

# La ploïdie

**B.C. - Juillet 2002**

Christophe GIROD - 29 septembre 2000

J'aimerais avoir une réponse à une question que je me pose depuis un bout de temps sur la ploïdie : les espèces triploïdes, tétraploïdes, etc. possèdent-elles des paires de chromosomes ou des triplets (si on prend l'exemple de *Gagea Bohemica* dans le Monde des Plantes 462 : triploïde dans la vallée du Rhône à  $2n=36$ ) ? Dans le cas où elles possèderaient des triplets, pourquoi n'écrit-on pas  $3n=36$  ou  $3x=36$  si  $n$  ou  $x$  désigne le nombre de base du genre ? Ma prof de bio en terminale ignore l'existence de niveaux de ploïdie supérieurs à diploïde dans la nature et n'a pas pu me répondre.

Errol VELA - 29 septembre 2000

Vivement que ta prof de bio prenne sa retraite !!! Après, on se demande pourquoi les jeunes étudiants sortis du Lycée ne connaissent rien en bota ??? (sauf toi bien sûr).

Je ne signe pas, je vais passer pour un médisant...

Jean-Pierre JACOB - 29 septembre 2000

On peut aussi se demander par qui les profs sont si mal formés... Comment est donc organisée actuellement leur formation continue ?

JPJ. prof de Sciences Nat. en retraite

Christophe GIROD - 30 septembre 2000

J'y suis peut-être allé un peu fort : quand je dis : " elle connaissait pas ", c'est qu'elle en avait vaguement entendu parler pour certains blés artificiels. À sa décharge, on peut aussi dire que l'enseignement toutes matières confondues est de plus en plus ténu et on leur demande de rester aux cas généraux (dans le cas de la ploïdie, différence haploïde-diploïde). Et puis, même si elle connaissait pas, ça l'intéressait. Et puis, je dois quand même à une prof de bio d'avoir commencé un herbier dès 1995.

On s'éloigne un peu du sujet. Personne n'a vraiment répondu à la question au fait.

Jalal EL OUALIDI - 30 septembre 2000

Bonjour,

L'écriture correcte est  $2n=3x=36$ ,  $x$  étant le nombre de base, ici il est de 12 bien entendu.

Jalal EL OUALIDI

Université Mohammed V - Département de Botanique et Ecologie Végétale - Rabat Maroc

Christophe GIROD - 30 septembre 2000

Merci de ce premier élément de réponse, mais la deuxième partie de la question n'a pas été éclaircie : les chromosomes sont-ils par paires ou par triplets (dans le cas d'une espèce triploïde) ; en gros : y-a-t-il 18 paires de chromosomes ou 12 triplets dans ce cas précis ?

Errol VELA - 30 septembre 2000

12 triplets si j'ai bien compris... 2n, c'est juste pour différencier le stade "zygote et suivants" (di- ou polyploïde) du stade "gamète" (haploïde). Mais les polyplœidies impaires sont des cas à part, c'est plus simple pour les tétra, hexa ou octoploïdies, je pense ?

Christophe GIROD - 30 septembre 2000

Merci de la réponse, mais ça pose un problème au moment de la méiose, non? Normalement, les paires de chromosomes se dissocient (un chromosome d'un côté et l'autre, de l'autre), si la polyplœidie est impaire, les chromosomes se séparent comment? Il faudrait supposer qu'une des cellules filles reçoit deux chromosomes et l'autre, un, parce que je vois mal comment on peut faire autrement (à moins de faire un chromosome et demi par cellule fille et là j'imagine même pas le problème). Normalement, il faudrait donc, pour maintenir la plœidie, qu'une cellule sexuée qui a reçu 2 chromosomes rencontre la cellule de l'autre sexe qui en a reçu un seul, et vice versa, non? Ce n'est qu'une hypothèse, quelqu'un peut confirmer ou infirmer? Pour ce qui est des plœidies paires, il ne doit y avoir aucun problème: autant de chromosomes de chaque côté.

Daniel MATHIEU - 30 septembre 2000

*"12 triplets si j'ai bien compris..."*

Je n'ai jamais fait de bio et je ne connais qu'une trisomie, celle du chromosome 21. S'agit-il d'un phénomène analogue, généralisé à l'ensemble du patrimoine génétique ?

Ludovic THEBAULT - 1er octobre 2000

*"S'agit-il d'un phénomène analogue généralisé à l'ensemble du patrimoine génétique ?"*

Oui.

