

REPUBLIQUE DU BENIN

\*\*\*\*\*

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE,  
DE LA FORMATION TECHNIQUE ET PROFESSIONNELLE  
DE LA RECONVERSION ET DE L'INSERTION DES JEUNES

\*\*\*\*\*

**GUIDE DE L'ENSEIGNANT(E)**

***SCIENCES DE LA VIE  
ET DE LA TERRE***  
**CLASSE DE TERMINALE D**

**(Version révisée)**

*Direction de l'Inspection Pédagogique*  
Porto-Novo 2011

# S O M M A I R E

	Pages
I. - ORIENTATIONS GENERALES.....	3
1. Les Valeurs.....	4
2. Les Fondements.....	4
3. Les Démarches.....	6
II.- PLANIFICATION DES SITUATIONS D'APPRENTISSAGE.....	12
1. Situation d'apprentissage n° 1.....	?
2. Situation d'apprentissage n° 2.....	?
3. Situation d'apprentissage n° 3.....	?
4. Situation d'apprentissage n° 4.....	?

# **I.- ORIENTATIONS GENERALES**

# 1. LES VALEURS

Les orientations premières du présent programme d'études se situent au plan des valeurs et découlent de la nouvelle vision de la mission de l'École telle que définie en 1990 lors des assises des États Généraux de l'Éducation.

*«Il nous faut créer au Bénin une élite courageuse et dynamique, intellectuellement armée pour affronter les problèmes immenses de cette fin du XX<sup>e</sup> siècle, capable de proposer des modèles et d'incarner des exemples, capable d'exercer sur toute la population et en particulier sur les plus jeunes, un effet d'entraînement qui les porte vers l'avant, individuellement et collectivement. Il faut encourager l'effort, développer la créativité, promouvoir l'invention» (Actes ...p.15).*

Il s'agit, en d'autres termes, de promouvoir les qualités humaines (intellectuelles, culturelles, sociales, morales...) jugées nécessaires pour permettre à l'individu de s'insérer le plus harmonieusement possible dans la société de demain.

En voici quelques exemples ayant des rapports évidents avec l'enseignement des Sciences de la Vie et de la Terre.

## 1.1. Valeurs intellectuelles :

- le désir de savoir et de comprendre ;
- le souci de la preuve et de la vérification ;
- le respect de la logique ;
- la prise en considération des conséquences ;
- la poursuite de l'excellence dans le travail.

## 1.2. Valeurs sociales et culturelles :

- le refus de la soumission passive aux événements ;
- l'ouverture à la nature, à la science et à la technologie ;
- le sens de l'égalité des jeunes (filles et garçons) vis-à-vis de la science et de la technologie ;
- le sens de la solidarité humaine face aux grands problèmes de l'heure ;
- l'esprit d'équipe.

## 1.3. Valeurs morales :

- le respect de la Vie ;
- le respect de l'environnement ;
- le souci de santé et de sécurité ;
- le sens des responsabilités ;
- le respect du bien commun ;
- le sens de l'effort et de la discipline personnelle ;
- la quête de l'autonomie.

# 2. LES FONDEMENTS

Le présent programme repose sur les fondements d'ordre sociologique, didactique et épistémologique suivants.

## **2.1. Fondements d'ordre socio-humain et économique.**

Une des caractéristiques essentielles de la société de notre temps réside incontestablement dans le niveau de développement atteint par la Science et la Technologie. Dans ce contexte, il est

également incontestable que les Sciences de la Vie et de la Terre occupent une place toute spéciale. Cette place n'est pas spéciale dans le sens où l'est celle des autres disciplines scientifiques, mais elle est spéciale surtout en raison des liens étroits que la Biologie et la Géologie entretiennent avec le développement de l'économie, d'une part, et d'autre part en raison de l'influence que ces disciplines exercent sur notre vision du monde.

Une économie moderne a besoin des Sciences de la Vie et de la Terre: les sociétés modernes s'appuient sur les progrès de la Biologie et de la Géologie pour promouvoir le développement de leur agriculture, de leurs industries textiles, de leurs industries agro-alimentaires et de leurs industries pharmaceutiques.

La Biologie intervient de façon essentielle dans le progrès de la médecine : les développements récents de la Biologie moléculaire et de la Génétique ont ouvert la voie non seulement à la compréhension de l'origine de nombreuses affections mais aussi à la découverte de moyens thérapeutiques puissants qui ont contribué dans les pays développés à l'allongement de l'espérance de Vie. De même les questions de procréation autrefois considérées comme relevant de la fatalité sont aujourd'hui assez maîtrisées au grand bonheur des couples pour peu qu'ils aient accès à l'information.

La Biologie influence notre vision du monde : chacun de nous acquiert graduellement depuis sa plus petite enfance une vision personnelle du monde et de la place qu'il y occupe. Cette perception du monde, qui est représentative de notre identité individuelle et nous inspire nos attitudes et notre manière d'agir, détermine le type d'homme que nous sommes et, enfin de compte, la société dans laquelle nous vivons. Ainsi les problèmes d'injustice et de préjugés sociaux les plus graves sont liés à des différences de comportement entre les

racés et entre les sexes. La Biologie fournit un moyen d'analyser et de réfléchir à ces questions complexes qui attendent encore une solution.

*Enseigner la Biologie dans le cadre du présent programme ce sera donc, d'une part, la promouvoir comme une discipline passionnante de culture générale et, d'autre part, favoriser l'émergence future de vocations pour les carrières agronomiques, biomédicales et autres dont notre pays a besoin pour son développement.*

## **2.2. Fondements d'ordre didactique.**

De multiples travaux réalisés au cours des dernières décennies en didactique des sciences et en psychologie cognitive nous incitent à adopter une Pédagogie centrée sur l'élève et non sur des contenus notionnels. On pense souvent, à tort, que les élèves assimilent ce que nous exposons, retiennent ce que nous montrons, appliquent les méthodes que nous démontrons, font leurs valeurs que nous prêchons. La recherche en didactique nous éclaire à ce sujet.

**<< La construction d'une notion donnée [...] apparaît comme un processus complexe qui dépend en tout premier lieu de l'élève. Les concepts ne s'acquièrent pas par simple transmission directe d'une personne qui sait à un élève supposé ignorant en ce domaine. Les élèves disposent en effet, avant qu'on leur enseigne un contenu particulier, de conceptions bien organisées, fonctionnelles et relativement résistantes parfois aux modifications que cherche à introduire l'apprentissage>>.**

*Enseigner, dans le sens du présent programme, c'est considérer l'élève comme le principal artisan de son propre savoir et chercher à inventer les conditions dans lesquelles ce dernier peut progresser dans ses apprentissages par sa propre activité.*

### 2.3. Fondements d'ordre épistémologique.

- La connaissance scientifique n'est ni une donnée en soi ni nécessairement un reflet absolu de la réalité.

L'homme de science n'écarte pas un rideau pour découvrir une collection de faits étiquetés comme on découvre les plantes d'un jardin botanique, mais il organise les données immédiates de la perception pour construire des relations. Cette remarque d'ordre épistémologique ne concerne pas seulement le savant dans son laboratoire mais tout usager des sciences dont, en particulier, l'élève en situation d'apprentissage. Elle a deux implications essentielles au plan pédagogique.

*Premièrement*, elle récusé une certaine conception de l'éducation scientifique basée sur l'apprentissage de recettes et l'exercice de la seule mémoire. Seules les connaissances construites à la suite d'une démarche active de l'esprit sont susceptibles d'être réinvesties dans la Vie quotidienne.

*Deuxièmement*, elle justifie l'intérêt que les didacticiens des sciences accordent aujourd'hui à ce qu'il est convenu d'appeler <<représentations initiales>>, <<conceptions naïves>> ou <<préconceptions>> chez les élèves. En effet, qu'il s'agisse du savant dans son laboratoire ou de l'élève en situation d'apprentissage, la connaissance scientifique ne vient jamais remplir un vide dans l'esprit du sujet. Selon l'expression de Bachelard, <<elle vient se substituer à une représentation initiale>> que le sujet avait de l'objet ; car nous avons toujours un système explicatif du monde, quel que soit notre niveau de culture scientifique.

D'où la nécessité pour l'enseignant(e) de faire émerger les représentations initiales

communément répandues chez ses élèves afin d'aider à leur évolution dans le sens de formulations plus cohérentes et plus conformes à la réalité.

*Enseigner, dans le sens du présent programme, c'est s'intéresser aussi aux conceptions dites naïves des élèves afin de les aider à accéder à des représentations plus rationnelles et plus opérationnelles.*

- Le savant qui travaille dans son laboratoire appartient à une époque dont il partage les croyances, les valeurs et les idées.

La science est une entreprise humaine. Son développement comme celui de toutes les entreprises humaines connaît des moments de ruptures, d'erreurs, de reculs, de succès ... Elle n'est pas constamment en évolution vers la vérité. La connaissance scientifique est donc enracinée dans l'histoire aussi bien que dans les problèmes de l'heure. D'où l'intérêt à "cadre notre enseignement dans des contextes historique, sociologique, technologique et environnemental".

*Enseigner dans le sens du présent programme, c'est donc, enfin, donner l'occasion aux élèves de prendre conscience, progressivement, du bien-fondé et des limites de la démarche expérimentale, de la valeur relative des théories scientifiques et de la contribution réelle des femmes et des hommes dont les noms sont restés attachés à certaines notions ou théories scientifiques.*

## 3. LES DÉMARCHES

Pour rester en cohérence avec les valeurs et les fondements précédemment énoncés, les cheminements à proposer aux élèves doivent résolument tourner le dos au dialogue socratique, à la répétition du discours de l'enseignant(e) et à la mémorisation d'énoncés tout faits. Ils s'inscriront au

contraire dans une perspective « *constructiviste* » et seront basés sur la *stratégie de résolution de problèmes*.

### **3.1. L'activité de l'élève**

La démarche d'apprentissage se définit comme un processus de croissance et de changement vécu par l'élève, impliquant l'utilisation de ses ressources internes en interaction avec l'environnement. Elle constitue le cheminement vécu par tout élève en situation d'apprentissage.

L'élève apprend mieux :

1. lorsque les situations d'apprentissage qu'on lui propose sont axées sur des activités (ou tâches) concrètes ;
2. lorsque ces activités ou tâches s'inscrivent dans des contextes qui lui sont familiers ;
3. enfin, lorsque la mise en œuvre de ces activités ou tâches peut lui permettre de remodeler ou de remettre en question ses représentations antérieures.

L'apprentissage implique donc de la part du sujet apprenant un *effort actif de l'esprit* pour, d'une part, intégrer de nouveaux contextes et de nouvelles expériences à son champ cognitif, et d'autre part, établir de nouvelles relations entre les savoirs nouveaux et ses acquis antérieurs.

Mais l'esprit de l'élève n'est véritablement actif que lorsqu'il a un problème à résoudre. L'apprentissage se fera donc mieux lorsqu'il se développera selon les stratégies par résolution de problèmes.

Le diagramme présenté à la page suivante résume les différentes étapes d'une stratégie de résolution de problèmes dans un contexte d'éducation scientifique.

Comme pour le développement de la connaissance, ce cheminement n'est pas nécessairement linéaire, cumulatif et sans échecs ni erreurs ; d'autant plus que la logique de l'élève ne va pas nécessairement dans le même sens que celle de l'adulte. Les quelques commentaires qui accompagnent le diagramme ont pour but d'aider à une bonne compréhension :

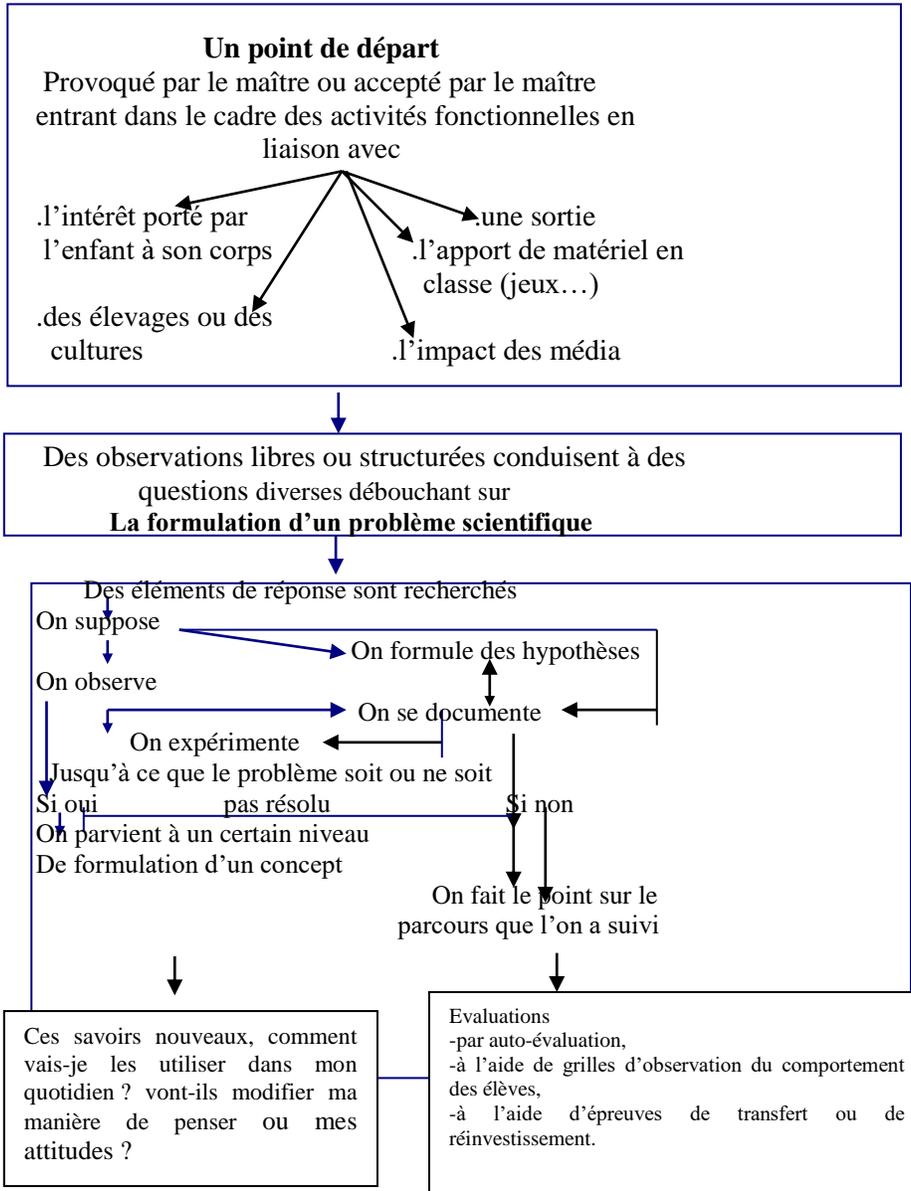
- d'une part, des relations entre les étapes de la résolution de problèmes en tant que stratégie générale d'apprentissage et les étapes de la démarche scientifique en tant que démarche disciplinaire des sciences biologiques et géologiques ;
- d'autre part, des relations entre ce que l'élève fait au cours de son apprentissage et ce que l'enseignant fait pour aider l'élève dans son apprentissage.

