporte très probablement aussi à ce taxon¹ qui n'est donc pas particulier aux dunes entre la Macta et Mostaganem.

Le nombre chromosomique de l'*E. semperflorens* est rapporté ici pour la première fois, du moins à notre connaissance. Notre comptage ne concerne que le subsp. *elatum* qui semble propre à l'Algérie. Nous n'avons pu nous procurer encore de matériel vivant de la plante du littoral atlantique marocain: le subsp. *sempreflorens* (= subsp. *leucanthum* Maire).

Le problème des rapports entre l'*E. semperflorens* et l'*E. grandiflorum* mérite d'être examiné de près.

MAIRE (1976) dans sa clé dichotomique donne les caractères suivants pour la première espèce :

- Fleurs blanches ou blanc-jaunâtres; silique comprimée; nectaires médians, oblongs, non concrescents; embryon pleurorhizé.

et pour la seconde espèce :

- Fleurs jaunes; silique plus ou moins tétragone; nectaire médians concrescents en une lame; embryon obliquement notorhizé.

¹ Nous n'avons pu malheureusement déterminer son nombre chromosomique, parce qu'à l'échantillon était dépourvu de graines.

Nous avons comparé les divers cytotypes d'*E. grandiflorum* (du moins certains d'entre eux, dans la mesure où notre matériel s'y prêtait) avec les plantes de Mostaganem ou de Lashaou d'*E. semperflorens*.

Concernant les nectaires médians, nous sommes d'accord avec SNOGERUP (1967) qui trouve ce caractère inconstant et fort impropre à distinguer *Cheiranthus*¹ d'*Erysimum*.

D'après nos observations, on rencontre aussi bien chez *E. semperflorens* que chez *E. grandiflorum* des nectaires médians affectant la forme d'une barrette vue de profil ou de deux cornes divergentes, ou encore celle d'une lame courte bilobée, trilobée et même quadrilobée. Ce critère devrait donc disparaître des clés de détermination.

Le caractère plus ou moins comprimé ou tétragone de la silique n'est pas un bon critère pour distinguer les deux espèces. La silique de l'*E. semperflorens* est largement elliptique en coupe transversale. Chez *E. grandiflorum*, la silique est tantôt à peu près rectangulaire avec des nervures un peu saillantes (Tizi-n-Kouilal, Forêt de S'Gag, Plateau du Tichka), tantôt largement elliptique (Oukaïmeden, Azrou, Imlil) avec des intermédiaires (Tanout ou Fil-lal). En revanche, la couleur plus pâle des fleurs semble constante chez *E. semperflorens*. On pourrait y ajouter un caractère touchant la forme des pétales. Chez *E. semperflorens*, ceux-ci ont un limbe obovale, graduellement atténué en onglet², alors que chez *E. grandiflorum*, le limbe des pétales est presque circulaire et brusquement contracté en un onglet étroit.

Le critère de la graine: pleurorhizée ou notorhizée, a été examiné par SNOGERUP (1967) qui constate qu'entre ces deux extrêmes, il y a toutes sortes d'intermédiaires dans le genre *Erysimum* (*sensu lato*) et conclut que si l'on voulait séparer *Cheiranthus* d'*Erysimum* en se servant de ce caractère, il faudrait réunir à *Cheiranthus cheiri*, la section *Cheiroides*, le groupe de l'*E. capitatum* et quelques autres espèces, dont l'*E. grandiflorum* Desf.. Nous ne sommes pas d'accord sur ce dernier point avec l'auteur suédois qui donne une figure (fig. 2N, p. 14) pour *E. grandiflorum* qui ne correspond pas à ce que nous avons observé. En effet, dans deux provenances différentes de ce taxon,

¹ L'*Erysimum semperflorens* a été décrit sous le nom de *Cheiranthus semperflorens* et placé par DE CANDOLLE (1824) dans la section *Cheiroides* de ce genre.

² Cela apparaît bien sur la figure 28 C, de MAIRE (1976, p. 87).

nous avons trouvé des graines notorhizées ou obliquement notorhizées (Microphoto 1 et 2).

Dès lors, de deux choses l'une: ou bien l'*E. grandiflorum* montre sous ce rapport une grande variabilité et notre échantillonnage était insuffisant, ou bien, la figure publiée par SNOGERUP se rapportait en réalité à l'*E. semperflorens*, comme le laisserait supposer la provenance: "Algeria, Mostaganem".