Diploïde = 2 jeux de chromosomes - 2n - (un jeu venant du père, un de la mère).

Triploïde = 3 jeux de chromosomes - 3n. Généralement, c'est une anomalie de la méiose qui, au lieu de former un ovule haploïde, donne un "ovule" diploïde. Après fécondation, il y a donc 3 jeux de chromosomes. Par contre, je crois que ces espèces triploïdes sont stériles.

Tétraploïdes = 4 jeux de chromosomes - 4n. Là, c'est la combinaison d'une anomalie de la méiose qui forme 2 "ovules" diploïdes et d'une autofécondation, ou bien il s'agit d'une erreur lors de la réplication d'un oeuf fécondé normal (diploïde). Les tétraploïdes ne peuvent ensuite se reproduire qu'avec d'autres tétraploïdes.

Roger CRUON - 1er octobre 2000

Tout est possible chez les plantes. Les Rosa de la section canina sont des pentaploïdes, mais néanmoins fertiles (en règle générale les niveaux impairs de polyplœidie sont stériles ou peu fertiles, du fait de difficultés à la méiose). Le génome comprend 7 paires de chromosomes et 21 chromosomes non appariés. Seules les paires participent à la méiose; le pollen ne comprend que 7 chromosomes (provenant des paires) et l'ovule en comprend 28 (7 provenant des paires, plus les 21

non appariés) ; ainsi, la fécondation redonne les 35 chromosomes voulus. Les hybrides (fréquents) ressemblent plus au parent femelle qu'au mâle.

Jean DEXHEIMER - 1er octobre 2000

Bonjour ! Je vais essayer d'apporter ma (modeste) contribution à la compréhension de la ploïdie chez les végétaux. Tout d'abord, il convient de rappeler quelques préalables :

1 - La quasi totalité des êtres vivants, dont les végétaux vasculaires, sont diploïdes, c'est à dire que leurs chromosomes sont en double, un lot venant de l'héritage maternel, l'autre de l'héritage paternel. Si chaque lot est indiqué par  $n$  ( $n$  pouvant prendre une valeur quelconque), la plante est  $2n$ . Elle est qualifiée de sporophyte.

2- La méiose va produire des cellules haploïdes, donc à  $n$  chromosomes. Ces cellules, directement ou indirectement, finiront par donner des gamètes mâles ou femelles. Le point important, c'est qu'au cours de la méiose, les chromosomes identiques de chaque lot s'apparient. Ainsi, le chromosome 1 femelle s'appariera avec le chromosome 1 mâle et ainsi de suite. L'appariement ne se fait que 2 par 2 et ne peut se faire qu'avec des chromosomes identiques.

Ces préambules étant posés, voyons ce qui se passe. Pour un individu diploïde, issu de parents de la même espèce, aucun problème : les deux lots sont identiques. Si, un lot haploïde est appelé  $A$ , l'individu à  $2n$  sera  $AA$ . Il peut arriver que la méiose ait un accident et qu'on se retrouve avec un individu triploïde:  $AAA$ . Gros problème à la méiose suivante : deux lots pourront s'apparier mais il restera un lot. Dans le plupart des cas, ces chromosomes non appariés vont se répartir aléatoirement. Il est évident que la sexualité ne sera pas normale et que les individus triploïdes sont stériles. Par contre si l'on a un individu tétraploïde ( $AAAA$ ), l'appariement est possible et le tétraploïde est fertile. Tout comme, dans une certaine limite, les polyploïdes pairs ( $6n, 8n, \text{etc.}$ ). Les polyploïdes impairs ( $3n, 5n, 7n, \dots$ ) sont, eux, stériles.

Que se passe-t-il si un tétraploïde s'hybride avec un diploïde ? Les gamètes du tétraploïdes seront  $AA$ , ceux du diploïde  $A$ , résultat l'hybride sera  $AAA$ ... c'est à dire un triploïde stérile. Autrement dit, les tétraploïdes sont isolés génétiquement des formes diploïdes et, au sein d'un même peuplement, il peut y avoir des diploïdes et des tétraploïdes.

Les choses se compliquent lorsqu'il y a hybridation entre deux espèces du genre ou d'un genre très proche. Par exemple, soit une espèce avec  $2n$   $AA$  et une autre espèce avec  $2n= BB$ , la valeur des  $2n$  pour chaque espèce pouvant être différente. Les gamètes formés seront  $A$  et  $B$  et l'hybride sera  $AB$ . Dans ces conditions, il n'y aura pas appariement et l'hybride sera stérile.

