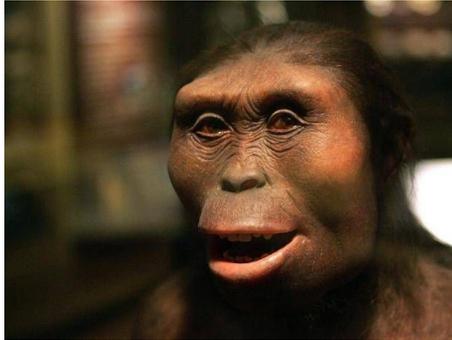


# DNB blanc de sciences et technologie

(durée 1h30)

Thème : Plusieurs millions d'années entre Lucy et les nouvelles technologies d'Iron Man



## Partie sciences de la vie et de la terre

30 minutes - 25 points

(dont 2 points pour la présentation de la copie et l'utilisation de la langue française)

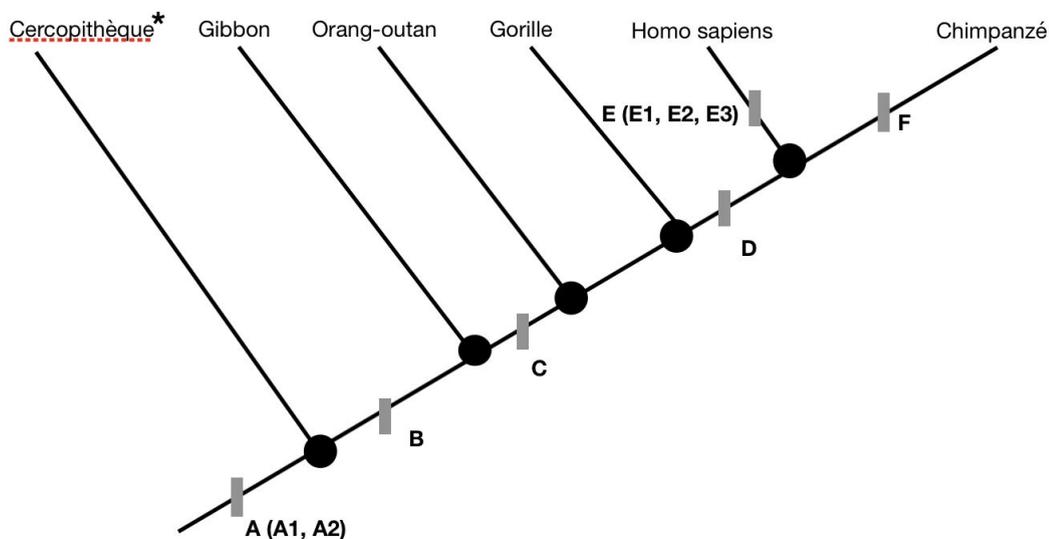
Au cours du temps, les espèces subissent des modifications entraînant l'apparition de caractères nouveaux.

Lucy, une *Australopithecus afarensis* vivait il y a 3,2 millions d'années.

*Homo sapiens*, lui, est apparu il y a 300.000 ans.

Iron Man, quant à lui n'existe pas et reste un héros fantastique ...

### Document 1 : Arbre phylogénétique (de parenté) des grands singes



\* Groupe de primates ne faisant pas partie des grands singes

**A. Caractères du groupe des primates**

- Pouce opposable aux autres doigts (A1)
- Yeux placés en avant de la face (A2)

**B. Caractère du groupe des grands singes**

Présence d'un coccyx (vertèbres soudées) à la place de la queue

**C. Cerveau avec des plis**

**D. Caractère commun au chimpanzé et à l'Homme**

Bipédie non prolongée possible (se tient debout mais de façon intermittente)

**E. Caractères du groupe des humains**

- Bipédie permanente (E1)
- Colonne vertébrale emboîtée sous le crâne (E2)
- Bassin élargi et court (E3)

**F. Caractère du groupe des chimpanzés**

- Gène pseudo-globine avec caractéristiques propres aux seuls chimpanzés

## Question 1

A l'aide du document 1 :

- 1.1 Indiquer quel est le caractère qu'*Homo sapiens* possède et qui le place dans le groupe des grands singes.
- 1.2 Entourer sur le document réponse, le dernier ancêtre commun entre le chimpanzé et *Homo sapiens*.
- 1.3 Indiquer quels sont les caractères qu'*Homo sapiens* ne partage pas avec le chimpanzé.
- 1.4 Indiquer un caractère nouveau chez le chimpanzé qui n'existe pas chez *Homo sapiens*.
- 1.5 Argumenter pourquoi on peut affirmer que le chimpanzé ne peut pas être l'ancêtre d'*Homo sapiens*.

