

**biologie**

## un outil pour comprendre

**La biologie est la science qui étudie le vivant.** Elle est donc à l'origine de bien des recherches et des découvertes qui ont alimenté la médecine comme, réciproquement, cette dernière alimente la biologie en questionnements et en nouveaux sujets de recherche. Très vite, on se dit que la médecine interfère surtout avec la biologie pour ce qui est de l'étude du corps humain. C'est évident, mais ce n'est pas suffisant. Ce serait oublier un peu vite que notre corps est en interaction avec le monde qui nous entoure. Il est sans cesse assailli par des microbes, des bactéries et des parasites divers et bien entendu des virus. De même, les études pré-cliniques de médicaments sur des animaux exigent une connaissance de la biologie animale. Tout ceci pour en arriver à une constatation simple : **les bases des bases pour comprendre, c'est un minimum de biologie.** Les quelques concepts de biologie contenus dans ce chapitre devraient permettre à celles et ceux dont les études sont un peu loin de trouver les repères nécessaires pour comprendre plus facilement les chapitres suivants de ce guide qui vous feront plonger au cœur du vivant, la cellule.

**La cellule, c'est l'unité de base du vivant.** Autrement dit, tout être vivant est constitué d'au moins une cellule. En quelques milliard d'années, l'évolution du monde vivant a conduit des cellules à se regrouper, à se répartir les tâches et à se spécialiser, en réalisant ainsi des regroupements de plus en plus complexes. Ce sont eux qui constituent les plantes, les animaux et, bien entendu, l'être humain.

C'est en 1838 par Matthias Schleiden et Theodor Schwann que va être énoncée la première fois la notion de cellules vivantes. Leurs observations du matériel vivant les conduit à affirmer que « tous les organismes sont faits de petites unités : les cellules ».

**C'est la base de la théorie cellulaire. Elle peut s'énoncer de la manière suivante :**

- < La cellule est l'unité de base du vivant, tous les êtres vivants sont faits de cellules.
- < Toute cellule provient d'une autre cellule : c'est le principe de la **division cellulaire**.
- < La cellule est individuelle en ce qu'elle est délimitée physiquement par une **membrane** qui règle les échanges entre la cellule et son environnement.
- < La cellule renferme toute l'information nécessaire à son fonctionnement et à sa reproduction : son **génome**.

Ces quatre points peuvent être résumés comme suit : La cellule est l'unité structurale, fonctionnelle et reproductrice constituant tout ou partie d'un être vivant, végétal ou animal. Mais il faut aussi préciser, pour être rigoureux, que les virus, bactéries et parasites ne sont constitués que d'une partie, essentielle certes, des éléments constitutifs des cellules.

L'association de cellules constituant un être vivant multicellulaire ne change rien au principe de cette unité fondamentale mais elle se traduit par une organisation des cellules constitutives réglée par des échanges de coopération entre elles. La caractéristique des êtres multicellulaires est aussi de posséder des regroupements de cellules formant des **tissus** qui se spécialisent pour la réalisation de fonctions précises : les **organes**. Malgré cela, toutes les cellules d'un être vivant possèdent le même génome et sont issues d'une cellule unique par division cellulaire. C'est une graine chez les plantes, un œuf pour les poissons ou les oiseaux ou la fusion du spermatozoïde et de l'ovule dans le cas des mammifères et de l'être humain.

C'est pourquoi, le minimum indispensable pour comprendre les aspects scientifiques de la médecine que nous aborderons ensuite, c'est de comprendre le fonctionnement de la cellule. Cette partie sur la biologie offre toutes les bases minimales nécessaires pour comprendre les autres parties de ce guide et fournit des définitions très utiles pour comprendre beaucoup de choses dans la littérature médicale sur le VIH/sida et les hépatites.

## quelques concepts

**Une cellule est une usine chimique de très grande précision** dont l'objectif est, en dehors de toute considération métaphysique, de se reproduire. L'être unicellulaire se reproduit en passant son temps à élaborer une copie de lui-même. L'être multicellulaire fabrique, quant à lui, une cellule unique qui sera à la base d'un être nouveau. À partir d'un certain stade d'évolution, il possède aussi la particularité de la reproduction sexuée, c'est-à-dire qu'il s'organise pour mélanger la moitié du génome des cellules de deux êtres afin de constituer le génome du nouveau-né. L'intérêt ? Générer plus facilement de la diversité et donc de l'adaptation. Mais ceci est une autre histoire, celle de l'évolution des espèces et de la génétique.

**Précisons d'abord quelques rudiments de chimie organique.** La matière qui constitue le vivant fait appel avant tout à quelques éléments simples : l'oxygène et l'hydrogène qui composent l'eau, l'azote que l'on trouve majoritairement dans l'air et le carbone. En quantité infiniment plus faible, les molécules du vivant intègrent aussi du sodium, du potassium, du calcium, du phosphore voire du chlore ou du soufre ainsi que des métaux comme le fer, l'aluminium, le zinc, le cuivre et quelques autres. Les molécules qui composent la matière vivante sont en nombre limitées. Cette limite est déterminée par le fonctionnement du vivant lui-même, les schémas de fabrication ne prévoient l'emploi que de cinq nucléotides et de vingt acides aminés.

Soyons plus précis :

< Les **nucléotides** sont les lettres de l'alphabet génomique. Le génome est comme un plan universel de fabrication et de fonctionnement de la cellule. Il est constitué comme un livre ou, si vous préférez, comme un mode d'emploi. Ainsi, on pourrait dire que c'est du texte. Sauf qu'il est écrit avec un nombre limité de lettres, quatre au total. Ce texte existe sous deux formes, l'ADN écrit avec les quatre lettres que sont A, G, T et C et l'ARN composé à partir de quatre lettres, A, G, U et C où le U a simplement remplacé le T. Dans l'écriture, chaque groupe de trois caractères ou triplet code pour un acide aminé.

< Les **acides aminés** sont les briques dont sont constituées les protéines, qui sont elles-mêmes les constituants des cellules. On peut comparer cela à un jeu de construction pour les enfants genre meccano : avec un nombre assez limité de pièces on peut construire toutes sortes de choses très différentes et variées. Bien que l'on puisse rencontrer dans la nature une bonne centaine d'acides aminés, le monde du vivant n'en utilise que 20.