Mais mère nature à tout prévu... Il arrive que ces hybrides deviennent polyploïdes, par exemple  $AABB$  (on parle d'allopolyploïde). L'appariement devient à nouveau possible ; l'hybride est fertile et il n'est pas besoin d'une grande démonstration pour constater qu'il est isolé génétiquement des parents. Ce système est créateur d'espèces nouvelles. Deux exemples classiques : *Spartina townsendi*, hybride allopolyploïde entre *Spartina alterniflora* et *Spartina maritima* (*S. stricta*) et l'ancêtre des blés cultivés actuels, hybride allopolyploïde entre un *Triticum* sauvage et un *Aegilops*. Je crois, aussi, que c'est le cas pour le maïs, beaucoup d'espèces d'Iris, etc.. Je pense que les gens de l'INRA pourraient donner encore d'autres exemples.

Bernard HILL - 1er octobre 2000

*Christophe Girod a écrit :*

*"Merci de la réponse mais ça pose un problème au moment de la méiose non ? Normalement les paires de chromosomes se dissocient (un chromosome d'un côté et l'autre de l'autre), si la polypléidie est impaire les chromosomes se séparent comment? Il faudrait supposer qu'une des cellules filles reçoit deux chromosomes et l'autre, un, parce que je vois mal comment on peut faire autrement (à moins de faire un chromosome et demi par cellule fille et là j'imagine même pas le problème). Normalement, il faudrait, donc, pour maintenir la ploïdie qu'une cellule sexuée qui a reçue 2 chromosomes rencontre la cellule de l'autre sexe qui en a reçu un seul, et vice versa, non? Ce n'est qu'une hypothèse ; quelqu'un peut-il confirmer ou infirmer? Pour ce qui est des ploïdies paires, il ne doit y avoir aucun problème : autant de chromosomes de chaque côté."*

- A priori, deux "solutions" pour les polypléides à nombre impair : soit ils se multiplient de manière végétative (ou sont multipliés de cette manière par l'homme dans le cas des espèces cultivées), soit ils ont subi des aménagements particuliers de la méiose permettant la production de gamètes à garniture chromosomique différente selon le sexe (voir l'exemple de Rosa gr. Canina, cité par Roger Cruon).

*Ludovic Thébault a écrit :*

*"Diploïde = 2 jeux de chromosomes - 2n - (un jeu venant du père, un de la mère). Triploïde = 3 jeux de chromosomes - 3n. Généralement, c'est une anomalie de la méiose qui au lieu de former un ovule haploïde, donne un "ovule" diploïde. Après fécondation, il y a donc 3 jeux de chromosomes. Par contre, je crois que ces espèces triploïdes sont stériles."*

- Sauf dans le cas des méioses aménagées, voir le message de R. Cruon.

*"Tétraploïdes = 4 jeux de chromosomes - 4n. Là c'est la combinaison d'une anomalie de la méiose qui forme 2 "ovules" diploïdes et d'une autofécondation, ou bien il s'agit d'une erreur lors de la replication de d'un oeuf fécondé normal (diploïde). Les tétraploïdes ne peuvent ensuite se reproduire qu'avec d'autres tétraploïdes."*

- 2x, 3x, 4x : ne pas confondre n et x (nombre de base). Voir les messages d'Errol et J. El Oualidi.

"La Prune" (famille PRUNIER) - 1er octobre 2000

En fait, le concept d'espèce triploïde existe-t-il ? Tel serait le premier pas vers la réponse à ta question. En tout cas, il doit être très rare. En fait, il faut prendre des cas d'espèce (car tout est possible dans la nature). La polypléidie est cependant fréquente (réponse adaptative) pour les espèces pionnières ou stressées par un environnement extrême ou perturbé. Mon cours dit : "la fréquence des espèces polypléides augmente avec la latitude. D'après Love & Love (??) : la polypléidie "touche" 37% de la flore méditerranéenne, 57% de celle de Suède, et 85% de celle du Pôle Nord".

Voilà le souvenir d'un séminaire : l'espèce *Dactyle glomerata* comporte deux sous-espèces :

*D. g. juncinella* : européenne, tétraploïde

*D. g. hispanica* : d'Asie mineure, diploïde.

Les deux sous espèces présentent des morphotypes très différents (pour deux habitats différents, et des dates de floraison différentes).

