

Classe de première
Série
économique et sociale

L a communication nerveuse

Introduction

Ce thème d'enseignement obligatoire se divise en deux parties. Il est l'occasion d'acquérir des notions de base de neurophysiologie. Il permet aussi de sensibiliser les élèves à un problème à forte incidence sociale, la toxicomanie. Pour comprendre le mode d'action des drogues, il faut d'abord avoir compris le fonctionnement d'une synapse. Une molécule peut avoir des propriétés thérapeutiques importantes, comme la morphine dans le domaine de l'analgésie. Lorsqu'elle est prescrite à mauvais escient, elle peut aussi devenir une molécule toxicomanogène, c'est-à-dire susceptible d'induire un état de dépendance et de déclencher un processus de tolérance.

La première partie de ce thème, « la communication nerveuse », a pour objet de comprendre à un niveau simple le processus de la communication nerveuse et d'acquérir des connaissances morphologiques et fonctionnelles élémentaires sur le système nerveux. L'information nerveuse nociceptive a été choisie comme support pour donner du sens à l'ensemble de ce thème.

On se limite aux notions anatomiques de fibres sensorielles nociceptives de type C et de ganglions de la racine dorsale (respectivement « axones » et « rassemblement anatomique des corps cellulaires des neurones sensoriels primaires ») puis de corne dorsale de la moelle épinière. À ce niveau s'établit une communication synaptique entre les fibres sensorielles nociceptives de type C et les neurones nociceptifs localisés dans la corne dorsale de la moelle épinière ; ces neurones sont à l'origine du faisceau ascendant qui conduit dans la moelle épinière les informations nociceptives vers le cerveau.

L'activité de ces neurones postsynaptiques est soumise à des contrôles modulateurs exercés par des interneurons localisés dans la corne dorsale de la moelle épinière. En 1977, une première hypothèse avait été formulée par Jessel et Iversen (*Schéma n° 1*) selon laquelle ces interneurons synthétisent et libèrent des enképhalines (peptides morphiniques endogènes) dans des synapses établies entre les terminaisons axonales des interneurons enképhalinerigiques et les terminaisons axonales des fibres

nociceptives périphériques de type C (synapse axo-axonique répondant au principe de l'inhibition présynaptique). Dans ce modèle, les récepteurs opioïdes, ainsi dénommés parce que s'y fixent toutes les molécules opioïdes – dont la morphine –, se trouveraient sur les terminaisons axonales des fibres C, et les enképhalines ou la morphine, en se fixant sur ces récepteurs, agiraient au niveau présynaptique en bloquant la libération de substance P ; ce neuropeptide est l'un des neurotransmetteurs libérés par les fibres C lorsqu'elles sont stimulées par un stimulus nociceptif, et il peut alors activer les neurones nociceptifs postsynaptiques. Cependant, la mise en évidence expérimentale de l'existence de synapses enképhalinerigiques axo-axoniques sur les terminaisons des fibres afférentes primaires de type C reste à faire. C'est pourquoi ce schéma n° 1 illustrant le principe de l'inhibition présynaptique est aujourd'hui abandonné et hors programme.

En revanche, la mise en évidence des terminaisons enképhalinerigiques axo-somatiques sur les neurones nociceptifs postsynaptiques de la corne dorsale a été clairement établie (*Schéma n° 2*). La modulation de l'activité des neurones nociceptifs postsynaptiques par les enképhalines (ou par la morphine) semble donc plutôt être de type postsynaptique, mettant en jeu une synapse inhibitrice entre les terminaisons axonales des interneurons enképhalinerigiques et les neurones nociceptifs. Cette modulation inhibitrice résulte de la fixation des molécules opioïdes (enképhalines ou morphine) sur les récepteurs opioïdes qui ont été mis en évidence sur ces neurones postsynaptiques. Ainsi, les enképhalines ou la morphine, messagers chimiques opioïdes, sont inhibiteurs : en inhibant les neurones nociceptifs postsynaptiques, ils bloquent la transmission des messages nociceptifs vers le cerveau.

La différence entre le schéma n° 1 et le schéma n° 2 repose sur la nature du processus à l'origine de l'inhibition :

- la modulation présynaptique est due à une diminution de la libération de substance P par les fibres afférentes primaires de type C ;
- la modulation postsynaptique est due à une diminution de la dépolarisation postsynaptique.

La mise en place de ce schéma au niveau médullaire permet d'établir la notion de contrôle de l'information nociceptive qui passe, ou ne passe pas, vers le cerveau. Cette notion est généralisable à l'ensemble du système nerveux central, en particulier au cerveau. Par exemple, des interneurons libérant des enképhalines sont présents en très grand nombre et dans des structures très diversifiées du système nerveux central : en particulier, on les trouve en relation avec les neurones qui constituent ce que l'on a appelé le « système de récompense », dont la stimulation procure une sensation intense de plaisir. Cet ensemble neuronal complexe est constitué dans sa partie terminale par un groupe de neurones très spécifiques qui synthétise et libère un neurotransmetteur : la dopamine. La libération de dopamine dans les structures nerveuses associées au système de récompense intervient dans la genèse de la sensation de plaisir. Dans ce système, les peptides endogènes enképhalinerigiques exercent leur action de manière indirecte : ils diminuent l'activité d'interneurones inhibiteurs, qui exercent un contrôle inhibiteur tonique sur les neurones dopaminergiques. Cette diminution d'une activité inhibitrice a pour conséquence l'augmentation de la libération de dopamine (*Schéma n° 3*).

La seconde partie du thème « la communication nerveuse », intitulée « modulation du message nerveux ; modulation de l'activité synaptique par des molécules exogènes ; les mécanismes de la dépendance », a pour but d'illustrer le fait qu'un même récepteur (par exemple le récepteur opioïde) peut lier des molécules endogènes (ex. : les enképhalines) mais aussi des molécules exogènes (ex. : la morphine). Les molécules exogènes peuvent être extraites de plantes (ex. : la morphine extraite du pavot) et peuvent aussi résulter de synthèse chimique (ex. : synthèse chimique de la morphine et transformation de la morphine en héroïne).

Ainsi la morphine a des propriétés thérapeutiques très importantes telle son activité analgésique, qui en font un outil indispensable dans la lutte contre la douleur. Lorsqu'elle est mal utilisée ou utilisée à mauvais escient, elle peut entraîner le développement d'une toxicomanie.