Chez *Cheiranthus cheiri* (3 provenances examinées), la graine est nettement pleurorhizée, bien que le plan de séparation des deux cotylédons ne passe pas toujours exactement par le cylindre central de la radicule. Souvent la ligne de séparation des cotylédons (sur une coupe transversale) est coudée ou courbe et la radicule s'appuie davantage sur un cotylédon que sur l'autre (Microphoto 4). Chez *E. semperflorens* (provenance de Leshau), le plan de séparation des cotylédons est le plus souvent légèrement oblique par rapport au plan sagittal de la graine¹ (Microphoto 3), mais l'angle dièdre entre ces deux plans ne dépasse pas en général 20° (exceptionnellement il atteint 40°).

Dans l'*E. grandiflorum* (2 provenances marocaines examinées), la graine est en principe notorhizée, mais le plus souvent il y a entre le plan sagittal de la graine et le plan perpendiculaire à la séparation des cotylédons un angle dièdre de 20° à 25° (cf. Microphoto 1 et 2).

Le critère introduit par MAIRE (1976) est donc valable, mais il convient de le nuancer quelque peu; nous ne pouvons affirmer qu'un échantillonnage plus abondant ne permettrait pas de découvrir des situations intermédiaires. De toute façon, le caractère de la position de l'embryon ne saurait être utilisé seul, mais en relation avec les autres caractères morphologiques. Enfin, il conviendra encore d'examiner à ce sujet les graines du subsp. *semperflorens*.

Les graines d'*E. semperflorens* sont en général entourées d'une aile. Il est vrai que celle-ci est parfois étroite sur les côtés. En revanche, celles de l'*E. grandiflorum* sont aptères ou ne présentent une aile que dans la région chalazienne.

¹ Ce plan n'est pas facile à définir, car assez souvent les cotylédons se touchent par une surface gauche. En principe, le plan sagittal, qui correspond à la plus grande longueur de la graine, devrait passer par le centre de la radicule, mais ce n'est pas toujours le cas, d'où une certaine imprécision dans la mesure des angles.

Enfin un caractère qui nous paraît constant et qui se vérifie facilement concerne l'appareil végétatif. Les tiges d'*E. semperflorens* portent à l'aiselle des feuilles des fascicules de feuilles étroites et souvent conduplicuées. Nous n'avons jamais observé ce caractère dans les divers cytotypes d'*E. grandiflorum*.

Ainsi donc, il conviendrait de modifier la clé dichotomique de MAIRE de la manière suivante :

- Tige portant de nombreux fascicules axillaires de feuilles étroites et plus ou moins aciculées, fleurs jaune pâle à blanchâtres; pétales grands à limbe largement obovale graduellement atténué en onglet; graine ailée tout autour (parfois étroitement sur les côtés) à embryon pleurorhizé ou obliquement pleurorhizé. Nombre chromosomique: $n = 7$ (pour le subsp. *elatum*).

E. semperflorens (Schousb.)Wettst.

- Tige sans fascicules de feuilles axillaires; fleurs en général d'un jaune vif; pétales grands ou médiocres, à limbe orbiculaire brusquement contracté en onglet étroit; graine aptère ou à aile n'occupant que l'extrémité chalazienne; embryon notorhizé à obliquement notorhizé. Nombre chromosomique : $n = 7, \underline{13}, 16, 18, 19$.

E. grandiflorum Desf.

LES DIVERS CYTOTYPES D'*ERYSIMUM GRANDIFLORUM* DESF.

Aux trois cytotypes d'*E. grandiflorum* ($n = 13, n = 16, n = 18$) signalés dans le travail précédent d'un des auteurs (FAVARGER 1980), il faut en ajouter deux autres, à savoir $n = 7$ (2 provenances marocaines), et $2n = 38$ (2 populations algériennes du Djurdjura).