Constituée à partir de ces matériaux, la cellule est organisée de manière à réaliser essentiellement **6 fonctions** :

- < procéder aux échanges avec l'extérieur pour absorber les éléments qui lui permettront de renouveler ses constituants et d'éliminer ses déchets.
- < produire de l'énergie pour faire fonctionner l'ensemble.
- < construire et entretenir ses constituants.
- < construire une copie d'elle-même dans le cas où elle se reproduit.
- < assurer ses fonctions et communiquer avec l'extérieur lorsqu'elle appartient à un être multicellulaire.
- < assurer la protection et l'intégrité de son patrimoine génétique.

Les plus petits êtres vivants ne comportent qu'une seule cellule. Ce sont par exemple les diatomées, ces sortes d'algues monocellulaires qui constituent l'essentiel du plancton des océans.

L'évolution du vivant a aussi donné corps à des êtres pluricellulaires. Ils sont malgré tout issus d'une cellule unique de départ, un œuf, qui, en se multipliant, produit un ensemble de cellules qui vont progressivement se différencier. Autrement dit, au fur et à mesure du développement de cet être, les cellules limitent leurs fonctions, se spécialisent, en n'utilisant qu'une partie sélectionnée des fonctions de leur génome. Pour autant, **toutes les cellules d'un être vivant possèdent le même génome.**

Ainsi, un être humain ne possède pas moins de soixante mille milliards de cellules. Elles se sont différenciées en 300 à 350 types de cellules différentes à partir de la cellule unique que forme la rencontre entre l'ovule et le spermatozoïde.

En outre, les cellules des organismes pluricellulaires possèdent un programme d'autodestruction, de mort cellulaire programmée appelée **apoptose**, dont la mise en œuvre aboutit à une destruction rationnelle de la cellule.

# La machinerie cellulaire

# 12

On distingue deux types de cellules selon que leur génome est protégé par une membrane interne, le noyau, ou que ce génome est libre. Ce sont respectivement les cellules eucaryotes et procaryotes. Les êtres multicellulaires comme l'être humain sont constitués de cellules **eucaryotes**. L'intérieur de la membrane se nomme le **cytoplasme**. On y trouve le noyau qui contient le génome constitué d'ADN (Acide Désoxyribo Nucléique). À partir de ce génome, les schémas de fabrication des protéines sont copiés sous forme de brins d'ARN (Acide Ribo Nucléique) qui sortent du noyau. Le réticulum endoplasmique est le lieu où est fabriquée la majorité des protéines à partir du schéma fourni par l'ARN. Les machines de production sont elles aussi des protéines très complexes appelées ribosomes. Le fruit de leur production est ensuite transporté par d'autres protéines pour constituer les organes de la cellule, ou bien elles migrent dans l'**appareil de Golgi** où elles sont stockées ou transformées puis dans des vacuoles pour être extraites.

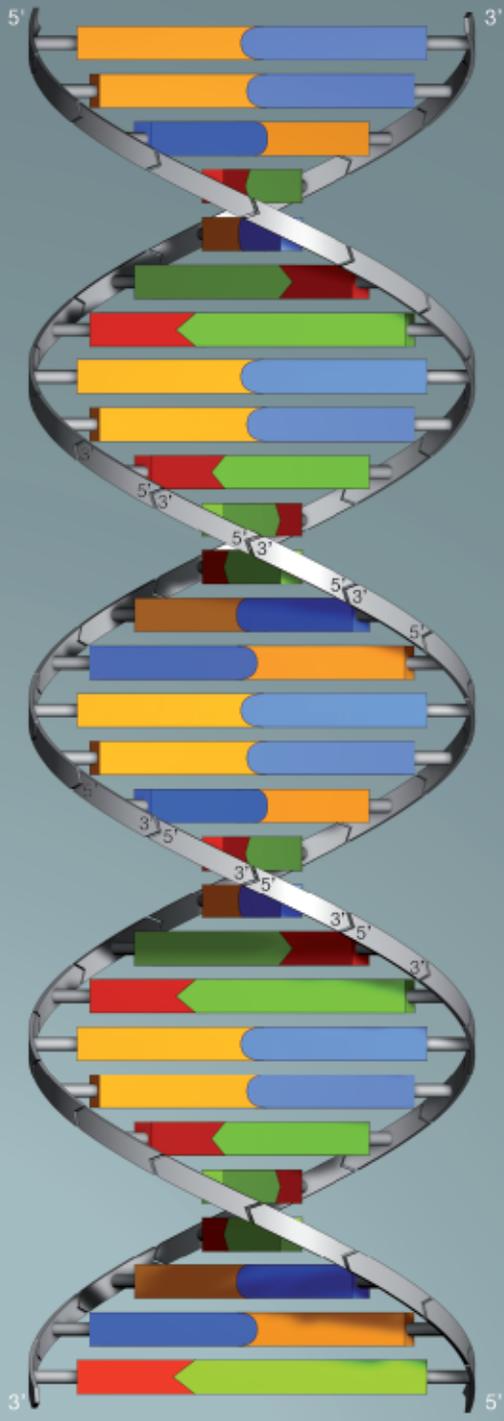
Toutes les membranes externes et internes sont de même nature. Elles sont constituées de protéines particulières, dites lipoprotéines, qui leur confèrent étanchéité et souplesse. Comme des gouttes d'huile à la surface de l'eau, les membranes peuvent fusionner et se diviser tout en maintenant séparés les espaces qu'elles délimitent. C'est ainsi que des **vacuoles** rejettent leur contenu à l'extérieur lorsque leur membrane fusionne avec la membrane extérieure, c'est l'excrétion. L'opération inverse se produit aussi, pour internaliser des éléments nutritifs, par exemple, lorsque la membrane extérieure forme une sorte de bulle intérieure qui se détache en formant une **vésicule**.

