

STRUCTURE ET FONCTION DE L'ADN

Notions déjà connues :

- l'ADN contient l'information génétique
- l'information génétique est contenue dans le noyau des cellules

Vu au cours précédent :

- la transgénèse met en évidence l'universalité de la molécule d'ADN
- on trouve dans l'ADN les gènes codant pour des caractères

Objectifs de la séance :

- identifier la structure de l'ADN (nucléotides, bases azotées, double hélice)
- la variation génétique repose sur la structure de l'ADN (gènes)

Compétences :

- extraire, recenser des données à partir d'un document
- maîtrise de la langue
- argumenter/tenir un raisonnement logique
- travailler en groupe
- utiliser l'outil informatique (internet, moteurs de recherche)

Objectifs notionnels à atteindre (vus avec Mme Duvignac) :

- un chromosome = une molécule d'ADN condensée ← Phase 1
- structure en double hélice de l'ADN ← Phase 1
- nucléotides = sucre + groupement phosphate + base ← Interphase
- ADN composé de 4 nucléotides qui s'associent en paires (G-C, A-T) ← Phase 2
- code génétique (une séquence de nucléotides = un gène) ← Phase 2

Bilan du cours « habituel » (celui de Mme Duvignac) :

L'ADN est un filament à double brin formant une double hélice. Chaque brin est constitué d'une succession de nucléotides. Chaque nucléotide est orné d'un sucre (le désoxyribose), d'un phosphate et d'une base azotée.

Il existe 4 bases azotées différentes : adénine (A), thymine (T), cytosine (C) et guanine (G). Il existe donc quatre types de nucléotides différents.

Les deux brins de l'ADN sont complémentaires car les bases s'associent deux à deux (A avec T et C avec G) par des liaisons formant ainsi les « liens » qui unissent les deux brins de la molécule.

La molécule d'ADN est porteuse d'une information. Or seule la succession des bases le long de la molécule est différente d'un endroit à un autre donc c'est cet ordre des bases qui constitue l'information génétique.

Navigation

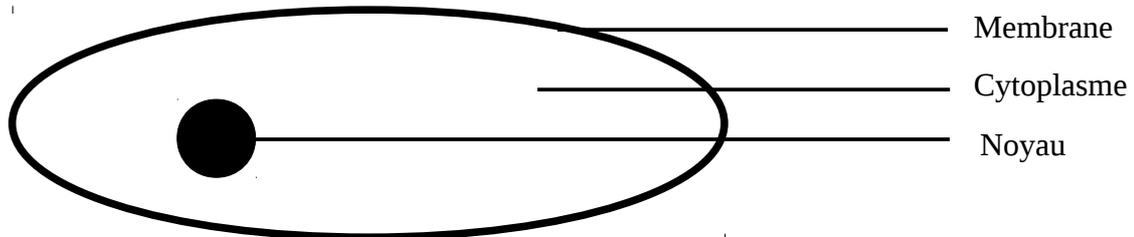
RAPPELS.....	3
DEBUT PHASE 1.....	3
MISE EN COMMUN PHASE 1.....	3
INTERPHASE NUCLEOTIDES.....	4
DEBUT PHASE 2.....	5
MISE EN COMMUN PHASE 2.....	6
Document 1.....	9
Document 2.....	10
Document 3.....	11
Document 4.....	12

Représentation 1 : ADN dans chromosome + ADN = molécule double hélice

Représentation 2 : ADN dans chromosomes + ADN rapport avec gènes + code génétique

RAPPELS

On a précédemment vu que tous les êtres vivants sont composés de cellules. Toutes les cellules s'organisent de la même manière. Compléter le schéma au tableau avec la classe.



Mais on a également vu que dans les cellules est présent l'ADN qui correspond à l'information génétique, permettant de donner tel ou tel caractère à un individu, comme par exemple la couleur rouge pour les levures (TP transgénèse).