Le cytotype diploïde à $n = 7$ découvert par l'un des auteurs (N.G.) dans le Haut Atlas a une méiose régulière (fig. 1). Il en est de même chez le cytotype à $n = 13$ (fig. 2). Nous avons observé cependant une fois (matériel du Tizi-n-Talibout) des anaphases I avec 12 chromosomes d'un côté et 14 de l'autre, ce qui implique la non-disjonction d'une paire. Dans le matériel du Col

Rose des Vents déjà étudié en 1980 (*op. cit.*), où nous avons compté sur un individu $2n = 27$, nous avons étudié une autre plante cultivée à Neuchâtel à partir des graines. Nous y avons observé tantôt 13_{II} , tantôt 1 ou 2 tétravalents. La séparation inégale de l'un d'entre eux peut conduire à des plantes à $2n = 27$ (fig. 3). Dans le matériel du Rif, la métaphase I montre parfois $12_{II} + 1_I$ et sur une anaphase I, il y a 12 chromosomes de chaque côté et un univalent "laggard" entre les deux groupes (fig. 4). Cette plante serait donc un monosomique à $2n = 25$. Enfin dans les cytotypes à $n = 16$ et $n = 19$ d'Algérie, nous n'avons pu étudier la méiose, mais les nombres $2n = 32$ et $2n = 38$ sont attestés par plusieurs mitoses claires (fig. 5 et 6).

Si l'on parvient assez bien à distinguer l'*E. semperflorens* de l'*E. grandiflorum*, il en va tout autrement lorsqu'on essaie de trouver des critères morphologiques pour différencier les cytotypes.

C'est ce que l'un des auteurs constatait déjà en 1980 (FAVARGER, *op. cit.*). L'observation attentive d'un matériel plus abondant (une trentaine d'exsiccata venant de la nature, et une dizaine venant des cultures du jardin botanique) n'a pas apporté plus de clarté, tout au contraire. La comparaison est rendue difficile par le fait que tous les échantillons ne sont pas au même stade de développement; il faut donc beaucoup d'esprit critique pour ne pas se laisser égarer par des différences plus apparentes que réelles.

Une première constatation s'impose: sous les dehors d'une assez grande variabilité, les échantillons d'*E. grandiflorum* d'Afrique du Nord (Maroc et Algérie) que nous avons examinés, ne présentent entre eux aucune différence morphologique importante, autorisant la création de taxons d'un rang supérieur à la variété. Ce sont toutes des plantes vivaces, cespiteuses, offrant une souche plus ou moins puissante¹ et des rosettes stériles plus ou moins nombreuses. Les tiges florifères ne sont pas ramifiées. Les feuilles n'offrent que des poils en navette ou plus rarement quelques poils trifurqués à l'extrémité (rarement ceux-ci atteignent le 10% ou le 20% de l'ensemble des poils: 2 échantillons). Les siliques sont le plus souvent parallèles à l'axe de l'inflorescence, plus ou moins canescentes, à poils en navette, en général

¹ Une plante d'Oukaïmeden avait une racine pivotante de 12 mm de diamètre et accusait un âge d'environ 12 ans.

très rapprochés. Le style, muni souvent de poils trifurqués, mesure 3-4 mm de longueur. Les graines sont plus ou moins obliquement notorhizées (cf. p. 7).

La variabilité porte sur la hauteur de la plante, la largeur et la pubescence des feuilles, la forme de la silique (plus ou moins cylindrique ou quadrangulaire) et la grandeur des fleurs.

Tout au plus peut-on constater que les exemplaires algériens ont des siliques plus ou moins écartées de l'axe, souvent grêles et munies d'un style plus court (2-3 mm).

La deuxième remarque à faire est qu'il n'y a aucune corrélation entre le profil morphologique et le nombre chromosomique. Les groupes morphologiques constitués d'après la ressemblance des individus (par ex.: feuilles étroites et canescentes, ou bien: feuilles plus larges et vertes etc.) renferment plusieurs cytotypes différents, ou, ce qui revient au même, un cytotype déterminé comprend des individus ressortissant à des groupes morphologiques différents.

