

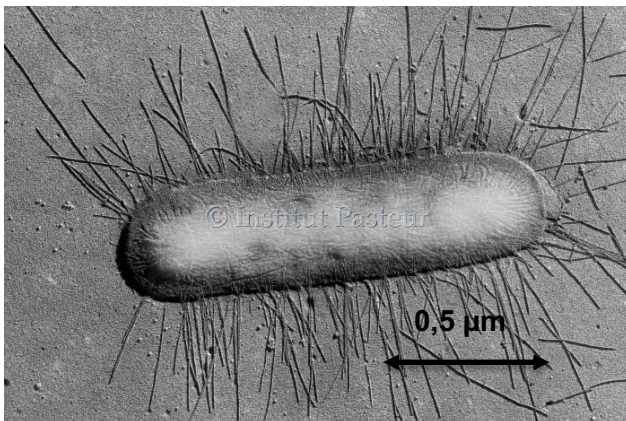
Chapitre C : 100 000 milliards de cellules chez *Homo sapiens*

Pb : comment obtenir des cellules spécialisées dans un organisme ?

1/ Unicellulaire ou pluricellulaire

Depuis 1994, la NASA a adopté une définition à la fois concise et souple : « *la vie est un système chimique auto-entretenu capable d'évolution darwinienne* ». Deux logiques cellulaires 's'affrontent' dans le monde vivant.

- D'un côté les **unicellulaires** qui, comme leur nom l'indique, sont formés d'une seule cellule. A elle d'assumer toutes les tâches afin de vivre, se nourrir, respirer, se reproduire, éliminer les déchets, fabriquer de l'énergie, etc. Les unicellulaires regroupent une très grande variété d'organismes comme les bactéries, les archées, les levures. L'intérêt réside dans la simplicité, ce qui leur permet de se multiplier rapidement : toutes les 20 minutes pour une bactérie comme *Escherichia coli*.



Observation au microscope électronique d'un *Escherichia coli* – source Pasteur



Photographie d'une baleine bleue avec ses 30 mètres de long (humain comme échelle)

- De l'autre côté les **pluricellulaires** qui sont constitués d'un nombre considérable de cellules. Dans ce cas, il va y avoir une répartition 'intelligente' des tâches, certaines cellules se spécialisant dans la nutrition, d'autres dans la respiration, etc. C'est la **spécialisation cellulaire** : observées au microscope, ces cellules auront des aspects différents suivant leur fonction !

Pb : comment la vie est apparue sur Terre ?

<https://www.franceculture.fr/emissions/la-methode-scientifique/la-methode-scientifique-emission-du-lundi-25-mars-2019>

Une nouvelle classification, appelée classification phylogénétique, permet de distinguer 3 ensembles dans le monde vivant : groupe des (eu)bactéries, des archées et des eucaryotes. NB : jadis on distinguait 2 ensembles avec les procaryotes et les eucaryotes, seulement le groupe des procaryotes n'a pas de signification évolutive car on s'est permis de regrouper des espèces sous prétexte qu'elles n'ont pas de noyau. Or dans la nouvelle classification phylogénétique, on regroupe dans un même groupe/clade, les espèces sous prétexte qu'elles ont hérité d'un ancêtre commun une innovation évolutive qui leur a légué cette innovation. Exemple, tous les eucaryotes ont pour ancêtre commun, une cellule ancestrale, chez qui un compartiment protégeant l'ADN est apparu : le noyau des eucaryotes.