On va alors se demander qu'est-ce que l'ADN ? Où se trouve-t-il ? A quoi sert-il ?

Problématique :

A quoi correspond la molécule d'ADN, et où la localise-t-on ?

Lors du petit travail que je vous ai demandé la dernière fois, j'ai eu des réponses assez variées. De ce fait, je vais diviser la classe en 4 groupes de 4.

DEBUT PHASE 1

On va d'abord travailler sur la première question qui était « à quoi ressemble la molécule d'ADN », on va donc s'intéresser à la structure de l'ADN, ainsi qu'à sa localisation.

- Structure de l'ADN

Premièrement, il nous faut répondre à la question : où se situe l'ADN ? ← 2 groupes de 4 élèves
Pour certains la molécule d'ADN est contenue dans les chromosomes, pour d'autres elle est dans les gènes. 1 chromosome = 1 molécule d'ADN condensée **DOCUMENT 1**

Ensuite, on se demande à quoi ressemble l'ADN. ← 2 groupes de 4 élèves
Beaucoup d'entre vous m'ont dessiné quelque chose qui ressemble à ça (dessin double hélice), mais il y a aussi des élèves qui m'ont dit que la molécule d'ADN ressemblait à n'importe quelle molécule. Molécule d'ADN = double hélice **DOCUMENT 2**

MISE EN COMMUN PHASE 1

La mise en commun se fait en classe entière, on répond d'abord à la première question, les élèves disent ce qu'ils ont trouvé et cela peut-être complété/réajusté par le second groupe qui a travaillé sur cette question et/ou les autres élèves de la classe s'ils ont des réponses. Les informations sont

ainsi écrites au tableau, on cherche à arriver à « Dans les noyaux des cellules, on trouve des chromosomes. Chaque chromosome correspond à une molécule d'ADN condensée. »

Puis on répond à la seconde question, de la même manière. Toujours de la même manière les élèves ayant travaillé dessus ou non peuvent intervenir pour corriger et réajuster. On cherche à arriver de préférence à un dessin de la double hélice d'ADN, néanmoins on ne veut pas forcément arriver au stade des nucléotides.

Dans le noyau des cellules on trouve des chromosomes, chaque chromosome correspond à un filament d'ADN condensé. Le filament d'ADN a une forme de double hélice composée de deux brins. Sa structure a été découverte par Franklin, Watson et Crick dans les années 1950.

INTERPHASE NUCLEOTIDES

Maintenant que l'on sait à quoi ressemble l'ADN « de loin », on va regarder à quoi il ressemble de plus près et comment, cette molécule peut véhiculer de l'information génétique. Tout d'abord on va faire un petit travail en classe entière sur RasTop afin d'identifier ce qu'est un nucléotide. OU je fais la manipulation au tableau (gain de temps → pas besoin de charger Rastop)

/ Ouvrir la molécule ADN.pdb dans RasTop. (1 molécule différente pour chaque gpe ?)
Aller dans Atomes → Colorer par → Chaîne
On voit que la molécule d'ADN est bien composée de 2 brins qui forment une double hélice.
Aller dans Editer → Commande
Puis Taper « restrict*B » afin de supprimer un des deux brins pour que l'on puisse mieux visualiser.
Aller dans Atomes → Colorer par → Forme
Combien voyez-vous de couleurs différentes ? 4. On voit donc qu'il existe dans ce brin d'ADN 4 groupes d'atomes qui possèdent la même forme. Ces groupes d'atomes sont appelés des nucléotides. */*

Au tableau je vous affiche les 4 nucléotides qui existent. On les appelle couramment Adénine, Thymine, Cytosine et Guanine. Que remarquez-vous ? → Ils se ressemblent, ils sont composés des mêmes molécules, etc.