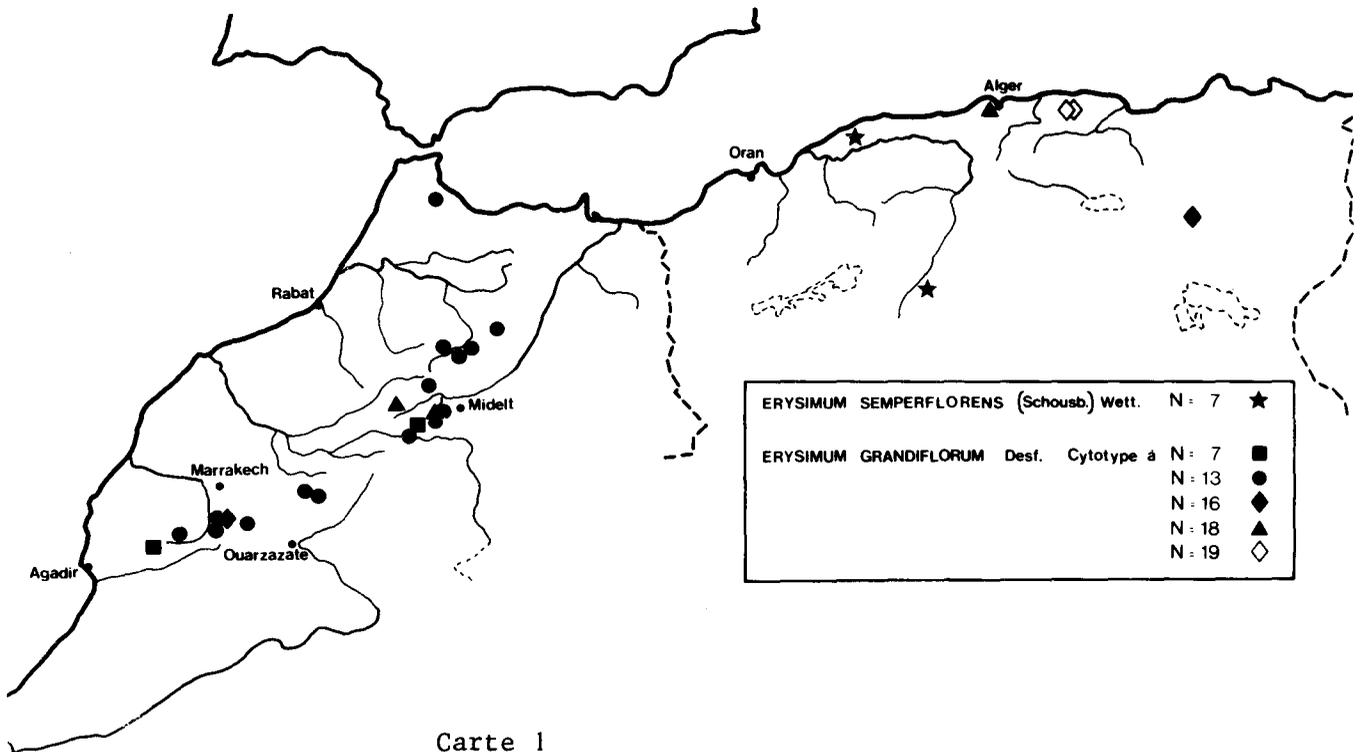
Aussi, dans l'état actuel de nos connaissances, il nous paraîtrait illusoire de donner un nom à nos cytotypes. Les divers taxons vivaces décrits en Afrique du Nord (à l'exception de l'*E. semperflorens*) et dont MAIRE (1976) a fait des variétés ont -à notre avis- peu de valeur taxonomique. Ils sont mal fondés (par ex. le caractère du podocarpe¹ allongé qui, selon POMEL (1874), caractérise l'"*E. nemorale*" n'a aucune constance, d'après BATTANDIER et TRABUT, 1888), ou bien ne représentent qu'un individu ou une population locale.

Tout au plus, pourrions-nous suggérer les rapprochements suivants:

- 1°) la plante de Chréa (Algérie; $n = 18$) correspondrait au var. *nervosum* (Pomel) Maire.
- 2°) la plupart des échantillons marocains et un échantillon algérien à feuilles étroites et canescentes ($n = 13$, $n = 16$, $n = 18$) se rattacheraient au var. *gramineum* (Pomel) Maire.
- 3°) les plantes à feuilles plus larges et moins canescentes ($n = 7$, $n = 13$ et $n = 16$) correspondraient au var. *minus* Batt.
- 4°) les plantes du Djurdjura ($n = 19$) se rattacheraient au var. *majus* Batt. mais le contour de ces variétés est extrêmement flou, et les limites entre elles assez arbitraires.

¹ Nous n'avons jamais observé de podocarpe dans aucun des échantillons examinés.

Si pour la taxonomie classique, la découverte de 5 cytotypes d'*E. grandiflorum* en Afrique du Nord ne permet pas -pour l'instant- d'améliorer la classification et apporte plutôt un élément de confusion supplémentaire, nos observations, en revanche, revêtent un intérêt certain pour la micro-évolution et l'histoire de la flore.



Carte 1

Distribution au Maroc septentrional et en Algérie des 5 cytotypes d'*Erysimum grandiflorum* et localisation en Algérie de l'*E. semperflorens* subsp. *elatatum* d'après les données acquises à ce jour.