## Document 2 : Découverte de Lucy



En 1974, une découverte importante a modifié la vision des scientifiques quant à l'origine des Hommes : le squelette d'une femelle australopithèque appelée "Lucy", daté de 3 millions d'années, est découvert en Ethiopie. Voici la description qu'en fait Yves Coppens, un de ses découvreurs :

"Elle est légèrement voutée avec des membres supérieurs plus longs que les nôtres, une petite tête, des mains capables de saisir des objets mais aussi des branches ; Lucy grimpe encore aux arbres. Elle est aussi capable de bipédie [prolongée] comme le montre sa colonne vertébrale redressée, emboîtée sous le crâne et son bassin court et élargi. Elle vit en société."

Source : édition RAABE

D'après Y. Coppens, *La Plus Belle Histoire du monde*, le Seuil, 2001

## Question 2

A l'aide du document 2, placer *Australopithecus afarensis* (Lucy) dans l'arbre phylogénétique sur le document réponse. Justifier, sur votre copie, ce placement.

## Question 3

D'après vos connaissances, expliquer quel est le mécanisme génétique intervenant dans l'apparition de toute nouvelle espèce.

### Document 3 : Qui était vraiment Lucy ?

Un peu comme une carte d'identité profonde, les os permettent d'en savoir beaucoup sur leur propriétaire : sa taille bien sûr, son poids approximatif, son régime alimentaire (en étudiant ses dents) et même ses gestes via l'étude des articulations... Alors, ceux de Lucy, que nous disent-ils ? Qu'elle mesurait entre 1,10 m et 1,20 m pour 25 kg, qu'elle possédait un visage prognathe (face vers l'avant) et un petit cerveau d'environ 400 cm<sup>3</sup>. D'autres crânes d'*Australopithecus afarensis* découverts ensuite, plus volumineux, suggèrent Lucy serait une femelle du fait de son petit gabarit. Aujourd'hui, il est admis que les *Australopithecus afarensis* se situent sur une branche déjà séparée de celle du genre *Homo*. Lucy serait donc, non pas une grand-mère mais une très ancienne cousine éloignée.

## Question 4

Avec l'aide du document 3 :

Si Lucy était bien une femelle, combien de chromosomes possédait-elle, en partant du principe que les *Australopithecus afarensis* ont le même nombre de chromosomes que les *Homo sapiens*. Quels étaient ses chromosomes sexuels ?

# Partie technologie

## 30 minutes - 25 points

(dont 2 points pour la présentation de la copie et l'utilisation de la langue française)

Iron Man, un Héros fantastique pas si loin de la réalité, du moins pour son armure qui lui permet d'amplifier sa force physique. Actuellement dans le monde, on compte une vingtaine de projets d'exosquelettes : une armure solide qui se place par dessus un être vivant qui imite nos bras et nos jambes.

Les exosquelettes robotisés ont pour but d'aider un être humain à effectuer un mouvement : porter une charge lourde sans forcer, se déplacer sans effort, rééduquer ou utiliser des membres paralysés. Nous parlons dans ce cas, d'homme augmenté.