D'autres organes intérieurs de la cellule assurent les autres fonctions. Ainsi :

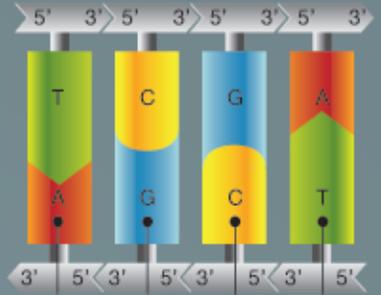
- < Les **mitochondries** fournissent l'énergie de la cellule. Cette énergie, de nature chimique, est produite, stockée et mise à disposition sous la forme d'une molécule hautement énergétique : l'ATP (Adénosine Tri Phosphate) dont la dégradation libère de l'énergie.
- < Les **centrioles** et les **microtubules** constituent la machinerie qui pilote mécaniquement la division cellulaire.

De nombreuses protéines constituent la structure, assurent le transport, permettent le renouvellement des constituants qui s'usent, l'élimination des composés usés ainsi que la transmission de signaux et la régulation des fonctions. Les protéines qui catalysent les réactions chimiques dans la cellule sont appelées des **enzymes**. D'autres protéines, fabriquées dans le réticulum endoplasmique, migrent jusqu'à la surface et constituent des organes de communication entre l'intérieur et l'extérieur.

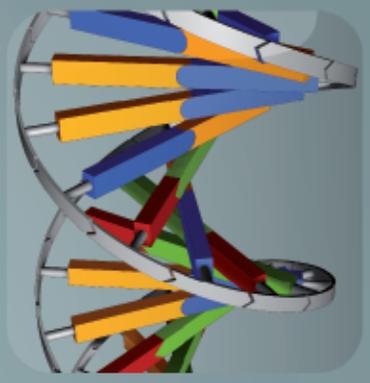
Le nombre de protéines différentes dans une cellule dépend de la taille du génome. Dans une cellule animale, elles se comptent par milliers.



les quatre bases de l'ADN  
et leur complémentarité : A-T, C-G



Adénine      Guanine      Cytosine      Thymin



# le génome

# 1.3

Le génome est l'ensemble du matériel génétique d'un être vivant. Il est caractéristique de l'espèce à laquelle il appartient.

Son contenu constitue le **schéma de construction et de fonctionnement de la cellule**. Chez les êtres multicellulaires, toutes les cellules sont porteuses du même génome conservé dans le noyau de la cellule, ce qui explique les termes employés pour désigner ce qui s'y rapporte : nucléique, nucléoside, e0. Chez l'être humain, il se répartit en 46 « morceaux » appelés **chromosomes**. Ils existent tous en double exemplaire - l'un provenant du père, l'autre de la mère - et sont associés par paires.

fig. 1 Structure de l'ADN

Le génome est constitué d'**ADN** (Acide Désoxyribo Nucléique). Cette molécule chimique est la forme sous laquelle est écrit le message génétique. Elle se présente sous l'aspect d'un long ruban, un texte écrit à l'aide de quatre lettres : A, G, T et C. Plus exactement, les éléments de cette écriture sont quatre molécules chimiques appelées **Adénine, Guanine, Thymine et Cytosine**.

< Chaque molécule de base qui donne son nom à l'élément est associée à un sucre, le désoxyribose, formant ainsi un élément appelé **nucléoside**. Lorsqu'on lui ajoute des éléments de structure, des phosphates, ils devient un **nucléotide** et peut être assemblé aux autres, polymérisé, pour former une chaîne. Ce travail d'assemblage est effectué par une enzyme spécifique, la **polymérase**, et l'énergie nécessaire à cet assemblage est fournie par les phosphates associés aux nucléosides. En effet, cette énergie qui provient de molécules d'**ATP** est associée aux nucléosides par des enzymes spécifiques, les **protéines-kinases**, en une famille d'opérations appelées **phosphorylation**.

< La particularité intéressante des nucléosides, c'est de pouvoir aussi s'associer deux par deux. Ainsi, l'adénine s'associe toujours à la thymine (A - T) et la guanine à la cytosine (G - C). C'est en exploitant cette particularité que l'on peut copier le génome. De la même manière qu'en photographie traditionnelle, on peut obtenir une copie positive à partir du négatif, un brin d'ADN peut être **copié en un brin complémentaire**, A se trouvant toujours en face de T et G en face de C. C'est selon cette règle que la polymérase opère pour constituer le second brin de l'ADN.

< En effet, le génome de nos cellules se présente toujours sous la forme de double brin d'ADN. Lorsque la cellule procède à sa copie, les deux brins se séparent et la polymérase reconstruit le complément de chacun des brins. On obtient donc bien au final deux exemplaires du modèle initial. Outre cette facilité de copie, le double brin permet surtout

de garantir une conservation de l'information génétique puisqu'il est facile de réparer la moindre altération du message en se basant sur le brin resté intact. C'est d'ailleurs la fonction de toute une famille de protéines spécialisées qui oeuvrent en permanence dans le noyau au contact du génome pour en assurer l'intégrité.

Comment le schéma de fabrication contenu dans le génome de la cellule est-il mis en oeuvre ? C'est certainement l'opération du fonctionnement de la cellule la plus importante. Son déroulement peut se décrire en deux étapes, la **transcription** et la **traduction**, bien que la réalité soit sensiblement plus complexe notamment parce qu'elle s'accompagne de nombreux mécanismes annexes.