Les chercheurs ont cherché à savoir ce qui se passait à la zone de contact (dans la Sierra Nevada). Eh bien : les individus triploïdes sont stériles (à cause d'une "barrière intercytotype", un peu mystérieuse pour moi).

Autre réflexion : imaginons un individu triploïde, soit la méiose se passe mal (à priori, la logique) et l'on en reste là, soit il y a méiose avec production de gamètes (soit  $x$ ,  $2x$ , soit  $3x$ ).

Imaginons une espèce triploïde : des gamètes  $x$  et  $2x$  s'associent à d'autres gamètes  $x$  et  $2x$  et forment une population hétérogène :  $1/4 2x$  ;  $1/2 3x$  ;  $1/4 4x$ . Dans ce cas, on ne peut pas vraiment parler d'espèce triploïde Existe-t-il des espèces connues qui fonctionnent comme ça ??

Imaginons une espèce diploïde, où un individu " anormal " triploïde produit des gamètes  $3n$  (absence de réduction chromatique lors de la méiose). Celle-ci s'associe à un gamète "normal"  $n$  : il y a formation d'un individu tétraploïde. Une espèce tétraploïde est née (c'est l'exemple du cours, par contre cas d'espèce non cité).

Pour le cas extrêmement intéressant des rosiers, il serait chouette de savoir si ces pentaploïdes sont AUTO ou ALLOpolyploïdes. Le mécanisme de reproduction doit être différent entre  $2x$  (appariés)+  $3x$  (non appariés) et  $2x+3x$ , non ?

Une chose que je ne comprends pas : chez les rosiers, les gamètes mâles et les gamètes femelles sont-ils issus de la même cellule ? Qu'est ce qui "oblige" la formation d'un ovule  $28K$  et d'un pollen  $7K$  ? Sinon, qu'est ce qui empêche l'existence d'un ovule  $28K$  et d'un ovule  $7K$  ?

Benoît BOCK - 1er octobre 2000

Jean Dexheimer a écrit :

*"Deux exemples classiques : Spartina townsendi, hybride allopolyploïde entre Spartina alterniflora et Spartina maritima (S. stricta). Et l'ancêtre des blés cultivés actuels, hybride allopolyploïde entre un Triticum sauvage et un Aegilops. Je crois aussi que c'est le cas pour le maïs, beaucoup d'espèces d'Iris, etc. Je pense que les gens de l'INRA pourraient donner encore..."*

- Voir le Génie végétal (Nathan, p. 190/192).

Roger CRUON - 2 octobre 2000

La Prune a écrit :

*"Pour le cas extrêmement intéressant des rosiers, il serait chouette de savoir si ces pentaploïdes sont AUTO ou ALLOpolyploïdes. Le mécanisme de reproduction doit être différent entre  $2x$  (appariés)+  $3x$  (non appariés) et  $2x+3x$ , non ? Une chose que je ne comprends pas : chez les rosiers, les gamètes mâles et les gamètes femelles sont-ils issus de la même cellule ? Qu'est ce qui "oblige" la formation d'un ovule  $28K$  et d'un pollen  $7K$  ? Sinon, qu'est ce qui empêche l'existence d'un ovule  $28K$  et d'un ovule  $7K$  ?"*

- Questions intéressantes, mais qui dépassent ma compétence, et dont la seconde n'a probablement jamais été étudiée en détail. Mes informations sont tirées de GRAHAM & PRIMAVESI, Roses of

Great Britain and Ireland, l'un des remarquables manuels de la Botanical Society of the British Isles, qui contient quelques indications supplémentaires sur le résultat d'hybridations entre pentaploïdes et diploïdes, mais sans explications de fond sur les mécanismes.

Michel CHAUVET - 2 octobre 2000

Décidément, on ne peut pas s'absenter une semaine ! Il se passe toujours quelque chose sur Tela-Botanicae (je propose gracieusement ce slogan...).

La réponse de Dexheimer sur la ploïdie est très bonne, et il serait trop long de faire le tour de la question sur ce forum. Quelques simples remarques :

Le phénomène de polyploïdie concerne toutes les plantes, sauvages et cultivées. Il suffit de constater les différences de nombres chromosomiques entre taxons. Elles n'ont pu apparaître que par une polyploïdisation, souvent très ancienne, de sorte que les chromosomes ont depuis longtemps cessé d'être homologues. Mais, les études sur le génome permettent maintenant l'accès à ces archives de l'évolution. A suivre... En tout cas, ces phénomènes constituent un des mécanismes majeurs de l'évolution des plantes.