### **3.2. La démarche de résolution de problèmes dans un contexte de recherche scientifique à l'école.**

#### **3.2.1. D'une situation de départ à la formulation d'un problème scientifique**

Des observations de l'environnement naturel ou construit, des manipulations, des mesures, lectures, visionnements de documents... de l'élève lui-même et de ses discussions avec les autres, surgissent une foule de questions. Une telle situation crée chez l'élève un « *déséquilibre cognitif* » qui l'engage dans un processus actif de recherche de solutions.

*La démarche de résolution de problèmes dans un contexte de recherche scientifique à l'école.*



**Valorisant le dialogue de l'enfant avec les objets (la manipulation)**  
**Valorisant le dialogue de l'enfant avec ses pairs (l'expression)**

L'élève, à cette étape de la démarche :

\* explore la situation et prend conscience du problème posé :

- il/elle relève les faits significatifs qui font la nouveauté de la situation ;

- il/elle exprime ses représentations et/ou connaissances antérieures sur la situation ;

- il/elle exprime ses propres interrogations, ses réactions, ses hésitations à l'égard de la situation ;

- il/elle confronte ses représentations et interrogations avec celles de ses pairs ;

\* formule le problème tel qu'il/elle le perçoit :

- il/elle propose une formulation ;

- il/elle confronte sa formulation avec celle de ses pairs ;

- il/elle soumet éventuellement sa formulation à l'appréciation du professeur.

### 3.2.2. Formulation d'hypothèse (s)

Le problème ayant été cerné avec suffisamment de précision, l'élève propose, au besoin, une ou plusieurs solutions provisoires à soumettre à la vérification. Il s'agit de solutions anticipées résultant soit de l'intuition, soit d'une analyse rationnelle fondée sur une étape préalable de séparation des variables. Dans tous les cas, il s'agit de solutions temporaires qui peuvent être soit validées soit rejetées par l'expérience ou par le retour à l'observation.

L'étape de l'hypothèse se justifiera dans tous les cas où les phases ultérieures de la démarche impliqueront un recours à l'expérience en tant que manipulation intentionnelle du phénomène en étude ou un recours à l'observation dirigée.

L'élève, dans les cas qui s'y prêtent :

- fait des conjectures sur les facteurs susceptibles d'influencer le déroulement du phénomène en étude ;

- analyse les conditions naturelles de déroulement du phénomène ;

- inventorie les solutions possibles ;

- imagine des relations ;

- formule des explications plausibles à soumettre à la vérification par les faits ;

- formule ses hypothèses personnelles ;

- confronte ses propres hypothèses avec celles de ses pairs ;

- soumet, éventuellement, ses hypothèses à l'appréciation de l'enseignant(e).

### 3.2.3. Production et collecte de données

Un exercice ne peut être qualifié de véritablement scientifique que si la recherche de solution se fait (tout au moins en partie) par l'observation et/ou l'expérimentation. C'est pourquoi, dans le cadre de la mise en œuvre du présent programme, l'élève aura prioritairement recours à l'observation et/ou à l'expérimentation pour chercher des éléments de réponses au (x) problème (s) en étude.

Dans cette perspective, les livres et les documents constitueront un complément souvent appréciable de la recherche, sans toutefois se substituer à l'étude des faits réels tant que les conditions matérielles le permettent.

L'élève, à cette étape de la démarche :

\* Observe pour identifier des données significatives par rapport au problème en étude :

- il/elle décrit et nomme ;
- il/elle relève des faits ;
- il/elle relève des relations dans le temps et dans l'espace ;
- il/elle réalise et/ou complète un dessin pour rendre compte de ses observations ;
- \* Expérimente pour produire des données en relation avec ses hypothèses :
  - il/elle manipule, mesure, compte ;
  - il/elle constate des modifications et relève des constances ;
  - il/elle conçoit et/ou remplit des tableaux de valeurs ;
  - il/elle traduit des tableaux de valeurs sous forme de graphes ;
- \* Consulte et exploite des documents pour compléter ses propres données :
  - il/elle cherche des données complémentaires dans des ouvrages de référence ;
  - il/elle relève des résultats d'expériences.

### 3.2.4. Traitement des données

L'élève organise ses données, les classe, les compare, les interprète en fonction de son ou de ses hypothèses. Il/elle les met en relation avec le but qu'il/elle poursuit par rapport au problème initialement posé.

- il/elle compare et résume ;
- il/elle formule des relations ;

- il/elle identifie des causes et/ou relève des conséquences ;
- il/elle confronte les données recueillies avec les hypothèses initialement formulées.

### 3.2.5. le rôle de l'enseignant(e).

Les connaissances actuelles sur les processus d'apprentissage des élèves et les objets de cet apprentissage conduisent à mettre l'accent sur trois exigences fondamentales qui guideront l'enseignant(e) dans son travail pédagogique auprès des élèves. Ces exigences sont les suivantes :

- planifier avec soins les situations d'apprentissage ;
- favoriser la participation active de l'élève à son propre apprentissage ;
- favoriser l'accès au travail autonome de l'élève dans ses apprentissages.

Première exigence. Planifier avec soins les situations d'apprentissage.

La qualité des apprentissages et le succès du travail accompli dépendent pour une part importante de la qualité du travail préparatoire de l'enseignant(e).

L'enseignant(e), à cette première étape de son travail :

- \* se documente sur le sujet d'étude et sur les objectifs d'apprentissage qui s'y rapportent :
  - il/elle consulte le programme officiel ;
  - il/elle consulte les manuels en usage ;
  - il/elle consulte des ouvrages de référence ;

- il/elle sélectionne les objectifs d'apprentissage en rapport avec le sujet d'étude ;

\* définit les activités et les tâches susceptibles d'aider à la réalisation des objectifs identifiés :

- il/elle définit les contextes d'apprentissage ;

- il/elle sélectionne les supports et les sources d'information à mettre à la disposition des élèves ;

- il/elle élabore les instruments de facilitation et d'évaluation ;

- il/elle élabore les consignes de travail à donner ;

- il/elle définit une progression indicative à proposer aux élèves ;

- il/elle hiérarchise les activités et les tâches ;

- il/elle détermine les échéances ;

- il/elle détermine le travail à faire en classe et le travail à faire en devoir de maison.

Deuxième exigence : Favoriser la participation active de l'élève à son apprentissage.

L'enseignant(e), pendant la phase de mise en œuvre de la situation d'apprentissage :

\* stimule la curiosité de l'élève et l'aide à transformer ses interrogations en problèmes à résoudre :

- il/elle présente la situation - problème ;

-il/elle propose des activités et/ou des questions pour recueillir les représentations initiales de l'élève par rapport à la situation - problème :

- il/elle suscite des échanges à propos des représentations des uns et des autres ;

- il/elle aide à la confrontation des représentations avec les données de la situation - problème ;

- il/elle fait prendre conscience des problèmes et aide à leur formulation ;

- il/elle encourage l'élève à imaginer des hypothèses et à proposer des démarches de vérification ;

- il/elle suscite des hypothèses et des propositions de démarches ;

- il/elle prend connaissance des productions et suscite des échanges sur ces productions ;

- il/elle propose des pistes d'arbitrage aux éventuels conflits ;

- il/elle propose des améliorations aux productions des élèves ;

- il/elle aide l'élève dans ses activités de production, de collecte, d'organisation et de traitement des données ;

- il/elle guide les activités d'exploration pour la production et/ou la collecte de données ;

- il/elle propose des pistes de recherches et, au besoin, retourne à l'élève certaines de ses questions ;

- il/elle suggère des modes d'organisation et de présentation des données ;

- il/elle guide dans l'organisation, la présentation et le traitement des données ;

- il/elle facilite le retour sur la situation d'apprentissage et aide à l'objectivation des acquis ;

- il/elle suscite le retour sur la situation d'apprentissage ;

- il/elle aide à la formulation des acquis ;

- il/elle aide à dégager des règles et des principes ;

- il/elle propose à l'élève des situations d'application et de réinvestissement ;

- il/elle fournit de la rétroaction sur les résultats de l'élève par rapport aux situations d'application et de réinvestissement.

Troisième exigence : Favoriser l'accès au travail autonome de l'élève dans ses apprentissages.

Pour progresser (à l'école et dans la Vie), il ne suffit pas d'avoir des connaissances ; il faut savoir travailler. Seuls/seules ou en groupe, les élèves doivent apprendre à travailler par eux/elles-mêmes afin d'accéder à l'autonomie et à la responsabilité.

L'enseignant(e), pour réaliser cet objectif :

\*combine les activités de classe avec des tâches à accomplir en devoirs de maison ;

\*détermine les activités à conduire en classe ;

\*détermine les tâches à accomplir en devoir de maison ;

\*fournit des indications sur les sources d'information à utiliser ;

\*fournit des indications sur les échéances à respecter et la nature des productions attendues ;

\*vérifie les productions et encourage à l'effort ;

\*combine les activités à mener individuellement avec les tâches à accomplir en équipe et celles à réaliser en séances plénières du groupe - classe ;

\*détermine les travaux à effectuer en recherches individuelles ;

\*détermine les tâches à accomplir en équipes ;

\*encourage l'esprit coopératif ;

\*facilite les échanges à l'intérieur et entre les équipes ;

\*aide à la mise en commun des productions et à la structuration des acquis ;

\*encourage l'élève dans sa capacité d'apprendre et le/la soutient tout au long de ses apprentissages ;

\*vérifie les productions et encourage à l'effort ;

\*aide, en cas de besoin, à démarrer une tâche ou à lever un blocage.

## II.- PLANIFICATION DES SITUATIONS D'APPRENTISSAGE

SERIE D	Titre des situations d'apprentissages	Durées en semaines
SA 1	L'Information génétique : Nature, localisation et mécanisme de transmission.	07
SA 2	La sauvegarde de l'intégrité de l'organisme par les réactions immunitaires.	06
SA 3	La transmission des messages dans l'organisme.	07
SA 4	La reproduction humaine. Les dimensions individuelles et sociales du choix en matière de contraception et de procréation.	05

# SITUATION D'APPRENTISSAGE N° 1

## L'INFORMATION GENETIQUE : NATURE, LOCALISATION ET MECANISME DE TRANSMISSION.

### 1- ELEMENTS DE PLANIFICATION

#### 1.1. Contenus de formation

##### 1.1.1. Compétences

- **Compétence transdisciplinaire n°5 :**

Agir en harmonie avec l'environnement dans une perspective de développement durable.

- **Compétence disciplinaire n°1 :**

Elaborer une explication à des faits et des phénomènes naturels en mettant en œuvre les modes de raisonnement propres aux Sciences de la Vie et de la Terre.

- **Compétence disciplinaire n°2 :**

Apprécier les apports des Sciences de la Vie et de la Terre à la compréhension du monde et à l'amélioration des conditions de Vie de l'humanité.

- **Compétence transversale n°1 :** Exploiter l'information disponible
- **Compétence transversale n°2 :** Résoudre une situation problème
- **Compétence transversale n°5 :** Gérer ses apprentissages ou un travail à accomplir
- **Compétence transversale n°6 :** Travailler en coopération
- **Compétence transversale n°8 :** Communiquer de façon précise et appropriée

##### 1.1.2. Connaissances notionnelles et techniques : voir le référentiel de connaissances exigibles

##### 1.2. Stratégies d'enseignement/apprentissage :

Travail individuel, travail en groupe, travail collectif, recherche documentaire, résolution de problème.

##### 1.3. Durée : 07 semaines

##### 1.4. Critères d'évaluation :

- Pertinence au double plan de la démarche et du contenu
- Cohérence interne de la production
- Présentation correcte de la production.

##### 1.5. Matériel : voir progression suggérée

##### 1.6. Documents de référence suggérés : au choix de l'enseignant (e).

## 1- INFORMATIONS ET COMMENTAIRES

L'étude du processus de transmission génétique est reliée à celle de l'expression des gènes. La stabilité et les remaniements du matériel héréditaire sont étudiés aux échelles d'organisation cellulaire et moléculaire.

### **La reproduction conforme et le maintien du patrimoine génétique**

Le maintien de caractères parentaux chez les descendants est déduit de l'observation d'un clone cellulaire et de résultats de cultures expérimentales. Les mécanismes de réplication et de transfert du matériel héréditaire sont étudiés chez les Bactéries et chez les cellules eucaryotes. La **description nécessaire des phases de la mitose ne conduira pas à des développements excessifs. Il convient de privilégier la signification du phénomène. L'organisation structurale de la chromatine** ne sera envisagée que pour souligner l'importance d'une forme condensée de l'information génétique lors de sa transmission aux cellules filles.