La carte 1, établie d'après nos comptages, permet de faire quelques constatations:

1°) Le cytotype diploïde à $n = 7$ possède une aire très disjointe dans le Haut Atlas (Plateau du Tichka-Masker) qui paraît relictuelle. La plante sur

laquelle QUEZEL (1957) a compté $n = 8$ (M'Goun) se rattache peut-être aussi à ce cytotype ou bien en dérive, à la suite d'une anomalie méiotique, ce qui comblerait un peu la lacune de la distribution.

2°) La plupart des plantes marocaines se rattachent au cytotype à $n = 13$, qui est très répandu dans ce pays (Rif, Moyen-Atlas, Haut-Atlas calcaire Haut-Atlas siliceux). Il s'agit très vraisemblablement d'hypotétraploïdes dérivés du cytotype à $n = 7$ (14 \rightarrow 13).

3°) Les populations algériennes, étudiées jusqu'ici, représentent toutes des polyploïdes ($n = 16$, $n = 18$, $n = 19$). Le cytotype à $n = 18$ de l'Atlas de Bli-da est peut-être relié spatialement aux plantes du Moyen-Atlas (région de Middel) à moins que l'origine de ce cytotype ne soit polytopique. Quant au cytotype à $n = 16$, il est vraisemblablement polytopique (Imlil-Aurès).

4°) La genèse des polyploïdes à $n = 16$, 18 ou 19 a nécessité sans doute des croisements intéressant les cytotypes à $n = 13$ (et peut-être à $n = 11$ si les recherches ultérieures permettent de découvrir ce dernier en Algérie ou en Tunisie) et le cytotype à $n = 7$ (Maroc) ou éventuellement l'*E. semperflorens* (Algérie)

Trois conclusions d'une portée plus générale ressortent de ce travail:

1°) Chez *Erysimum grandiflorum*, les cytotypes ne correspondent à aucun taxon bien défini et il serait parfaitement illusoire d'en faire des espèces. Autrement dit, ainsi que l'a écrit un des auteurs: dans le groupe de l'*E. grandiflorum*, "l'évolution caryologique précède l'évolution morphologique" (FAVARGER, 1980, p. 392).

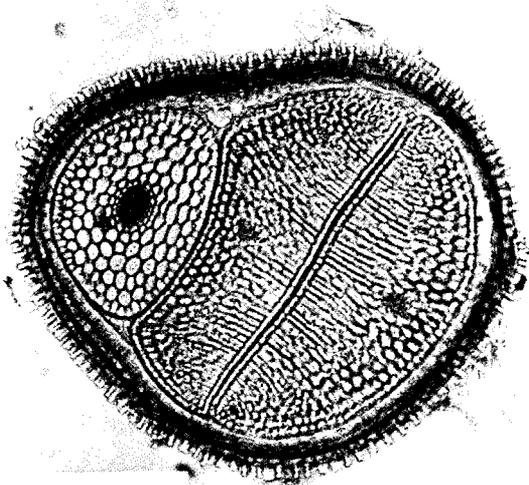
2°) La variabilité morphologique de l'*Erysimum grandiflorum* qui est assez grande en Afrique du Nord, bien qu'elle ne porte pas -comme nous l'avons vu- sur des caractères très importants, pourrait être en partie provoquée par l'instabilité cytologique. Cette espèce est particulièrement répandue dans l'étage des xérophytes épineux, or celui-ci a gagné du terrain par suite du recul de la forêt. On peut se demander si l'évolution rapide de ce groupe de plantes n'a pas été favorisée par l'ouverture "d'espaces neufs".

3°) La découverte par l'un d'entre nous (N.G.) d'un cytotype à $n = 7$ d'*E. grandiflorum* est un argument important en faveur de la seconde hypothèse que