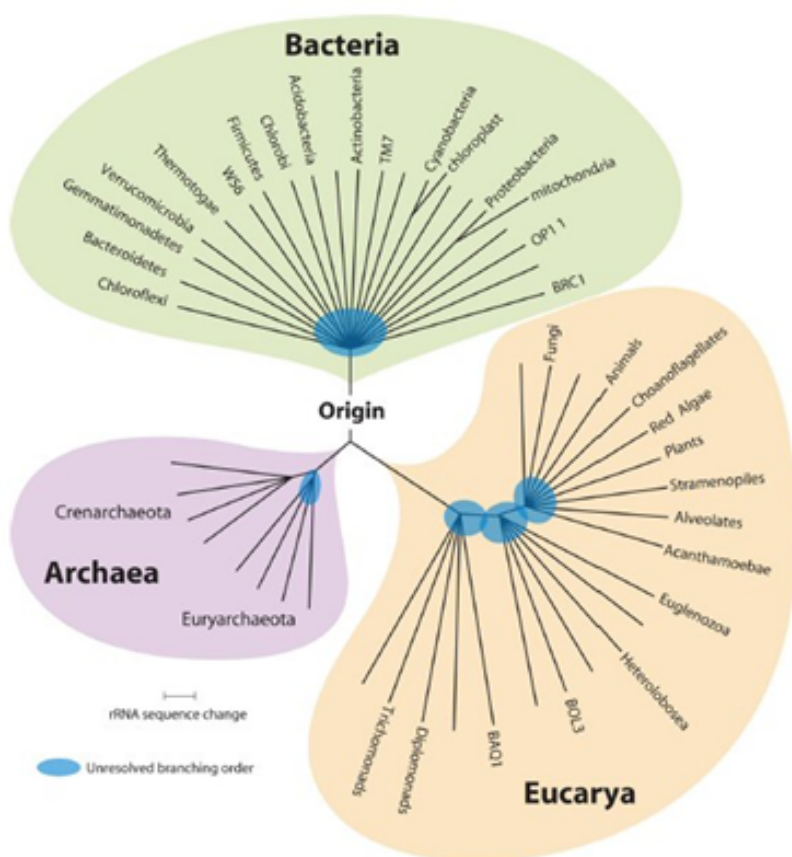
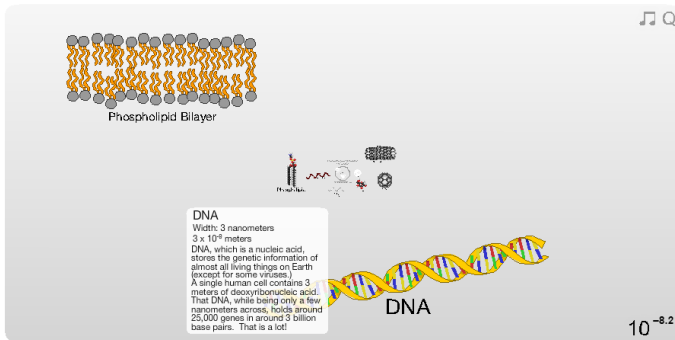


Schéma de l'arbre du vivant enraciné sur l'ancêtre hypothétique LUCA (Last Universal Common Ancestor)

2/ Des pluricellulaires organisés en poupées matriochkas : échelle du vivant

The Scale of the Universe


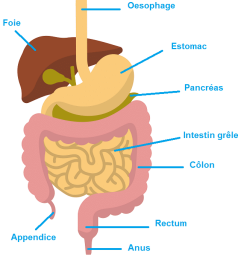
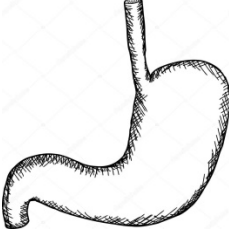
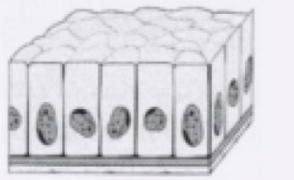

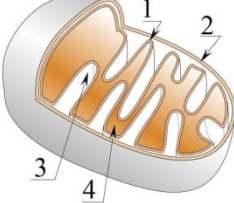
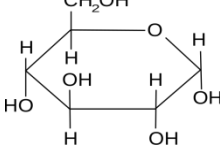


Afin de vous familiariser avec les échelles de l'infiniment grand à l'infiniment petit, cette application incroyable :

<https://scaleofuniverse.com/>

Un jeu d'enfant, les conversions à connaître par cœur, mais vraiment par cœur !

Multiplication Factor	Prefix	Symbol
1,000,000,000 = 10^9	giga	G
1,000,000 = 10^6	mega	M
1,000 = 10^3	kilo	k
100 = 10^2	hecto	h
1 = 1		
0.01 = 10^{-2}	centi	c
0.001 = 10^{-3}	milli	m
0.000001 = 10^{-6}	micro	μ
0.000000001 = 10^{-9}	nano	n

NIVEAUX D'ORGANISATION	DÉFINITION	SCHÉMA	Ordre de grandeur en mètre
Organisme	Il existe 2 types d'organismes : Les unicellulaires Les pluricellulaires (valable uniquement pour ce qui suit)		1
Appareil	Une fonction biologique nécessite plusieurs organes regroupés en un appareil. Exemple, appareil digestif = œsophage + estomac + intestin + pancréas...		10^{-1}
Organe	Un organe est un ensemble de tissus qui ont la même fonction spécifique. Les différents tissus qui composent l'organe peuvent être différents mais tous ces tissus accomplissent la même fonction.		10^{-1}
Tissus	Un tissu est un regroupement de cellules qui ont la même structure et la même fonction. Ils forment une partie d'un organe.		10^{-4}
Cellule	L'unité de base de la vie, constituée d'un noyau et d'un cytoplasme entouré d'une membrane.	Cellule cylindrique ciliée 	10^{-6}
Organite	Les organites sont des constituants de la cellule délimités par une membrane. Ils sont formés de macromolécules assemblées qui jouent un rôle précis dans la cellule.		10^{-7}
Molécule	Les molécules sont constituées par un assemblage d'atomes reliés par des liaisons de covalence.		10^{-9}

3/ La cellule : un même modèle de base... mais avec des options variables

Problème : comment reconnaître les cellules spécialisées ?
Voir TP : cellules végétales, cellules animales

Les êtres vivants sont tous constitués de **cellules** : c'est l'unité fondamentale du vivant. Dans une cellule, il existe 'toujours' de l'ADN, support de l'information génétique. La cellule est entourée par une **membrane plasmique** qui délimite un volume intérieur rempli d'un liquide, le **cytoplasme**.