Ainsi seront opposés l'organisation structurale de l'ADN chez les procaryotes et l'ADN au sein des chromosomes en interphase et en mitose chez les eucaryotes.

L'interprétation d'expériences historiques permettra l'analyse de la correspondance entre matériel génétique et chromosomes (transmission bactérienne, expérience d'identification et de localisation du matériel héréditaire) et fera apparaître les aspects techniques de la recherche. Les mécanismes de l'expression de l'information génétique: transcription, traduction et synthèse de protéines intégreront l'étude du code génétique et des ARN, ainsi que celle des supports cytologiques: noyau, polysomes, réticulum endoplasmique,...

### **La reproduction sexuée et le brassage génétique : importance génétique de la méiose et de la fécondation.**

L'unicité de l'être issu de la sexualité, compte tenu du très grand nombre de caractères constituant le phénotype et de la pluralité des allèles pour chacun, est expliquée par les diverses combinaisons produites au cours de la réplication de l'ADN (par l'ADN polymérase) et par le remaniement de l'information génétique au cours des phénomènes sexuels. Brassage des chromosomes et des allèles et diversité génétique sont à envisager dans le cadre de deux exemples.

L'étude de la transmission d'un caractère chez l'Homme ou chez un Mammifère, permettra la mise en évidence du parallélisme entre la destinée des chromosomes et celle des allèles. Le processus de la méiose sera étudié dans le cadre de la gamétogénèse, sans aborder ici le fonctionnement des gonades à l'échelle de l'organisme, son déterminisme, sa régulation. La fécondation sera étudiée sous ses aspects cytologiques et génétiques. **Les autres aspects, biologiques et physiologiques, seront abordés avec la Situation d'Apprentissage n°3.**

Quelques exemples de caryotypes seront présentés, et les causes et les conséquences des remaniements chromosomiques et moléculaires envisagées. Les mutations chromosomiques et géniques sont en effet une autre source de variation du matériel génétique ou de modification de l'information génétique. Les altérations structurales ont une importance dans l'évolution des espèces et dans l'apparition de génotypes nouveaux.

Le principe de l'établissement d'une carte factorielle sera expliqué, et on exposera les connaissances actuelles sur les cartes chromosomiques humaines, en les reliant aux notions présentées dans le paragraphe : génétique humaine. Des exemples de variations de la constitution de certaines protéines - insuline, hémoglobine - spécifiques des espèces illustreront cette notion de polymorphisme de l'ADN au sein des espèces animales.

### **Le fonctionnement des gènes: notions de gène et d'unité génétique**

Les connaissances sur l'expression de l'information génétique seront réinvesties dans le cas des procaryotes et dans celui des eucaryotes.

La disposition linéaire des gènes sur le chromosome sera mise en évidence par les résultats des expériences de recombinaison in vivo et du phénomène de conjugaison chez les bactéries, **sans faire l'étude des mécanismes moléculaires.**

On présentera de façon synthétique la notion moderne de gène chez les procaryotes : gène mosaïque, notion de cistron, d'unité génétique. On signalera l'existence de gènes de régulation sans étudier les mécanismes de leur fonctionnement. La maturation des protéines et le rôle respectif des infrastructures correspondantes seront abordés de façon sommaire. On évoque l'existence des gènes mitochondriaux et chloroplastiques sans aller dans les détails.

### **Quelques aspects du génie génétique**

Il ne s'agit pas de connaître l'ensemble des techniques permettant le transfert d'un fragment d'ADN d'un organisme à un autre, mais seulement leur principe. L'isolement et le repérage d'un gène, le clonage moléculaire du gène in vitro au moyen d'un plasmide vecteur, le transfert du gène et la modification du patrimoine génétique pourront être présentés dans le cadre d'un exemple.

### **Hérédité et génétique humaine**

Cette partie prolonge la précédente, dont elle constitue une application. Elle s'appuie sur l'étude d'un nombre limité d'exemples d'hérédité humaine, de leurs aspects phénotypiques à la nature et au fonctionnement héréditaire de l'espèce.

Quelques exemples simples d'hérédité chez l'Homme non limités aux cas pathologiques seront présentés pour établir ou retrouver des traits fondamentaux de l'hérédité : existence d'allèles, fréquence de la polyallélie, présence des gènes sur les autosomes ou les chromosomes sexuels. L'analyse d'arbres généalogiques concernant, par exemple, la transmission de l'hémophilie ou de la myopathie de Duchenne servira de support à cette étude.

De même, en choisissant l'exemple de maladies génétiquement déterminées, dont on élucidera l'origine et le mode de transmission, il sera possible de faire la distinction entre anomalies chromosomiques et géniques. On envisagera un cas de trisomie - mongolisme ou syndrome de DOWN -, et plus généralement des exemples d'aberrations affectant le nombre de chromosomes - syndromes de TURNER, de KLINEFELTER... - ou leurs structures. Le sérieux problème de santé publique que représentent les hémoglobinopathies motivera l'étude de maladies autosomiques récessives: drépanocytose, mucoviscidose, et leur explication biochimique.

### **Médecine prédictive et diagnostic prénatal**

Le dépistage précoce anté-natal des maladies congénitales et héréditaires, la détection dès la vie intra-utérine des anomalies chromosomiques, l'usage de marqueurs moléculaires sanguins génétiques, ou plus généralement la détection des terrains favorables à une affection donnée font l'objet de la médecine prédictive, actuellement en plein essor. Avec les progrès récents de la

Biologie moléculaire, l'analyse de l'ADN fœtal représente une application médicale essentielle. Il importe d'informer sur les principes, les techniques et les fondements biologiques de cette prévention primaire, afin de préparer à l'exercice de la responsabilité individuelle et familiale au terme des examens biologiques.

### **Polymorphisme et diversité des populations humaines**

L'importance du brassage interchromosomique et les mécanismes de remaniement de l'information génétique au cours des phénomènes sexuels sont connus. Au brassage des allèles, facteur de variation interindividuelle et de diversification du pool génétique, on opposera l'invariance des caractères de l'espèce. La variabilité et le polymorphisme génétiques à l'intérieur de l'espèce fonderont l'idée que chaque individu est unique, et permettront d'expliquer les différences génétiques entre populations humaines et entre individus. Chaque individu est unique au point de vue génétique ; à l'exception des clones et des vrais jumeaux qui sont des cas très rares.

### 3- PROGRESSION SUGGEREE

	<b>Contenu</b>	<b>Durée</b>	<b>Matériel</b>
<b>Activités 1 et 2</b>	Mise en situation	2 heures	- Situation de départ - Consignes - Dictionnaire
<b>Activité 3</b>	Collecte de données par observation, expérimentation et exploitation de documents pour élaborer une explication à la question : « Que sait-on de la nature de l'information génétique et de sa localisation ? »	2h x 2	- Documents relatifs à la notion d'information génétique. - Données expérimentales démontrant le rôle du noyau dans la transmission de l'information génétique. - Documents montrant des plaques métaphasiques de diverses cellules. - Documents montrant divers caryotypes humains (caryotype féminin normal; caryotype masculin normal, caryotypes anormaux). - Documents informatifs sur l'ADN : Historique de sa découverte, données sur sa nature chimique et sa structure. - Données expérimentales démontrant le rôle de l'ADN dans la transmission de l'information génétique.
<b>Activité 4</b>	Collecte de données par observation, expérimentation et exploitation de documents pour construire une réponse à la question : « Comment se comportent les chromosomes et l'ADN lorsqu'une cellule initiale se divise en deux nouvelles cellules ? »	3h + 2h	Données expérimentales relatives à l'évolution de la quantité d'ADN au cours de la mitose. Documents relatifs aux différentes phases de la mitose Document illustrant l'évolution des chromosomes au cours d'un cycle cellulaire Documents informatifs sur les mécanismes de réplication de la molécule d'ADN au cours de la phase S
<b>Activité 5</b>	Structuration des acquis des activités précédentes	2 heures	
<b>Activité 6</b>	Collecte de données par observation et exploitation de documents pour construire une réponse à la question : « Comment se comportent les chromosomes et l'ADN au cours d'une reproduction sexuée ? »	3h + 2h	- Documents relatifs à la transmission de l'information génétique à l'occasion de la reproduction sexuée. - Documents sur les caryotypes de gamètes. - Documents illustrant les phases de la méiose. - Documents relatifs à l'évolution de la quantité d'ADN au cours de la méiose.

			- Documents relatifs aux brassages intra et inter chromosomiques.
<b>Activité 7</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Collecte de données par exploitation de documents pour construire une réponse à la question : « Dans quelle mesure peut-on faire des prévisions théoriques en génétique humaine ? »</li> </ul>	2 heures	<ul style="list-style-type: none"> <li>Documents fournissant des informations sur différentes situations de maladies héréditaires</li> <li>Documents fournissant des informations sur les techniques du génie génétique</li> <li>Documents relatifs aux techniques du diagnostic prénatal et à la théorie génétique</li> </ul>
<b>Activité 8</b>	Collecte de données par exploitation de documents pour élaborer une explication à la question : « Que sait-on des mécanismes selon lesquels l'information génétique contenue dans le noyau sous forme d'ADN détermine les caractères observables au niveau de l'organisme ? »	2h x 2	Documents relatifs : <ul style="list-style-type: none"> <li>Au code génétique</li> <li>Aux mécanismes de l'expression de l'information génétique (synthèse de chaînes polypeptidiques)</li> <li>A la régulation de l'expression génétique</li> <li>Aux gènes morcelés ou gènes en mosaïque</li> </ul>
<b>Activité 9</b>	Collecte de données par recherche documentaire pour situer les développements de la génétique dans une perspective historique	2 h x 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Centre de documentation</li> <li>Internet</li> </ul>
<b>Activité 10</b>	Structuration et intégration des acquis pour élaborer une réponse à la problématique d'ordre scientifique	2 heures	
<b>Activité 11</b>	Hétéro-évaluation proposée aux élèves	2 heures	<ul style="list-style-type: none"> <li>Questionnaire d'auto-évaluation photocopié ou noté au tableau</li> <li>Clé de correction et barème</li> </ul>
<b>Activité 12</b>	Objectivation des savoirs construits et de la démarche suivie	1 heure	
<b>Activité 13</b>	Réinvestissement	2h x 2	Supports documentaires fournissant des informations sur : <ul style="list-style-type: none"> <li>Le protocole de croisement mis en-œuvre par Mendel lors de ses recherches sur le Pois (+ extrait des résultats) ;</li> <li>Le protocole de croisement mis en-œuvre par Morgan lors de ses études sur la drosophile (+ extrait des résultats) ;</li> <li>Le protocole de croisement mis en-œuvre par Cuénot lors de ses études sur la souris (+ extrait des résultats) ;</li> </ul>

\* Les prévisions de temps de travail proposées dans la présente progression suggérée ne tiennent pas compte des éventuels travaux de maison à effectuer par les élèves soit individuellement, soit en groupe.

## 4- DEROULEMENT

### Situation possible de Départ

*Chez les plantes et les animaux, l'homme y compris, deux individus de sexe opposé apportent des cellules germinales, respectivement l'œuf et le spermatozoïde, pour engendrer un nouvel organisme. Ce nouvel organisme n'est pas la somme des caractères héréditaires des deux parents: c'est une combinaison d'éléments des caractères héréditaires de chacun. Parmi les différentes formes que les individus de l'espèce Homo sapiens peuvent revêtir, un enfant ressemblera au parent du même sexe, mais il peut dans certains cas ressembler à son père si c'est une fille, dans d'autres à sa mère s'il s'agit d'un garçon, dans d'autres cas encore à aucun des deux parents.*

*La génétique, en tant que science, a pour point de départ le mystère des ressemblances familiales; au moyen d'unions d'animaux et de plantes contrôlées expérimentalement, elle en démontre les mécanismes fondamentaux. C'est une science récente, qui fut fondée par un moine de Bohême, Gregor Mendel (1822-1884), à peu près à l'époque où Darwin publiait « De l'origine des espèces ». Mais si l'ouvrage de Darwin fit l'effet d'une bombe chez les scientifiques et ailleurs, le travail de Mendel resta méconnu, et fut en fait complètement ignoré jusqu'à la fin du XIXe siècle. Les généticiens ont mis moins de soixante-dix ans pour établir une science de l'hérédité qui est une des connaissances les plus solides, les plus unifiées et les plus logiques que la science puisse proposer. C'est la contrepartie biologique des grandes généralisations de la physique, c'est-à-dire des interprétations de tout mouvement par les lois de la mécanique de Newton, et de toute matière par la théorie de la structure atomique.*

*Ce n'était pas une mince entreprise. Dans presque aucun autre domaine de la nature il n'y a une variété aussi embrouillée que dans les différents modes de reproduction des organismes vivants. Rien n'est plus dissemblable en apparence que les mécanismes reproducteurs d'organismes très disparates. [... .. ]*

*Néanmoins, la génétique a exhumé de cet embrouillamini des modes de reproduction les régularités unifiantes essentielles qui interviennent chez tous les organismes à reproduction sexuelle. Elle a ainsi décomposé l'hérédité en ses éléments combinatoires élémentaires, les gènes, et a découvert que les gènes de tous les organismes sont formés d'une substance commune, véritable étoffe dans laquelle la vie est taillée. Le nom chimique, et difficile à prononcer, de cette substance, Acide Désoxyribonucléique, abrégé en symbole ADN, est devenu le trigramme, presque mystique, qui symbolise la vie.*

Extrait de « La vie, expérience inachevée » ; Salvador Luria.

### Tâche

Elaborer une explication aux problématiques soulevées par les faits de la situation de départ.