## Fig. 2 Réplication de l'ADN

### Sens de lecture et de copie.

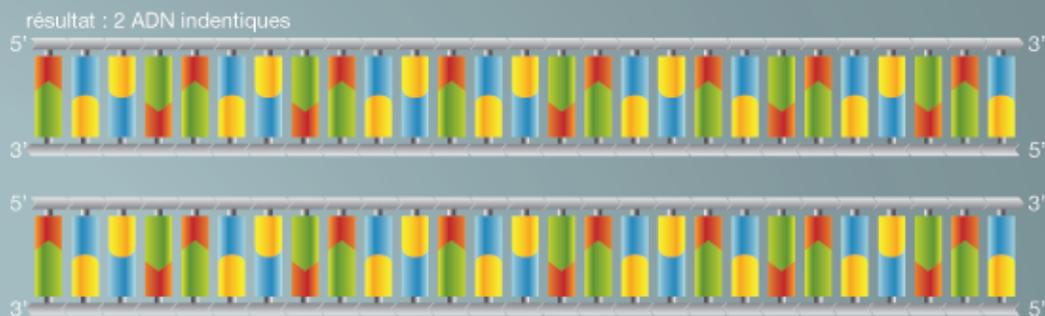
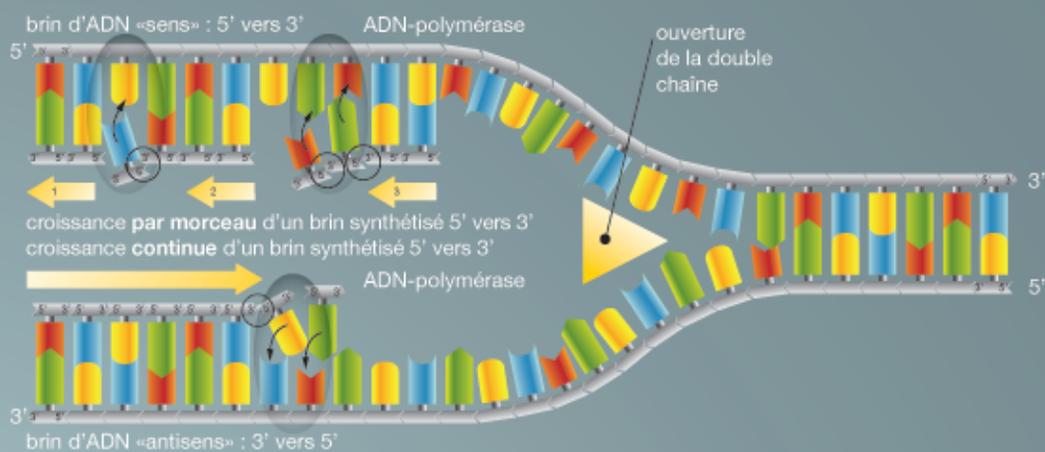
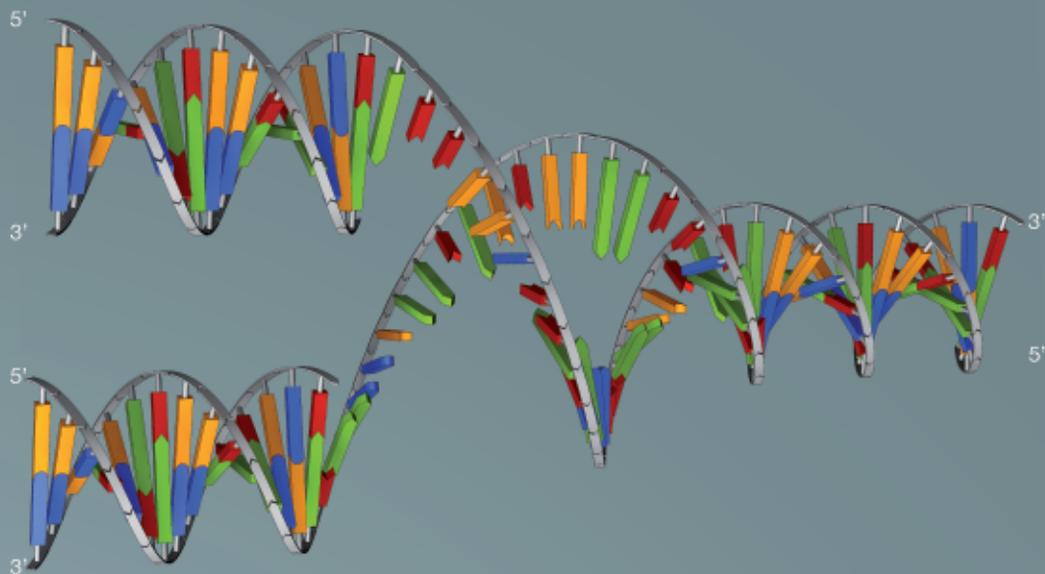
< La manière dont l'ADN ou l'ARN sont construits permet de repérer un sens de lecture. Les nucléotides qui forment la chaîne ont deux extrémités qui se rattachent à leurs voisins. Une de ces extrémités est située sur le sucre, ribose pour l'ARN et désoxyribose pour l'ADN. C'est l'extrémité dite 3'. L'autre extrémité est au bout du phosphate qui réalise la liaison. C'est l'extrémité 5'.

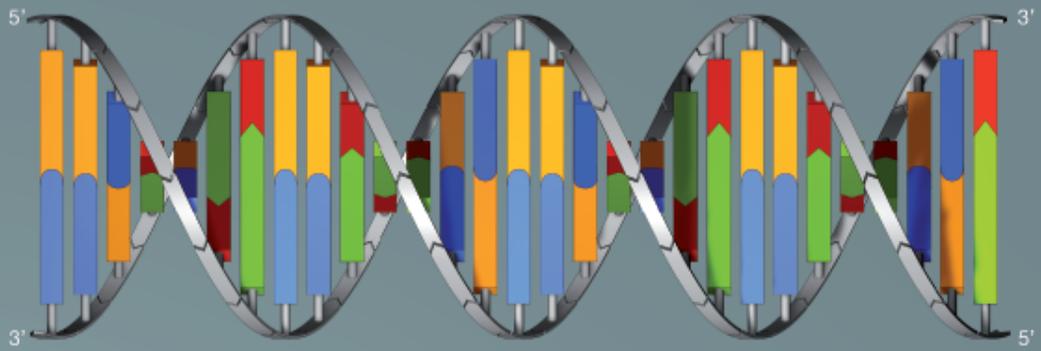
< Le sens de lecture de l'ADN comme de l'ARN est toujours le même : de 5' vers 3'. C'est le sens dans lequel les protéines sont synthétisées à partir du code génétique.