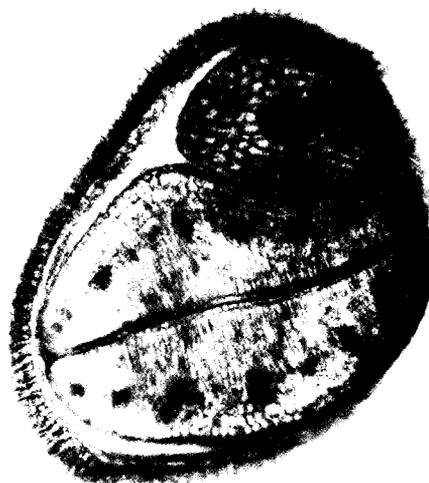
nous avons avancée pour expliquer la présence d'un cytotype à $n = 13$ au Maroc (FAVARGER 1980, p. 388-389). Celui ci ne serait pas en relation directe avec les populations à $n = 13$ des Pyrénées et de la Chaîne cantabrique, mais serait né indépendamment et par une évolution cytologique parallèle, à partir de l'*Erysimum grandiflorum* du Haut-Atlas à $n = 7$. Ce dernier appartient au même groupe que l'*E. australe* (= *E. Bocconeii*) du nord-ouest de la Méditerranée et représente vis-à-vis de lui un vicariant vrai ou un schizoendémique.

BIBLIOGRAPHIE

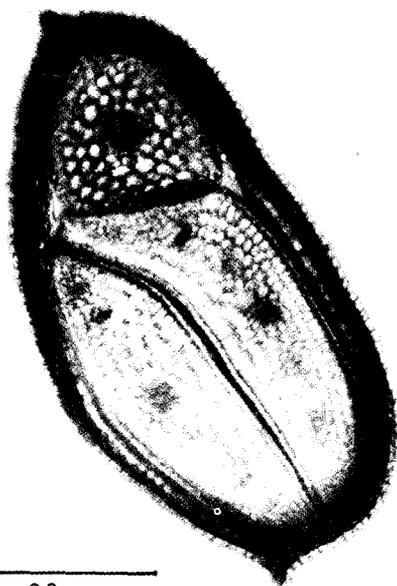
- BATTANDIER, J.A. et TRABUT, L. (1888).- *Flore de l'Algérie et catalogue des plantes du Maroc* - Jourdan, Alger, 872 p.
- CANDOLLE, A.P. de (1824).- *Prodromus systematis vegetalis regni vegetabilis..- Parisiis*, 136 p.
- FAVARGER, C. (1980).- Un exemple de variation cytogéographique: le complexe de l'*Erysimum grandiflorum-sylvestre* - *Anal.Inst.Bot.Cavanilles*, 35, 361-393.
- MAIRE, R. (1976).- *Flore de l'Afrique du Nord* (vol. 14)- Paris, Lechevalier, 397 p.
- POMEL, A. (1874).- Nouveaux matériaux pour la flore atlantique - *Bull.Soc. climat.Alger*, 369-371.
- QUEZEL, P. (1957).- *Peuplement végétal des Hautes montagnes de l'Afrique du Nord* - Paris, Lechevalier, 463 p.
- QUEZEL, P. et SANTA, S. (1962).- *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales* - Paris, Ed. du CNRS, 1170 p.
- SNOGERUP, S. (1967).- Studies in the Aegean flora. VIII. *Erysimum* sect. *Cheiranthus*. A. Taxonomy, *Opera Bot.*, 13, 70 p.
- SNOGERUP, S. (1967).- Studies in the Aegean flora. IX. *Erysimum* sect. *Cheiranthus*. B. Variation and evolution in the small population system, - *Opera Bot.*, 14, 86 p.



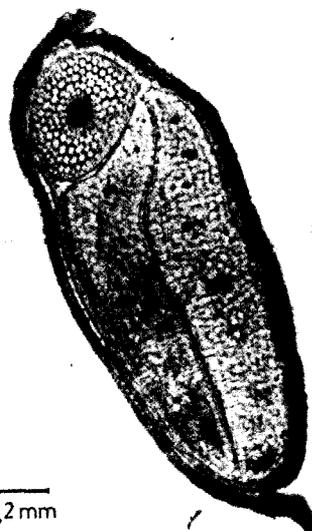
1. 0,2 mm



2. 0,2 mm



3. 0,2 mm



4. 0,2 mm

MICROPHOTOGRAPHIES 1 à 4 :