### Procédure

- Exprimer sa perception et/ou ses interrogations sur les faits évoqués par la situation de départ ;
- Construire des réponses aux questions soulevées par la situation de départ en utilisant l'observation, l'expérimentation ou l'exploitation des documents ;
- Structurer ses acquis en utilisant les concepts et le vocabulaire adéquats ;
- Utiliser les connaissances construites pour porter une appréciation sur quelques aspects du mode de fonctionnement de la Science d'une part et d'autre part sur les implications et les applications des développements récents de la génétique au plan de la santé et de la sécurité alimentaire.

## 5- Cheminement

<b>M I S E  E N  S I T U A T I O N</b>	<b>■ EXPRIMER SA PERCEPTION</b>
	<p><b>Activité 1 :</b>  <b>Les apprenants échangent entre eux leurs représentations et interrogations sur les faits évoqués par la situation de départ.</b>  A cette occasion ils ou elles s'exercent à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- exprimer chacun et chacune sa perception des faits évoqués ;</li> <li>- établir des relations entre les faits évoqués et leurs acquis antérieurs ;</li> <li>- échanger sur leurs perceptions.</li> </ul> <p>L'enseignant les aide et les encourage à s'exprimer tout en étant attentif ou attentive aux idées et opinions qui pourraient lui servir d'appui pour créer un conflit cognitif chez les apprenants.</p>
	<b>■ CIRCONSCRIRE L'OBJET D'ETUDE</b>
	<p><b>Activité 2 :</b>  <b>Les apprenants passent de leurs représentations à la formulation d'une problématique.</b>  A cette occasion, les apprenants s'exercent à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- confronter leurs représentations ;</li> <li>- relever les éventuels points de divergence ;</li> <li>- formuler des questions de recherche issues de l'analyse précédente.</li> </ul> <p>L'enseignant ou l'enseignante fait un bref commentaire des idées exprimées puis s'appuie sur les éventuelles contradictions pour expliquer l'intérêt de développer de nouveaux apprentissages sur le thème.  Une discussion collective sur les différentes idées en présence conduit à la formulation d'un certain nombre de questions précises et dignes d'intérêt auxquelles il faut construire des réponses.</p> <p>Par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que sait-on de la nature de l'information génétique et de sa localisation ?</li> <li>• Comment se comportent l'ADN et les chromosomes lorsqu'une cellule initiale se divise en deux ?</li> <li>• Comment se comportent l'ADN et les chromosomes au cours des divisions qui donnent naissance aux gamètes ?</li> <li>• Que sait-on des mécanismes selon lesquels l'information génétique contenue dans le noyau sous forme d'ADN détermine les caractères observables au niveau de l'organisme ?</li> <li>• Dans quelle mesure peut-on faire des prévisions théoriques en génétique humaine ?</li> <li>• Quelles sont les applications et implications des développements récents de la génétique ?</li> <li>• Etc.</li> </ul>

**R  
E  
A  
L  
I  
S  
A  
T  
I  
O  
N**

**■ COLLECTER DES INFORMATIONS PAR OBSERVATION, EXPERIMENTATION ET/OU RECHERCHE DOCUMENTAIRE POUR REpondre A UNE QUESTION DE LA PROBLEMATIQUE**

**Activité 3 :**

Les apprenants collectent des données par observation, expérimentation et recherche documentaire pour élaborer une réponse à la question :

" Que sait-on de la nature de l'information génétique et de sa localisation ?"

A cette occasion ils ou elles s'exercent à :

- relever des faits

- Faits relatifs à la constance de potentialités génétiques au cours de divisions successives
- Faits relatifs au maintien de caractéristiques structurales et fonctionnelles chez les cellules différentes (forme, fonction, présence de marqueurs membranaires, de division par exemple)
- Faits relatifs aux nombres de chromosomes et à leur variabilité en fonction de l'espèce
- Faits relatifs aux aberrations du nombre de chromosomes dans l'espèce humaine
- Faits relatifs à la découverte et l'historique de la molécule d'ADN
- Faits relatifs à la constance de l'information génétique au sein d'une même espèce

- relever des ressemblances et des dissemblances entre :

- Caryotype normal d'un homme et caryotype normal d'une femme
- Caryotype normal d'un homme et caryotype anormal d'un homme
- Quelques caryotypes anormaux
- Caryotypes d'espèces différentes
- Caryotypes de cellule diploïde et de cellules haploïdes
- Fragments d'ADN localisés sur des chromosomes différents d'une même espèce ou d'espèces différentes

- identifier des propriétés / caractéristiques :

- Constance de la quantité d'ADN par cellule diploïde
- Constance du nombre chromosomique d'espèce
- Universalité de la molécule d'ADN

# R E A L I S A T I O N

- établir des relations de cause à effet entre :
  - certaines aberrations du nombre de chromosomes et l'apparition de tares spécifiques
  - architecture moléculaire de l'ADN et information génétique
- établir des relations structure – fonction entre :
  - architecture moléculaire de l'ADN
- effectuer la synthèse des informations ou données sélectionnées pour construire les notions suivantes :
  - le noyau est le siège de l'information cellulaire
  - les chromosomes contenus dans le noyau sont les véhicules de l'information génétique cellulaire
  - l'ADN constitutif du chromosome est le support moléculaire de l'information génétique
  - chez les eucaryotes, l'information génétique est répartie entre plusieurs chromosomes de tailles et de formes différentes
  - chez les individus d'une même espèce, le nombre et les formes des chromosomes sont fixes et caractéristiques de l'espèce
  - les informations génétiques relatives à l'équipement chromosomique d'une cellule sont exprimées conventionnellement par sa garniture chromosomique ou par la représentation de son caryotype
  - les chromosomes des organismes diploïdes peuvent être regroupés par paires d'homologues morphologiquement semblables.
  - Le caryotype d'une cellule diploïde met en évidence l'existence :

\*De (n-1) paires d'autosomes ;

\*D'une paire de chromosomes sexuels dont les deux nombres sont identiques ou différents selon le sexe.

-le matériel chromosomique est fondamentalement constitué d'ADN. Il est associé à des protéines appelées histones.

- L'ADN est une macromolécule du groupe des acides nucléiques. Il est constitué de deux longues chaînes polynucléotidiques complémentaires au niveau des bases. C'est un polymère de désoxyribonucléotides.

# R E A L I S A T I O N

-le rôle informationnel de l'ADN est lié à la séquence linéaire des quatre sortes de nucléotides qui le constituent.

- Une séquence de nucléotides responsable d'un caractère est appelée : gène

- Une molécule d'ADN possède un très grand nombre de gènes

- Chaque gène est caractérisé par une séquence de bases qui lui est propre et par une position déterminé sur un chromosome fixe (locus du gène).

Ces différentes notions construites seront l'aboutissement d'une démarche fondée sur la mise en œuvre par l'élève des capacités et habiletés relevant de la compétence transversale n°1 intitulée « Exploiter l'information disponible ».

Il s'agira donc pour l'enseignant ou l'enseignante de proposer aux élèves des consignes de travail qui leur permettent de s'exercer à :

- Repérer dans un document les informations utiles ;
- Sélectionner des informations pertinentes par rapport à la question qu'on se pose ;
- Résumer les informations sélectionnées en distinguant l'essentiel de l'accessoire ;
- Utiliser les informations recueillies pour construire une réponse à la question qu'on se pose ;
- Se poser éventuellement de nouvelles questions à partir des nouveaux acquis.

#### Activité 4 :

**Les élèves structurent les connaissances construites au cours des activités précédentes pour formuler l'idée que l'ADN du chromosome est le support de l'information génétique.**

A cette occasion, les élèves s'exercent à :

- rappeler la problématique de départ, les questions auxquelles ils ou elles ont construit des réponses ;
- récapituler les connaissances notionnelles construites au cours des activités précédentes
- sélectionner des connaissances pertinentes au regard de la tâche de structuration à effectuer ;
- réaliser la synthèse des informations en distinguant l'essentiel de l'accessoire ;
- formuler clairement que l'ADN constitutif du chromosome qui est le support moléculaire de l'information génétique ;
- se poser des questions sur le comportement de l'ADN et des chromosomes lorsqu'une cellule initiale se divise en deux nouvelles cellules.

#### Activité 5

**Les élèves collectent des données par observation, expérimentation et/ou recherche documentaire pour construire une réponse à la question "Comment se comportent l'ADN et les chromosomes lorsqu'une cellule initiale se divise en deux nouvelles cellules ?"**

# R E A L I S A T I O N

A cette occasion les élèves s'exercent à :

- relever des faits relatifs :

- aux comportements des chromosomes dans une cellule en division
  - aux comportements des chromosomes au cours d'une interphase, d'une mitose, d'un cycle cellulaire
  - comportement de la molécule d'ADN au cours d'une interphase, d'une mitose, d'un cycle cellulaire
- établir des chronologies par rapport aux différentes étapes de la mitose

- établir des relations structure – fonction:

- architecture moléculaire de l'ADN et capacité à se répliquer, se reproduire
- architecture moléculaire de l'ADN et modifications morphologiques des chromosomes au cours d'un cycle cellulaire
- architecture moléculaire de l'ADN et répartition équitable de l'information génétique
- architecture moléculaire de l'ADN et conservation de l'information génétique caractéristique de l'espèce

- établir des relations de cause à effet :

- mitose et maintien du caryotype et de l'information génétique dans toutes les cellules d'un organisme
- maintien de l'identité biologique et reproduction conforme de l'équipement chromosomique
- conservation de l'information génétique et modalités de la réplication de l'ADN

- effectuer une synthèse sur :

- la signification biologique de la mitose

Aidés par les indications et consignes de travail fournies par l'enseignant ou l'enseignante, ils ou elles s'exerceront à cette occasion, à :

- traduire un tableau de valeurs numériques en termes graphiques ;
- exploiter un graphe pour tirer des informations pertinentes par rapport à une question qu'on se pose ;
- s'approprier le vocabulaire technique relatif au sujet d'étude ;
- résumer les informations recueillies et tirer une conclusion ;
- formuler de nouvelles questions ou reformuler leurs questions initiales en prenant appui sur les nouveaux savoirs construits.

Pendant que les élèves travaillent, l'enseignant ou l'enseignante reste disponible pour fournir aide et assistance en cas de besoin.

Le vocabulaire approprié sera progressivement mis en place au fur et à mesure, avec l'aide et l'assistance de l'enseignant ou l'enseignante. La récapitulation des acquis conduit à une formulation de la signification générale de la mitose et à l'émergence d'une nouvelle question de recherche ; « Par quel mécanisme s'effectue la duplication de l'ADN qui se traduit par une réplication des chromosomes ? »

L'exploitation des résultats expérimentaux de Meselson et Stahl et/ou de Taylor permet de construire une réponse à cette question et de découvrir une nouvelle propriété remarquable de l'ADN ; c'est une molécule auto-reproductible.

L'exploitation didactique des productions de groupes conduit à la formulation des idées suivantes :

La division cellulaire (ou mitose) est le processus par lequel une cellule initiale donne

# R E A L I S A T I O N

naissance à deux nouvelles cellules identiques entre elles et identiques à la cellule initiale dont elles sont issues. Avant chaque division cellulaire, les molécules d'ADN contenues dans la cellule se dupliquent selon un mécanisme semi-conservatif qui assure la reproduction conforme de l'information génétique.

Le comportement des chromosomes au cours de la division cellulaire permet de définir plusieurs phases successives, qui caractérisent le mécanisme de transmission de l'information génétique de cellule à cellule. Les différentes phases de la mitose comprennent quatre temps (prophase, métaphase, anaphase, télophase), précédés d'un changement d'état du chromosome et d'une réplication de l'ADN (interphase).

On appelle «cycle cellulaire» la succession des différentes phases par laquelle passe la cellule, du début d'une interphase au début de l'interphase suivante; la duplication des chromosomes qui intervient au cours de cette phase permet d'obtenir deux lots identiques de chromosomes, ensuite réparti~ dans les deux cellules-filles.

Les différentes phases du cycle cellulaire sont désignées conventionnellement par les lettres G1, S, G2 et M.