Chez les plantes cultivées, la polyploïdie est très fréquente. Cela se comprend, car habituellement, un polyploïde est plus vigoureux (donc plus productif) que le diploïde correspondant ou donne des fleurs plus grandes... Quant aux triploïdes, comme ils sont habituellement stériles, c'est un moyen élégant pour obtenir des fruits sans pépins, à condition que, simultanément, on ait trouvé des génotypes parthénocarpiques et des modes de multiplication végétative. La plupart des bananes sont triploïdes, et l'on trouve cette situation chez bien d'autres espèces.

Dans les cas ci-dessus, il s'agit d'autotétraploïdes. Il y a aussi de nombreux cas d'allotétraploïdes (ou amphiploïdes), qui constituent la seule bonne façon de "fixer" un hybride interspécifique (en doublant le nombre de chromosomes). L'avantage est que les caractères des deux parents sont associés, ce qui permet à l'hybride de coloniser des milieux nouveaux, ce qui a, évidemment, été favorisé par l'homme lors de la diffusion des plantes cultivées. Il est vrai que les tétraploïdes sont à peu près isolés génétiquement de leurs cousins diploïdes. On dit, après Jean PERNÈS, qu'ils forment des "compartiments" séparés, mais cet isolement est rarement total. C'est fou, le nombre d'erreurs que les plantes font en se multipliant. Il arrive donc que des tétraploïdes produisent des descendants "haploïdes", donc en fait diploïdes. Les différents compartiments continuent (ou peuvent continuer) à entretenir, ainsi, des relations génétiques dans les deux sens.

Chez certaines espèces, l'on a même une instabilité du niveau de ploïdie entre les organes d'un même individu ! J'en viens, donc, à une conclusion : il ne faut pas parler d'espèces triploïdes (je parle des autotriploïdes). On groupe sous la même espèce tous les niveaux de ploïdie quand ces niveaux ne sont pas détectables morphologiquement, ce qui est fréquent. Il arrive que des populations d'un certain niveau de ploïdie forment des écotypes ou des races géographiques (ou des sous-espèces), auquel cas elles méritent d'être distinguées. C'est le cas du dactyle.

Par contre, l'allopolyploïdie permet de définir "simplement" des espèces. Pour les plantes cultivées annuelles, on utilise, de plus en plus, la règle : "un génome = une espèce biologique". L'exemple

classique est fourni par les Brassica, chez qui on a trois espèces de base (les lettres désignent les génomes) :

AA  $2n = 2x = 20$  Brassica rapa L. - navet, navette  
BB  $2n = 2x = 16$  Brassica nigra (L.) Koch - moutarde noire  
CC  $2n = 2x = 18$  Brassica oleracea L. - chou, chou-fleur...

et trois espèces amphiploïdes :

AABB  $2n = 4x = 36$  Brassica juncea (L.) Czern. - moutarde brune, divers légumes asiatiques  
AACC  $2n = 4x = 38$  Brassica napus L. - chou-navet, rutabaga, colza, divers choux fourragers...  
BBCC  $2n = 4x = 34$  Brassica carinata Al. Braun - moutarde d'Abyssinie

Je m'arrête là !

Jalal EL OUALIDI - 2 octobre 2000

*Christophe Girod a écrit :*

*"Les chromosomes sont-ils par paires ou par triplets (dans le cas d'une espèce triploïde) ; en gros : y-a-t-il 18 paires de chromosomes ou 12 triplets dans ce cas précis ?"*

Par triplets, en général issus d'hybridation entre deux cytotypes d'un même complexe (un  $4x$  et un  $2x$ ) avec réduction gamétique des deux parents, ou entre deux individus " $2x$ " avec non réduction gamétique de l'un des parents. En général, c'est comme cela que naissent les hexaploïdes  $6x$ , à la suite d'une autopolloïdisation du  $3x$ . Le polyploïde, quand il est fixé, peut, alors, être soit un allopolyploïde soit un autopolyploïde selon l'hybridation d'origine (entre individus d'une même espèce ou non).