La plupart des drogues (héroïne, nicotine, alcool, cocaïne, ecstasy) agiraient, par des mécanismes différents, en activant les neurones dopaminergiques du système de récompense (*Schéma n° 4*).

La morphine peut aussi être à l'origine d'une sensation de plaisir qui résulte de sa fixation sur les récepteurs opioïdes du cerveau : la morphine mime, en la renforçant considérablement, l'action des peptides endogènes enképhalinerigiques mis en jeu dans la première des deux synapses inhibitrices du système de récompense (*Schéma n° 3*). Cette sensation de

plaisir est éphémère. Dans un tel contexte, la morphine est une molécule dangereuse parce que le plaisir qu'elle procure génère un besoin irrésistible de rechercher encore et encore cette sensation, et est à l'origine d'une toxicomanie ; la morphine prise de façon répétée au cours du temps engendre tolérance, dépendance physiologique et dépendance psychologique ou état de manque. C'est ce dernier qui est à l'origine du pouvoir toxicomanogène des drogues. Le phénomène de manque augmente au fur et à mesure des prises de la drogue.

On est ainsi amené à énoncer trois notions :

- la *tolérance* à une drogue résulte de la nécessité pour obtenir le même effet, quel qu'il soit (effet analgésique ou sensation de plaisir pour la morphine par exemple), d'augmenter continuellement les doses prises ;
- la *dépendance physiologique* résulte de l'apparition, après arrêt de la prise de la drogue (le sevrage), d'un syndrome d'abstinence physiologique caractérisé par de nombreux symptômes (par exemple dans le cas du syndrome d'abstinence morphinique : diarrhée, sudation, lacrymation, tremblements, agitation...) ;
- la *dépendance psychologique* est caractérisée par l'état de manque, c'est-à-dire un besoin irrésistible de reprendre de la drogue, qui est une souffrance psychologique très difficile à supporter.

La dépendance aux drogues est un phénomène complexe qui est tributaire de facteurs psychologiques, mais aussi de facteurs environnementaux. La répétition d'une situation ou le retour en un lieu, associés à des prises de drogues antérieures chez un ancien toxicomane, peuvent re-déclencher un phénomène de manque alors que le sevrage de la drogue était considéré comme réussi.

L'arrêt de la prise de toute drogue nécessite la mise en application d'un protocole de sevrage par diminution progressive des doses ou par la prise de molécules de substitution qui va permettre progressivement la cessation de toute consommation. Ce protocole nécessite un suivi médical prolongé (plusieurs mois voire plusieurs années) accompagné d'une aide psychologique indispensable.

Communication nerveuse

Connaissances exigibles

- Message nerveux, ensemble de signaux électriques enregistrables.
- Codage du message nerveux en fréquence d'apparition de signaux électriques.
- Synapse, jonction entre deux neurones.
- Principe de la transmission synaptique ; neurotransmetteur présynaptique, récepteur postsynaptique. Genèse d'un nouveau message postsynaptique.

– Anatomie élémentaire d'une chaîne nociceptive ; récepteur sensoriel, fibre C, corne dorsale de la moelle épinière ; neurone nociceptif postsynaptique ; sa localisation dans un schéma élémentaire du circuit : périphérie, moelle épinière, cerveau.

Limites (ne sont pas exigibles)

- Mécanismes ioniques et moléculaires à l'origine du potentiel de repos.
- Mécanismes ioniques et moléculaires de la genèse et de la propagation du potentiel d'action.
- Mécanismes cellulaire et moléculaire du fonctionnement des synapses.
- Potentiels postsynaptiques excitateur et inhibiteur.
- Liste exhaustive des neurotransmetteurs.
- Réflexe d'évitement nociceptif.

Modulation du message nerveux : enképhalines et récepteurs opioïdes
Modulation de l'activité synaptique par des molécules exogènes : un exemple, la morphine

Connaissances exigibles

- Position des interneurons inhibiteurs enképhalinergergiques de la corne dorsale de la moelle épinière dans le schéma de la chaîne nociceptive.
- Fixation des enképhalines sur les récepteurs opioïdes des neurones nociceptifs postsynaptiques.

– Action inhibitrice des enképhalines sur la transmission du message nociceptif.

– Contribution des neurones dopaminergiques à l'origine de la sensation de plaisir.

– Position des interneurons inhibiteurs enképhalinergergiques du cerveau dans la double inhibition mise en jeu dans le schéma du « système de récompense ».

– Action de la morphine et de ses dérivés sur les récepteurs opioïdes mimant l'action des enképhalines dans la corne dorsale de la moelle épinière et dans le cerveau.

Limites (ne sont pas exigibles)

– Mécanismes cellulaires et moléculaires de l'action de la dopamine, des enképhalines, de la morphine et de ses dérivés.

– Description anatomique et fonctionnelle du système de récompense et de ses différents composants.

Les mécanismes de la dépendance

Connaissances exigibles

- Définitions de la tolérance, de la dépendance physiologique et de la dépendance psychologique.

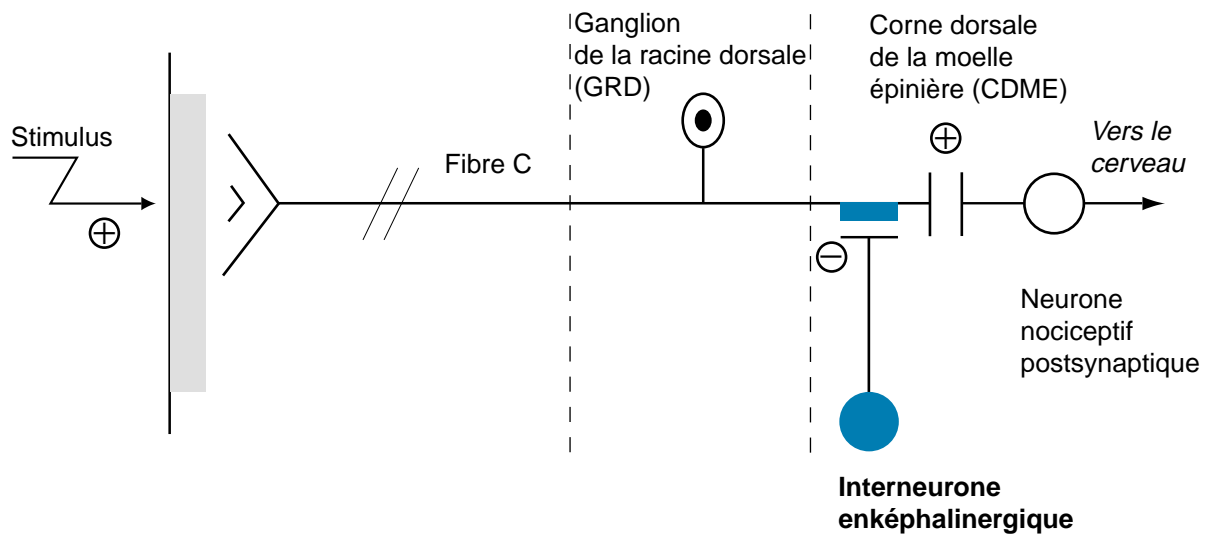
Limites (ne sont pas exigibles)

– L'étude des mécanismes d'action de drogues autres que la morphine sur les neurones dopaminergiques du système de récompense.

