

Gènes, ADN et chromosomes

ADN, gènes et chromosomes : ils contribuent tous les trois à fournir les informations dont l'ovule fécondé a besoin pour se développer jusqu'à l'état adulte. Trois «objets moléculaires» essentiels que le public ne distingue pas toujours.

Qu'est-ce que l'ADN?

L'ADN (ou acide désoxyribonucléique) est une longue chaîne de petites molécules attachées les unes à la suite des autres, comme des maillons. La chaîne d'ADN est formée de 4 maillons différents qu'on désigne par les lettres A, C, G et T. Chaque maillon a une forme particulière et l'organisme les lit comme des lettres de l'alphabet Braille.

Qu'est-ce qu'un gène?

Un gène est une portion d'ADN qui contient toute la recette d'assemblage d'une protéine. Ce sont les protéines qui font l'essentiel du travail dans l'organisme et les gènes permettent leur reproduction de génération en génération.

Concrètement, un gène est une longue séquence de A, C, G et T dans l'ADN. Une partie de cette longue séquence contient les « plans de construction » de la protéine en langage génétique. (Chaque combinaison de trois lettres génétiques correspond à un acide aminé particulier, c'est à dire à une des «briques» dont sont faites les protéines.)

Le reste de la séquence d'un gène indique à la cellule dans quelle circonstance elle doit exécuter les instructions de ce gène. Par exemple, l'insuline est fabriquée dans le pancréas. Le gène de l'insuline, contient donc une séquence spécifique de A, C, G et T qui attire la « tête de lecture » du pancréas pour enclencher le décodage du gène. Même si le même gène de l'insuline est aussi présent dans les cellules des autres organes, ceux-ci n'ont pas la bonne tête de lecture et ne peuvent donc pas l'utiliser.

Selon les individus, il peut exister plusieurs versions d'un même gène, appelées allèles. Par exemple, nous avons tous des gènes pour la couleur de nos yeux mais certains allèles donnent des yeux bleus et d'autres, des yeux bruns.

Qu'est-ce qu'une mutation?

Une mutation est simplement une modification accidentelle dans l'ADN. Cela peut être une lettre remplacée par une autre (Ex. : un A par un G) ou même un long morceau d'ADN qui se voit sectionné, déplacé et collé à un autre. Toutes sortes de phénomènes peuvent provoquer des mutations. Les radiations ionisantes n'en sont qu'un exemple.

Beaucoup de mutations n'ont aucun effet sur l'organisme. Même si une mutation tuait une cellule, celle-ci serait rapidement remplacée par une cellule neuve. Parfois une

accumulation de mutations peut amener une cellule à se multiplier de façon anarchique : c'est un cancer.

Très rarement, un individu naît avec une mutation qui lui procure un avantage. C'est peut-être ce genre de mutation qui nourrit l'évolution des êtres vivants depuis au moins 3,5 milliards d'années.

Qu'est-ce qu'un « gène de maladie » ?

Le gène d'une maladie ne s'attrape pas dans l'air comme une infection. Cela veut simplement dire qu'une personne a reçu à la naissance un gène défectueux (ou un assortiment nuisible de plusieurs gènes) qui le plus vulnérable à une maladie particulière.

Qu'est qu'un chromosome ?

L'ADN n'est pas nu dans les cellules des organismes vivants. Il est enroulé autour d'un squelette de protéines comme sur une bobine de fil. C'est cet assemblage ADN + squelette de protéines qu'on appelle chromosome. Cet assemblage empêche les chaînes d'ADN de s'emmêler et peut aussi rendre leur lecture plus ou moins facile.

Chaque cellule d'un être humain possède 23 paires de chromosomes, un peu comme si chaque chromosome avait un frère qui lui ressemble beaucoup, sans toutefois être son jumeau. Une seule exception: les cellules sexuelles. L'ovule et le spermatozoïde ne possèdent que 23 chromosomes. Lors de la fécondation, les 23 chromosomes de l'ovule s'unissent à ceux du spermatozoïde pour faire 23 nouvelles paires de chromosomes.

Chromosomes et reproduction

Quand ce nouvel individu fabriquera des cellules sexuelles à son tour, il séparera ses paires de chromosomes au hasard. Ainsi, l'ovule d'une femme pourra contenir 11 chromosomes venant de sa mère et 12 de son père (total = 23). Un autre pourra n'en avoir que 3 de la mère, contre 20 venant du père. Toutes les combinaisons sont possibles. Ce « brassage » des chromosomes crée de la diversité entre les parents et leurs enfants à chaque génération.

Les deux chromosomes X et Y déterminent le sexe d'une personne: Les femmes ont normalement deux chromosomes X. Les hommes ont un X et un Y. Comme les cellules reproductives n'ont qu'un seul chromosome sexuel, cela veut dire que tous les ovules ont un chromosome X tandis que la moitié des spermatozoïdes ont un chromosome X et l'autre moitié ont un Y. Quant au bébé, il sera masculin (XY) s'il provient d'un spermatozoïde Y et féminin (XX) s'il est issu d'un spermatozoïde X.

Épigénétique : un mot à la mode

Contrairement à ce qu'on croyait il y a quelques années, l'hérédité ne tient pas seulement à nos gènes. On a en effet découvert que d'autres modifications des chromosomes peuvent aussi changer l'activité des gènes sans que ceux-ci ne soient modifiés. On parle alors de modifications « épigénétiques ».

La modification consiste la plupart du temps en un enroulement bien serré du chromosome sur lui-même. Dans ces conditions, les « têtes de lecture » mentionnées plus haut ne peuvent plus accéder aux gènes, lesquels se retrouvent cadenassés. Même si les

gènes sont en principe « déverrouillables », la plupart d'entre eux sont généralement cadencés à long terme, souvent pour toute la vie de l'individu.

1^{er} exemple : Les femmes ont deux chromosomes X mais les cellules n'en utilisent qu'un seul. L'autre est donc cadencé au complet dès l'étape embryonnaire. Comme le choix du chromosome cadencé se fait au hasard, les femmes se retrouvent avec un X cadencé dans la moitié de leur corps et l'autre X verrouillé dans l'autre moitié.

2^e exemple : Des chercheurs montréalais ont montré que les soins apportés par les mères à leurs nourrissons ont aussi un impact épigénétique. Certains gènes du cerveau des bébés se trouvent alors verrouillés (ou déverrouillés) et cela a des effets positifs sur toute la vie de l'enfant. L'absence de soins maternels a un effet contraire.

L'épigénétique a révélé que nos comportements ne sont pas tous dictés par nos gènes (quoique notre capacité à réagir aux facteurs épigénétiques fait aussi partie du programme génétique). Même des jumeaux identiques deviennent de plus en plus différents à mesure qu'ils vieillissent, surtout s'ils évoluent dans un milieu différent. Ce que nous sommes provient finalement d'une interaction complexe entre nos gènes et notre environnement.

Références sur Internet :

Human Genome Project Information : www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/home.shtml

Génome Canada : www.genomecanada.ca

Experts francophones :

- Drouin, Régen, Département de biochimie, Université de Sherbrooke : (819) 820-6827
ou Regen.Drouin@USherbrooke.ca

- Nicolas Pilon, Département des sciences Biologiques, UQAM : (514) 987-3000, poste 3342 ou pilon.nicolas@uqam.ca