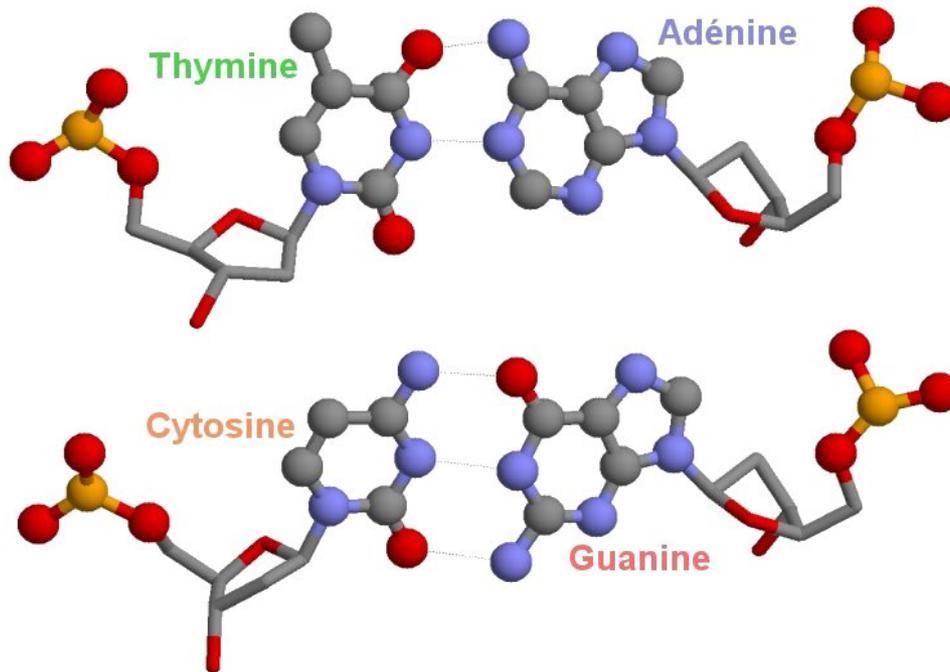
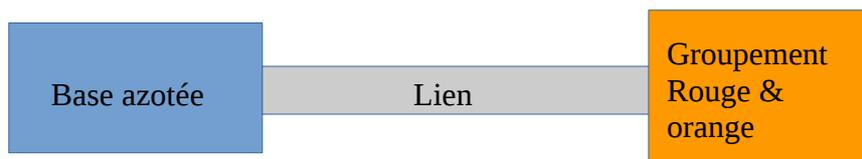


Figure 1: Source : <http://raymond.rodriquez1.free.fr> - à modifier pour enlever les liaisons

En effet les nucléotides semblent avoir la même structure, mais ils varient à ce niveau là (*montrer au tableau*). Ce morceau qui varie est ce que l'on appelle une « base azotée », d'ailleurs les atomes bleus correspondent à l'azote.

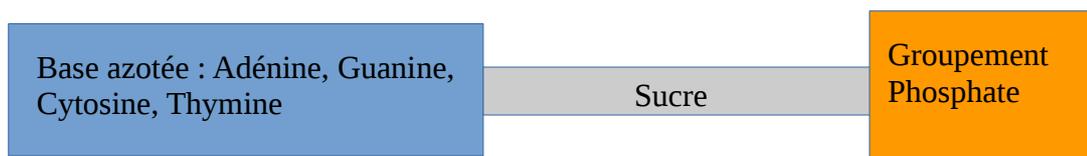
On voit que chaque nucléotide possède une base azotée qui change d'un côté, de l'autre côté un groupe avec 3 atomes rouges et 1 orange, entre les deux un genre de lien gris et rouge.

On va alors schématiser un nucléotide en partant de la base (*dessiner au tableau en demandant aux élèves ce qu'on a*) :



Le groupement rouge et orange est composé de 3 atomes d'oxygène et d'un atome de phosphate. En chimie on appelle cela un « groupement phosphate ». Le « lien » que l'on a fait entre la base et ce groupement correspond à un sucre, plus précisément un désoxyribose mais on va rester sur « sucre » pour le moment.

On peut donc corriger et compléter notre schéma.