Repérer un gène au milieu d'un brin d'ADN ne pose pas le problème du sens de lecture puisqu'il suffit de repérer le segment précurseur auquel pourront se lier les enzymes responsables de la copie. Bien entendu, cela signifie que des gènes peuvent exister aussi bien d'un côté que de l'autre de l'ADN double brin. On distingue donc :

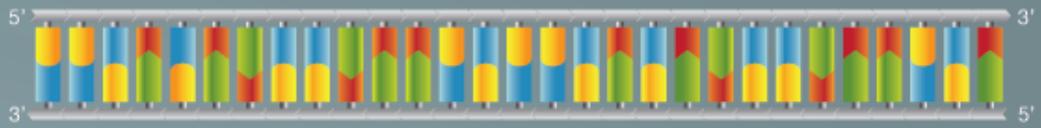
- Dans le sens de lecture 5' vers 3', le brin codant ou « sens » ;
- En face, donc dans le sens de lecture 3' vers 5', le brin qui sert de modèle pour la transcription ou « anti-sens ».

< Lorsqu'on copie l'ADN en ARN, on se sert du brin complémentaire de l'ADN, le brin « anti-sens », pour obtenir une copie identique au brin original, une copie en ARN « sens ». Ainsi, la copie se lit comme l'original, de 5' vers 3'.

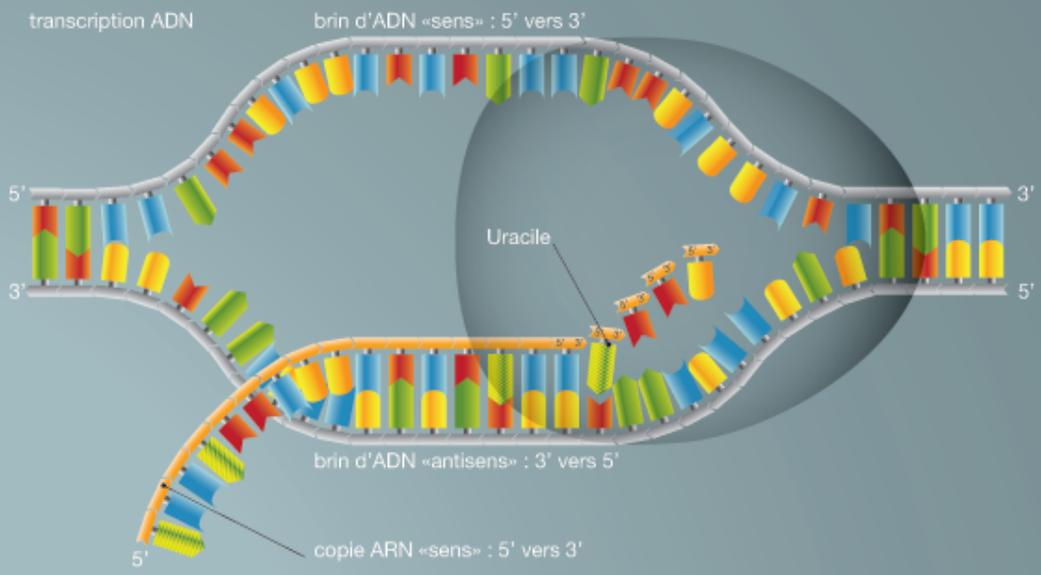




ADN



transcription ADN



# la transcription : ADN > ARN

# 14

Comment exploiter les gènes inscrits dans l'ADN ? D'une manière très simplifiée qui résume tous les processus de régulation du fonctionnement cellulaire, on peut dire qu'à un instant donné déclenché par un besoin, la machinerie de la cellule va provoquer la transcription de tel segment précis du génome. Une enzyme spécifique, la **transcriptase**, va procéder à la copie de ce segment d'ADN en ARN (Acide Ribo Nucléique) selon la même règle d'association que celle utilisée pour construire un brin complémentaire d'un des deux brins de l'ADN.

L'ARN ressemble énormément à l'ADN. Il n'y a que deux choses qui distinguent ces molécules :

< Les nucléosides qui constituent l'ARN sont Adénine, Guanine, Uracile et Cytosine (A, G, U et C). Autrement dit, ici l'Uracile a remplacé la Thymine. La différence est assez mineure. Il semble que dans son évolution, le monde du vivant ait sélectionné la thymine pour l'ADN parce que cette molécule est plus stable que l'uracile, ce qui assure une meilleure conservation du message génomique. Ce besoin de stabilité est bien inférieur pour l'ARN dont l'existence est plus éphémère.

< Le ribose a remplacé le désoxyribose. Il s'agit d'une très petite différence de la structure de ces sucres qui constituent la charpente du ruban. Néanmoins, les éléments résultant ne sont pas identiques et ne peuvent pas être confondus.

La transcription consiste donc à copier un bout de l'ADN en un message en ARN appelé pour cette raison ARN messenger ou **ARN<sup>m</sup>**. Pour savoir exactement ce qu'il faut copier, les enzymes qui interviennent vont se baser sur deux informations écrites dans l'ADN :

< Un segment précurseur permet à la transcriptase de déterminer précisément le début de la séquence à copier. Il contient aussi des informations capables de réguler la transcription ;

< Un segment terminal permet de repérer la fin.

Ces segments délimitent ainsi la partie à copier. Une zone de l'ADN réellement utilisable telle qu'elle est décrite ici est appelée un **gène**. Le patrimoine génétique de la cellule humaine contient entre vingt et vingt-cinq mille gènes. Chaque gène représentant une version codée d'une protéine, l'expression usuelle des biologistes est de dire que « tel gène code pour telle protéine ».

**Fig. 3 Transcription : de l'ADN vers l'ARN**

## Fig. 4 Introns et exons

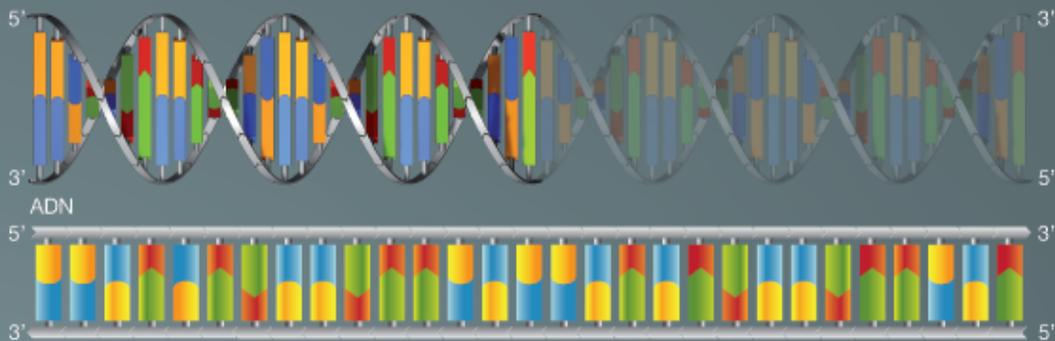
### Introns et exons

Chez les êtres unicellulaires primitifs, en général, le génome est constitué de la juxtaposition de tous les gènes. Chacun est composé d'une partie promotrice puis d'une partie codante qui sera traduite en une protéine. D'une manière générale, on définit comme exon les parties réellement traduites en protéines et comme intron les parties dites non codantes, c'est-à-dire les parties qui ne sont pas traduites en protéines.