SCHÉMA N° 1

Inhibition présynaptique

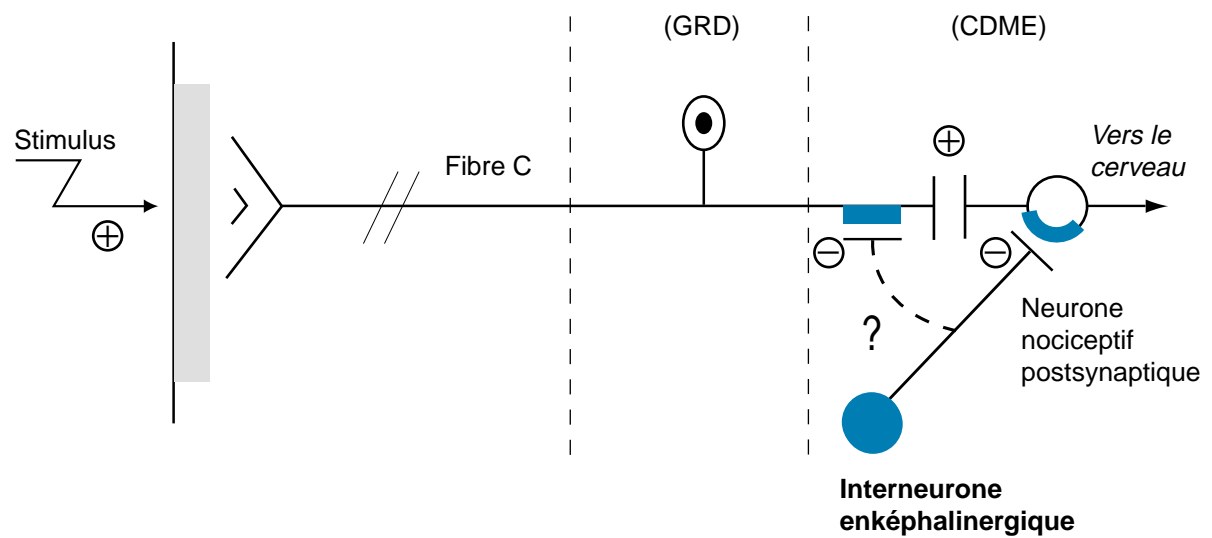
JESSEL et IVERSEN (1977)



■ Récepteurs opioïdes

SCHÉMA N° 2

Inhibition postsynaptique



■ Récepteurs opioïdes

SCHÉMA N° 3

Système de récompense

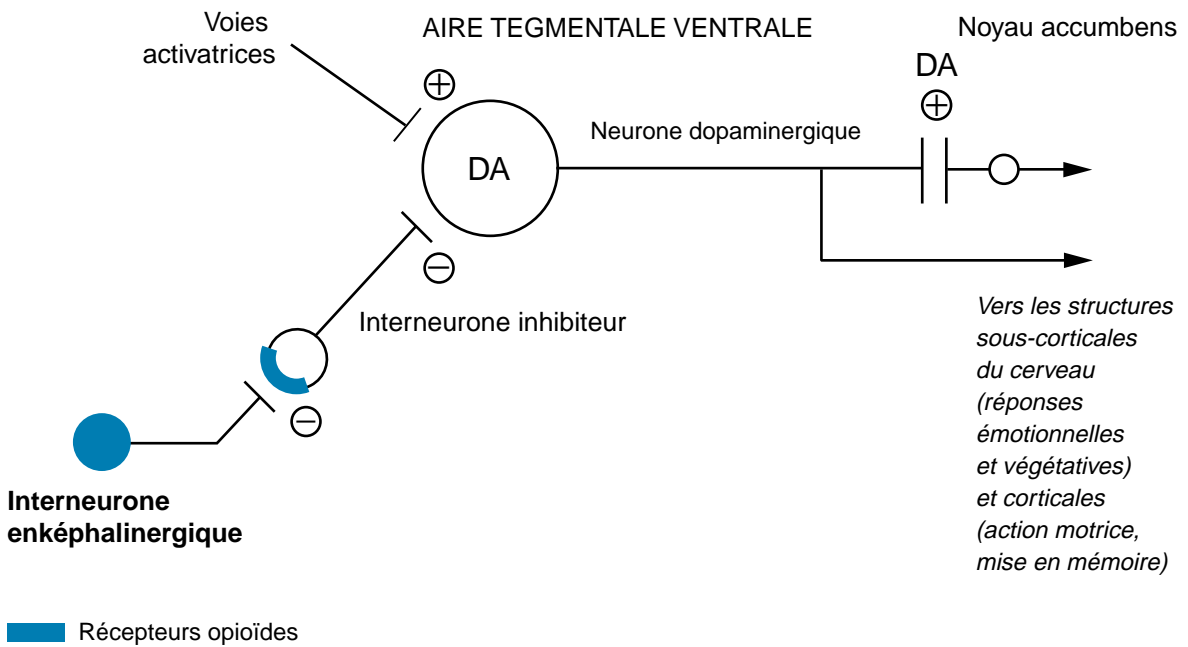
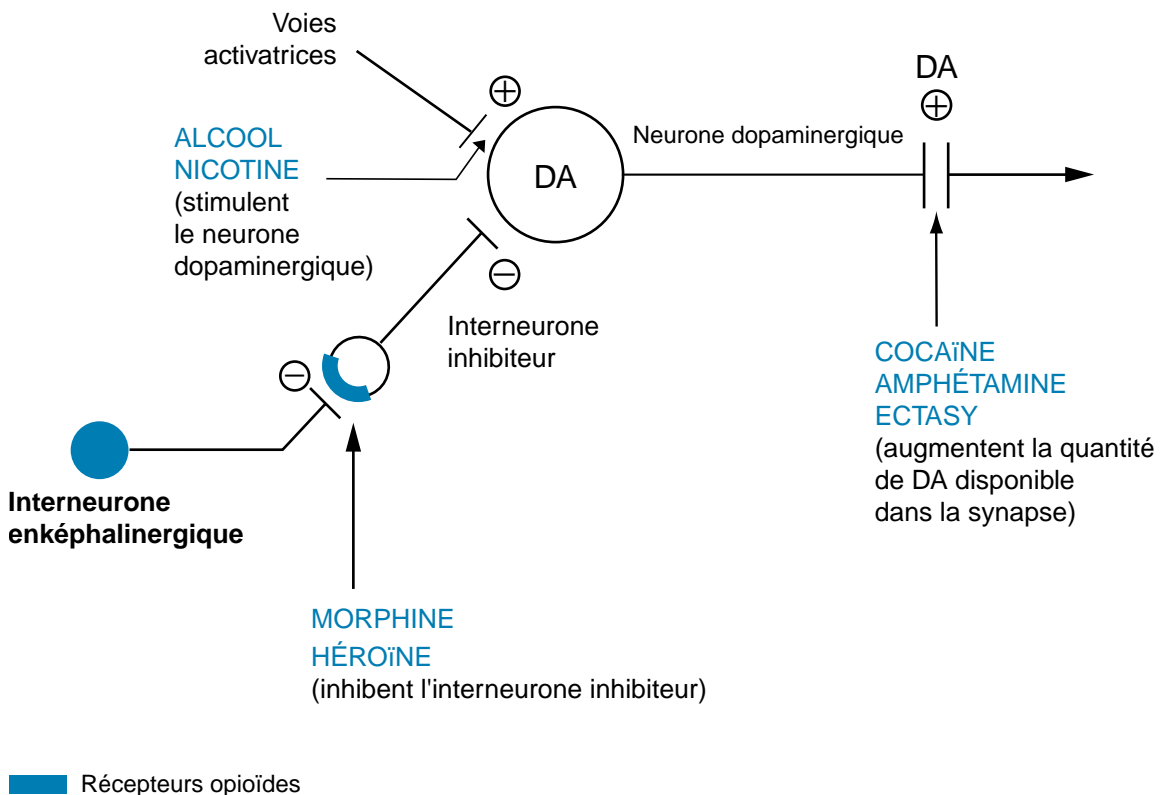