ADN = Base azotée (A, G, C, T) + sucre + groupement phosphate

Plus précisément, chaque brin de l'ADN est composé d'une suite de nucléotides, chacun possédant un groupement phosphate, un sucre (désocytiribose) et une base azotée. Il existe 4 bases azotées dans la molécule d'ADN : l'Adénine (A), la Thyminine (T), la Guanine (G) et la Cytosine (C).

DEBUT PHASE 2

Maintenant que l'on sait ce qu'est un nucléotide et à quoi ressemble l'ADN de plus près, on peut chercher comment il code l'information génétique. Puisqu'on a dit plusieurs fois que l'ADN était le support de l'information génétique.

De la même manière qu'au début du cours, on va de nouveau diviser la classe en 4 pour traiter 2 questions.

Quand je vous ai posé la question, certains pensaient que l'ADN était présent dans les gènes et que c'était ainsi que l'on pouvait coder de l'information génétique, certains m'ont aussi parlé de « code génétique ». On va donc voir si l'on peut affirmer ou infirmer ces hypothèses.

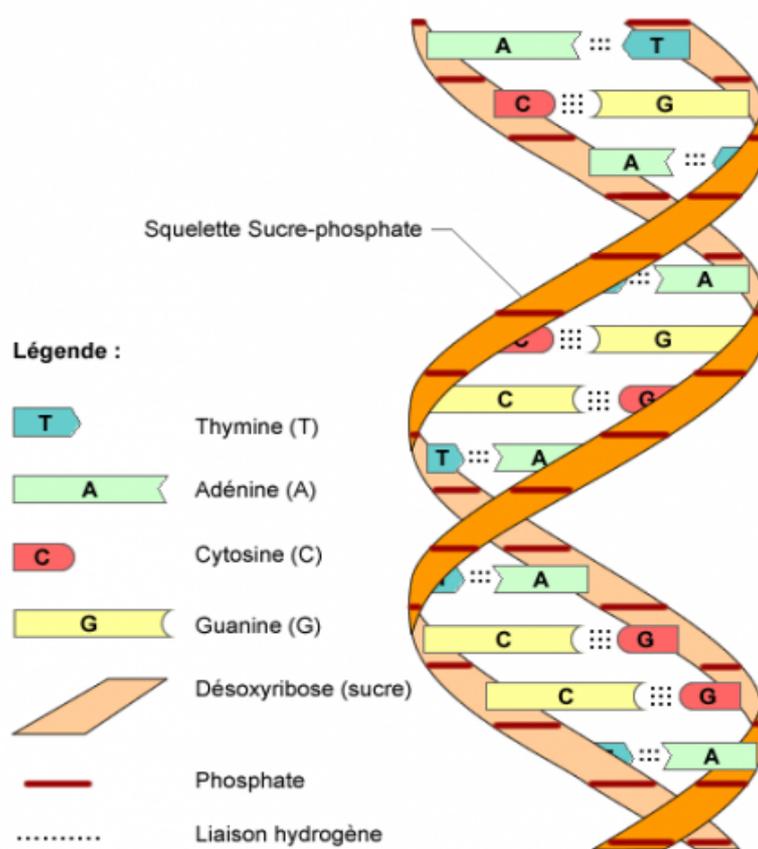
- Comment fonctionne l'ADN

Pour cela, deux premiers groupes (*les mêmes qu'à la phase 1*) vont travailler sur comment s'arrange une molécule d'ADN, c'est-à-dire, comment s'enchaînent les bases sur un brin, puis sur le second brin, puisqu'on part de l'hypothèse qu'elles ne le font pas n'importe comment. J'aimerais que la réponse soit sous forme de schéma pour cette question. → *séquence complémentaire, appariement des bases* **DOCUMENT 3**