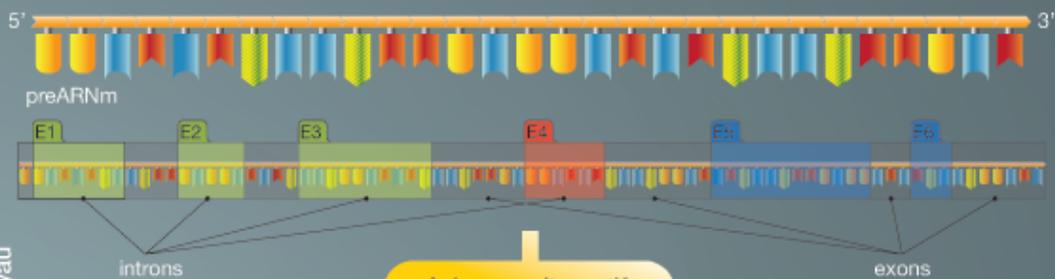
Dans le génome d'êtres plus développés et en particulier chez l'être humain, le mélange entre introns et exons est plus complexe. D'une part, notre ADN comporte des segments qui ne sont pas utilisés, d'autre part, il arrive que la partie transcrite en ARN comporte des introns et des exons. Ainsi, entre la transcription, la copie de l'ADN en ARN, et la traduction, la production d'une protéine, le message ARN subit une transformation : une séquence de reconstruction ou d'épissage dite « editing », mot anglais signifiant montage au sens cinématographique du terme, permet d'éliminer les introns et de rabouter les exons afin d'obtenir le message définitif.

Les séquences intermédiaires, les introns, peuvent servir dans certains cas à contrôler cette opération d'épissage. L'étude récente de ces mécanismes a montré qu'à partir d'un même gène, la cellule peut très bien fabriquer des protéines différentes en réarrangeant les exons de différentes manières.

Tout ceci peut sembler assez compliqué et c'est bien le cas. D'ailleurs toute la signification de cette complexité n'est pas encore très claire. Elle est essentiellement le résultat de l'évolution.



transcription



épissage alternatif

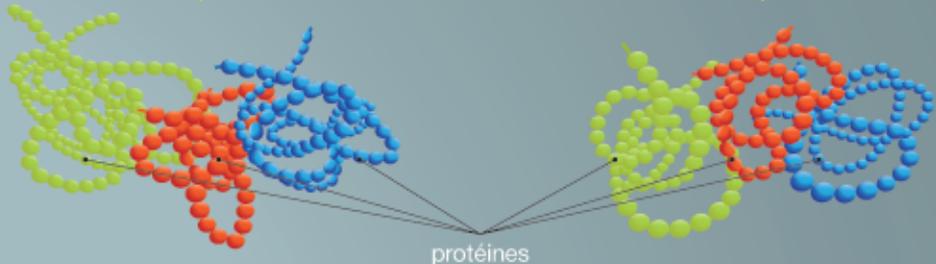
dans le noyau



hors du noyau

traduction

traduction





# la traduction

# 15

A partir du message porté par l'ARN messager, une énorme machinerie de la cellule, composée de plusieurs enzymes et même de morceaux d'ARN, va fabriquer une protéine. Cette machinerie se nomme le **ribosome**. La protéine est un assemblage d'acides aminés liés les uns aux autres comme un long ruban. Ces acides aminés sont tous choisis parmi 20 qui sont les composants exclusifs du monde du vivant. Les chimistes savent en synthétiser bien plus mais les êtres vivants qui sont capables de les fabriquer se limitent à ceux-là. Ce sont essentiellement les plantes et les micro-organismes qui, à partir de sels minéraux du sol, de gaz carbonique et d'eau, peuvent synthétiser ces 20 acides aminés là. Les autres êtres vivants se nourrissent ensuite des plantes pour disposer des matériaux nécessaires à la synthèse de leurs propres protéines.

Fig. 5 La traduction

Le principe même de la traduction est assez simple : chaque groupe successif de trois nucléotides, on dit aussi trois **bases**, de l'ARN correspond à un acide aminé bien précis selon une grille de traduction immuable. À la succession de ces groupes sur l'ARN va correspondre une succession d'acides aminés sur la protéine.

Le décodage est assuré par une famille de petits brins d'ARN, appelé **ARN de transfert** ou **ARN<sub>t</sub>**, capables de se lier à un acide aminé précis et qui possèdent à une extrémité les trois bases complémentaires à celles de l'ARN<sub>m</sub>.

Le ribosome commence par s'assembler à l'extrémité 5' de l'ARN<sub>m</sub> puis recrute parmi les groupes ARN<sub>t</sub>-acide aminé celui qui correspond aux trois premières bases à traduire. Puis il passe au groupe de trois bases suivant et attache l'acide aminé correspondant au précédent. Et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il trouve un groupe UAA, UAG ou UGA qui lui signifie la fin du message. Le début de la traduction n'est pas le premier nucléotide de l'ARN. En effet, une amorce est nécessaire pour que le ribosome puisse se fixer et commencer son travail. Chaque gène à traduire commence donc par une séquence de début reconnue par le ribosome.