Dans le cytoplasme, on peut observer différents **organites**, c'est à dire des compartiments délimités par une membrane. Chaque organite est impliqué dans une fonction particulière dans la cellule. Enfin chaque cellule spécialisée va développer, en fonction des besoins inhérents à cette fonction, un ou plusieurs organites.

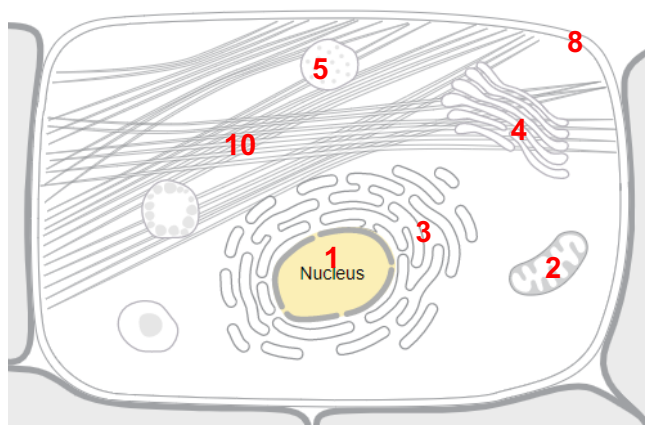


Schéma détaillé d'une cellule animale – source (uniprot) ; à savoir dessiner

Légendes, page suivante

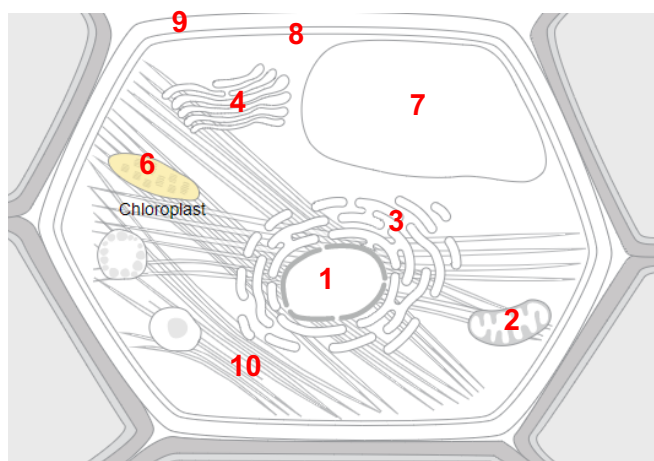
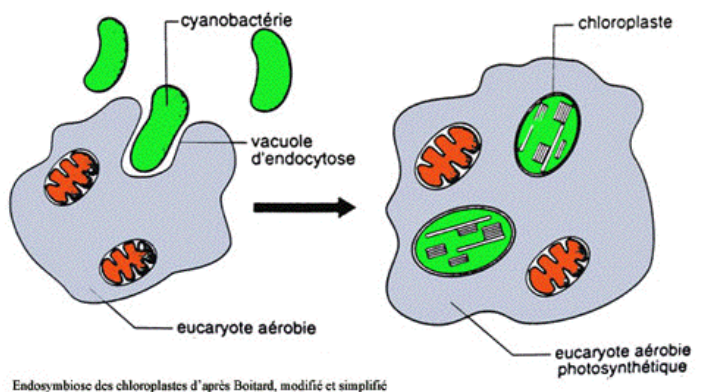


Schéma détaillé d'une cellule végétale – source (uniprot) ; à savoir dessiner

Légendes, page suivante

Organite	Fonction	Origine
1 - Noyau	support de l'information génétique sous la forme d'ADN	Animale et végétale
2 - Mitochondrie	Respiration cellulaire et production d'énergie = ATP	Animale et végétale
3 - REG (réticulum endoplasmique granuleux) :	synthèse des protéines brutes	Animale et végétale
4 - Appareil de golgi :	activation de protéines fonctionnelles	Animale et végétale
5 - Lysosome	Poubelle cellulaire donc assure la digestion dans la cellule	Animale
6 - Chloroplaste	contient la chlorophylle pour effectuer la photosynthèse	végétale
7 - Vacuole	stockage de l'eau et régule la turgescence (état gonflé) de la cellule	végétale

Quelques organites cellulaires des eucaryotes



Des cellules eucaryotes, ont absorbé/digéré une « algue verte » unicellulaire dans leur cytoplasme mais au lieu d'être détruite, une entente réciproque, appelée symbiose, s'est installée de telle sorte que l'algue s'est transformée progressivement en chloroplaste. L'algue devenue chloroplaste apporte à la cellule eucaryote le sucre de la photosynthèse, la cellule eucaryote apporte au chloroplaste protection et sels minéraux.