Et les deux derniers vont chercher ce qu'est un gène. Est-ce que l'ADN en est une partie ou est-ce qu'il est composé d'ADN ? Comment peut on expliquer des différences de caractère à l'aide de l'ADN ? → *un gène = une partie d'un chromosome = une partie d'une molécule d'ADN, gène code pour un caractère selon sa séquence nucléotidique* **DOCUMENT 4**

MISE EN COMMUN PHASE 2

Mise en commun se fait de la même manière qu'en phase 1. Pour la première question on arrive à un schéma qui ressemble à ça :



Pour la seconde phase on arrive à la conclusion suivante : un gène correspond à une séquence nucléotidique donnée pour tel caractère. En changeant un nucléotide dans cette séquence, on obtient un gène différent qui codera pour un caractère différent.

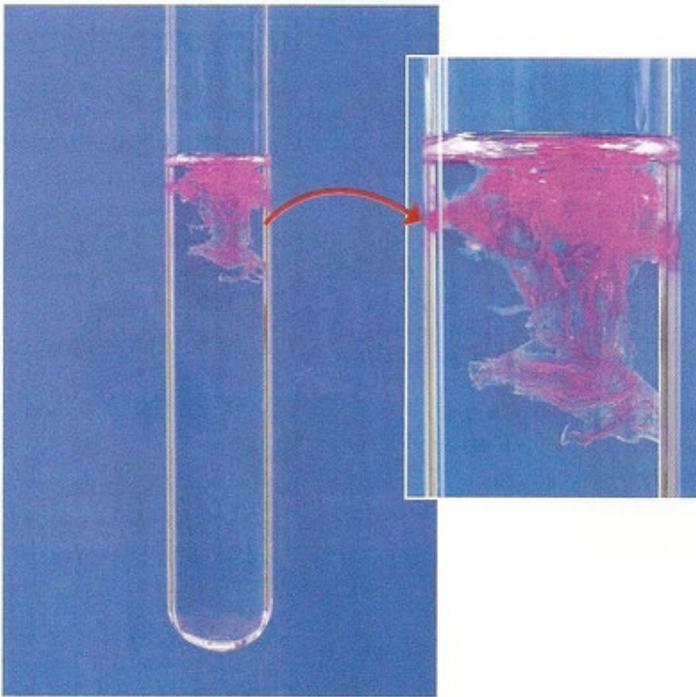
Les deux brins d'ADN sont complémentaires puisque les bases s'associent deux à deux. On a ainsi les paires suivantes : A et T, C et G. Reliées entre elles par une liaison hydrogène ce qui permet de maintenir la structure en double hélice des deux brins.

Chaque brin est organisé par une séquence nucléotidique (une suite de nucléotides). Des petits bouts de cette séquence constituent les gènes. Pour une succession de bases bien précise on aura un gène bien précis.

C'est ainsi qu'on en déduit que l'ADN est le support de l'information génétique, et qu'il existe un code génétique reposant sur les base A, T, C et G.

Document 1

Ci-dessous, deux documents traitant de la cellule, du noyau, des chromosomes et de l'ADN. La première (1A) est une expérience d'extraction d'ADN. On visualise ainsi une pelote d'ADN aussi connue sous le nom de « méduse d'ADN ». On a utilisé un colorant : le réactif de Feulgen. La seconde (1B) est une observation de cellules de racine d'oignon en pleine division, au grossissement x500. On a aussi utilisé le réactif de Feulgen pour la coloration. Lorsque les cellules se divisent, on peut observer les chromosomes au microscope.