## Activité 6

**Les élèves exploitent des données expérimentales et des documents pour construire une réponse à la question «Comment se comportent les chromosomes au cours du cycle de reproduction sexuée ?»**

A cette occasion les élèves s'exercent à :

- relever des faits relatifs à :

- la constance du nombre chromosomique d'espèce ;
- l'origine biparentale de l'œuf donnant naissance à un nouvel individu
- la naissance de nouvelles cellules à partir de cellules préexistantes

- relever des ressemblances et différences entre :

- Caryotype de gamètes mâles et caryotypes de gamètes femelle ;
- Caryotypes de cellules diploïdes et caryotypes de cellules haploïdes
- Le comportement des chromosomes au cours de deux divisions de la méiose et des chromosomes au cours de la mitose
- L'évolution de la quantité d'ADN au cours d'une mitose et d'une méiose.
- d'un cycle cellulaire

- établir des chronologies par rapport aux différentes étapes de la méiose

- établir des relations de cause à effet entre

- Conservation du nombre chromosomique d'espèce,
- Réduction chromatique et fécondation
- Réduction chromatique et comportement des chromosomes au cours de la méiose
- Evolution du taux d'ADN et comportement des chromosomes au cours de la méiose
- Rétablissement de la diploïdie et fécondation
- Réduction chromatique et haploïdie
- Brassage intrachromosomique et crossing-over

# R E A L I S A T I O N

<p>• Fécondation et brassage interchromosomique</p> <p>- effectuer une synthèse sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les mécanismes de la méiose, processus qui permet la production de cellules haploïdes à partir de celles diploïdes</li> <li>• L'originalité du programme génétique de chaque individu d'une espèce</li> <li>• Les mécanismes assurant le brassage génétique</li> <li>• Méiose et fécondation, deux phénomènes complémentaires intervenant dans le cycle de reproduction sexuée d'un individu</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• utilisant le schéma pour rendre compte de la réduction chromatique, des phases de la méiose</li> <li>• construisant un paragraphe explicatif sur le comportement des chromosomes au cours du cycle de reproduction sexuée.</li> </ul> <p>L'enseignant ou l'enseignante met à la disposition des élèves les supports documentaires indispensables accompagnés de consignes précises. Il ou elle fournit aide et assistance, suggère une progression dans l'exploitation des documents.</p> <p>L'exploitation didactique des productions de groupes conduit à la formulation des idées suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• le cycle de reproduction sexuée ou cycle de développement est marqué par l'alternance d'une phase haploïde, issue de la méiose, et d'une phase diploïde qui fait suite à la fécondation</li> <li>• les cellules somatiques sont diploïdes. Elles possèdent deux lots de chromosomes homologues, l'un d'origine maternelle et l'autre paternelle</li> <li>• les gamètes possèdent des chromosomes en un seul exemplaire. A la suite de la méiose, ils ne contiennent qu'un seul allèle par gène : ils sont haploïdes</li> <li>• la méiose est le mécanisme à l'origine de la formation de cellules haploïdes à partir de cellules diploïdes</li> <li>• méiose et fécondation sont deux phénomènes complémentaires permettant le maintien du même nombre de chromosomes d'une génération à la suivante</li> <li>• la méiose consiste en une suite de deux divisions successives :</li> </ul> <p>+ la première division, précédée par le doublement du taux d'ADN, permet de passer d'une cellule diploïde à deux cellules haploïdes par séparation des chromosomes homologues. Chaque nouvelle cellule contient alors n chromosomes à deux chromatides</p> <p>+ la deuxième division consiste à une séparation des chromatides de chaque chromosome fissuré. Dans chacune des quatre cellules haploïdes, se trouvent n chromosomes et une quantité d'ADN divisée par deux par rapport à celle de la cellule initiale</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la mise en commun des n chromosomes apportés par chacun des gamètes rétablit, l'état diploïdie dans la cellule-œuf ou zygote, qui résulte de la fécondation</li> <li>• la réunion des chromosomes issus des cellules sexuelles mâle et femelle, confère au nouvel organisme un patrimoine génétique original</li> <li>• la méiose assure un brassage intrachromosomique en prophase I, et un brassage interchromosomique lors des anaphases</li> </ul> <p>La fécondation résulte de la rencontre aléatoire des gamètes, dote zygote d'une recombinaison originale des différents allèles caractéristiques du génome de l'espèce</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lors d'une disjonction indépendante des chromosomes homologues à l'anaphase I, et des chromatides à l'anaphase II, il se produit une recombinaison interchromosomique par répartition aléatoire de chaque couple d'allèles</li> </ul>
--

# R E A L I S A T I O N

- au cours de la prophase I, l'existence de chiasmas permet des échanges de portions de chromatides entre chromosomes homologues. Ils sont responsables des recombinaisons intrachromosomiques, ou crossing-over, qui forment les gamètes recombinés
  - lors du croisement de deux lignées pures différentes, on observe une uniformité des hybrides de première génération et une hétérogénéité des générations suivantes. C'est le résultat de la ségrégation indépendante des allèles lors de la gamétogenèse et de leur réassociation au hasard lors de la fécondation
  - un génotype inconnu peut être déterminé par l'utilisation du croisement en retour, ou test-cross avec un individu parental récessif. Le pourcentage des phénotypes obtenus illustre les proportions de gamètes de chaque type issus de l'individu dont on cherche le génotype
  - certains croisements montrent une descendance dont les pourcentages phénotypiques ne sont pas conformes à la théorie chromosomique :
    - + dans un cas d'hérédité liée au chromosome sexuel, le croisement entre deux lignées pures peut donner en première génération une répartition en fonction du sexe. Ceci s'explique par le fait que le chromosome sexuel Y ne porte pas tous les gènes qui se trouvent sur le chromosome X
    - + dans certains cas de croisements monofactoriels, la descendance présente des proportions de 2/3, 1/3 au lieu de 3/4 1/4. Ces résultats s'expliquent par l'intervention de certains allèles qui entraînent la mort chez l'individu homozygote pour le gène ; ce sont des allèles létaux
  - lors d'une liaison totale entre deux gènes, la composition phénotypique de la deuxième génération ressemble à celle observée dans un cas de croisements monofactoriels. Il n'y a aucun phénotype recombiné dans la descendance
  - lors d'une liaison partielle entre deux gènes, la possibilité de crossing-over aboutit à un pourcentage de recombinés, variable selon les cas, mais toujours différent de celui observé dans un cas classique de croisements difactoriels
  - le pourcentage de recombinés est utilisé pour calculer la distance relative entre deux gènes. De tels calculs permettent l'établissement d'un certain type de cartes chromosomiques ou cartes factorielles
- $d = \frac{\text{nombre d'individus de phénotypes recombinés}}{\text{nombre total d'individus}} \times 100$   
 l'unité de distance est le centimorgan. Elle correspond à l'écart séparant un gène et le centromère qui permet 1% de recombinaisons.
- Deux gènes portés par deux paires différentes de chromosomes homologues sont dits indépendants
  - Deux gènes portés par la même paire de chromosomes homologues sont dits liés. La liaison peut être totale ou partielle.

## Activité 7

**Les élèves collectent des données par exploitation de documents pour construire une réponse à la question : « Dans quelle mesure faire des prévisions théoriques en génétique humaine ? ou Quels sont les fondements scientifiques des prévisions sur le phénotype de la descendance d'un couple pour un caractère donné ? »**

A cette occasion ils ou elles s'exercent à :

- relever des faits relatifs :

- Aux variations génétiques au sein de l'espèce humaine (caractères variant, caractères invariant)
- Aux méthodes utilisées en génétique humaine

# R E A L I S A T I O N

- Aux techniques de gène génétique dans le domaine de la médecine préventive et curative
- Aux techniques du diagnostic prénatal
- A quelques problèmes de bioéthique

- relever des différences entre :

- Caryotype normal et caryotype anormal d'individus par rapport à un caractère donné
- Electrophorèse de fragment d'ADN appartenant à différents membres d'une famille par rapport à un caractère donné
- Autoradiographie d'une famille dont certains membres sont malades
- Différentes observations chromosomiques
- Aberrations chromosomiques, malformations congénitales et maladies

-relever des caractéristiques :

- Caractéristiques des méthodes utilisées en génétique humaine
- Caractéristiques d'un arbre généalogique ou pédigrée (principes d'établissement d'un arbre généalogique)
- Caractéristique d'un plasmide

-établir des relations de cause à effet entre :

- Le nombre des chromosomes et les différents syndromes évoqués
- La structure des chromosomes et quelques anomalies héréditaires
- Enzyme de restriction et génie génétique
- Génie génétique et thérapie génétique
- Plasmide et génie génétique

-faire des prévisions de l'apparition, dans la descendance d'un couple humain, des divers phénotypes gouvernés par les différents allèles d'un gène donné.

Pour ce faire, l'enseignant ou l'enseignante aide chaque élève à :

- Déterminer les caractéristiques (critères de reconnaissance) de chaque allèle d'une maladie monofactorielle en effectuant les opérations suivantes :

+ noter les phénotypes des parents ;

+ noter les phénotypes des descendants ;

+dégager, à la suite de cette lecture de l'arbre généalogique en étude, les caractéristiques de chaque allèle. Ainsi - si des parents phénotypiquement sains ont dans leur descendance un ou plusieurs enfants atteint par une tare, c'est qu'ils portaient eux-mêmes cette tare à l'état « caché », c'est-à-dire à l'état récessif. – Si la tare s'exprime chez tous les individus porteurs d'un allèle morbide et se transmet directement de porteur à porteur, généralement sans sauter de génération alors, elle est dominante.

- Déterminer la localisation chromosomique du gène à l'origine de la maladie en suivant la démarche ou le raisonnement ci-après :

+ partir de l'hypothèse d'une hérédité liée au sexe

Essayer de la démentir par une impossibilité de transmission hétérochromosomique ; il existe en fait deux impossibilités évidentes permettant de rejeter l'hypothèse :

- Un père phénotypiquement sain ne peut avoir de fille tarée (malade) en cas d'hérédité liée au sexe, si la tare est récessive
- Une mère phénotypiquement tarée (malade) ne peut avoir de fils sain en cas d'hérédité liée au sexe, si la tare est récessive

+ dégager les caractéristiques de chaque allèle

Une maladie ou tare autosomique touche de façon égale les individus des deux sexes.

Une maladie liée aux hétérochromosomes atteint le plus souvent les individus masculins.

Si le gène responsable est situé sur le chromosome Y, seuls les hommes sont atteints et transmettent systématiquement l'anomalie à leurs fils. Si le gène est situé sur la portion spécifique du chromosome X, l'expression de la maladie dépend de sa dominance ou de

# R E A L I S A T I O N

sa récessivité :

Une maladie dominante s'exprime systématiquement chez tous les hommes et toutes les femmes porteurs de l'allèle morbide.

Une maladie récessive ne s'exprime que chez les hommes porteurs et les femmes homozygotes pour l'allèle délétère.

- La transmission d'un gène porté par la partie commune aux chromosomes X et Y ne se différencie pas d'une transmission autosomique.
- Déterminer la probabilité pour un couple d'avoir un enfant porteur ou atteint d'une maladie héréditaire donnée
  - L'exploitation de l'arbre généalogique permet d'accéder au génotype certain ou possible des individus de la famille, et d'en déterminer la probabilité
  - Le calcul de la probabilité d'un génotype prend en compte les lois générales de la transmission d'un couple d'allèles et les événements connus dans cette famille. Ces résultats se trouvent modifiés par le degré de parenté des conjoints : plus la paternité est proche, plus le risque, pour les enfants à venir, d'exprimer la maladie est élevée car la probabilité d'avoir hérité d'un allèle morbide est plus élevée pour un individu appartenant à une famille atteinte que pour un individu pris au hasard dans la population

-effectuer une synthèse sur :

- Les caractéristiques de la génétique humaine
- Le principe des techniques du génie génétique

-L'exploitation didactique des productions individuelles conduit aux idées suivantes :

- En génétique humaine, on peut faire des prévisions sur les phénotypes et génotypes des membres d'une famille en appliquant les lois de la théorie chromosomique de l'hérédité
- La découverte vers les années 1970 des endonucléases (encore appelés enzymes de restriction) ouvre la voie au développement du génie génétique avec ses applications dans les domaines de la médecine, de la justice (recherche de criminel) de l'agriculture (maïs, coton ... transgéniques).
- Les enzymes de restriction hydrolysent les molécules d'ADN au niveau de séquences nucléotidiques spécifiques, libérant ainsi des fragments d'ADN. Des fragments d'ADN sont séparés par électrophorèse. On dissocie ensuite les deux brins des fragments d'ADN, pour permettre à chacun d'eux de s'hybrider éventuellement avec une sonde radioactive correspondant au gène recherché
- Des techniques du génie génétique permettent de visualiser l'ADN d'un individu et d'obtenir ses empreintes génétiques
- Le diagnostic prénatal a pour objectif de détecter des anomalies chromosomiques, des malformations congénitales et des maladies génétiques du fœtus, d'en établir le diagnostic et, le cas échéant, de la traiter.

## Activité 8

**Les élèves exploitent des données expérimentales et des documents informatifs pour construire une réponse à la question : « Que sait-on des mécanismes selon lesquels l'information génétique contenue dans le noyau sous forme d'ADN détermine les caractères observables au niveau de l'organisme ? »**

A cette occasion les élèves s'exercent à :

- identifier des propriétés :

- capacité de la molécule d'ADN à contenir une information codée
- Capacité fonctionnelle d'une cellule, d'une protéine, d'une enzyme

# R E A L I S A T I O N

- Caractéristique du code génétique
- Caractéristiques des gènes de régulation
- Gènes morcelés en mosaïque des cellules eucaryotes

- relever des ressemblances et des différences entre :

- Séquences de nucléotides de gènes gouvernant la fabrication de plusieurs protéines (hémoglobine, insuline, ... etc.)
- Séquence de nucléotides de gènes gouvernant la synthèse de :  
+ l'hémoglobine normale et de l'hémoglobine anormale  
+ L'insuline normale et de l'insuline anormale
- Séquence d'acides aminés de plusieurs protéines (hémoglobine, insuline ...)
- Séquence d'acides aminés de l'hémoglobine normale, l'hémoglobine anormale, de l'insuline normale et de l'insuline anormale par exemple
- Séquence d'acides aminés d'enzyme fonctionnelle et d'enzymes non fonctionnelles de même substrat
- Phénotypes de plusieurs individus d'une même espèce
- Génotype des mêmes individus

- établir des relations de cause à effet entre :

- Séquence de nucléotides et gène
- Séquence de nucléotides et information génétique
- Séquence de nucléotides et caractéristique d'une molécule d'ADN (spécificité de la molécule d'ADN appartenance de la molécule d'ADN à...)
- Mutations et modifications minimales de la séquence de nucléotides
- Mutation et perte totale, ou partielle de l'activité catalytique d'une enzyme
- Mutation et création de nouveaux allèles
- L'ensemble des gènes d'un individu et ses caractéristiques au niveau de l'organisme, de ses cellules, ou de ses molécules
- L'information contenue dans les deux allèles d'un même gène et la réalisation du phénotype (les types de relation qui peuvent exister entre les allèles d'un même gène récessivité, dominance)
- Stabilité du matériel génétique et permanence des mêmes protéines enzymatiques et de structure à travers les générations
- Structure primaire d'une protéine et la réalisation du phénotype

- relever des faits relatifs :

- A la contribution des protéines à l'expression des phénotypes
- A la contribution de l'activité d'une enzyme à la réalisation d'un phénotype
- A la localisation de la synthèse des protéines au sein de la cellule
- Aux caractéristiques du code génétique
- Au transfert des informations génétiques vers le lien de la synthèse des protéines
- A la traduction d'une séquence de nucléotides en une protéine
- Aux acteurs et aux mécanismes de la traduction de l'information

- formuler la corrélation entre :

les faits relevés sur la structure / architecture moléculaire de l'ADN d'une part et ceux relevés d'autre part au niveau de la structure des protéines

+ la structure des protéines et l'état normal ou malade d'un individu

+ la structure des protéines et l'état fonctionnel ou non fonctionnel d'une enzyme.