SCHÉMA N° 4

Mode d'action des drogues : modèle hypothétique





u génotype au phénotype,

applications biotechnologiques

Introduction

L'objectif de ce thème du programme est l'étude des relations existant entre le génotype d'un organisme et son phénotype. Elle apporte des éléments de raisonnement et de connaissance scientifique concernant le rôle des gènes et de l'environnement dans l'élaboration du phénotype, et elle conduit, à partir de ces connaissances, à une réflexion sur les principales applications de la génétique moderne dans notre société. Cette partie est directement articulée sur les acquis du second cycle du collège (notamment la notion de diversité génétique des êtres humains), et sur ceux de la classe de seconde (ADN support de l'information génétique, relation mutation-mutant).

L'analyse de phénotypes à différents niveaux d'organisation du vivant conduit à rechercher leur explication à l'échelle moléculaire ; les gènes interviennent sur les phénotypes par l'intermédiaire des protéines qu'ils codent.

Les mécanismes de la synthèse des protéines sont hors programme. Le seul objectif à atteindre est celui d'une maîtrise élémentaire du code génétique de façon à faire comprendre comment une mutation au niveau de l'ADN peut entraîner un changement dans la séquence d'acides aminés de la protéine et par conséquent, éventuellement, dans ses propriétés. Puisque les mécanismes de transcription et de traduction sont hors programme, le code génétique sera exprimé en ADN. On se contentera dans le code génétique universel de remplacer U par T.

La relation entre l'information génétique (les gènes) et le phénotype est établie *via* l'étude de la relation mutation-mutant et le codage de la séquence des protéines. La part des gènes dans le phénotype est ensuite abordée sous l'angle de sa complexité. Ainsi, la gravité des maladies classiquement considérées comme « monogéniques » (telles que la drépanocytose ou la phénylcétonurie) peut être modulée par certains allèles de gènes dits « modificateurs » : l'effet d'un gène sur le phénotype dépend du reste du génotype. En outre, l'ex-

pression phénotypique du génotype est modulée par les facteurs de l'environnement.

En définitive, le phénotype unique de chaque individu, son état de santé, dépend de l'interaction complexe entre gènes et facteurs de l'environnement.

Cette partie expose les bases génétiques indispensables pour aborder deux implications de la génétique dans la société actuelle : la transgénèse d'une part et les diagnostics et les prédictions qui peuvent être faites à partir de l'identification de certains allèles d'autre part, permettant ainsi d'ouvrir une réflexion sur les enjeux et limites de ces applications (organismes génétiquement modifiés, diagnostic prénatal, médecine prédictive).

De l'information génétique au phénotype, applications

Des phénotypes à différents niveaux d'organisation du vivant

La relation entre ADN et protéines

Connaissances exigibles

- Notions de génotype ; gène (se limiter à la notion d'un segment de la molécule d'ADN codant un polypeptide) ; allèle ; phénotype ; caractère.
- Effets d'une mutation aux différents niveaux d'organisation (de l'organisme à la molécule).
- Le code génétique : principe et utilisation du tableau des correspondances codon-acide aminé.
- Universalité du code génétique et possibilité de modification du phénotype par transgénèse.

Limites (ne sont pas exigibles)

- Partie non codante des gènes.
- Transcription, ARNm, traduction.
- Expériences de décryptage du code génétique.
- Notion d'enzyme.
- Technique de transgénèse.
- La connaissance des différents types de mutation.

Complexité des relations entre génotype et phénotype, applications

Connaissances exigibles

- Différents génotypes pour un même phénotype : dominance, récessivité (écriture de génotypes).
- Implication de plusieurs gènes dans la détermination d'un caractère.
- Rôle des interactions génétiques (interaction de plusieurs gènes entre eux) ainsi que des facteurs de l'environnement dans la réalisation d'un phénotype macroscopique.

