



Une meilleure connaissance des mécanismes de la génétique peut –elle aider les éleveurs à produire des chevaux de meilleure qualité ? La question mérite d'être posée, la réponse dépend du caractère concerné, en particulier de son héritabilité. Cette héritabilité chiffre globalement les parts respectives des gènes et du milieu dans l'expression des performances. Pour la plupart des disciplines équestres, cette héritabilité varie entre 0.18 et 0.35. Cela signifie que de 18% à 35% des différences de performances s'expliquent par l'action des gènes. Mais même si les caractères de modèle ou d'allures peuvent bénéficier d'héritabilité plus élevée, il n'en reste pas moins vrai que le savoir-faire de l'éleveur, du cavalier, driver ou du soigneur garde une place prépondérante dans le niveau de performance atteint. En toutes hypothèses, on comprend aisément que lorsque l'on bénéficie d'une bonne technicité, il est judicieux de la mettre en œuvre sur les animaux bénéficiant du meilleur potentiel génétique possible.

Le but de cette rubrique est de vous aider à mieux comprendre les chemins parfois tortueux de l'amélioration génétique pour vous permettre de pouvoir utiliser correctement les connaissances scientifiques actuelles et de bien en percevoir les limites.

Dans ce premier article nous essaierons de faire le point sur les mécanismes biologiques qui se cachent derrière ce qu'il est convenu d'appeler : les surprises de la génétique.

Les trois champs de la génétique.

Traditionnellement, la génétique se divise en trois grands domaines : la génétique mendélienne, la génétique des populations et la génétique quantitative.

La génétique mendélienne traite de la transmission d'une génération à la suivante de caractères ayant une expression simple comme par exemple la couleur de la robe ou le fait de présenter un pelage lisse ou frisé. C'est au 19^{ème} siècle que le moine Mendel en s'intéressant à la couleur de graines de pois et à la nature lisse ou ridé de leur tégument a jeté les bases de cette science. Depuis la génétique mendélienne a trouvé d'autres champs d'application comme le mécanisme de la transmission des groupes sanguins utilisés soit dans le cas d'exclusion de paternité, soit dans la prévention des problèmes de transfusion sanguine.

La génétique des populations se préoccupe de prévoir l'évolution de la fréquence de gènes dans des populations soumis à différents processus comme la sélection, l'introduction de population exogène ou bien encore la fuite vers



l'extérieur d'individus de la population de base. Ce domaine de la génétique, ne présente pas d'applications directes pour les productions équine, car en général, les calculs sont réalisés pour des caractères simples et non pour des caractères gouvernés par un grand nombre de gènes.

Enfin la génétique quantitative se préoccupe de caractériser la valeur des animaux en tant que performeurs et en tant que reproducteurs dans le cas des caractères complexes. C'est de cette branche de la génétique que sont issus les indices de performances ainsi que les indices génétiques (BLUP).

Quelques rappels.

Les caractères qui se transmettent d'une génération à l'autre sont sous le contrôle des gènes. Chaque gène gouverne une réaction chimique permettant de transformer une molécule en une molécule différente. Les gènes sont situés sur des chromosomes qui sont eux-mêmes localisés dans le noyau des cellules. Chaque cellule comprend ainsi la totalité du patrimoine génétique de l'individu et chaque patrimoine génétique est spécifique à l'individu. C'est ce qui fait qu'à partir d'un cheveu ou de salive ou de n'importe quelle cellule de l'organisme, on peut identifier un individu grâce à la reconnaissance de son ADN. Ces techniques sont largement utilisées dans les enquêtes policières.

Une autre application découlant du fait que chaque cellule contient l'intégralité du patrimoine génétique de l'individu est le clonage. Dans ce cas on reconstitue à partir d'une cellule et en simulant une fécondation, un individu pratiquement copie conforme du titulaire de la cellule de base. D'abord largement utilisé dans le règne végétal, le clonage s'est développé chez les mammifères pour aboutir récemment à la naissance de 2 clones de chevaux grâce à l'entreprise Cryozootech dirigée par Eric Palmer.

Mais d'une manière plus classique le passage d'une génération à l'autre se fait par la reproduction sexuée.

Chez les animaux, les chromosomes sont associés par paire au sein du noyau des cellules. Chez le cheval, il existe 64 chromosomes, chez l'homme 46 et chez l'âne 62.