Lorsqu'une protéine nouvelle est fabriquée, elle est prise en charge, transportée et mise en place par d'autres protéines de manière à assurer sa tâche. Toutes sortes de protéines fonctionnelles sont fabriquées et libérées simplement dans le cytoplasme de la cellule. Mais nombre d'autres protéines doivent aboutir à un endroit précis. Pour cela, le long ruban fabriqué par le ribosome commence par une section qui va déterminer

l'endroit où cette protéine doit se rattacher. Cela permet le déclenchement d'autres protéines chargées du transport et de la mise en place de ce nouveau composant. C'est un peu comme si la nouvelle protéine possédait une étiquette adresse qui permette sa livraison. Une fois en place, cette étiquette est coupée par une enzyme spécialisée, une protéase, et la nouvelle protéine devient fonctionnelle.

**Fig. 6 Le code de traduction de l'ARN**

**Fig. 7 Liste des acides aminés et des abréviations correspondantes**

NOM	CODE À 3 LETTRES	CODE À 1 LETTRE	NOM	CODE À 3 LETTRES	CODE À 1 LETTRE
Alanine	Ala	A	Méthionine	Met	M
Cysteine	Cys	C	Asparagine	Asn	N
Aspartate	Asp	D	Proline	Pro	P
Glutamate	Glu	E	Glutamine	Gln	Q
Phénylalanine	Phe	F	Arginine	Arg	R
Glycine	Gly	G	Serine	Ser	S
Histidine	His	H	Threonine	Thr	T
Isoleucine	Ile	I	Valine	Val	V
Lysine	Lys	K	Thryptophan	Trp	W
Leucine	Leu	L	Tyrosine	Tyr	Y

deuxième lettre

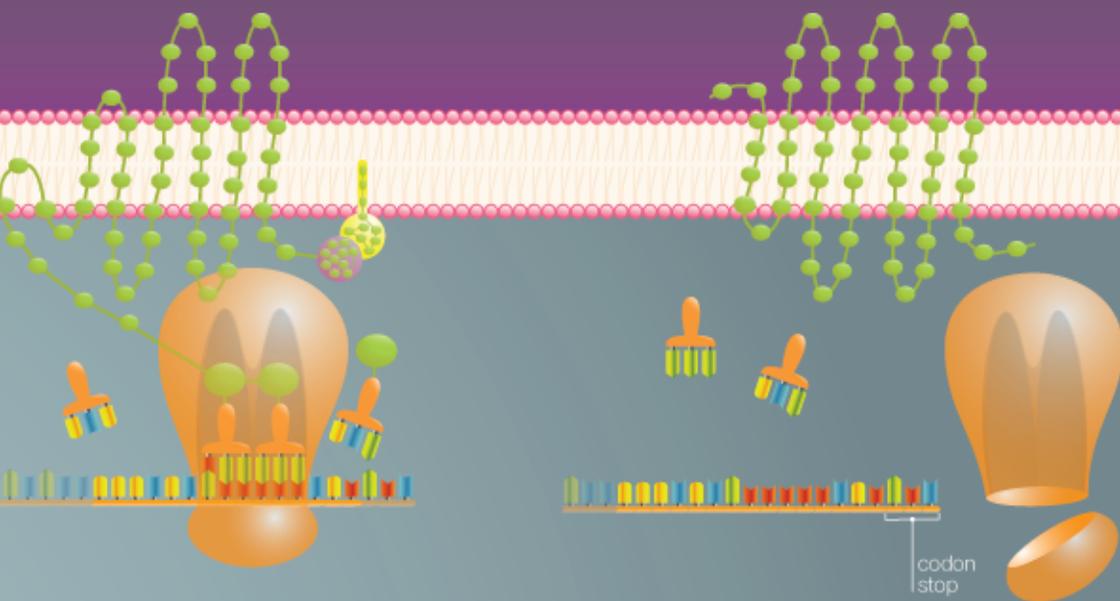
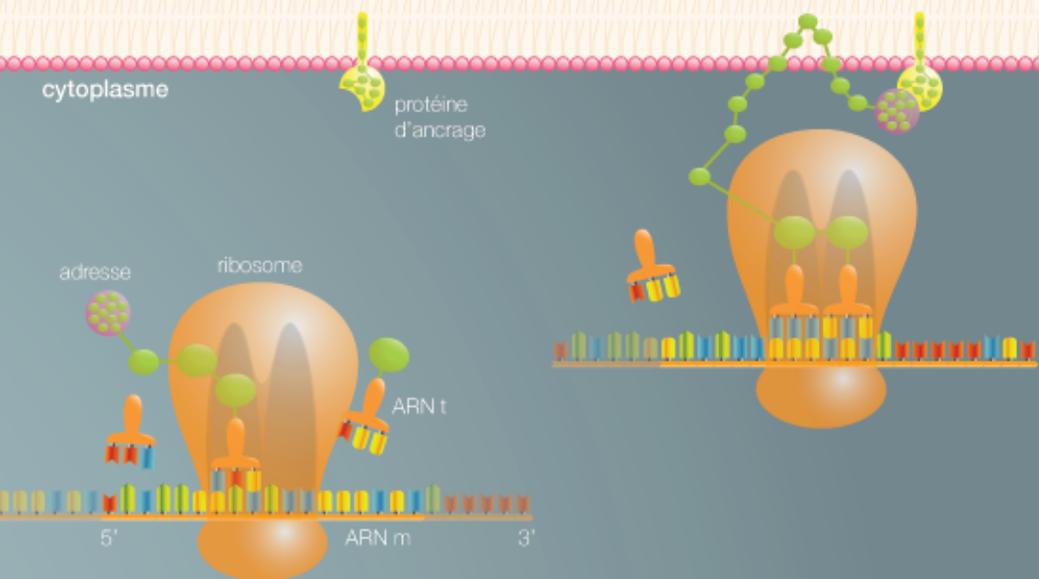
première lettre (côté 5')

troisième lettre (côté 3')