- Utilisation de la détection de la présence de certains allèles chez un individu pour le diagnostic prénatal et en médecine prédictive.

Limites (ne sont pas exigibles)

- *L'étude de la transmission des caractères.*
- *Les différents types d'interaction génétique et leurs mécanismes.*
- *La construction des arbres généalogiques et les calculs de probabilité associés.*
- *Les techniques moléculaires mises en jeu lors des prédictions génétiques.*
- *L'analyse des résultats obtenus par ces techniques.*

Introduction

Ce sujet, qui correspond à de réelles préoccupations de la part des élèves, est abordé à partir de leurs interrogations et de documents d'actualité concernant la maîtrise de la procréation.

La progression à l'intérieur du thème est libre. Des données expérimentales obtenues chez différentes espèces sont analysées en classe ou au cours des évaluations. Seules les connaissances concernant la reproduction de l'espèce humaine sont exigibles.

La transmission de la vie chez l'Homme est étudiée au cours du cycle central du collège (cinquième ou quatrième) ; il convient de s'appuyer sur ces notions pour pouvoir aborder le niveau de la classe de première. Des analyses d'expériences ou de cas cliniques servent de support pour construire la notion de communication hormonale.

L'étude de la seconde partie, « Maîtrise de la reproduction », s'appuie sur les connaissances scientifiques acquises dans la première partie, « Des processus biologiques contrôlés par les hormones ».

Des processus biologiques contrôlés par des hormones

Cycle menstruel, cycle ovarien

Connaissances exigibles

– Notion de communication entre organes (ovaires et utérus) par voie hormonale : hormone ; glande endocrine ; cellule cible ; récepteur spécifique de l'hormone ; codage en concentration plasmatique de l'hormone.

– Les hormones du cycle ovarien : variations cycliques des hormones ovariennes au cours du cycle et repérage des phases du cycle.

– Le cycle utérin : action des hormones ovariennes sur la muqueuse et le col de l'utérus.

– Le contrôle exercé par les ovaires.

– Les relations entre glandes endocrines et le cycle menstruel : hormones de l'axe hypothalamo-hypophysaire et maturation folliculaire ; rétrocontrôles négatif et positif ; hormones et déclenchement de l'ovulation et des menstruations.

– Le fonctionnement de l'hypophyse est sous la dépendance d'une neurohormone : la GnRH du cerveau (hypothalamus).

Limites (ne sont pas exigibles)

– La nature chimique des hormones.

– La localisation cellulaire des récepteurs hormonaux.

– Les données quantitatives des concentrations hormonales.

– Les étapes de l'ovogenèse et de la folliculogenèse.

– Les aspects histologiques et cytologiques de l'ovogenèse et de la folliculogenèse.

– La description de l'évolution précise de la muqueuse utérine et de l'épithélium glandulaire.

– Les aspects histologiques et cytologiques de l'axe hypothalamo-hypophysaire.

– Le caractère pulsatile des sécrétions hormonales.

– La localisation des tissus cibles des rétrocontrôles.

La production de gamètes mâles

Connaissances exigibles

– La production continue des spermatozoïdes et de la testostérone par les testicules.

– Le contrôle hormonal de l'activité testiculaire : intervention du même système de commande hypothalamo-hypophysaire que chez la femme ; absence de rétrocontrôle positif.

Limites (ne sont pas exigibles)

– L'étude des différentes étapes de la spermatogenèse.

– Le contrôle de la spermatogenèse par la testostérone.

– Les aspects histologiques et cytologiques du testicule.

– Les tissus cibles de FSH et de LH.

Rencontre des gamètes

Connaissances exigibles

– Devenir des gamètes mâles et femelles dans les voies génitales de la femme.

Limites (ne sont pas exigibles)

– La description des phénomènes cytologiques de la fécondation.

– Les aspects cytologiques des gamètes mâles et femelles.

– La capacitation des spermatozoïdes.

Début de la grossesse

Connaissances exigibles

- La disparition temporaire des menstruations.
- La sécrétion d'HCG par l'embryon et sa détection par le test de grossesse.
- Le rôle de la progestérone dans le maintien de la grossesse.

Limites (ne sont pas exigibles)

- *Le principe de fonctionnement du test de grossesse.*
- *Les aspects histologiques, cytologiques et physiologiques de la nidation et de la gestation.*
- *Les modalités du développement embryonnaire.*

Maîtrise de la reproduction

Régulation des naissances

Connaissances exigibles

Le principe d'action de la contraception hormonale : un exemple de molécule contraceptive ; introduction d'un déséquilibre hormonal ; perturbation des régulations physiologiques.

- Le principe d'action du RU 486.
- Les principes d'action de la pilule du lendemain.
- (À cette occasion, l'ensemble des moyens contraceptifs est rappelé.)

Limites (ne sont pas exigibles)

- *Étude exhaustive des différentes molécules contraceptives.*
- *Les mécanismes pharmacologiques de l'IVG (association RU 486 et prostaglandines).*

Aide médicalisée à la procréation

Connaissances exigibles

- Le suivi de la grossesse : des exemples d'informations apportées par quelques techniques de surveillance de la grossesse (analyse sanguine, échographie, analyse du caryotype suite à une amniocentèse ou une choriocentèse).
- Infertilité et procréation médicalement assistée : la grande diversité des causes d'infertilité des couples ; le principe général de quelques techniques de PMA utilisées « en routine médicale » (inséminations artificielles, FIVETE, ICSI, don d'ovule).

Limites (ne sont pas exigibles)

- *La connaissance exhaustive des différentes techniques de surveillance de la grossesse.*
- *L'interprétation des informations fournies par ces techniques.*
- *La connaissance exhaustive des causes d'infertilité d'un couple.*
- *Les modalités des techniques de PMA.*
- *La liste exhaustive des différentes techniques de PMA.*



Alimentation, production alimentaire, environnement

Introduction

Ce thème comporte deux parties. La première, intitulée « Comportements alimentaires et satisfaction des besoins », est un réinvestissement des acquis du collège (cycle central et classe de troisième). La seconde partie oriente sur un questionnement permettant de mesurer « l'importance de la production alimentaire et ses conséquences environnementales ».

Le cycle central du collège a permis de construire l'idée que les aliments, au terme de plusieurs transformations, passent dans le sang à destination des organes. Les besoins permanents des organes ont été reliés à la nécessité d'une alimentation équilibrée. En classe de troisième, les besoins en nutriments et dioxygène étudiés au niveau des organes sont transposés au niveau cellulaire. On relie l'activité des cellules à un besoin permanent de matière et d'énergie. On étudie les composants des aliments et les critères d'une alimentation rationnelle. L'élève est alors capable d'adopter une attitude raisonnée dans la composition ou l'analyse critique d'un menu.