Christophe GIROD - 2 octobre 2000

Merci de toutes vos réponses, qui ont grandement éclairé ma lanterne. Je résume, si j'ai bien compris, le cycle qui peut, par exemple, aboutir à la formation d'une espèce hexaploïde: une espèce à  $2x$  (diploïde) peut donner (par erreur dans la méiose et rencontre de deux gamètes anormaux) une espèce tétraploïde ( $4x$ ). Par croisement avec un gamète d'une espèce diploïde, l'on obtient un triploïde ( $3x$ ) qui peut, par doublement du stock chromosomique, donner un hexaploïde ( $6x$ ). C'est bien un des schémas possibles, non ? On peut aussi passer du diploïde, directement au triploïde.

Michel CHAUVET - 3 octobre 2000

Désolé, mais votre résumé agglomère plusieurs choses, de façon erronée. À ce stade, le mieux serait de vous recommander un bon bouquin de biologie de la reproduction et de cytogénétique. Je n'ai guère le temps de chercher lequel serait le plus pédagogique, mais si quelqu'un peut le faire, cela serait le plus simple. Car, il faut se rappeler, par exemple, que dans le sac embryonnaire de l'ovule, il y a le nucelle qui reste diploïde et devient normalement triploïde après fécondation par l'un des noyaux du pollen. Le nucelle peut, chez certaines espèces et dans certaines conditions, donner une

graine. Chez les agrumes, par exemple, c'est un embryon nucellaire à  $2x$  (non fécondé, mais à développement stimulé par la pollinisation) qui prend souvent le pas sur l'embryon zygotique. Les mécanismes peuvent donc être nombreux et diversifiés.

Il faut, de toute façon, distinguer la phase de production des gamètes et la phase qui succède à la fécondation. Au moment de la production des gamètes, il peut y avoir par erreur des gamètes non réduits. Si un gamète  $2x$  féconde un gamète  $x$  (ou réciproquement), vous aurez un zygote  $3x$ . L'individu triploïde pourra mener sa vie d'individu, mais il aura de gros problèmes au moment de sa propre reproduction.

Le doublement de la ploïdie peut survenir à n'importe quel moment de la vie de l'individu. Il rétablit la fertilité des gamètes, puisqu'à la méiose, les appariements se font sans problème. Un autotriploïde peut, alors, devenir autohexaploïde.

La formation d'un allotétraploïde résulte de la fécondation de deux gamètes normaux, mais de génomes différents. Si l'on appelle ces génomes A et B, on a ainsi (gamète  $n = x_1 = A$ ) x (gamète  $n = x_2 = B$ ) = zygote  $2n = x_1 + x_2 = AB$ .

Les génomes A et B n'étant pas homologues (par définition), ils ne s'apparient pas normalement et l'hybride est plus ou moins stérile, sauf s'il y a ce fameux doublement, qui donne l'allotétraploïde  $2n = 2(x_1 + x_2) = AABB$ .

Dans cet exemple, le nombre de chromosomes des deux parents peut être différent, ce qui est, précisément, le cas des Brassica cités dans un message précédent.

La polyploïdisation peut se reproduire en cascade. Dans le cas classique des blés, on a d'abord eu, dans la nature, apparition d'un blé sauvage (*T. dicoccoides*) AABB par croisement entre un blé (engrain sauvage *T. monococcum*) AA et un *Aegilops* BB. Ce blé sauvage a été domestiqué et a donné le poulard, l'amidonnier et le blé dur. Ensuite, et dans les champs cultivés, il s'est hybridé avec un autre *Aegilops* DD, pour donner le blé hexaploïde AABBDD, qui comprend le blé tendre et l'épeautre.

Vous voyez que dans ce cas, un allohexaploïde est tout simplement l'allotétraploïde d'un diploïde et d'un tétraploïde (que ceux qui ne suivent pas lèvent le doigt).

Tout ça pour recommander la prudence dans les généralisations et, à moins de publier un cours sur Internet (pourquoi pas ?), signaler les limites de nos échanges informels.

Cordialement et en espérant ne pas vous avoir dégoûté de la génétique.