Aidés par les indications et consignes de travail fournies par l'enseignante ou l'enseignant, les élèves exploitent les différents documents afin de construire

# R E A L I S A T I O N

progressivement une réponse à la question en étude. Cette activité sera une occasion pour l'enseignant d'aider ses élèves à développer les habitudes liées au traitement de données expérimentales :

- Garder en mémoire la question en étude ;
- Analyser les données expérimentales fournies par rapport à la question en étude ;
- Distinguer les résultats d'une expérience des conclusions ou inférences qu'on en tire
- Mettre en relation différents résultats obtenus dans des conditions différentes et dégager des constances ;
- Développer le sens de la rigueur et de la précision lors de la formation des inférences

Ce sera aussi l'occasion de s'approprier les termes du vocabulaire technique lié au sujet d'étude : gène, locus d'un gène ; mutation d'un gène ; phénotype ; allèles d'un gène ; allèle dominant ; allèle récessif ; codominance, code génétique ; codon ; anticodon ; transcription, traduction, gène de régulation, maturation d'un ARNm une fois qu'on aura identifié les diverses molécules (ARNm et ARNt) intervenant dans la récapitulation des acquis conduit principalement à la formulation d'une seconde approche de la notion de gène : séquence de nucléotides déterminant une séquence d'acides aminés au niveau du cytoplasme. La synthèse des protéines au niveau du cytoplasme, apparaît alors comme le mécanisme essentiel de l'expression des gènes.

Le problème du devenir des gènes étant posé à la suite des acquis précédents, l'exploitation des données expérimentales relatives au fonctionnement des cellules sécrétrice permettra de situer la synthèse des protéines dans le contexte global du fonctionnement cellulaire.

Les élèves découvriront à cette occasion les relations d'organisation de la cellule et son fonctionnement, en ce qui concerne notamment la fabrication des protéines et leur exportation éventuelle vers d'autres territoires où elles auront à jouer leur rôle dans le déterminisme du phénotype.

## Activité 9 :

**Les élèves exploitent des informations de divers documents pour situer les développements de la génétique dans une perspective historique ou situer la génétique dans le temps et le mouvement des Idées, des théories.**

A cette occasion les élèves s'exercent à :

- relever des faits relatifs :

- Aux travaux de Mendel
- A la théorie chromosomique de l'hérédité
- A l'avènement de la Biologie moléculaire
- A la découverte des enzymes de restriction
- Aux enjeux actuels des biotechnologies
- Etc.

- relever des noms de savant ayant participé à la naissance et à l'évolution de la génétique

- relever des époques et le développement de la Science et de la technologie à ces époques

- établir des relations de causes à effet entre :

- Le développement de la Science et de la technologie et la théorie de « l'hérédité par mélange »

# R E A L I S A T I O N

- Le développement de la Science et de la technologie et la théorie de « l'hérédité particulière » de Mendel
- Le développement de la Science et de la technologie et la théorie chromosomique de l'hérédité
- Le développement de la Science et de la technologie et l'avènement de la Biologie moléculaire
- Le développement de la Science et de la technologie et la thérapie génétique

- effectuer une synthèse et une appréciation sur :

- Le fonctionnement de la science
- L'évolution d'un savoir scientifique en d'une théorie
- La nature des théories scientifiques
- Les applications des développements récents de la génétique au plan de la santé, de la sécurité alimentaire
- Les implications éthiques, juridiques, économiques et sociales...

L'élève a déjà construit l'essentiel des notions de génétique dans les activités précédentes de la présente situation d'apprentissage.

La présente activité permettre aux élèves de terminale d'aborder la nature des théories scientifiques, (ce ne sont pas des réalités découvertes, mais des constructions intellectuelles qui reflètent l'idée que l'on se fait de la réalité à un moment donné de l'histoire des sciences), et de comprendre l'évolution d'un savoir scientifique. La perspective historique de la génétique ne consiste pas à faire « comme si on ne savait pas », mais vise à préciser l'origine et l'évolution des connaissances et représentations actuelles de la génétique (« ce que l'on sait »).

L'enseignant ou l'enseignante introduit une discussion sur la question en étude et sur l'organisation du travail à accomplir. Il ou elle :

- Suggère aux élèves des documents à leur fournir pour construire la réponse à la question
- Aide les élèves à progresser par étapes dans leur démarche de recherche
- Soutient dans leurs apprentissages par des reformulations, des appels à une mobilisation de leurs connaissances antérieures, des apports complémentaires d'information, etc.

L'exploitation collective des productions d'équipes conduit aux conclusions suivantes :

- La science construit son objet d'étude et ne se contente pas d'accumuler des observations,
- Les concepts scientifiques sont réfutables et sont confrontés en permanence aux faits d'observation et aux résultats expérimentaux,
- Les théories scientifiques ne sont pas des réalités découvertes mais des constructions intellectuelles qui reflètent l'idée que l'on se fait de la réalité à un moment donné de l'histoire des sciences
- Les travaux de Mendel 1870 réfutent la théorie de l'hérédité par mélange, théorie largement acceptée et qui propose que les déterminants d'un caractère donné fusionnent après la fécondation
- A l'époque de Mendel, les chromosomes, la mitose, la méiose et les gènes n'étaient pas encore connus. Ils ne seront mis en évidence qu'entre 1870 et 1910
- Du fait de l'insuffisance des connaissances cytologiques de l'époque, l'importance des travaux de Mendel n'a pas été reconnue

<b>R E A L I S A T I O N</b>	<p><b>Activité 10 :</b>  <b>Les élèves prennent appui sur les acquis des activités précédentes pour structurer et intégrer les connaissances notionnelles relatives à la problématique scientifique.</b></p> <p>A cette occasion ils ou elles s'exercent à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-rappeler les questions objets de recherche étudiées ;</li> <li>- rappeler les connaissances notionnelles construites au cours des activités précédentes ;</li> <li>-sélectionner des connaissances notionnelles pertinentes au regard de la tâche de structuration à effectuer ;</li> <li>-faire la synthèse des informations sélectionnées en distinguant l'essentiel de l'accessoire ;</li> <li>-utiliser les informations recueillies pour construire une réponse à la question de la transmission des caractères héréditaires au sein d'une espèce et de l'expression de ces caractères héréditaires.</li> </ul> <p><b>Activité 11 :</b>  <b>Les élèves démontrent chacun ou chacune leur niveau de maîtrise des connaissances et habileté en s'appuyant sur les situations d'hétéro évaluation à eux proposées par l'enseignant ou l'enseignante.</b></p> <p>Ils ou elles exécutent, selon le cas des tâches complémentaires de consolidation ou d'enrichissement proposé à la suite de l'évaluation par l'enseignant (e)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propose aux élèves des situations d'évaluations des apprentissages centrés explicitement soit sur les habiletés, soit en partie sur les connaissances et les techniques</li> <li>• Propose à chaque élève, selon sa situation, des tâches de consolidation ou d'enrichissement</li> </ul> <p>Il ou elle fournit à chacun l'aide et l'assistance nécessaire en fonction de la tâche à exécuter</p>
<b>R E T O U R E T</b>	<p><b>■ OBJECTIVER LES SAVOIRS CONSTRUITS ET LES DEMARCHES UTILISEES</b></p> <p><b>Activité 12 :</b>  <b>Les élèves s'expriment chacun/chacune sur les bénéfices qu'ils ou elles ont pu tirer des diverses activités et portent une appréciation sur les démarches et stratégies utilisées.</b></p> <p>L'enseignant ou l'enseignante les aide à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- se remettre en mémoire la problématique de départ ;</li> <li>- examiner le cheminement suivi au regard de cette problématique ;</li> <li>- exprimer ce qu'il ou elle a retenu par rapport à chacune des questions de la problématique initiale ;</li> <li>- exprimer ses besoins complémentaires d'aide et/ou ces nouvelles attentes.</li> </ul> <p>L'enseignant (e) recense les besoins et attentes exprimées, en vu de leur intégration aux activités complémentaires de consolidation et d'enrichissement à proposer après la phase évaluative.</p> <p><b>■ REINVESTIR SES ACQUIS DANS DES SITUATIONS DE VIE COURANTE</b></p> <p><b>Activité 13 :</b></p>

**P  
R  
O  
J  
E  
C  
T  
I  
O  
N**

**Les élèves sont invités à élaborer une synthèse sur les bases théoriques de l'analyse prévisionnelle en génétique formelle.**

A cette occasion, ils ou elles s'exercent à :

- exploiter l'information disponible pour répondre à la question : « Quelle est la démarche classique d'une étude de génétique formelle ? »

Les élèves travaillent individuellement sur les différents documents mis à leur disposition, accompagnés de consignes de travail fournies par l'enseignant (e). Aidés par ces consignes, ils ou elles s'exercent à : + relever des données sur le protocole de croisements mis en œuvre par :

- Mendel lors de ses recherches sur le pois
- Morgan lors de ses études sur la drosophile
- Cuénot lors de ses études sur la souris

+ Caractériser chacune des étapes de la démarche

+ dégager le principe général du protocole utilisé par les trois chercheurs

+ s'appropriier le vocabulaire approprié : hybridation, lignée pure, race pure, back-cross ou croisement en retour, test-cross, première génération ou  $F_1$  de type mendélien, deuxième génération ou  $F_2$  de type mendélien, deuxième génération obtenue par back-cross ou  $F_2 \dots$  etc.

**Apprendre à construire un échiquier prévisionnel pour interpréter des résultats de croisements expérimentaux**

Les élèves ont à leur disposition les supports documentaires :

- Un extrait de résultat de Mendel (l'exemple classique couramment choisi concerne la transmission aspect lisse ou ridé de la graine) ;
- Un extrait de résultat de Morgan (par exemple les ailes vestigiales ou normales) ;
- Un extrait de résultat de Cuénot (par exemple, couleur du pelage chez la souris) ;
- Une fiche méthodologique sur la construction d'un échiquier de Punnett ;
- Un document fournissant des informations sur le symbolisme d'écriture des génotypes et phénotypes

Aidés par les consignes de l'enseignant ou de l'enseignante, ils ou elles :

- Relèvent les similarités observables au niveau des résultats, en rapport avec la similarité des caractéristiques des parents croisés ;
- Propose une loi générale pour exprimer les constantes relevées ;
- S'exercent à construire des échiquiers de Punnett pour répondre à la question : « dans quelle mesure ces résultats étaient prévisibles dans le contexte de la théorie chromosomique de l'hérédité ? »

L'enseignant ou l'enseignante aide à récapituler les acquis en insistant sur la valeur prédictive de la « théorie chromosomique de l'hérédité », puis propose aux élèves de faire un exercice d'anticipation pour établir (théoriquement) les résultats prévisibles dans différentes situations fixées au départ.

**Anticiper sur les diverses situations envisageables selon que l'on considère la transmission d'un seul gène (hérédité monofactorielle) ou la transmission de deux gènes (hérédité difactorielle).**

Il s'agit de faire des prévisions théoriques en prenant en compte les acquis suivants issus des études antérieures :

- Le gène responsable d'un caractère donné est porté par un chromosome fixe, en un locus fixe ;
- Le gène responsable d'un caractère donné peut exister sous deux ou plusieurs formes alléliques occupant la même position (locus) sur le chromosome

**R  
E  
T  
O  
U  
R  
E  
T**

# P R O J E C T I O N

concerné ;

- Les différents allèles d'un même gène peuvent s'exprimer soit dans un rapport de domination complète d'un allèle sur l'autre ou dans un rapport de codominance
- L'individu homozygote pour un gène ne produit qu'un seul type de gamètes
- L'individu hétérozygote pour un gène produit 2 types de gamètes en quantités égales
- L'individu hétérozygote pour deux gènes produit par méiose, quatre types de gamètes soit en quantités égales, soit en quantités inégales
- Etc.

La mise en relation de ces différentes données conduit à un inventaire des différentes situations envisageables et à leur analyse prévisionnelle par la construction d'échiquiers.

- Les différentes situations envisageables dans le cas de l'hérédité monofactorielle et les résultats théoriquement attendus dans chaque situation ;
- Les différentes situations envisageables dans le cas de l'hérédité difactorielle et les résultats théoriquement attendus dans chaque situation

- Croisements impliquant deux gènes portés par des paires différentes de chromosomes homologues
- Croisements impliquant deux gènes portés par la même paire de chromosomes homologues
- Etc.

A chaque étape, les résultats théoriques établis sont confrontés avec des résultats expérimentaux en vue de leur validation

Cette activité prolonge les activités précédentes, dont elle constitue une application.

## REFERENTIEL DES CONNAISSANCES EXIGIBLES :

### **NB : L'ordre de présentation des notions ne présage de la progression.**

L'information génétique est localisée dans le noyau cellulaire et portée par les chromosomes.

- Chez les Eucaryotes, l'information génétique est répartie entre plusieurs chromosomes de taille et de formes différentes.

- Chez les individus d'une même espèce, le nombre et les formes des chromosomes sont fixes et caractéristiques de l'espèce.

Les informations relatives à l'équipement chromosomique d'une cellule 0 sont exprimées conventionnellement par sa garniture chromosomique, par sa formule chromosomique ou par la représentation de son caryotype.

- Les chromosomes des organismes diploïdes peuvent être regroupés par paires d'homologues morphologiquement semblables.

-le caryotype d'une cellule diploïde met en évidence l'existence :

- De (n-1) paires d'autosomes;
- D'une paire de chromosomes sexuels dont les deux membres sont identiques ou différents selon le sexe.

- La localisation de l'information génétique sur les chromosomes est confirmée par les conséquences morbides de certaines anomalies chromosomiques.