La classe de première ES reprend l'approche individuelle des problèmes de l'alimentation. Elle l'aborde par la notion d'appétence, liée à une prise d'aliments ne correspondant pas forcément aux besoins. Pour traiter cette partie, il est donc nécessaire de connaître les principes d'une alimentation équilibrée permettant de construire et de faire fonctionner l'organisme.

La seconde partie du programme permet d'aborder le problème de la production alimentaire et les conséquences sur l'environnement d'une production à haut rendement. Elle conduit à envisager les conséquences des pratiques agricoles sur la santé et l'hygiène alimentaire, et à évoquer les notions de lutte intégrée et d'agriculture raisonnée.

Comportements alimentaires et satisfaction des besoins

Choix des aliments

Connaissances exigibles

- Connaissance des groupes d'aliments et de leurs caractéristiques nutritionnelles.
- Participation des habitudes culturelles et des fonctions sensorielles (vision, gustation, olfaction, audition) au choix des aliments.

Limites (ne sont pas exigibles)

- La connaissance de la structure des molécules de glucides, lipides et protides.
- La physiologie du système nerveux permettant la détection et la reconnaissance des aliments.

Évaluation des besoins

Connaissances exigibles

- Ration alimentaire et bilan énergétique équilibré : connaissance des variations de la dépense énergétique adaptée aux besoins de chaque individu ; diversité des apports.
- Estimation de la valeur énergétique de la ration alimentaire et de la dépense énergétique.
- Les besoins qualitatifs : vitamines, ions minéraux, acides aminés indispensables, acides gras indispensables.

Limites (ne sont pas exigibles)

- Liste détaillée des vitamines, des acides aminés indispensables et des acides gras indispensables.

Conséquences d'une ration déséquilibrée

Connaissances exigibles

- Évolution des habitudes alimentaires dans les pays à haut niveau de vie (augmentation de la consommation de glucides à absorption rapide et de graisses

animales) et conséquences sur la santé des individus (maladies cardio-vasculaires, obésité, diabète).
– Repérage des carences quantitatives et/ou qualitatives et de leurs conséquences.

Limites (ne sont pas exigibles)

– Énumération des pathologies par carence alimentaire et de leurs caractéristiques cliniques.

Production alimentaire et environnement

Évaluation des productions alimentaires

Connaissances exigibles

– Relations alimentaires entre les êtres vivants. Circulation de matière et d'énergie dans les chaînes alimentaires.
– Notion de rendement et de productivité secondaire.
– Facteurs influençant le rendement et la productivité des cultures et des élevages.

Limites (ne sont pas exigibles)

– La distinction de la productivité primaire brute et de la productivité nette.
– La notion de facteur limitant.

Fonctionnement d'un agrosystème, ses conséquences environnementales

Connaissances exigibles

– Notion d'agrosystème : système en déséquilibre créé pour les besoins humains.
– Augmentation de la productivité par l'apport d'engrais chimiques (nitrates, phosphates, sels d'ammonium ou de potassium).
– Les conséquences directes sur l'environnement liées à la fertilisation des sols (concentration des pesticides le long des chaînes alimentaires, etc.).

Limites (ne sont pas exigibles)

– Étude de la diversité des agrosystèmes.
– Étude de la diversité des pollutions.

Une ressource naturelle : le bois

Introduction

Ce thème conduit les élèves à une prise de conscience des réalités économiques en rapport avec l'utilisation d'une ressource biologique. Il met aussi en évidence les incidences environnementales de ces activités industrielles. Cette étude à propos du bois constitue, de fait, une approche concrète d'une partie de la responsabilité citoyenne pour de futurs acteurs de la vie sociale et économique.

En partant de textes d'actualité, de faits patents, d'expériences de la vie courante, il convient dans un premier temps de faire prendre conscience aux élèves de la multiplicité des propriétés du bois qui se traduit par une grande diversité des utilisations. Cette étude conduit aussi à rechercher l'origine des propriétés dans les structures des cellules et de leurs constituants, ce qui contribue à établir une approche de la démarche scientifique.

Dans une seconde phase on ne se focalise plus sur la connaissance de l'objet biologique pour lui-même, mais on s'intéresse à la ressource que constitue la forêt, exploitée par l'Homme et qu'il se doit de gérer. Cette étude permet de réinvestir des éléments du programme de seconde et de les approfondir, notamment en ce qui concerne la participation de la forêt exploitée aux grands cycles (eau et carbone). À cette occasion il est loisible de préciser le rôle des forêts dans la biodiversité, tant pour ce qui concerne les espèces végétales que les espèces animales et les sols. Il s'agit de souligner les interrelations entre les êtres vivants et les conséquences des activités humaines et des phénomènes naturels en ne se limitant pas strictement au bois. Les liens entre la biodiversité et les équilibres biologiques sont esquissés à cette occasion.

Sur le plan des travaux pratiques, de très nombreuses observations sont possibles ainsi que des approches concrètes du milieu industriel en rapport avec l'exploitation et l'utilisation du bois. Dans ce thème, de l'objet biologique aux cartes de végétation, en passant par toutes les échelles de l'analyse (de la molécule à la planète), chaque professeur met en place de nombreuses pratiques pédagogiques ouvertes à la problématique de la gestion d'une

ressource renouvelable, en y intégrant l'ensemble des points de vue, qu'ils soient techniques ou environnementaux.

Le bois, un matériau d'usage courant

Utilisation du bois : propriétés générales mises en jeu

Connaissances exigibles

- Propriétés communes à tous les bois (résistance, capacité d'isolation, flottabilité, combustibilité, richesse en cellulose).
- Notion de variabilité des propriétés suivant les espèces.

Structure et propriétés

Connaissances exigibles

- Structure transversale et longitudinale d'un bois : cellules allongées, accolées, à disposition longitudinale, éléments conducteurs.
- Bois d'été, bois de printemps.
- Croissance en diamètre, cambium, cernes, aubier, cœur.

Nature chimique du bois : utilisations spécifiques et renforcement de certaines propriétés physiques

Connaissances exigibles

- Les deux composants majeurs de la paroi cellulaire lignifiée : cellulose et lignine.