Les chromosomes d'une même paire sont dits homologues. Chaque chromosome est constitué d'une succession de gènes. Chaque gène occupe une place précise sur le chromosome. Cette place est nommée locus. Deux gènes situés au même locus sont dits allèles. Cela ne signifie pas qu'ils portent la même information mais seulement qu'ils gouvernent le même caractère. Ainsi un gène codant pour la couleur des cheveux peut renvoyer l'information blond alors que son allèle renvoie l'information brun. Si les deux allèles portent la



même information, l'individu est dit homozygote pour ce caractère, si les informations sont différentes, l'individu est dit hétérozygote. On distingue alors le phénotype de l'individu qui est son apparence et son génotype qui est la liste de ses allèles. Pourquoi distinguer ainsi phénotype et génotype ? Tout simplement parce que lorsqu'un individu est hétérozygote, son apparence dépend des relations entre les deux allèles. On peut distinguer deux cas de figures la dominance et la semi-dominance.

1. Chez le cheval le gène alezan est dominé par le gène bai. Cela signifie qu'un cheval porteur des gènes alezan et bai sera bai. Cela signifie également qu'un cheval alezan est homozygote : alezan, alezan.
2. Chez certaines fleurs, le gène blanc et le gène rouge s'expriment conjointement pour donner des fleurs roses. Ainsi les fleurs de génotype (blanc, blanc) sont blanches, les fleurs de génotype (rouge, blanc) sont roses et les fleurs de génotype (rouge, rouge) sont rouges.

Lors de la reproduction, les cellules reproductrices : spermatozoïdes chez le mâle et ovule chez la femelle reçoivent chacune la moitié des chromosomes du parent. Cette moitié est constituée en prenant au hasard un chromosome dans chaque paire de chromosome. Ainsi chez le cheval, les cellules reproductrices contiennent 32 chromosomes. L'œuf constitué par la rencontre des cellules sexuelles mâles et femelles retrouve donc bien ses 64 chromosomes.

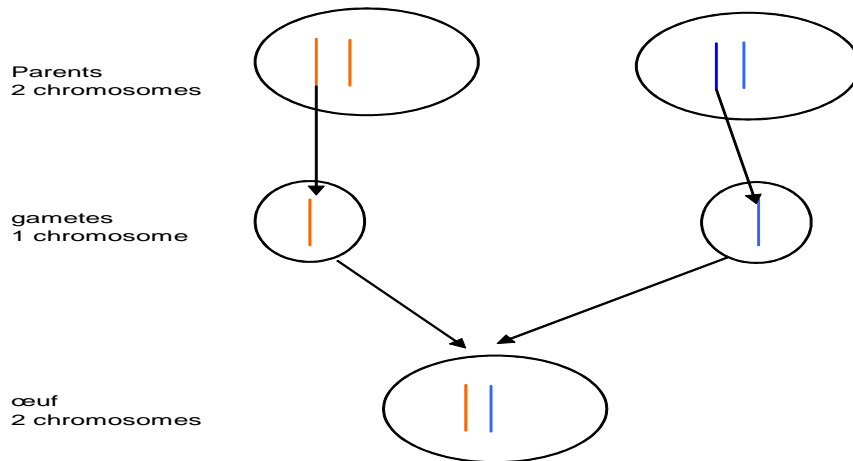
Cette construction des cellules sexuelles est lourde de conséquences. En effet si on fait l'hypothèse que pour au moins un allèle pour chaque paire de chromosome, on peut distinguer le chromosome 1 du chromosome 2, ce qui revient à dire que l'animal est hétérozygote pour au moins un gène de chaque paire de chromosome, alors cela signifie qu'il existe 4,3 milliards de possibilité de construction d'un gamète mâle ou femelle. **La reproduction sexuée est en réalité le moteur de la création de la diversité génétique.** Le clonage à l'opposé est la copie conforme de ce même patrimoine. Dès lors il n'est guère étonnant que les frères et sœurs ne soient pas une réplique exacte les uns des autres. Inversement pourquoi se ressemblent-ils ?

Certains caractères sont gouvernés par un petit nombre de gènes, au minimum 2. Ces caractères sont dits qualitatifs car ils correspondent souvent à des caractéristiques simples des individus : couleur des yeux, des cheveux, présence ou absence de corne chez les bovins ... Ils peuvent également coder pour la forme d'une caractéristique morphologique. Ce sont ces traits morphologiques qui la plupart du temps sont la base des ressemblances entre apparentés. On en déduit que plus un caractère est gouverné par un petit nombre de gène et plus les ressemblances entre parents et enfants, frère et sœur seront fortes. A contrario si

un caractère est sous le contrôle d'un grand nombre de gènes, les ressemblances entre apparentés seront dilués.