L'acide désoxyribonucléique (ADN) est le support moléculaire de l'information génétique

Le matériel chromosomique est fondamentalement constitué d'ADN. Il est associé à des protéines appelées histones.

L'ADN est une macromolécule du groupe des acides nucléiques. Il est constitué de deux longues chaînes polynucléotidiques complémentaires au niveau des bases. C'est un polymère de désoxyribonucléotides.

Le rôle informationnel' de l'ADN est lié à la séquence linéaire des quatre sortes de nucléotides qui l constituent.

Une séquence de nucléotides responsable d'un caractère est appelée: gène. Une molécule d'ADN possède un très grand nombre de gènes. Chaque gène est caractérisé par une séquence de bases qui lui est propre et par une position déterminé sur un chromosome fixe (locus du gène).

Pour chaque gène il peut exister des formes alléliques différentes.

Décrire le génotype d'un individu pour un gène donné, c'est indiquer la composition en allèles de ce gène que possèdent les cellules de l'individu.

L'information génétique contenue dans l'ADN et confinée dans le noyau s'exprime au niveau du cytoplasme par la fabrication de protéines spécifiques.

Un gène spécifie une protéine donnée par l'intermédiaire de laquelle il gouverne le phénotype.

Le processus qui conduit du gène à la synthèse protéique comporte une phase de transcription et une phase de traduction qui font intervenir d'autres molécules informationnelles du groupe des acides nucléiques: ARNm, ARNt et ARNr.

L'ordre dans lequel s'enchaînent les acides aminés dans la, protéine est déterminée par l'ordre dans' lequel s'enchaînent les nucléotides dans l'ADN.

Dans un gène, à une séquence de 3 nucléotides de l'ADN (= triplet de nucléotides), Correspond pour l'ARNm une séquence de 3 nucléotides complémentaires ou triplet.' Chaque triplet de l'ARNm est appelé codon.

Les allèles, dérivant les uns des autres par mutations, peuvent spécifier des protéines dont la séquence en acides aminés diffère au moins par l'un d' entre eux.

L'information génétique est transmise de façon conforme lors des, divisions cellulaires.

La division cellulaire (ou mitose) est le processus par lequel une cellule initiale donne naissance à deux nouvelles cellules identiques entre elles et identiques à la cellule initiale dont elles sont issues. Avant chaque division cellulaire, les molécules d'ADN contenues dans la cellule se dupliquent selon un mécanisme semi-conservatif qui assure la reproduction conforme de l'information génétique.

Le comportement des chromosomes au cours de la division cellulaire permet de définir plusieurs phases successives, qui caractérisent le mécanisme de transmission de l'information génétique de cellule à cellule. Les différentes phases de la mitose comprennent quatre temps (prophase, métaphase, anaphase, télophase), précédés d'un changement d'état du chromosome et d'une réplication de l'ADN (interphase).

On appelle «cycle cellulaire» la succession des différentes phases par laquelle passe la cellule, du début d'une interphase au début de l'interphase suivante; la duplication des chromosomes qui intervient au cours de cette phase permet d'obtenir deux lots identiques de chromosomes, ensuite réparti~ dans les deux cellules-filles.

Les différentes phases du cycle cellulaire sont désignées conventionnellement par les lettres G1, S, G2 et M.

La reproduction biparentale (ou reproduction sexuée) réalise la diversité génétique grâce aux phénomènes de méiose et de fécondation.

La reproduction sexuée, se caractérise, au niveau du cycle de développement de tout organisme, par deux étapes fondamentales: la réduction chromatique et la caryogamie.

Chez les organismes diploïdes, la réduction chromatique se réalise lors de la formation des gamètes et conduit à la séparation des gènes d'origine maternelle et paternelle.

Au cours de la méiose, il se produit un brassage intra-chromosomique et un brassage interchromosomique des allèles. Il

apparaît ainsi des gamètes recombinés.

La méiose s'observe aussi bien chez les animaux que chez les végétaux. Elle a pour résultat la formation de cellules à n chromosomes susceptibles de participer à la fécondation.

La méiose est le nom donné aux divisions nucléaires précédées d'une seule phase de synthèse d'ADN et qui se rencontre seulement dans les cycles de reproduction sexuée.

Une cellule qui s'engage dans ce type de division est appelée méiocyte.

Chaque méiocyte subit. Deux divisions cellulaires accompagnées de deux divisions du noyau. Il s'ensuit la production de quatre cellules haploïdes dénommées produits de la méiose.

D'ordinaire, les produits de la méiose ne peuvent être utilisés directement comme gamètes ou spores. Il faut qu'intervienne une phase de maturation.

Dans le règne végétal, les produits de la méiose subissent encore une ou deux mitoses avant de se différencier en spores.

Dans le règne animal, les produits de la méiose se différencient directement en gamètes.

L'ensemble des processus qui commencent avec la méiose pour aboutir à la formation de gamètes est appelé la gamétogenèse.

- La gamétogenèse chez les mammifères

Chez le mâle, la gamétogenèse est appelée spermatogenèse et se déroule dans les testicules.

Une cellule germinale diploïde se divise par mitoses pour donner des spermatogonies. Une spermatogonie diploïde subit un léger accroissement pour se transformer en un spermatocyte I diploïde.

Un spermatocyte I diploïde, après la division réductionnelle, conduit à deux spermatocytes haploïdes II et, après la division équationnelle, à quatre spermatides haploïdes.

Ces spermatides haploïdes, après la phase de différenciation, se transforment en spermatozoïdes haploïdes.

Chez la femelle, la gaméto-genèse est appelée ovogenèse et se déroule dans les ovaires.

Une cellule germinale diploïde se divise par mitoses pour donner des ovogonies. Une ovogonie diploïde subit un accroissement important pour se transformer en un ovocyte I diploïde. Un ovocyte I diploïde, après la division réductionnelle, conduit à un ovocyte II (volumineux) et à un premier globule polaire (réduit) tous haploïdes et, après la division équationnelle, à un ovotide et à deux ou trois globules polaires, tous haploïdes.

- La gaméto-genèse chez les angiospermes

Chez le mâle des plantes à fleurs la gaméto-genèse est appelée microsporogenèse et se déroule dans les anthères. Une cellule-mère diploïde des microspores, appelée microsporocyte, subit d'abord la division réductionnelle pour donner deux cellules haploïdes, ensuite la division équationnelle pour engendrer au total quatre microspores haploïdes. Ces microspores subissent à présent une mitose au niveau des noyaux (caryocinèse) sans division consécutive du cytoplasme amenant ainsi à quatre cellules

chacune à deux noyaux

haploïdes : ces cellules constituent les grains de pollen.

Les grains de pollen sont généralement bloqués à ce stade. Lors de la germination du tube pollinique, l'un de ces noyaux se divise à nouveau pour donner deux noyaux spermatiques. L'autre ne se divise pas et devient le noyau végétatif.

Chez la femelle des plantes à fleurs la gaméto-genèse est appelée mégasporogenèse et se déroule dans l'ovaire.

Une cellule-mère diploïde des mégaspores, appelée mégasporocyte subit les deux divisions de la méiose pour donner un groupe. Linéaire de quatre cellules haploïdes appelées mégaspores. De ces quatre mégaspores, trois dégénèrent. La

quatrième mégaspore subit trois mitoses successives sans qu'il y ait division du cytoplasme de sorte qu'on aboutit à une cellule géante à huit noyaux, le jeune sac embryonnaire. Le sac embryonnaire est entouré par des tissus d'origine maternels, les téguments. A une extrémité de ce sac, une ouverture, le micropyle, permettra au tube pollinique de passer. Trois des noyaux du sac embryonnaire se regroupent du côté du micropyle. Deux, les synergides dégénèrent, le troisième, seul fécondable, se développe en oosphère. A l'autre pôle du sac embryonnaire, trois autres noyaux se sont groupés, les antipodes, qui dégénèrent aussi. Six noyaux se sont donc répartis entre les deux pôles, les deux derniers (noyaux centraux) restent au centre du sac et fusionnent. Le sac embryonnaire mature, ou méga gamétophyte, est prêt à être fécondé.

La caryogamie est le phénomène nucléaire qui caractérise la fécondation.

La fécondation est source de diversité génétique du fait des différentes associations aléatoires réalisables entre les différents types de gamètes maternels et paternels issus de la méiose.

Un raisonnement probabiliste appliqué au mécanisme chromosomique de l'hérédité permet de faire des prévisions sur la descendance de géniteurs dont on connaît les génotypes et phénotypes. Les données issues de cette analyse prévisionnelle sont en concordance avec les données expérimentales connues depuis Mendel et Morgan sous l'appellation « Lois statistiques de la transmission des caractères héréditaires ».

- Dans le cas de la transmission d'un caractère à déterminisme autosomique, on obtient les résultats prévisibles ci-après:

Le croisement entre deux races pures différentes donne une descendance uniforme constituée de 100 % d'individus hybrides de même phénotype; ce phénotype est soit celui de l'un des parents si l'un des deux allèles est dominant, soit un phénotype intermédiaire s'il n'y a pas de dominance

entre les deux allèles.

Le croisement entre deux hybrides conduit à une descendance ayant les caractéristiques ci-après :

- $\frac{3}{4}$  %,  $\frac{1}{4}$  % lorsque l'un des deux allèles est dominants ;
- $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$  lorsqu'il n'y a pas de dominance entre les 2 allèles.

Le croisement entre un hybride et un homozygote récessif donne une descendance composée de 2 phénotypes dans les proportions  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{2}$  en cas de dominance.

Le test -cross, croisement d'un individu dont on veut déterminer le génotype avec un individu homozygote portant l'allèle récessif du gène, conduit aux proportions phénotypiques suivantes :

$\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{2}$  si l'individu est hétérozygote; 100 % s'il est homozygote.

- Dans le cas de la transmission d'un caractère dont le gène est porté par le chromosome X on établit les résultats prévisibles ci-après, confirmés par des expériences de croisements et/ou des analyses de généalogie.

Le croisement entre deux races pures de phénotypes différents ne donne pas le même résultat que le croisement réciproque; de plus, la répartition du caractère étudié se fait en fonction du sexe.

- Dans le cas de la transmission d'une maladie génétique dans l'espèce humaine on s'attend aux constats suivants :

Si la maladie est déterminée par un allèle récessif (a) porté par un autosome;

La maladie ou l'anomalie n'apparaît que si l'individu est homozygote a/a

Deux parents homozygotes transmettent toujours la maladie ou l'anomalie considéré ;

Deux parents hétérozygotes A/a ont un phénotype « normal » liée à la dominance de l'allèle A et à la récessivité de l'allèle a provenant d'une mutation génique.

La probabilité pour que les gamètes soient

porteurs de l'allèle a est  $\frac{1}{2}$

La probabilité, à chaque fécondation, d'obtenir une descendance, fille ou garçon, ayant le génotype a/a est  $\frac{1}{4}$

L'enfant homozygote récessif est alors atteint de la maladie d'origine autosomique, bien que ses parents aient le phénotype normal.

Si la maladie est à transmission récessive liée au chromosome X,

La maladie ou l'anomalie apparaît :

Chez les filles homozygotes a/a sauf si ce sont des allèles dits létaux, c'est-à-dire qui ne permettent pas la survie des individus homozygotes) ;

Chez les garçons porteurs de l'allèle a sur leur chromosome X. En effet la déficience engendrée par la présence de l'allèle a n'est pas compensée, le chromosome Y, plus court, n'ayant pas d'allèle du gène considéré.

Une mère homozygote a/a transmettra la maladie ou l'anomalie à tous ses fils.

Une mère hétérozygote A/a (phénotype normal mais vectrice) et un père non porteur de l'allèle a ne transmettront la maladie ou l'anomalie qu'à leurs fils, et dans 50 % des cas seulement.

La probabilité pour que leurs filles portent l'allèle a est  $\frac{1}{2}$

- Dans le cas de la transmission de deux caractères à déterminisme autosomal, on obtient les résultats prévisibles ci-après.

Le croisement entre deux races pures phénotypiquement distinctes fournit une descendance homogène: 100 % d'hybrides de même phénotype qui peut être celui de l'un des parents si celui-ci possède les allèles dominants. Ce phénotype est différent de ceux des parents en cas de semi-dominance pour l'un ou les deux caractères.

Le croisement entre des hybrides (doubles hétérozygotes) fournit une descendance de composition phénotypique  $\frac{9}{16}$ ,  $\frac{3}{16}$ ,  $\frac{3}{16}$ ,  $\frac{1}{16}$  lorsque, pour chaque gène, il existe un allèle dominant et un allèle récessif; ou des proportions statistiquement différentes si l'un des 2 couples d'allèles est sans dominance, ou si les deux couples d'allèles

sont sans dominance.

Le croisement d'un individu double hétérozygote par un double homozygote donne,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{4}$  dans le cas de double dominance et des résultats différents en cas de non dominance.

Le test-cross conduit aux proportions phénotypiques suivantes: 100 % si l'individu testé est homozygote,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{4}$  si l'individu est un double hétérozygote.

Ces différents résultats sont vérifiables dans le cas où les deux gènes concernés sont portés par deux paires de chromosomes distinctes.

Dans le cas où les deux caractères sont déterminés par deux gènes situés sur le même chromosome, les résultats sont semblables à ceux d'un croisement monofactoriel, sauf lorsqu'il ya crossing-over

Dans ce cas les proportions sont modifiées. Dans le cas d'un back-cross par exemple, on obtient en plus des phénotypes de type parental, des phénotypes nouveaux dont le pourcentage dépend de la distance séparant les deux gènes sur le chromosome. Ces résultats sont exploités pour dresser des cartes de

liaison.

L'analyse prévisionnelle basée sur la construction d'échiquiers de Punnett permet d'établir les différents résultats attendus dans des cas de croisements combinant différemment les divers paramètres : dominance, autosomal, hétérochromosomique, etc.