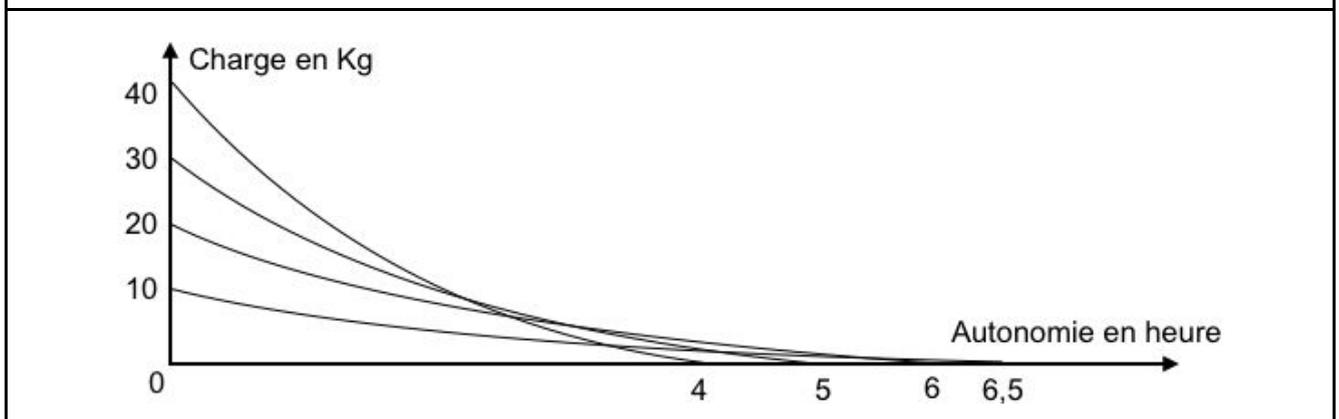


Le caractère innovant de ces projets annoncés comme une réelle technologie de demain, procure concurrence et course aux Brevets entre les entreprises sur ce nouveau marché. Il est donc difficile de trouver des informations techniques. Dans la suite du sujet, les données sont donc en partie factices et permettent juste une réflexion théorique.

L'entreprise Française RB3D développe actuellement le modèle Hercule V3 (figure 1). Un exosquelette exclusivement pour les jambes qui permet de transporter une charge de 40kg sur une plateforme, ce qui permet à l'utilisateur d'avoir les mains libres.

L'ensemble est alimenté par une batterie LI-Ion de 600 Watts dont l'autonomie en fonction de la charge transportée est indiquée sur le document 1.

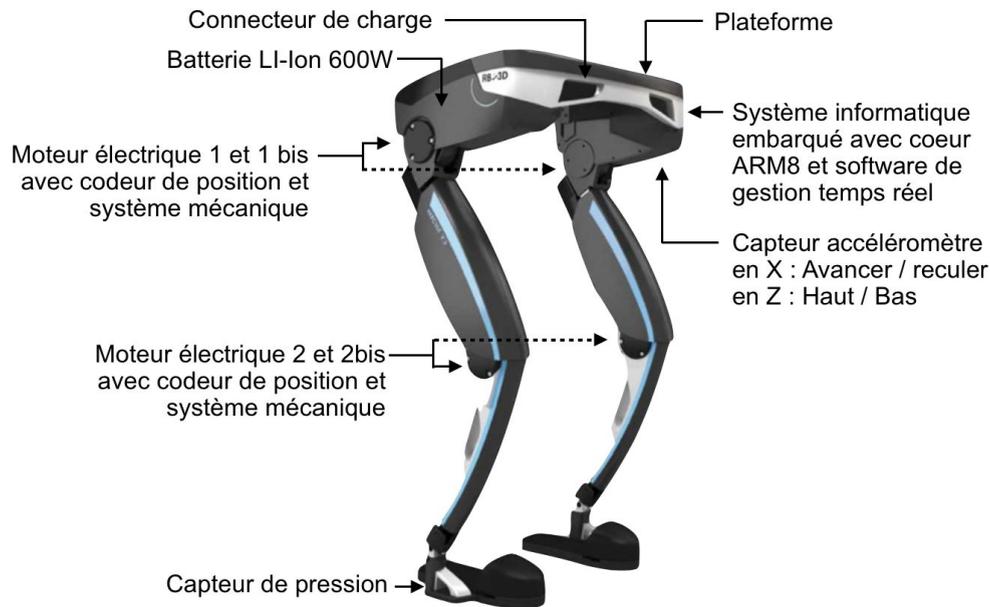
**Document 1 : Autonomie en fonction de la charge transportée**



### Question 1

Déterminer à l'aide du document 1, l'autonomie maximale de l'exosquelette avec une charge transportée de 40 kg ?

## Document 2 : Description de l'exosquelette Hercule V3



La commande de l'exosquelette se fait naturellement par les mouvements du corps, un capteur accéléromètre permet de déterminer si l'utilisateur souhaite avancer ou reculer (mouvement en X), se lever ou se baisser (mouvement en Z). Ainsi le système Hercule détecte/anticipe et accompagne les

mouvements de l'utilisateur tout en supportant la charge transportée. Autrement dit, il suffit d'amorcer un mouvement pour que l'exosquelette prenne le relais.

Un capteur de pression sous les pieds permet à l'exosquelette de capter le sol ou marche d'escalier.

Il est équipé de 2 moteurs à chaque jambe, l'un pour l'articulation de la hanche, l'autre pour le genou. Les moteurs sont équipés de codeurs permettant au système embarqué de connaître la position des membres et piloter les moteurs en fonction.