Document 1A : Visualisation d'une méduse d'ADN colorée au réactif de Feulgen, vue à l'oeil nu

Source : <https://clercsvt.jimdo.com>



Document 1B : cellule en division d'une racine d'oignon vue au microscope optique (x500), coloration au réactif de Feulgen

Source : <http://svtcamout.free.fr>

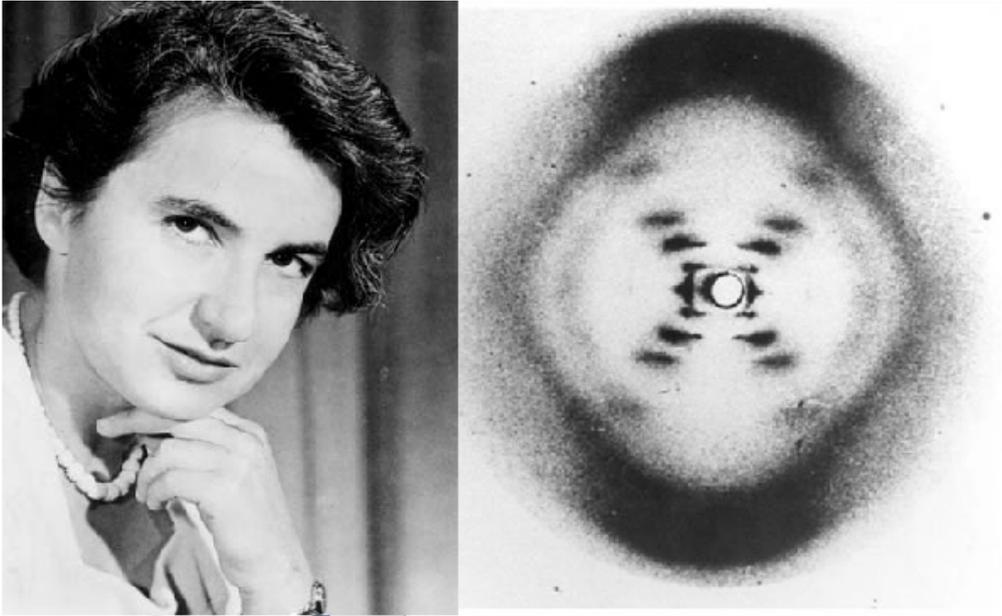
Coup de pouce 1 : le réactif de Feulgen colore un élément précis dans la cellule.

Coup de pouce 2 : le réactif de Feulgen colore la même chose sur les deux documents.

Document 2

En 1953, Watson et Crick découvrent la structure de l'ADN. Ils avaient alors à leur disposition ces éléments :

1/ En 1951 Rosalind Franklin, avec l'aide de Maurice Wilkins, réussit à en prendre un cliché grâce à une technique de diffraction aux rayons X. Ce cliché, maintenant très connu se trouve sur le document 2A.



Document 2A : A gauche : Rosalind Franklin (1920-1958) ; A droite : cliché de diffraction aux rayons X d'ADN cristallisé

2/ La composition chimique de l'ADN : désoxyribose, bases azotées, groupements phosphates.

3/ Les travaux d'Erwin Chargaff : pour toutes les molécules d'ADN, le nombre d'adénine est égal au nombre de thymine et le nombre de guanine est égal au nombre de cytosine.

4/ Des analyses de microscopie électronique qui montrent que le diamètre de la molécule d'ADN suggère qu'elle comporte deux chaînes de désocytiribose-phosphate.

A savoir qu'une figure en coix en diffraction aux rayons X est caractéristique des structures en hélice.