	U	C	A	G	
U	UUU Phénylalanine	UCU Sérine	UAU Tyrosine	UGU Cystéine	U
	UUC Phénylalanine	UCC Sérine	UAC Tyrosine	UGC Cystéine	C
	UUA Leucine	UCA Sérine	UAA STOP	UGA STOP	A
	UUG Leucine	UCG Sérine	UAG STOP	UGG Tryptophane	G
C	CUU Leucine	CCU Proline	CAU Histidine	CGU Arginine	U
	CUC Leucine	CCC Proline	CAC Histidine	CGC Arginine	C
	CUA Leucine	CCA Proline	CAA Glutamine	CGA Arginine	A
	CUG Leucine	CCG Proline	CAG Glutamine	CGG Arginine	G
A	AUU Isoleucine	ACU Thréonine	AAU Asparagine	AGU Sérine	U
	AUC Isoleucine	ACC Thréonine	AAC Asparagine	AGC Sérine	C
	AUA Isoleucine	ACA Thréonine	AAA Lysine	AGA Arginine	A
	AUG Méthionine	ACG Thréonine	AAG Lysine	AGG Arginine	G
G	GUU Valine	GCU Alanine	GAU Ac aspartique	GGU Glycine	U
	GUC Valine	GCC Alanine	GAC Ac aspartique	GGC Glycine	C
	GUA Valine	GCA Alanine	GAA Ac aspartique	GGA Glycine	A
	GUG Valine	GCG Alanine	GAG Ac aspartique	GGG Glycine	G

réticulum

cytoplasme



### **Des protéines pour toutes sortes de choses**

Toute la cellule et ses différentes composantes sont constituées de protéines. Toutes les protéines sont produites par les ribosomes. Mais pas n'importe où. Ainsi, pour certains types particuliers de protéines, les ribosomes se lient à un dispositif particulier interne de la cellule, le réticulum endoplasmique.

Sorte de sac en labyrinthe délimité par une membrane, il est le lieu où sont fabriquées les protéines qui seront sécrétées comme la salive ou les sucs digestifs, les neurotransmetteurs, l'insuline ou encore les nombreux signaux émis par les cellules de l'immunité, les cytokines, et bien d'autres encore.

Une fois produites, ces protéines vont être sélectionnées, stockées et transportées par une autre machinerie cellulaire, elle aussi formée de cavités délimitées par des membranes, l'appareil de Golgi. De là, les protéines à sécréter seront transportées dans des petites bulles, des vacuoles, entourées d'une membrane jusqu'à la surface de la cellule et libérées au moment opportun par la fusion de la membrane qui les contient avec celle qui limite la cellule.

Mais le réticulum endoplasmique est aussi le lieu où sont produits les récepteurs membranaires. Pour communiquer avec l'extérieur, les cellules utilisent des protéines particulières, des récepteurs membranaires. Ces protéines traversent la membrane extérieure de la cellule. Leur partie extérieure est spécialement formée pour servir de détecteur à une substance particulière. Leur extrémité intérieure, quant à elle, est capable de déclencher des processus de contrôle des mécanismes internes de la cellule dont, entre autres, la transcription de gènes bien précis. Ces récepteurs membranaires sont directement fabriqués par les ribosomes dans la membrane du réticulum endoplasmique. C'est aussi l'appareil de Golgi qui va transporter ensuite ces récepteurs membranaires vers la surface de la cellule comme pour les protéines excrétées.

Sur le même mode sont également construits des protéines ou des assemblages de protéines constituant des canaux filtrant capables de laisser passer certains éléments à travers une membrane ou bien capables de pomper certaines substances d'un côté à l'autre de la membrane qui les abrite.

D'autres protéines libérées simplement à l'intérieur de la cellule nécessitent également une étiquette adresse pour pouvoir être transportées au bon endroit. C'est en particulier le cas des protéines constitutives des mitochondries, ces centrales productrices d'énergie de la cellule.

## Membranes

La cellule est identifiable parce qu'elle est limitée par une membrane. C'est elle qui permet de faire la différence entre l'intérieur et l'extérieur. Dans le domaine du vivant, il en existe de différents types mais pour un être donné, toutes les membranes sont de même nature. Elles sont constituées de protéines particulières, dites lipoprotéines, qui leur confèrent étanchéité et souplesse. Comme des gouttes d'huile à la surface de l'eau, les membranes peuvent fusionner et se diviser tout en maintenant séparés les espaces qu'elles délimitent. C'est ainsi que des vacuoles rejettent leur contenu à l'extérieur lorsque leur membrane fusionne avec la membrane extérieure, c'est l'excrétion. L'opération inverse se produit aussi, pour internaliser des éléments nutritifs, par exemple, lorsque la membrane extérieure forme une sorte de bulle intérieure qui se détache en formant une vésicule.

Mais les membranes ne sont pas que des barrières isolantes. Des protéines réalisant de très nombreuses fonctions y sont insérées. On y trouve notamment des canaux et des pompes moléculaires qui assurent les échanges de diverses molécules (hydrogène, calcium, potassium, oxygène, etc.) le plus souvent sous forme d'ions, afin de maintenir les propriétés chimiques du milieu intérieur. On y trouve aussi de nombreux récepteurs qui assurent la communication de la cellule dans son environnement. Ils sont sensibles à des signaux extérieurs, tels que des hormones, et transmettent ces signaux à l'intérieur, grâce à des protéines spécifiques, qui favorisent le plus souvent l'expression de gènes spécifiques assurant la fonction recherchée.

La cellule eucaryote comporte divers organes internes qui sont eux-mêmes limités par des membranes, le noyau, le réticulum endoplasmique, l'appareil de Golgi, les mitochondries, toutes sortes de vacuoles.

Comme toutes ces membranes se ressemblent, cela leur confère une grande plasticité, les unes pouvant fusionner avec les autres ou bien se séparer les unes des autres. Ainsi la cellule peut intégrer des éléments extérieurs en entourant un élément extérieur dans sa membrane puis, en détachant cette partie, former une vacuole qui l'isole du milieu intérieur : c'est l'endocytose. Elle peut aussi excréter des produits internes. Ils sont fabriqués dans le réticulum endoplasmique, constitué lui aussi de membrane, puis ils migrent dans l'appareil de Golgi toujours contenus dans un espace délimité par une membrane d'où se détache finalement une autre vacuole qui migre puis fusionne avec la membrane extérieure, c'est l'exocytose. Toutes ces vacuoles sont dénommées en fonction de leur usage : endosomes, lysosomes, peroxysomes, phagosomes...