Limites (ne sont pas exigibles)

- La liste exhaustive des propriétés du bois.
- La liste exhaustive des différences à propos des propriétés suivant les espèces.
- Toutes données histologiques et cytologiques autres que celles citées.
- Formule chimique et structure des constituants de la paroi.

Importance et gestion des écosystèmes forestiers

Participation du bois aux grands équilibres de la planète

Connaissances exigibles

- Une forêt en croissance stocke du carbone essentiellement sous forme de cellulose.
- Influence d'une forêt en croissance, d'une forêt âgée et d'une déforestation brutale sur la teneur en dioxyde de carbone et en dioxygène de l'atmosphère.
- La forêt, lieu de transit de l'eau, du sol à l'atmosphère.
- Déforestation et accélération du ruissellement. Érosion de surface.

Activités industrielles et gestion des forêts

Connaissances exigibles

- Nécessaire équilibre entre la croissance de la forêt et les prélèvements.
- Relation entre âge et productivité.

Limites (ne sont pas exigibles)

- Les différents modes de gestion des forêts.
- Détails des technologies forestières.
- Les mécanismes physiologiques impliqués dans les cycles du carbone et de l'eau.
- L'étude des sols.

Biotechnologies, la filière bois

Connaissances exigibles

- La forêt exploitée nécessite sélection, multiplication et diversification.
- Principes utilisés en biotechnologie forestière (clonage, mycorhization, transgénèse).

Limites (ne sont pas exigibles)

- Les mécanismes des biotechnologies forestières (clonage, mycorhization, transgénèse).

Une ressource indispensable : l'eau

Introduction

Ce thème se propose d'étudier de manière raisonnée les principaux problèmes liés à la ressource en eau. Il s'agit à la fois d'apporter des informations sur ce problème d'actualité et d'induire une réflexion des élèves sur leur comportement quotidien quant à l'usage de l'eau.

La disponibilité d'une eau de qualité en quantité suffisante pose des questions urgentes à la population humaine qui vit dans des sociétés de plus en plus urbanisées et industrialisées. Ces questions nous sont posées et se poseront avec encore plus d'acuité aux futurs citoyens que sont les élèves d'aujourd'hui.

Il s'agit de montrer, à partir de différents usages de l'eau, combien elle est indispensable. L'eau est un aliment commun à tous les êtres vivants mais c'est aussi un solvant, quasi universel, un moyen de transport, une source d'énergie, un lubrifiant... Ces différents usages conduisent à une consommation de plusieurs centaines de litres par jour et par habitant. Il n'est pas sans intérêt de rappeler qu'il faut 20 litres d'eau pour faire une salade et 110 000 litres pour faire une automobile. Ces différents usages conduisent à rejeter dans la nature des eaux usées.

L'étude des différents réservoirs où se trouve l'eau sur Terre permet de montrer que seuls certains d'entre eux fournissent l'eau utilisée par l'Homme. Cela doit conduire à la notion « d'eau disponible ».

Ce thème prolonge le programme de la classe de seconde concernant la fragilité de l'environnement et en particulier les échanges dans les enveloppes fluides. L'étude quantitative des flux entre les différents réservoirs permet de fixer l'importance des phénomènes dans l'espace et dans le temps. Le cycle de l'eau établit la notion « d'eau recyclée ».

À propos de la répartition de l'eau, il s'agit de poser le problème des ressources régionales en eau. Des exemples locaux peuvent aisément servir d'assise à cette étude. La répartition de l'eau dépend des conditions climatiques et de la nature géologique des réservoirs, mais le développement de l'agriculture, l'urbanisation et l'industrialisation entraînent une augmentation de la consommation locale.

L'Homme modifie les flux naturels à son profit (puits, barrages, réservoirs artificiels, irrigation,

etc.). Si ces modifications du régime des eaux permettent le développement de cultures en zones arides, elles peuvent aussi aller jusqu'à la désertification de certaines régions. Il semble nécessaire de choisir des exemples qui ne soient pas uniquement « négatifs ». L'exemple de l'approvisionnement en eau des grandes métropoles permettra de poser le problème crucial des conséquences de la croissance des populations urbaines.

Il s'agit ensuite de mettre en évidence la fragilité de la ressource en eau et donc la nécessité de gérer cette ressource. L'eau disponible est fragile. L'objectif est de faire prendre conscience aux élèves qu'il est nécessaire de protéger les réservoirs puisqu'ils servent à l'approvisionnement en eau. La fragilité des réservoirs est essentiellement due à deux phénomènes : les produits largués directement dans la nature (engrais, produits phytosanitaires) qui par percolation, ruissellement ou dissolution vont se retrouver dans les réservoirs, et les eaux usées ménagères et industrielles qui sont rejetées dans la nature.

Les réservoirs servent donc à la fois de source d'approvisionnement et de lieu de stockage des déchets de l'activité humaine. L'étude de la diffusion d'un polluant dans un réservoir (pollution d'une rivière, d'une nappe) permet de renforcer les notions acquises en classe de seconde.

L'étude d'un exemple local de la protection mise en place autour d'un captage doit permettre d'évoquer la réglementation mais aussi les problèmes induits par l'agriculture, les décharges et les effluents provenant des exutoires des stations d'épuration ou des collecteurs d'eaux usées.

L'eau sur la planète

Connaissances exigibles

- Cycle de l'eau, principaux réservoirs et transferts.
- Notions d'eaux usées, d'eau accessible (eau économiquement exploitable), de réserves en quantité finie.
- L'eau douce, ressource indispensable aux êtres vivants et aux activités humaines.
- Répartition géographique inégale de l'eau douce.
- Notion d'eau disponible.
- Notion d'eau recyclée.

- Modifications anthropiques des flux d'eau (irrigation, urbanisation...), leurs conséquences (cultures, désertification...).

Limites (ne sont pas exigibles)

- La liste exhaustive des différents usages de l'eau.
- La liste exhaustive des différents types de pollution.
- L'eau mantellique et les mécanismes physico-chimiques de transfert d'eau.
- Les eaux souterraines profondes.
- Les eaux fossiles.
- La liste exhaustive des types de modification des flux d'eau.

Gestion de l'eau

Connaissances exigibles

- Notion de nappe phréatique.
- Notion de critères de potabilité.
- Notion de sensibilité des réservoirs à la pollution ; capacité et limites de l'auto-épuration.
- Notion de protection des réservoirs.
- Principe du fonctionnement d'une station d'épuration : notions de DBO et DCO, de minéralisation par les micro-organismes.