### Question 2

A l'aide des informations (introduction et document 2), compléter la description du système sous forme de chaîne d'information et d'énergie présente sur le document réponse.

### Question 3

A l'aide des informations du document 2, compléter l'algorigramme sur le document réponse qui décrit le fonctionnement général. Pour cela utiliser les indications suivantes :

accélération en Z (vers le haut), accélération en -Z (vers le bas), accélération en X (vers devant), accélération en -X (vers derrière), lancer sous-programme Avancer, lancer sous-programme Reculer, lancer sous-programme Se baisser, lancer sous-programme Se lever.

Afin d'utiliser sans danger l'exosquelette, il est important que le système embarqué soit informé de la position des membres notamment au niveau de la rotation de la hanche et du genou. C'est le rôle des codeurs positionnés sur chaque moteur. Sans ces informations et sans programmation appropriée, l'exosquelette risquerait d'accompagner l'utilisateur dans un mouvement anti-humain ce qui provoquerait automatiquement une fracture de la hanche ou du genou (exemple avec une rotation du genou vers devant ou une rotation de la hanche vers derrière).

### Document 3 : Acquisition de la position des rotations

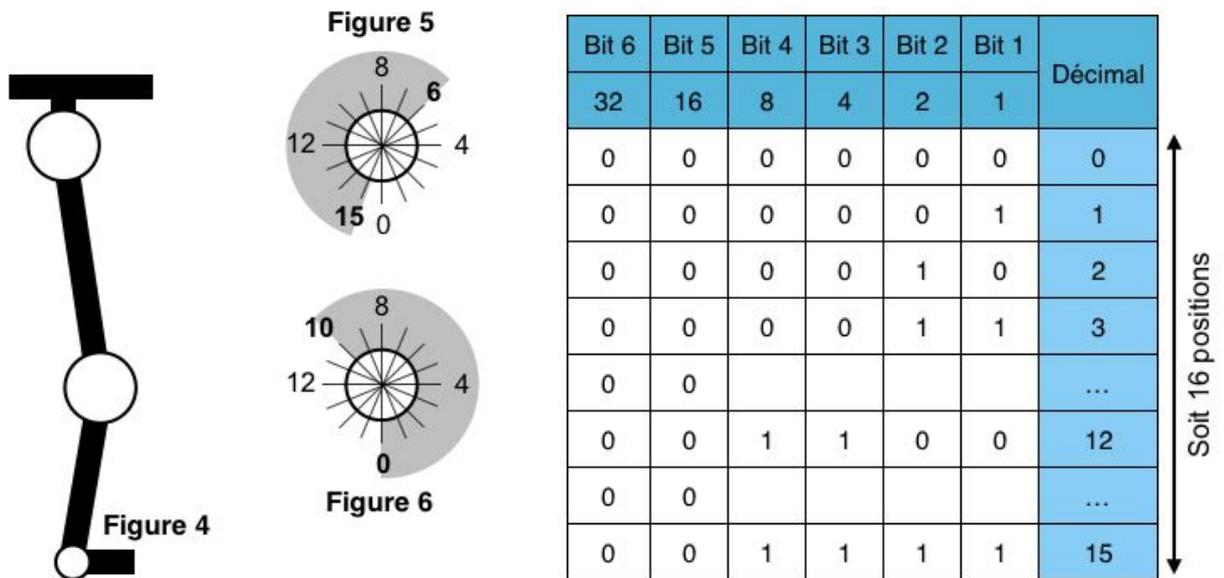


Figure 4 : Schématisation de l'exosquelette

Figure 5 : Positions détectables par le codeur des moteurs de la hanche

Figure 6 : Positions détectables par le codeur des moteurs du genou

Les zones grisées correspondent aux positions interdites car dangereuses pour l'utilisateur.

Un codeur est un capteur qui fournit directement l'information sous forme de signal numérique. L'information est donc directement numérisée ce qui permet un traitement plus aisé au niveau de la programmation.

#### Question 4

Indiquer sur le document réponse à l'aide du document 3 :

- Quel est le nombre maximal théorique de positions détectables par le codeur utilisé dans ce système ?
- Quel est le type de cette information : logique ou analogique ?
- Combien de bits sont nécessaires pour transporter cette information ?
- Quel est la valeur numérique de la position 12 et 14 ?