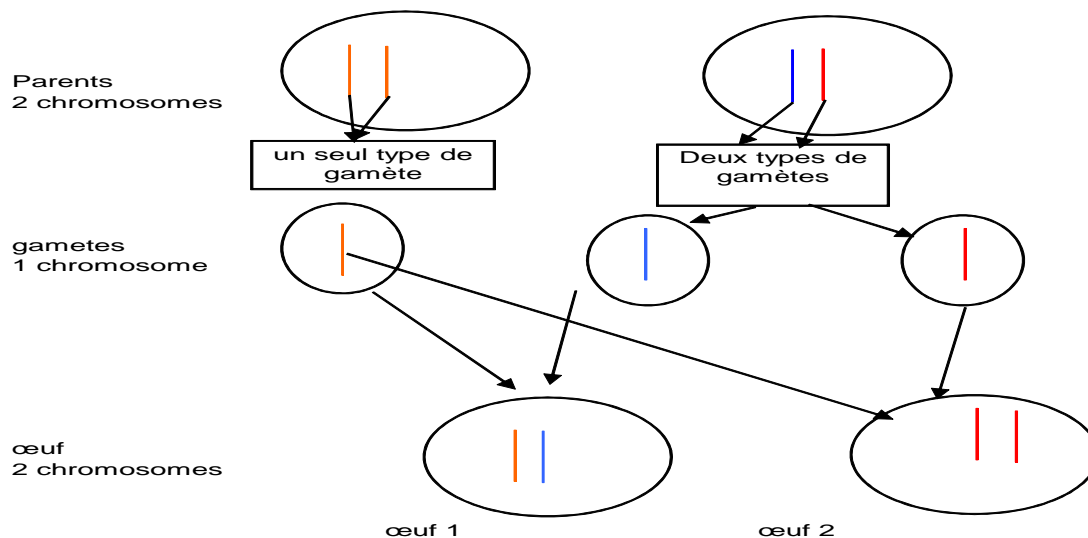
Mais un autre phénomène vient brouiller les cartes. Ce sont les relations entre gènes allèles. Si les deux parents sont homozygotes pour un caractère, alors le cas est simple : tous les enfants seront identiques, Figure 1.

Figure 1 : cas de deux parents homozygotes.



Si par contre un des deux parents est hétérozygote, tout dépend de la relation entre les gènes allèles.

Figure 2: cas d'un des deux parents hétérozygote.



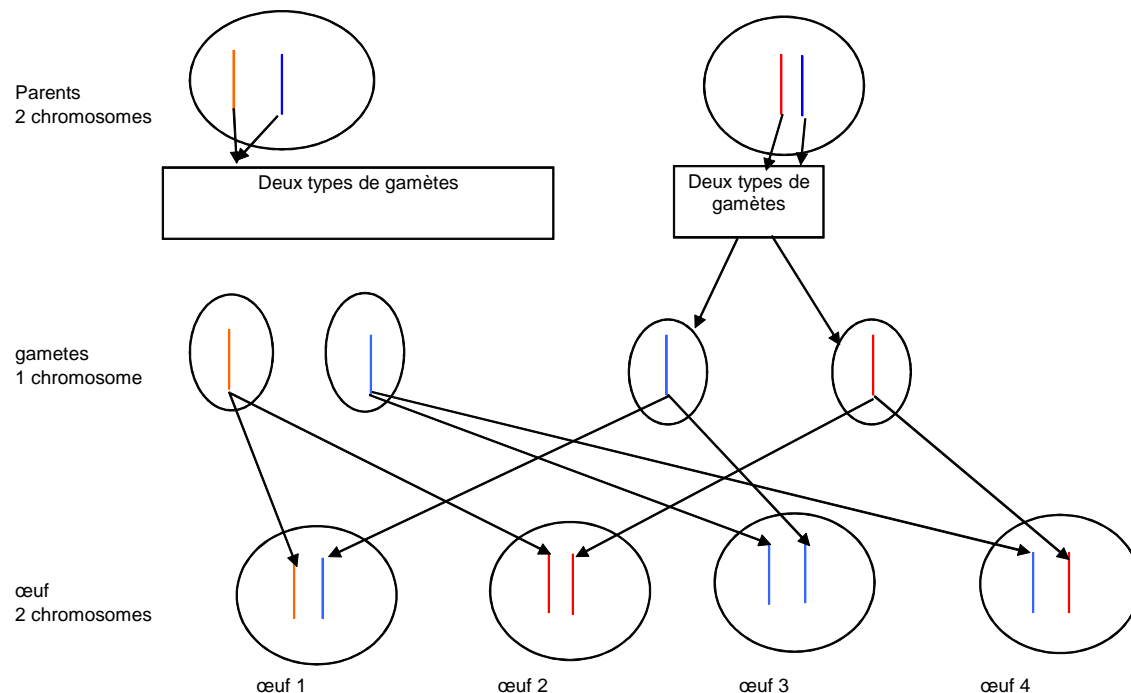
Supposons que pour un caractère (Figure 2), il existe deux allèles, bleu et rouge et que l'on accouple un individu (rouge, rouge) avec un individu (rouge, bleu),