Remarque 1 : ci-dessous, les structures ne sont pas des organites car elles ne sont pas entourées d'une membrane.

PAS organite	Fonction	Origine
8 - membrane plasmique	Contrôle les échanges entre l'ext et l'int de la cellule	Animale et végétale
9- paroi	Située à l'extérieur de la cellule ; constitue un exosquelette	végétale
10 - Cytosquelette	Assure les déplacements dans la cellule	Animale et végétale

Remarque 2 : A l'extérieur de la cellule, il existe des grosses molécules comme le collagène, qui forme une **matrice extracellulaire** dont le rôle est d'assurer la cohérence, l'élasticité des tissus chez les animaux.

4/ Toutes les cellules spécialisées possèdent le même ADN mais elles sont pourtant différentes

4.1/ L'ADN, une molécule en double hélice formée de nucléotide

Rappel 1 : l'ADN (**Acide Désoxyribo Nucléique**) est une longue molécule organique constituée de **nucléotides**. C'est dans cet ADN qu'est codée la « recette » pour fabriquer un humain, c'est-à-dire toutes ses cellules.

Un nucléotide est constitué de :

- Un sucre, le désoxyribose**
- Une base azotée, au choix parmi 4**
- Un groupement de phosphates

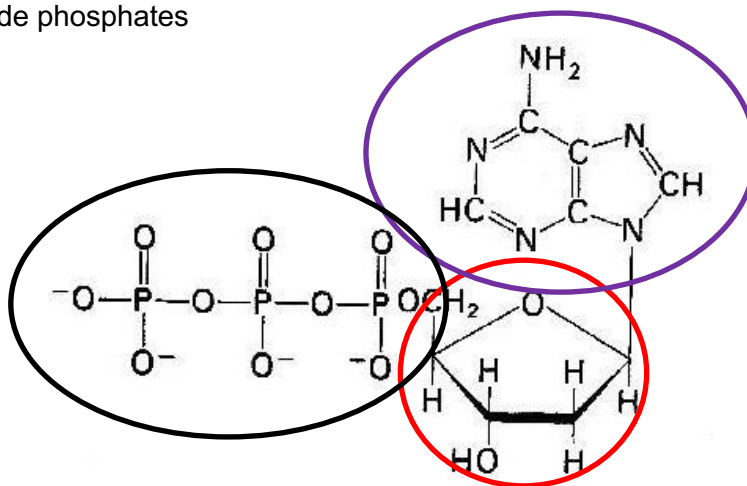


Schéma d'un nucléotide – à savoir reconnaître

On distingue 4 nucléotides différents ATGC: Nucléotides à **adénine, à guanine, à thymine, à cytosine**. Les nucléotides sont enchainés les uns après les autres formant un brin d'ADN en double hélice avec une **complémentarité** des nucléotides, de telle sorte que l'ADN est constitué de 2 brins d'ADN aux nucléotides complémentaires. Une guanine est complémentaire d'une cytosine et une adénine est complémentaire d'une thymine

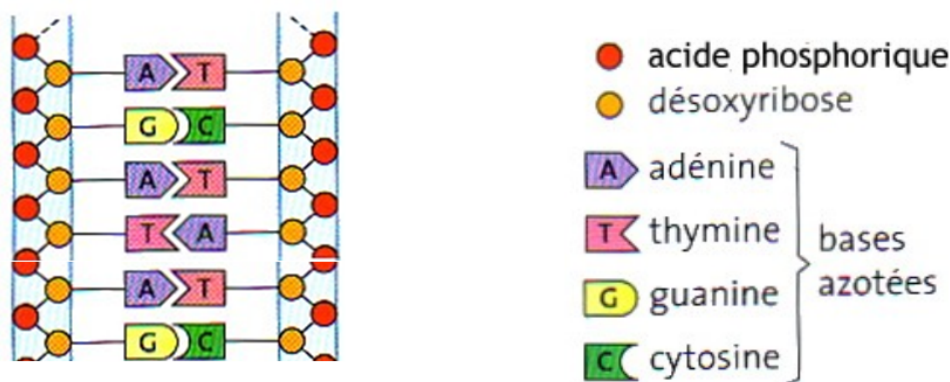


Schéma de la molécule d'ADN (Nathan) – A connaître

Rappel 2 : chaque **chromosome** est constitué d'une molécule d'ADN. Chez l'Homme, chaque cellule est constituée de 46 chromosomes : il y a donc 46 morceaux d'ADN dans chacune de nos cellules. Mais quelle longueur en tout ?