Joël MATHEZ - 3 octobre 2000

*Michel Chauvet a écrit :*

*"Désolé, mais votre résumé agglomère plusieurs choses de façon erronée. À ce stade, le mieux serait de vous recommander un bon bouquin de biologie de la reproduction et de cytogénétique. Je n'ai guère le temps de chercher lequel serait le plus pédagogique, mais si quelqu'un peut le faire, cela serait le plus simple. Il faut se rappeler, par exemple, que, dans le sac embryonnaire de l'ovule, il y a le nucelle qui reste diploïde, et devient normalement triploïde après fécondation par l'un des noyaux du pollen."*



Non ! Dans la reproduction sexuée normale des Angiospermes (plantes à fleurs), l'un des 2 noyaux mâles apportés par le grain de pollen s'unit à l'oosphère (donnant l'oeuf diploïde à l'origine du nouveau sporophyte diploïde), et l'autre s'unit à 2 noyaux haploïdes ("noyaux polaires") situés au centre du "sac embryonnaire" (gamétophyte femelle, haploïde) pour donner un embryon triploïde à l'origine de l'albumen ("endosperm" en anglais), tissu nourricier de l'embryon. Le nucelle diploïde (homologue du sporange femelle) disparaît, en général, rapidement.

Voir par exemple :

ROBERT, D., C. DUMAS, and C. BAJON, Biologie végétale. *Caractéristiques et stratégie évolutive des plantes*. III. La reproduction. 1994 : Doin, Paris. 390. (il y a une édition plus récente que je n'ai pas sous la main)

GORENFLOT, R. and P. RAICU, Cytogénétique et évolution. 1980 : Masson, Paris. VIII+181p.

Michel CHAUVET - 3 octobre 2000

Tout à fait d'accord et merci pour les compléments biblio.

Je tique simplement un peu sur le mot "normal". C'est vrai, mais en même temps, Dame Nature n'arrête pas de faire des erreurs et d'inventer des bricolages génétiques incroyables. Le cas des agrumes en est un, il doit y en avoir d'autres. Étudier les "erreurs" est aussi important que d'étudier le "normal", car c'est des erreurs que procède l'évolution.

Christophe GIROD - 3 octobre 2000

*Michel Chauvet a écrit :*

*"Cordialement, et en espérant ne pas vous avoir dégoûté de la génétique."*

- Absolument pas. Vous pouvez vous rassurer. N'étant qu'un pauvre élève de Terminale Scientifique, je n'ai étudié la méiose que dans le cas des espèces diploïdes et des espèces haploïdes et encore de manière simplifiée (en gros : pour que le niveau de ploïdie se maintienne, il faut que les deux gamètes qui se rencontrent aient un nombre de chromosomes moitié moindre que ceux des parents. La fécondation rétablit le niveau de ploïdie. En plus de ça, on a simplement eu le déroulement de la méiose (les différentes étapes). Voilà, c'est fini pour la méiose (en fait non, on va étudier un petit peu le brassage génétique.) C'est pour cela que mon résumé, formé à partir des messages que j'ai reçu suite à la première question, est plus que simpliste et même erroné. Merci de me l'avoir signalé et de vos informations qui me permettent de comprendre, de mieux en mieux, la méiose et la génétique. Sinon, j'ai récupéré par mon père un bon bouquin de botanique générale de 1969 (à part qu'il date un peu pour ce qui concerne le code génétique). Il n'y a pas grand-chose sur la ploïdie ; en revanche, pour la respiration et la photosynthèse, c'est assez bien détaillé (en comparaison bien sûr de ce que l'on voit en Première). Le titre est : Botanique générale - W. NULTSCH - Editions Masson & Cie.

Jean-Pierre JACOB - 4 octobre 2000

Pour affronter la complexité de l'organisation du monde végétal, en particulier au niveau microscopique et pour décoder l'échange entre Michel CHAUVET et Joël MATHEZ, les Atlas de Biologie végétale de J.C et F. ROLAND, édités chez Masson, sont utiles, combinant harmonieusement un texte simple, des dessins et surtout de très belles photos originales (1992, mais il y a peut-être plus récent).

Florent PRUNIER - 4 octobre 2000

*Michel Chauvet a écrit :*

*"Je tique simplement un peu sur le mot "normal."*

C'est vrai ! L'étude du "normal" vise à poser un cadre descriptif des principaux processus, dans lequel "l'inhabituel" (= l'événement de probabilité faible) produit sans cesse de belles surprises. Cette biodiversité est au cœur du processus de l'évolution.

**Et un (bon) mois plus tard :**

Albert POURRE - 10 novembre 2000

D'après mes lectures, et ce que j'avais étudié, je savais que les plantes que je voyais (au moins les angiospermes) étaient des êtres diploïdes. Puis, il n'y a pas longtemps, j'ai découvert que cela n'est pas toujours vrai (il existe, par exemple, paraît-il, dans le genre *Polygonum* des espèces hexaploïdes). Cela me semble bien mystérieux... comment, et à quel moment, cela peut-il se produire ? Je présume que cela ne s'explique pas en deux mots, mais peut-on me dire où trouver quelque chose à lire sur ce sujet et qui ne nécessite pas des connaissances énormes ? Merci.