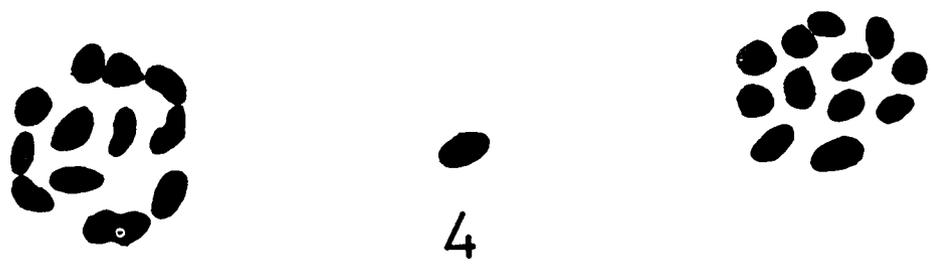
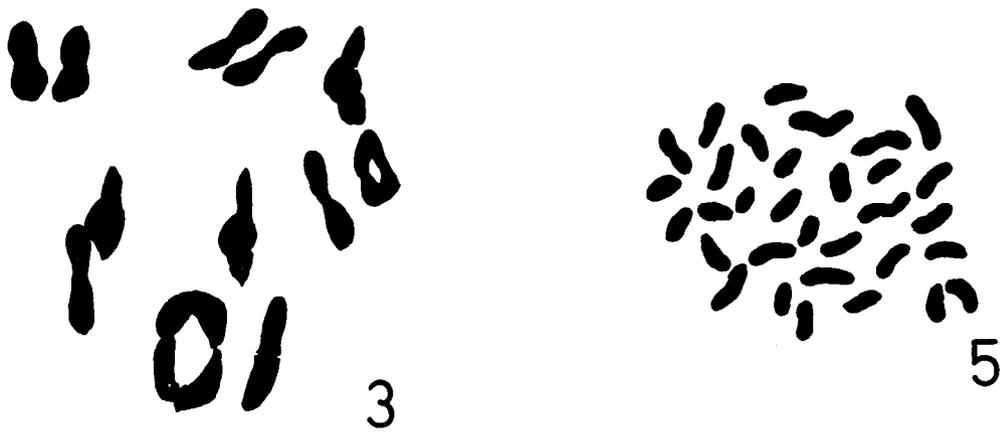
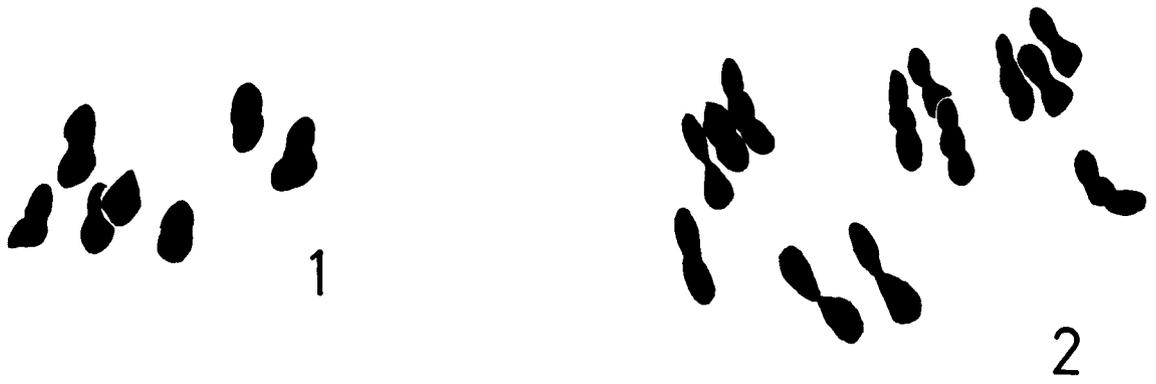
Coupes transversales de graines et photographies au microscope optique.

1. *Erysimum grandiflorum*, Col Rose des Vents, Maroc
2. *Erysimum grandiflorum*, Col du Tanout ou Fillal, Maroc
3. *Erysimum grandiflorum*, Leshau, Algérie
4. *Cheiranthus cheiri*, Jardin botanique de Neuchâtel, Suisse

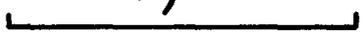
FIGURES 1 à 7



1. *Erysimum grandiflorum*, Plateau du Tichka, métaphase I ($n = 7$)
2. " " Tichchoukt, métaphase I ($n = 13$)
3. " " Col Rose des Vents, mataphase I ($11_{II} + 1_{IV}$)
4. " " J. Tissouka, anaphase I (12 chromosomes + 1 univalent)
5. " " Forêt de S'Gag, métaphase somatique ($2n = 32$)
6. " " Tizi-n-Kouilal, métaphase somatique ($2n = 38$)
7. *Erysimum semperflorens*, Kadra (Picard), métaphase somatique



10μ



A horizontal scale bar with a vertical tick at each end, indicating a length of 10 micrometers.