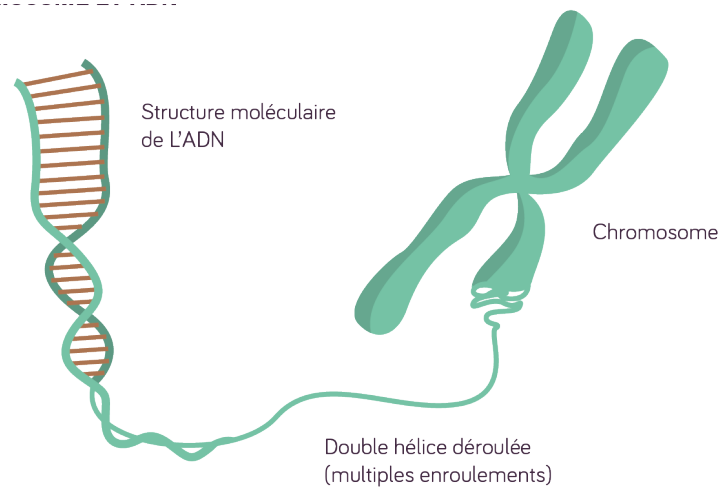


Schéma du chromosome à l'ADN – à connaître

Pb : puis-je faire le tour du monde avec l'ADN d'une cellule ou d'un humain ?
Voir TP des chiffres hallucinants avec l'application NCBI et logiciel Libmol

4.2/ L'ADN est le livre de la vie passionnant

Un court extrait de ce livre, page XXX :