chaque parent lègue la moitié de son potentiel génétique et on obtient alors moitié de (rouge, rouge) et moitié de (bleu, rouge). On comprend alors que si bleu domine rouge par exemple, les deux descendants seront de phénotypes très différents, le premier sera bleu alors que le second sera rouge.

Supposons maintenant que rouge domine bleu, dans ce cas les descendants présentent le même phénotype, tous rouge mais en réalité leurs génotypes sont différents.

Enfin si on accouple deux individus hétérozygotes de génotype (bleu, rouge), on obtient comme le montre la Figure 3, trois génotypes différents.

Figure 3: cas de deux parents hétérozygotes.



On voit ainsi que les individus appartenant à une même fratrie peuvent être très différents.

De cet exemple très simple, il ressort que l'observation du phénotype, c'est à dire de l'apparence du cheval ne permet pas de connaître avec certitude le génotype de l'individu. On conçoit également que les descendants d'un reproducteur puissent être d'autant plus différents que la mère n'est pas la même mais surtout que le nombre de gènes gouvernant le caractère étudié est important. Cela signifie très clairement qu'il est illusoire d'espérer estimer la valeur génétique d'un cheval en fonction de ses performances ou de celles de ses apparentés de manière empirique. Seule approche statistique, si l'objectif est

ENSEIGNEMENT AGRICOLE

FORMATIONS AUX MÉTIERS DE L'AGRICULTURE,
DE LA FORÊT, DE LA NATURE ET DES TERRITOIRES



réellement d'estimer la valeur génétique des chevaux, permet d'éclairer l'éleveur sur la valeur probable du cheval.

Un reproducteur pouvant par définition produire un nombre très important de gamètes différents, il faut bien comprendre que connaître la valeur génétique d'un reproducteur revient en réalité à connaître la valeur moyenne de ses gamètes pour un caractère donné. Mais même dans le cas d'une connaissance extrêmement précise de cette valeur, on n'empêchera pas le fait que les gamètes produits soient variables. Cela signifie que les surprises de la génétique, c'est à dire des poulains non conformes aux espérances de l'éleveur sont liées à deux facteurs

1. Une mauvaise estimation de la valeur du cheval, liée par exemple à un manque d'informations : peu de résultats en concours, peu de descendant, une origine paternelle peu connue en France etc.. Cela revient à dire que la moyenne est mal estimée.
2. Une parfaite connaissance de la valeur génétique du reproducteur, combiné au fait que la cellule reproductrice ayant été fécondante, ne correspond pas à la cellule moyenne mais à une cellule soit meilleure soit pire que la moyenne.

Ces aléas dont l'origine est le fondement de la reproduction sexuée, dont le résultat est la création de variabilité, est créateur d'incertitude mais également de progrès. Sans cette variabilité des gamètes autour de la moyenne, pas de déception, mais pas de progrès génétique non plus. Il faut donc retenir deux idées simples. La première est que la plus grande modestie est de mise en matière d'accouplements raisonnés. Le fait de faire naître un champion est plus une chance qu'un du. La deuxième est que dans ce contexte et compte tenu de la variabilité génétique créée lors de la création des gamètes, il est plus utile d'éliminer de la reproduction les étalons dont les résultats sur descendance sont mauvais plutôt que de faire croire aux éleveurs que d'hypothétiques croisements raisonnés peuvent compenser leur manque de qualité.