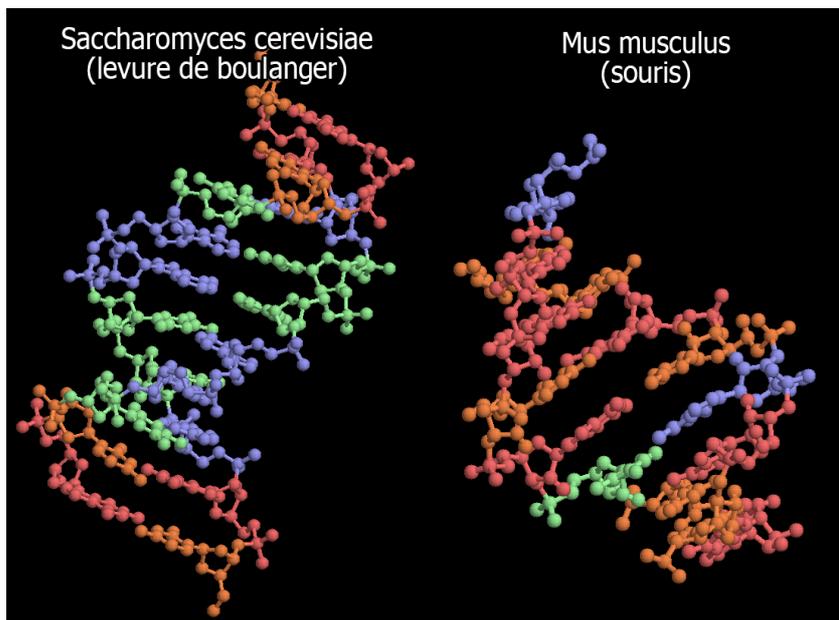
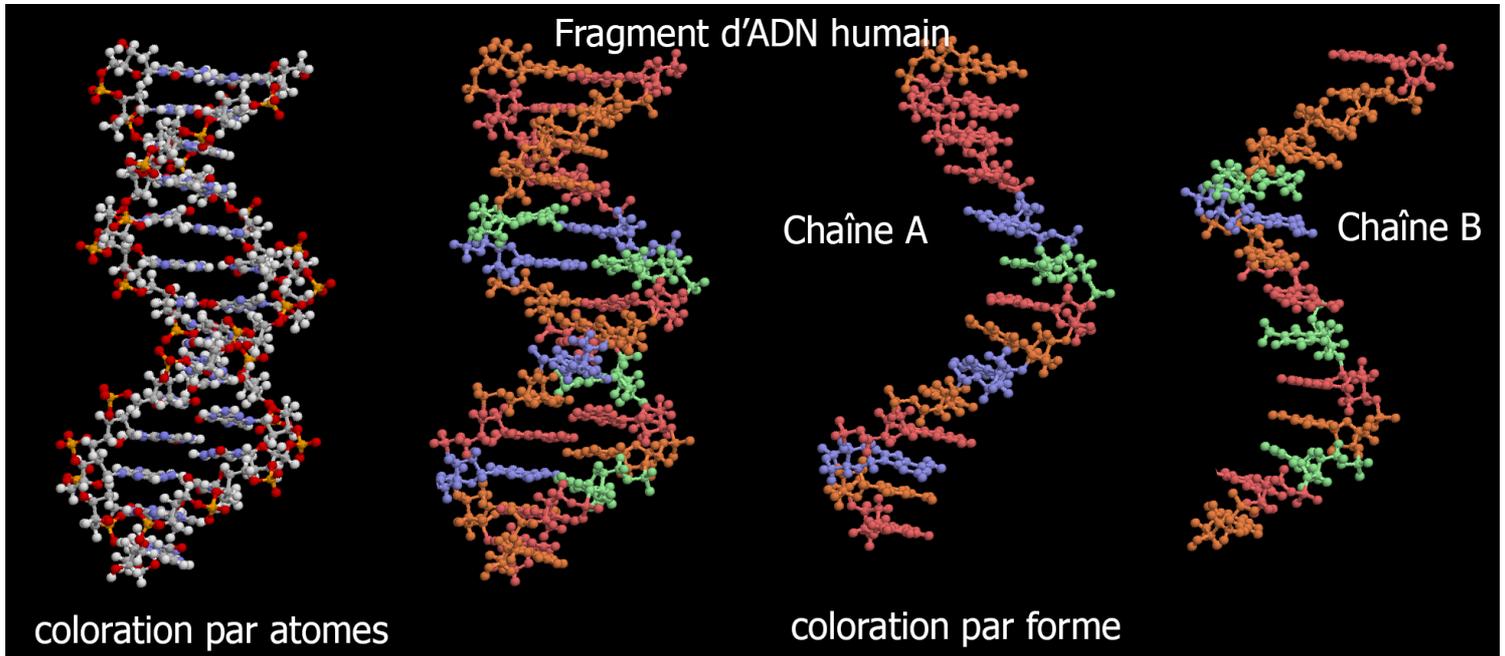
Coup de pouce 1 : toutes les informations ne sont pas à utiliser pour répondre à la question.