« ACCGCCGAGACCGCGTCCGCCCGCGAGCACAGAGCCTCGCCTTTGCCGATCCGCCGCCCGTCCACACCCGCCGCCAG
GTAAGCCCCGGCCAGCCGACCGGGGCGAGCGGCTCACGGCCCCGGCCGAGGCGGCCGCCGCCGCCCTTCGCCCGTGCAGAGCC
GCCGCTCGGGCCGACCGGGGGGCGCATGGGGGGGAACCGGACCGCCGTGGGGGGCGGGGAGAAGCCCCCTGGGCCTCC
GGAGATGGGGGACACCCACGCCAGTTCGGAGGCGCGAGGCCCGCCTCGGGAGGCGCGCTCCGGGGGTGCCGCTCTCGGG
GCGGGGGCAACCGCGGGGTCTTTGTCTGAGCCGGGCTCTTGCCAATGGGGATCGCAGGGTGGGCGCGGGAGCCCCCG
CCAGGCCCGGTGGGGGCTGGGGCGCCATTGCGCGTGCAGCGCTGGTCTTTGGGCGCTAACTGCGTGCAGCGCTGGGAATTG
GCGCTAATTGCGCGTGCAGCGCTGGGACTCAAGGCGCTAACTGCGCGTGCCTTCTGGGGCCCGGGGTGCCGCGGCCTGGGC
TGGGGCGAAGGCGGGCTCGGCCGGAAGGGGTGGGGTCCGCCGGGCTCCCGGGCGCTTGCAGCGCACTTCTGCCCGAGCCG
CTGGCCGCCGAGGGTGTGGCCGCTGCGTGCAGCGCGCCGACCCGGCGCTGTTTGAACCGGGCGGAGGCGGGGCTGGCG
CCCGGTTGGGAGGGGTTGGGGCCTGGCTTCTGCCGCGCGCCGCGGGGACGCCTCCGACCAGTGTTCCTTTTATGGT
AATAACGCGGCCGCGCCGCTTCTTTGTCCCAATCTGGGCGCGCGCCGGCGCCCCCTGGCGGCCTAAGGACTCGGCGC
GCCGGAAGTGGCCAGGGCGGGGCGACCTCGGCTCACAGCGCGCCGGCTATTCTCGCAGCTCACCATGGATGATGAT
CGCCGCGCTCGTGTGACAAACGGCTCCGGATGTGCAAGGCGGGCTTCGCGGGGCGAGATGCCCGGGCGGCTTTCC
CTCCATCGTGGGGCGCCCCAGGCACCAAGGTAGGGGAGCTGGTGGGTGGGGCAGCCCCGGGAGCGGGCGGGAGGCAAGG
GCGCTTTCTCTGCACAGGAGCCTCCCGGTTTCCGGGGTGGGGGCTGCGCCCGTGTCTCAGGGCTTCTTGTCTTTCTTCC
CAGGGCGTGATGGTGGGCATGGGTGAGAAGGATTCTATGTGGGCGACGAGGCCAGAGCAAGAGAGGCATCCTCACCCCT
GAAGTACCCCATCGAGCACGGCATCGTCACCAACTGGGACGACATGGAGAAAATCTGGCACCACACCTTCTACAATGAGC
TGCGTGTGGCTCCCGAGGAGCACCCCGTGTGCTGACCGAGGCCCCCTGAACCCCAAGGCCAACCGCGAGAAGATGACC
CAGGTGAGTGGCCCGCTACCTTCTGGTGGCCGCTCCCTCCTTCTGGCCTCCCGGAGCTGCGCCCTTTCTACTGGT
TCTCTTCTGCGGTTTTCCGTAGGACTCTTCTCTGACCTGAGTCTCCTTTGGAAGTCTGCAGGTTCTATTTGCTTTT
TCCCAGATGAGCTCTTTTTCTGGTGTGTCTCTGACTAGGTGTCTAAGACAGTGTGTGGGTGTAGGTAACACT
GGCTCGTGTGACAAGGCCATGAGGCTGGTGTAAAGCGGCCCTTGGAGTGTGTATTAAGTAGGTGCACAGTAGGTCTGAACA
GACTCCCCATCCAAGACCCAGCACACTTAGCCGTGTTCTTTGCACTTTCTGCATGTCCCCCGTCTGGCCTGGCTGTCC
CCAGTGGCTTCCCAGTGTGACATGGTGTATCTCTGCCTTACAGATCATGTTTGGAGACCTTCAACACCCAGCCATGTAC
GTTGCTATCCAGGCTGTGCTATCCCTGTACGCCTCTGGCCGTACCCTGGCATCGTGATGGACTCCGGTGACGGGGTAC
CCACTGTGCCATCTACGAGGGGTATGCCCTCCCCATGCCATCCTGCGTCTGGACTGGCTGGCCGGGACCTGACTG
ACTACCTCATGAAGATCCTCACCAGCGCGGCTACAGCTTACCACCACGGCCGAGCGGAAATCGTGCGTGACATTAAG
GAGAAGCTGTGTACGTGCGCCCTGGACTTCGAGCAAGAGATGGCCACGGCTGCTTCCAGCTCCTCCCTGGAGAAGAGCTA
CGAGCTGCCGACGGCCAGGTATCACCATTGGCAATGAGCGGTTCCGCTGCCCTGAGGCACTTCCAGCCTTCTTCC
TGGGTGAGTGGCTCTCCCGGCTCTGCCTGACATGAGGGTTACCCCTCGGGGCTGTGTGGAAGCTAAGTCTG
CCCTCATTTCCCTCTCAGGCATGGAGTCTGTGGCATCCACGAAACTACCTTCAACTCCATCATGAAGTGTGACGTGGAC
ATCCGCAAAGACCTGTACGCCAACACAGTGTGTCTGGCGGCACCACCATGTACCCTGGCATTGCCGACAGGATGCAGAA
GGAGATCACTGCCCTGGCACCCAGCACAAATGAAGATCAAGGTGGGTGTCTTTCTGCCTGAGCTGACCTGGGCAGGTCCG
CTGTGGGGTCTGTGGTGTGTGGGGAGCTGTACATCCAGGGTCTCACTGCCTGTCCCTTCCCTCCTCAGATCATTGC
TCTCCTGAGCGCAAGTACTCCGTGTGGATCGGCGGCTCCATCCTGGCCTCGCTGTCCACCTTCCAGCAGATGTGGATCA
GCAAGCAGGAGTATGACGAGTCCGGCCCCCTCCATCGTCCACCACAAATGCTTCTAGGCGGACTATGACTTAGTTGCGTTA
CACCTTTCTTGACAAAACCTAACTTGCAGAAAACAAGATGAGATTGGCATGGCTTTATTTGTTTTTTTTTTGTTTTGTT
TTGGTTTTTTTTTTTTTTTTTTGGCTTACTCAGGATTTAAAACTGGAACGGTGAAGGTGACAGCAGTCGGTTGGAGCGAG
CATCCCCAAAGTTCACAATGTGGCCGAGGACTTTGATTGCACATTGTTGTTTTTTAATAGTCATTCCAATATGAGAT
GCGTTGTTACAGGAAGTCCCTTGCCATCCTAAAAGCCACCCACTTCTCTCTAAGGAGAATGGCCAGTCCCTCTCCAAG
TCCACACAGGGGAGGTGATAGCATTGCTTTCGTGTAAATTATGTAATGCAAAATTTTTTTAATCTTCGCCCTTAATACTTT
TTTATTTGTTTTATTTTGAATGATGAGCCTTCGTGCCCCCCTTCCCCCTTTTTTTGTCCCCAACTTGAGATGTATGAA
GGCTTTTGGTCTCCCTGGGAGTGGGTGGAGGCAGCCAGGGCTTACCTGTACACTGACTTGAGACCAGTTGAATAAAAGTG
CACACCTTAAAAATGA »

Avec un peu d'expérience en spécialité SVT de première et terminale, vous serez capable de me dire ce que signifie ce paragraphe (voir [guerin](#) > génétique > NCBI outil « blast »)... Lancez-vous dans cette recherche et si vous trouvez le nom du gène, vous pouvez faire rédiger un petit compte rendu avec les captures d'écran de votre démarche et surtout choisir la spé SVT ... points bonus ☺ ☺ ☺

3 règles à connaître :

Règle 1 : **toutes les cellules possèdent le même programme génétique, c'est-à-dire le même ADN.**