Limites (ne sont pas exigibles)

- Le rabattement des nappes.
- La recharge des nappes.
- Les calculs de débit d'un aquifère.
- La notion d'équivalent habitant.
- Les techniques de déminéralisation.
- Les processus de fermentation.
- Les problèmes liés au collectage des eaux usées.
- Les problèmes liés à la distribution des eaux potables.

P

lace de l'Homme dans l'évolution

Introduction

En classe de seconde, les études relatives à l'unité des êtres vivants (généralité de la structure cellulaire, nature du matériel génétique, possession de gènes homologues) ont renforcé l'idée de leur origine commune abordée au collège.

En classe de première, il s'agit en premier lieu d'initier les élèves aux méthodes de raisonnement qui permettent d'établir les relations de parenté entre plusieurs espèces ou plusieurs groupes.

Pour cela on s'appuie sur les Vertébrés puis sur les Primates, ce qui permet de situer l'espèce humaine dans l'histoire évolutive du monde vivant. Dire que deux groupes A et B sont plus étroitement apparentés entre eux qu'avec n'importe quel autre groupe signifie qu'ils ont un ancêtre commun proche qui n'est l'ancêtre d'aucun autre groupe. Pour l'établir, on recherche les caractères évolués (états dérivés) partagés en commun. Tous les êtres vivants qui partagent le même état évolué d'un caractère (nouveau état évolutif) l'ont hérité d'un même ancêtre commun qui leur est propre. Les caractères morphologiques, anatomiques, embryologiques peuvent ainsi être utilisés pour établir les relations de parenté des Vertébrés et dans une certaine mesure des Primates. La prise en compte de la plus ou moins grande similitude de molécules homologues de Primates permet d'affiner les informations fournies par les données anatomiques et d'arriver à l'idée que c'est avec les chimpanzés (et les gorilles ?) que l'Homme est le plus étroitement apparenté.

Un arbre phylogénétique récapitule les relations de parenté entre les divers groupes envisagés. Il doit permettre de situer chronologiquement les diverses innovations et donc préciser les états évolués des caractères définissant les différents groupes monophylétiques. La reconstitution du dernier ancêtre commun à l'Homme et aux grands singes africains est un point important du programme. Elle doit être étudiée à partir de caractères dérivés aussi bien comportementaux qu'anatomiques, partagés par ces espèces. Cela conduit à s'intéresser aussi bien à la biologie des chimpanzés qu'à leur anatomie.

Ce « portrait-robot » du dernier ancêtre commun doit faciliter la réfutation de l'idée d'« ancêtre-descendant » et permettre la définition des états dérivés

propres à la lignée humaine. C'est dans cette perspective que sera aussi envisagée l'étude des divers fossiles d'homininés.

La lignée humaine peut servir de support pour réfléchir aux groupes caractéristiques des mécanismes évolutifs. Les génomes actuels gardent en archive des innovations génétiques survenues au cours du temps. Ces innovations génétiques résultent de la plasticité du génome. On ne traite pas de la variété des innovations génétiques, on met uniquement l'accent sur la duplication, source d'augmentation du nombre de gènes et de diversification. Il est d'autant plus important d'insister sur le caractère aléatoire de ces innovations et sur l'importance de la sélection naturelle que les élèves sont imprégnés de l'idée d'une hérédité des caractères acquis sous l'action du milieu. L'acquisition d'une bipédie de type humain peut être le support d'une discussion qui débouche sur une compréhension globale de ces mécanismes de l'évolution.

Les raisonnements utilisés pour la recherche des relations de parenté pour les formes actuelles s'appliquent aussi à l'étude des formes fossiles. Elles doivent permettre de préciser les raisons qui conduisent à classer un fossile dans le genre *Homo*.

En conclusion, l'histoire évolutive est complexe, elle ne se résume pas à une chaîne linéaire où les formes fossiles se transformeraient les unes en les autres. Cela invite à réfléchir sur le caractère buissonnant de la lignée humaine et sur sa réduction à une seule espèce aujourd'hui.

À la recherche de « l'ancêtre commun »

Connaissances exigibles

- Recherche des principaux caractères partagés par l'Homme avec d'autres groupes : caractères d'eucaryotes, caractères de vertébrés, caractères d'amniotes, caractères de mammifères, caractères de primates, caractères d'hominoïdes, caractères d'homininés.
- Place de l'Homme dans la classification animale.
- Notion de chronologie relative d'apparition des principaux caractères.

- Notion de caractères homologues, d'état ancestral et d'état dérivé d'un caractère.
- Notion de gènes homologues et de protéines homologues.
- Grande similitude entre les gènes du chimpanzé et de l'Homme.
- Notion d'ancêtre commun possédant des caractères communs à l'Homme et au chimpanzé.

Limites (ne sont pas exigibles)

- *Argumentation sur la notion d'espèce.*
- *Liste exhaustive des caractéristiques des euca-ryotes, vertébrés, amniotes, mammifères, primates, hominoïdes, hominins.*
- *Construction d'un arbre phylogénétique.*

Les mécanismes de l'évolution

Connaissances exigibles

- Notion d'innovations génétiques aléatoires : mutations et genèse de nouveaux gènes par duplication.
- Conditions de l'environnement et sélection d'innovations génétiques préexistantes.
- Notion de contingence.

Limites (ne sont pas exigibles)

- *Partie non codante du génome.*
- *Gènes mosaïques.*
- *Les mécanismes et les différents types de mutations.*
- *Mécanismes de la duplication.*

Émergence du genre *Homo*

Connaissances exigibles

- Ensemble de critères de définition du genre *Homo* : volume et morphologie crânienne, bipédie, fabrication d'outils, vie sociale et culturelle.
- Repères chronologiques d'apparition de l'ancêtre commun à l'Homme et au chimpanzé, du genre *Homo* et de l'espèce *Homo sapiens*. Relativité de ce repérage.
- Proximité génétique de toutes les populations humaines.
- Hypothèse de l'origine géographique du genre *Homo*.
- Caractère buissonnant de la lignée humaine.

Limites (ne sont pas exigibles)

- *Critères du genre *Homo*, autres que ceux indiqués.*
- *Caractéristiques des différentes espèces d'australopithèques et des différentes espèces du genre *Homo* et leur âge.*
- *Méthodes de datation des fossiles d'hominidés.*