#### Question 5

Les rotations dangereuses sont indiquées en gris sur le document 3, compléter le sous-programme de gestion de la sécurité sur le document réponse.

#### Question 6

Sur le document réponse, proposer un exemple d'utilisation de ce type d'exosquelette dans un domaine spécifique en présentant les avantages qu'il peut amener à l'utilisateur.

# Partie physique / chimie

## 30 minutes - 25 points

(dont 2 points pour la présentation de la copie et l'utilisation de la langue française)

Découverte il y a 3,2 millions d'années **Lucy** a longtemps été considérée comme la représentante d'une espèce à l'origine de la lignée humaine.

Aujourd'hui, la majorité des chercheurs ne retiennent pas cette hypothèse et estime que **Lucy** n'est pas une ancêtre du genre **Homo** mais seulement la représentante d'une branche collatérale.

Son **ADN** hélas ne pourra être analysé comme commence à l'être l'**ADN génomique** d'un **Néandertal** de **38 000 ans**.

En effet même conservée dans des conditions optimales la **macromolécule d'ADN** finit par se dégrader complètement au bout de **100 000 ans** dans le meilleur des cas.

Tous les **êtres vivants** possèdent de l'**ADN dans leurs cellules** : c'est ce qui différencie la **matière vivante** de la **matière inerte**.

Chaque **espèce** a son **propre ADN**. Celui de certains animaux **ressemble** parfois étrangement à celui de l'**Homme**.

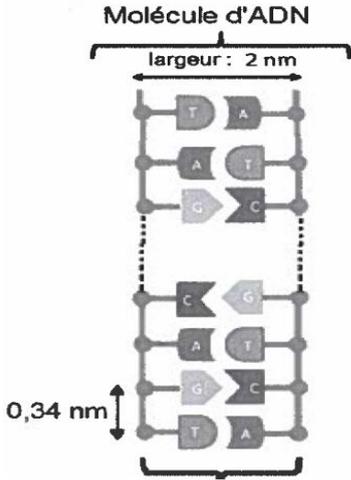
Lors de la **formation de l'ADN**, des **molécules** appelées **nucléotides** s'associent par paires pour former la **macromolécule d'ADN**.

Il existe **plusieurs types de nucléotides** que l'on peut retrouver dans le **document 1**.

Document 1 : Tableau présentant les nucléotides constituant l'ADN		
Un modèle du nucléotide	Nom du nucléotide	Formule chimique du nucléotide
(T) : 	Désoxythymidine monophosphate	$C_{10}H_{15}N_2O_8P$
(G) : 	Désoxyguanosine monophosphate	$C_{10}H_{14}N_5O_7P$
(A) : 	Désoxyadénosine monophosphate	$C_{10}H_{14}N_5O_6P$
(C) : 	Désoxycytidine monophosphate	$C_9H_{14}N_3O_7P$

**Macromolécule** : Molécule géante



Document 3 : Modèle de la molécule d'ADN étirée	Document 4 : Molécules d'ADN en pelote de laine
<p style="text-align: center;">Molécule d'ADN</p> 	<p>Dans le noyau, les molécules d'ADN de chaque chromosome ne sont pas étirées mais s'enroulent comme une pelote de laine :</p> 

Document 5 : Tableau des puissances de 10 associées aux préfixes d'unités			
<b>Puissance de 10</b>	$10^{-9}$	$10^{-6}$	$10^{-2}$
<b>Préfixe de l'unité</b>	nano	micro	centi
<b>Symbole</b>	n	$\mu$	c

### Question 3

**Longueur de la molécule d'ADN et diamètre du noyau de la cellule** (à l'aide des documents 3, 4 et 5).

On peut extraire l'ADN du noyau des lymphocytes présents dans le sang : **le diamètre** de leur **noyau** vaut **7  $\mu m$**  (sept micromètres).

**La molécule d'ADN du chromosome X** est composée de **155 millions de paires de nucléotides**. En utilisant le modèle des nucléotides du **document 1**, on peut représenter la molécule d'ADN étirée d'un chromosome comme sur le **document 3**.

- Calculer la longueur de la molécule d'ADN étirée** du chromosome X en **nm** puis en  **$\mu m$**  (détailler le calcul)
- Expliquer** pourquoi la **molécule d'ADN étirée** du **chromosomes X** ne pourrait pas être **contenue dans le noyau d'un lymphocyte** et **proposer une explication** au fait que cette molécule se trouve pourtant bien dans le noyau du lymphocyte.