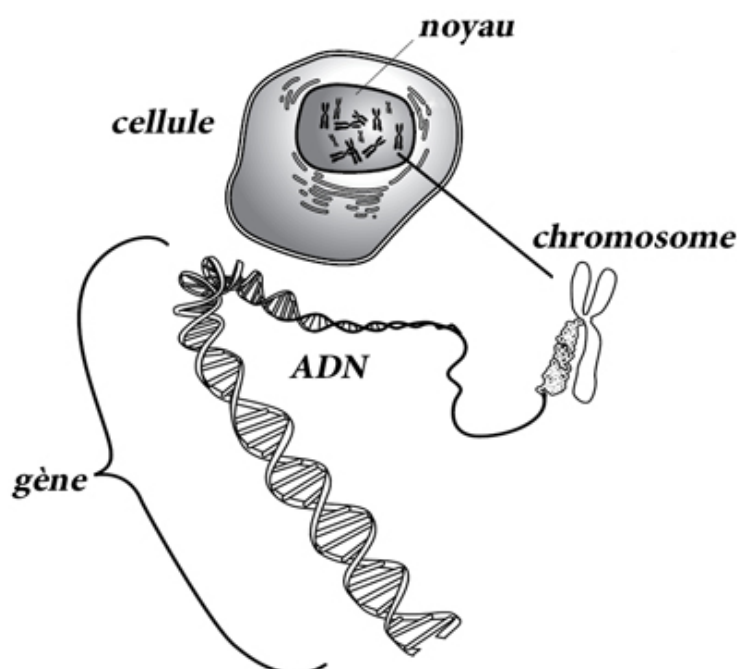
En effet, toutes les cellules d'un organisme sont issues de la même cellule initiale qui s'est divisée des milliards de fois par mitose pour donner un embryon, un fœtus puis un individu.

Règle 2 : **Dans l'ADN c'est surtout la séquence, cad l'ordre, des nucléotides qui est fondamentale.**

Vous connaissez les anagrammes « Parisien et aspirine » ou « chien, chine et niche ». Avec l'ADN, c'est le même principe mais avec 4 lettres seulement « ATGC, GTAC, TAGC, GCAT, etc ».

Règle 3 : Un **gène** est un morceau d'ADN caractérisé par :

- sa **longueur** c'est à dire le nombre de nucléotides
- sa **séquence** c'est à dire l'ordre des nucléotides
- sa localisation sur le chromosome (= le **locus**)
- Chaque gène **code** pour un caractère héréditaire donné, qui s'exprime sous la forme d'une protéine (le groupe sanguin, la couleur des yeux, etc.)

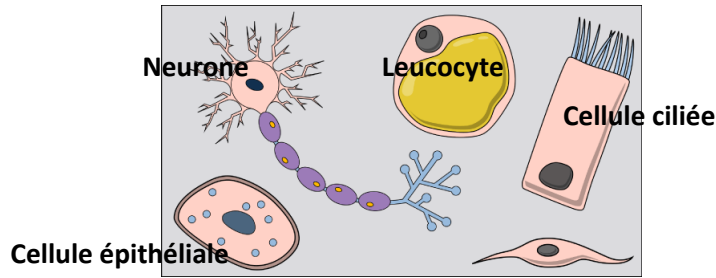


Relation entre chromosome, ADN, gène – A connaître

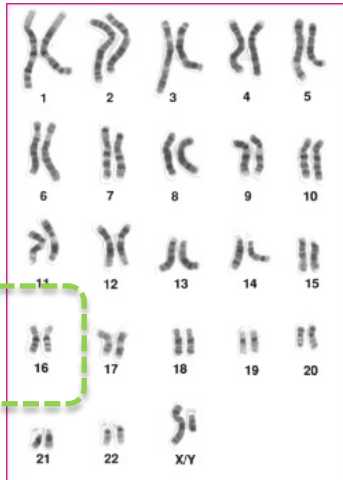
Pb : comment faire parler l'ADN sur une scène de crime ? Pour la recherche de paternité ?
Voir PROJET GENETIQUE : extraction ADN, amplification par PCR et électrophorèse.

4.3/ Toutes les cellules spécialisées possèdent le même ADN, les mêmes gènes mais heureusement n'en expriment que quelques milliers suivant leur spécialisation

Sur les 25 000 gènes d'une cellule humaine, seuls quelques-uns vont s'exprimer dans un type de cellules spécialisées donné. C'est donc le gène exprimé qui va permettre la synthèse d'une protéine donné qui permettra à la cellule de se spécialiser dans sa fonction ah doc.



1) Des cellules spécialisées dans un même organisme



2) Avec toutes le même caryotype, les mêmes chromosomes, les mêmes gènes
MAIS !!!