Coup de pouce 2 : quel est la forme que l'on peut observer sur le cliché de Franklin ?

Source : <http://acces.ens-lyon.fr/biotic/genetic/adn/html/histoire.html>

Document 3

Sur les documents suivants, des captures d'écran d'ADN de différents organismes visualisé à l'aide du logiciel RasTop. Vous pouvez y observer les nucléotides grâce à une coloration spécifique sur le logiciel.



Par ailleurs, vous avez également à votre disposition ce tableau qui résume les résultats d'Erwin Chargaff.

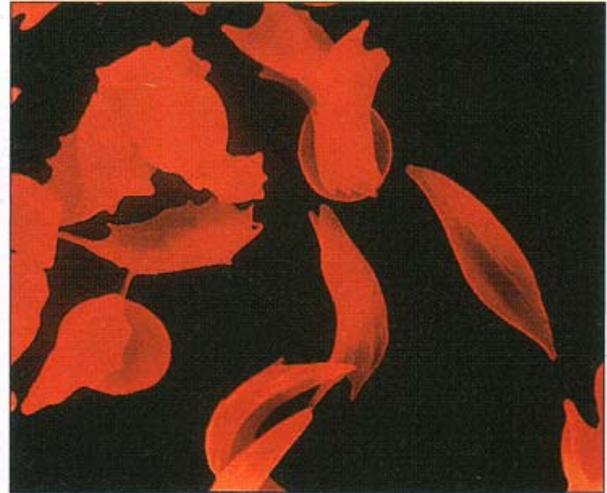
Organisme	Rapport A/T	Rapport G/C
Rat	1.01	1.00
Humain	0.98	1.04
Blé	1.01	1.00
<i>E. coli</i> (bactérie)	1.05	1.01

Document 4

La drépanocytose (ou anémie falciforme) est une maladie du sang qui doit son nom à la forme en « faucille » des globules rouges. Elle entraîne une asthénie, des vertiges, des maux de tête et elle peut être mortelle. Cette maladie est assez réquente en Afrique.



1. Hématies d'un individu non atteint de drépanocytose : ces globules rouges présentent une forme de disque biconcave (MEB x 1 800, coloration artificielle). Les hématies contiennent une protéine, l'hémoglobine.



2. Hématies d'un individu atteint de drépanocytose : les globules rouges présentent fréquemment une forme en faucille (MEB x 1 800, coloration artificielle). Cette forme est due à une hémoglobine, qui, chez ces individus, devient fibreuse et déforme l'hématie.

document du manuel Nathan - SVT- 2e Ed.2000

Via le logiciel Anagène on peut faire apparaître, dans l'ADN humain, le gène lié à la forme des hématies. Une partie du résultat se trouve sur le document ci-dessous.

	1	10	20	30
Hématie normale	ATGGTGCACCTGACTCCTGAGGAGAAGTCTGCCGTTACT			
Hématie drépanocytaire	ATGGTGCACCTGACTCCTGTGGAGAAGTCTGCCGTTACT			

Chronologie

Temps opti	Temps réel	Quoi ?	Commentaire
10	5	Debut de cours	retard/battement/mise en place
10	5	Rappels	
5	2	Amorce phase 1	
15	10	Phase 1	Temps d'échange des élèves
10	10	Mise en commun phase 1	Ecriture bilan 1/3
15	10	Interphase	Pas de travail en groupe
10	10	Interphase fin	Ecriture bilan 2/3
5	2	Amorce phase 2	
25	15	Phase 2	Temps d'échange des élèves
10	10	Mise en commun phase 2	Ecriture bilan 3/3
115 min	79 min	Temps dispo → 1h20 (80min)	