Michel CHAUVET - 10 novembre 2000

Ce que vous avez lu reste vrai. Les polyploïdes peuvent fonctionner comme des diploïdes, s'ils contiennent un nombre pair de génomes, ce qui permet l'appariement des chromosomes au moment de la méiose. Autrement dit, la formule génomique d'un hexaploïde,  $2n = 6x$ , peut s'écrire  $2n = 2(3x)$ .

Il suffit de constater la diversité des nombres chromosomiques entre taxons pour comprendre que la polyploïdisation (suivie ou non de la perte de certains gènes) constitue un des mécanismes majeurs de l'évolution des plantes et de la spéciation, en particulier. Elle entraîne, en effet, un certain isolement reproductif entre les populations de différents niveaux ploïdiques. Par ailleurs, les polyploïdes peuvent s'adapter à des niches écologiques différentes.

Lisez effectivement les messages passés sous le titre "questions sur la ploïdie" entre le 29 septembre et le 4 octobre. Vous y trouverez une bibliographie.

Quant à faire une synthèse, il faudrait du temps, et je n'en ai guère... Si quelqu'un veut s'y coller, je veux bien le relire !

Albert POURRE - 13 novembre 2000

J'ai lu tout ce qui a été écrit au mois de septembre sur la ploïdie. J'ai trouvé cela sympa et j'ai appris des choses, mais j'ai envie d'en connaître davantage. J'ignore si, sur les rayons des grandes librairies, on peut trouver un cours de biologie végétale qui ait moins de trente ans et qui traite de cette question. Je renouvelle ma demande : quelqu'un peut-il citer quelque chose à lire sur le sujet et qui puisse être compris par qui aurait, en biologie, les connaissances d'un honnête bachelier (je suis prof de math retraité et non prof de bio !).

Je n'ai encore remercié personne pour les réponses aux questions que j'ai posées. Je présume que cela ne se fait pas, sinon il y aurait des mercis partout. Merci quand même. Tela-botanicae, c'est très-très bien.



## Bibliographie

(réalisée essentiellement à partir des ouvrages cités dans les messages)

- BOURNERIAS Marcel et BOCK Christian, 1992. Le Génie végétal. Nathan. 232 p. (voir notamment pages 190/192)
- GORENFLOT R. et RAICU P., 1980 - Cytogénétique et évolution. Masson, Paris. VIII+181p.
- GRAHAM G.G et PRIMAVESI A.L., 1993 - Roses of Great Britain and Ireland, Botanical Society of the British Isles, 250p.
- NULTSCH W, 1969 - Botanique générale. Editions Masson & Cie.
- PERNÈS Jean et coll., 1984 - Gestion des ressources génétiques des plantes. Paris, Agence de Coop. Cult. et Techn./Lavoisier. Tome 1: Monographies (Panicum maximum, caféiers, riz, mil). XVI-211 p.; tome 2: Manuel. XII-346 p.
- PRELLI Rémy (avec la collaboration de Michel BOUDRIE), Janvier 2002 - Fougères et plantes alliées de France et d'Europe occidentale. Editions Belin. 432 pages. (Cet ouvrage contient une synthèse extrêmement intéressante sur la polyplôidie, très fréquente chez les Ptéridophytes.)
- ROBERT D. C. DUMAS C. et BAJON C., 1994 - Biologie végétale. Caractéristiques et stratégie évolutive des plantes. III. La reproduction. Doin, Paris. 390.
- ROLAND J.C et F, 1992 - Atlas de Biologie végétale. Masson.



## Auteurs

Synthèse réalisée par : **B.C.**

Date : **janvier 2001**

Ont contribué à cette synthèse :

- Benoit BOCK

- Michel CHAUVET
- Roger CRUON
- Jean DEXHEIMER
- Jalal EL OUALIDI
- Christophe GIROD
- Bernard HILL
- Jean-Pierre JACOB
- Joel MATHEZ
- Daniel MATHIEU
- Alain POURRE
- Florent PRUNIER
- Ludovic THEBAULT
- Errol VELA

Synthèse réalisée à partir des échanges ayant eu lieu sur la liste [tela-botanicae](#), forum des botanistes francophones, entre le 29 septembre et le 13 novembre 2000.