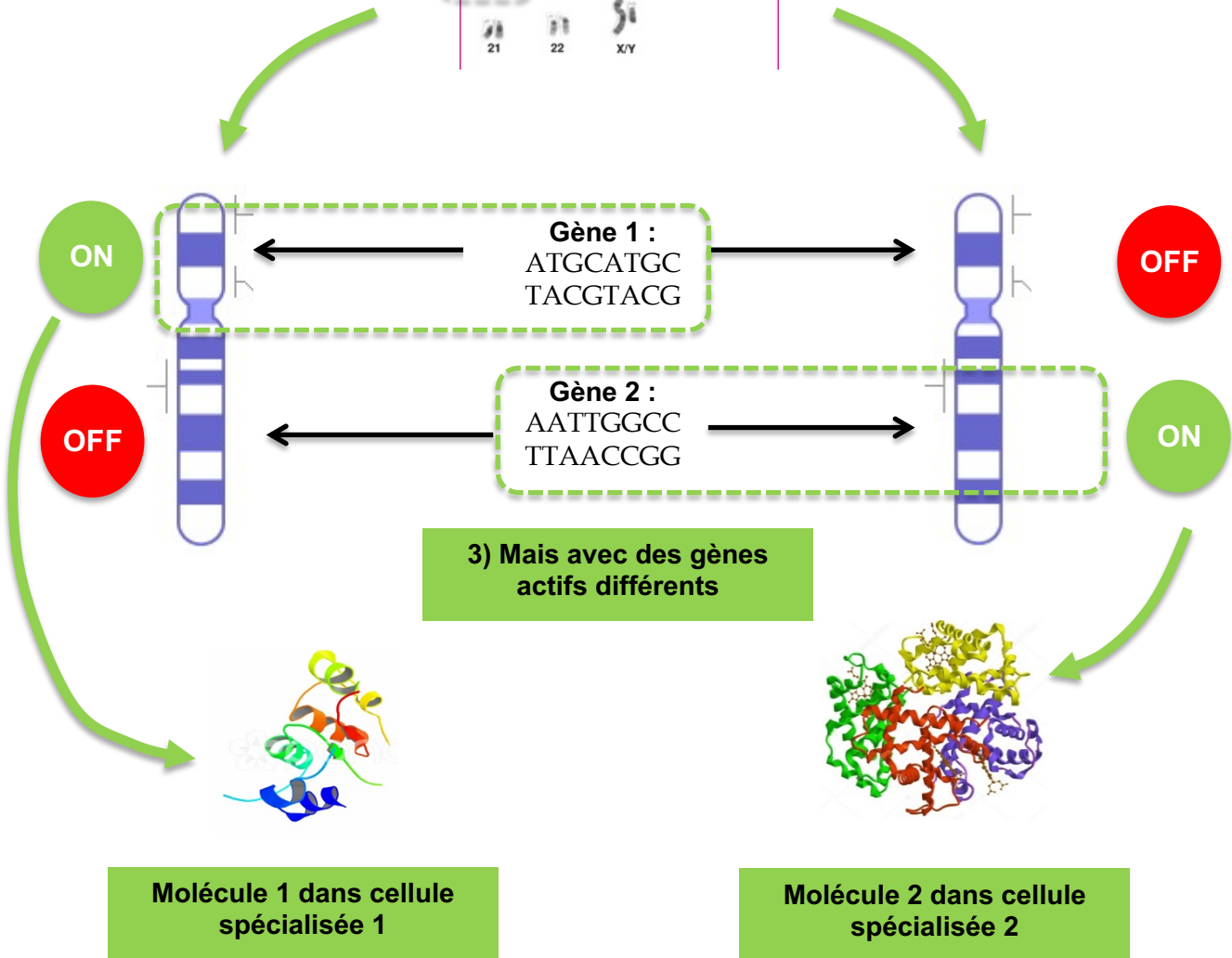


Schéma bilan – origine de la spécialisation cellulaire et génétique – à connaître

Pour s'amuser, se documenter, se faire plaisir, ce site dédié à la vulgarisation des gènes :

<https://www.chromosomewalk.ch/liste-chromosomes/>



<http://education.expasy.org/bioinformatique/Atelier3b.html>

4.4/ L'ADN et le clonage



Connaissant la structure de l'ADN, les généticiens ont réussi à **cloner** de nombreuses espèces. Cette technique consiste à multiplier de manière identique un animal, un peu à la photocopieuse ! Ci-contre la brebis **Dolly** à gauche (à droite Keith Campbell le généticien☺), premier animal cloné né le 5 juillet 1996 à Édimbourg (Institut Roslin). Elle est née de cellules de glande mammaire de la brebis adulte **Geniees**, dont le noyau cellulaire a été transplanté dans l'ovule énucléé d'une autre brebis, nommée

Belinda.

Un lien pour en savoir davantage sur le clonage : https://www.canal-u.tv/video/universite_de_tous_les_savoirs/clonage_reproductif_clonage_therapeutique.853