En génétique humaine, on peut faire des prévisions sur les phénotypes et génotypes des membres d'une famille (arbre généalogique) en appliquant les lois de la théorie chromosomique de l'hérédité.

La découverte vers les années 1970 des endonucléases (encore appelées enzymes de restriction) ouvre la voie au développement du génie génétique avec ses applications dans les domaines de l'agronomie, de la médecine et de la justice (recherche en matière de criminalité). Les enzymes de restriction hydrolysent les molécules d'ADN au niveau de séquences nucléotidiques spécifiques

## SITUATION D'APPRENTISSAGE N° 2

### LA SAUVEGARDE DE L'INTEGRITE DE L'ORGANISME PAR LES REACTIONS IMMUNITAIRES

#### 1- ELEMENTS DE PLANIFICATION

##### 1.1. Contenus de formation

##### 1.1.2. Compétences

- **Compétence transdisciplinaire n°4 :**

Pratiquer de saines habitudes de vie sur les plans de la santé, de la sexualité et de la sécurité

- **Compétence disciplinaire n°1 :**

Elaborer une explication à des faits et des phénomènes naturels en mettant en œuvre les modes de raisonnement propres aux Sciences de la Vie et de la Terre.

- **Compétence disciplinaire n°2 :**

Apprécier les apports des Sciences de la Vie et de la Terre à la compréhension du monde et à l'amélioration des conditions de Vie de l'humanité.

- **Compétence transversale n°1 :** Exploiter l'information disponible
- **Compétence transversale n°2 :** Résoudre une situation problème
- **Compétences transversales n°5 :** Gérer ses apprentissages ou un travail à accomplir
- **Compétences transversales n°6 :** Travailler en coopération
- **Compétences transversales n°8 :** Communiquer de façon précise et appropriée

**1.1.2. Connaissances notionnelles et techniques :** voir le référentiel de connaissances exigibles

##### 1.2. Stratégies d'enseignement/apprentissage :

Travail individuel, travail en groupe, travail collectif, recherche documentaire, résolution de problème.

##### 1.3. Durée : 06 semaines

**1.4. Matériel :** Supports documentaires suggérés (voir guide) et/ou choisis par l'enseignant

**1.5. Documents suggérés :** documents de référence.

##### 1.6. Critères d'évaluation de la compétence :

- Pertinence de la démarche d'élaboration de l'explication
- Pertinence des stratégies mises en œuvre
- Présentation correcte de la production

## 2- INFORMATIONS ET COMMENTAIRES

L'organisme humain évolue en permanence dans un milieu peuplé d'une multitude de microbes, dont certains sont responsables de maladies, soit passagères, soit endémiques, et il est en contact avec des substances chimiques variées. De même, des cellules anormales sont produites régulièrement, et des dérèglements cellulaires, souvent liées à des anomalies génétiques qui peuvent s'établir. L'organisme possède ou est capable d'acquérir les moyens de lutte lui permettant de maintenir son intégrité et de reconnaître le soi.

Ces connaissances fondent la réflexion sur les responsabilités de chacun dans le domaine de la santé, préparant aussi à la responsabilité collective dans le domaine.

L'objectif de la présente situation d'apprentissage n'est pas de traiter toute l'immunologie en six semaines. Il s'agit, à partir d'exemples concrets, de mettre en évidence des aspects fondamentaux du fonctionnement du système immunitaire. Les notions de « stabilité et de variabilité de l'information génétique au cours du temps » s'appliquent aussi parfaitement dans la sauvegarde de l'intégrité de l'organisme par les réactions immunitaires : complémentarité entre stabilité de l'organisme face aux éléments « étrangers » et variabilité du répertoire immunologique en fonction de l'environnement naturel ou imposé (vaccination). La distinction classique entre immunité non spécifique et immunité spécifique est obsolète. En effet de nombreuses cellules du système immunitaire dites « non spécifiques » interagissent avec leur cible grâce à des récepteurs membranaires qui présentent un certain degré de spécificité. Les récepteurs des cellules dites « spécifiques » sont des récepteurs qui peuvent subir au cours de la réaction immunitaire une modification de leur structure qui améliore leur capacité de reconnaissance de l'antigène.

Les réactions immunitaires cellulaires et humorales seront abordées en approfondissant certains acquis de la classe de troisième. Ainsi la distinction entre immunité à médiation cellulaire et immunité à médiation humorale, va permettre à l'élève de Terminale de décrire les principaux effecteurs de ces réactions, leurs caractéristiques, leur évolution, leurs modes de reconnaissance, de multiplication, de communication et d'action. Le complément et quelques étapes de ses mécanismes d'action seront envisagés.

Les organes de l'immunité seront situés, sans en faire une étude histologique détaillée. On abordera la notion de coopération cellulaire et quelques unes des principales modalités. Les facteurs permettant la reconnaissance de l'activité des cellules ou des substances produites – récepteurs membranaires, structures antigéniques – seront signalés.

On insistera sur l'intérêt et l'importance de la diversité des réponses, favorisant la survie de l'espèce lors d'une épidémie.

Les caractéristiques de la structure de la molécule d'anticorps, permettant d'expliquer sa spécificité et les mécanismes essentiels par lesquels elle assure la défense de l'organisme, seront présentées. L'origine et le mode de formation des anticorps seront expliqués simplement, et la grande diversité de ces molécules sera reliée à la connaissance du code génétique et de son

expression, traitées dans la première partie. L'évolution qualitative et quantitative des anticorps, au cours du développement de l'individu, sera envisagée.

L'étude des réactions immunitaires vis-à-vis d'éléments étrangers sera complétée par celle des mécanismes de discrimination du soi et du non-soi. Les antigènes des groupes sanguins et ceux d'histocompatibilité seront définis et localisés ; l'organisation génétique du complexe HLA sera abordée d'une manière simple.

Au cours de l'étude des mécanismes de défense, on situera quelques exemples de dérèglements et de déficiences du système immunitaire : hypersensibilité (allergie et mécanisme de la réaction allergique), réactions auto-immunes □ leur diversité et les facteurs favorisant l'apparition de maladies auto-immunes □ déficits immunitaires, SIDA.

Une approche moderne, basée sur les mécanismes de défense, permettra une définition des méthodes d'aide à la réponse immune ; leurs principes, illustrés par quelques exemples, montreront les progrès réalisés de la médecine pastorienne aux connaissances actuelles en Biologie cellulaire.

L'homme ne sait pas encore se protéger contre certaines maladies graves et fréquentes □ maladies parasitaires, cancer, SIDA, ... □ d'où la nécessité de mise au point de vaccins de conception nouvelle. Toutes les ressources des biotechnologies modernes sont mises à la disposition du chercheur. Quelques techniques nouvelles et leurs principes, permettant la production de vaccins par génie génétique, seront signalés, ainsi que les perspectives de fabrication de vaccins synthétiques. Cette étude enrichira celles des applications du génie génétique dans les domaines de la santé et agroalimentaire traité dans la première partie.

Cette SA permettra aussi à l'élève de Terminale D de construire les notions d'« immunité innée » et d'« immunité acquise » :

L'immunité innée représentant l'ensemble des processus qui mettent en jeu des éléments du système immunitaire immédiatement effecteur lors de la première rencontre avec l'antigène. Après cette première rencontre, un ensemble de processus qualitatifs et quantitatifs s'engage, conduisant à l'immunité acquise. Seuls certains de ces processus sont abordés dans le programme : sélection des lymphocytes B et T, production de cellules mémoires et de certaines cellules effectrices, multiplication, différenciation, .....

### 3- PROGRESSION SUGGEREE

	Contenu	Durée	Matériel
<b>Activités 1 et 2</b>	Mise en situation	2 heures	- Situation de départ - Consignes - Dictionnaire
<b>Activité 3</b>	Collecte de données par observation, expérimentation et exploitation de documents pour élaborer une explication à la question : « comment l'organisme distingue-t-il le "soi" du "non-soi" ? »	3 h x 2	- Documents relatifs aux propriétés du système H.L.A ou C.M.H. - Divers documents relatifs aux groupes sanguins A,B,O du point de vue immunologique. - Documents montrant la diversité, l'origine et les propriétés des cellules immunitaires vis-à-vis des molécules du non-soi. - Documents relatifs à l'acquisition de l'immunocompétence
<b>Activité 4</b>	Collecte de données par observation, expérimentation et exploitation de documents pour construire une réponse à la question : « comment se déroulent les réponses immunitaires ? »	3 h x 2	- Documents relatifs à la mise en évidence et au mécanisme de la phagocytose. - Documents fournissant des informations sur le système du complément et de la réaction inflammatoire - Documents fournissant des informations sur les différentes phases de la réponse immunitaire spécifique et l'identification des différents effecteurs impliqués. - Documents relatifs à la notion de mémoire immunitaire
<b>Activité 5</b>	Structuration des acquis des activités précédentes	1 heure	
<b>Activité 6</b>	Collecte de données par observation, expérimentation et/ou exploitation de documents pour élaborer une explication à la question : « que sait-on du dysfonctionnement du système immunitaire ? »	3 h x 2	- Documents fournissant des informations sur les allergies, l'hypersensibilité immédiate et l'hypersensibilité retardée.

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Documents relatifs aux maladies auto-immunes.</li> <li>- Documents fournissant des informations sur les déficits immunitaires primitifs ou congénitaux et sur les déficits immunitaires secondaires ou acquis dont le SIDA.</li> </ul>
<b>Activité 7</b>	Structuration et intégration des acquis pour élaborer une explication à la problématique d'ordre scientifique	2 heures	
<b>Activité 8</b>	Hétéro-évaluation proposée aux élèves	2 heures	
<b>Activité 9</b>	Objectivation des savoirs construits et de la démarche suivie.	1 heure	
<b>Activité 10</b>	Réinvestissement	2 h x 2	xxx

\* Les prévisions de temps de travail proposées dans la présente progression suggérée ne tiennent pas compte des éventuels travaux de maison à effectuer par les élèves soit individuellement, soit en groupe.

**4- DEROULEMENT**

## Situation possible de Départ

Aucun de nous n'a son semblable clinique

« Si l'on greffe côte à côte, sur l'avant-bras d'un homme, deux fragments de peau, l'un ayant été prélevé sur ce même homme et l'autre sur un homme différent, on observe que le receveur des greffons accepte la peau qui provient de son propre corps et rejette celle qui n'en provient pas. Tout homme est ainsi armé pour distinguer les cellules d'autrui de ses propres cellules et, les ayant reconnues, pour les attaquer et les détruire.

C'est un fait considérable par la dimension nouvelle qu'il apporte à l'idée de personnalité individuelle : aucun de nous n'a son semblable clinique sur cette terre, si l'on oublie le cas exceptionnel des vrais jumeaux. Ces marques de la personnalité de chacun, révélées par la greffe, ont reçu le nom d'antigènes d'histocompatibilité. Antigènes, parce que c'est ainsi qu'on distingue les substances qui, introduites dans l'organisme d'un animal, peuvent susciter de sa part les réactions agressives – ou si l'on préfère – que l'on qualifie d'immunologiques. Histocompatibilité, parce que les organes et les tissus (histo est un radical grec qui signifie tissu) d'un donneur de greffon sont déclarés d'autant plus « compatibles avec le receveur qu'ils sont mieux tolérés par celui-ci »

D'après J. Hamburger. « La puissance et la fragilité ». Ed. Flammarion

## Tâche

Elaborer une explication aux problématiques soulevées par les faits de la situation problème

## Procédure

- Exprimer sa perception et/ou ses interrogations sur les faits de la situation de départ
- Construire des réponses aux questions soulevées par la situation de départ en utilisant l'observation, l'expérimentation ou l'exploitation des documents
- Structurer ses acquis en utilisant les concepts et le vocabulaire adéquat
- Utiliser les connaissances construites pour porter une appréciation sur les progrès de la science et de la technologie dans le domaine de l'aide à la réponse immunitaire

## 5- CHEMINEMENT

M	■ EXPRIMER SA PERCEPTION
I	Activité 1 :
S	Les apprenants échangent entre eux leurs représentations et interrogations sur les faits évoqués par la situation de départ.
E	A cette occasion ils ou elles s'exercent à :
E	- exprimer chacun et chacune sa perception des faits évoqués ;
N	- établir des relations entre les faits évoqués et leurs acquis antérieurs ;
S	-échanger sur leurs perceptions.
I	L'enseignant(e) aide et encourage les apprenants à s'exprimer tout en étant attentif aux idées et opinions qui pourraient lui servir d'appui pour créer un conflit cognitif à leur niveau.
T	■ CIRCONSCRIRE L'OBJET D'ETUDE
U	Activité 2 :
A	Les apprenants passent de leurs représentations à la formulation d'une problématique.
T	A cette occasion, les apprenants s'exercent à :
I	- confronter leurs représentations ;
O	- relever les éventuels points de divergence ;
N	- formuler des questions de recherche issues de l'analyse précédente.
	L'enseignant ou l'enseignante fait un bref commentaire des idées exprimées puis s'appuie sur les éventuelles contradictions pour expliquer l'intérêt de développer de nouveaux apprentissages sur le thème.
	Une discussion collective sur les différentes idées en présence conduit, à la formulation d'un certain nombre de questions précises et dignes d'intérêt auxquelles il faut construire des réponses.
	Par exemple :
	- Par quels mécanismes l'organisme distingue les cellules d'autrui de ses propres cellules ?
	- Comment se déroulent les réponses immunitaires ?
	- Que sait-on du dysfonctionnement du système immunitaire tel que les allergies

	<p>et le SIDA ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Existe-t-il des moyens thérapeutiques destinés à stimuler sinon remplacer un système défaillant ?</li> <li>- Comment l'organisme peut-il discriminer un élément étranger d'un de ses constituants propres et développer contre lui une réaction de rejet tout en tolérant ses propres constituants ?</li> </ul>
<b>R E A L I S A T I O N</b>	<p><b>■ COLLECTER DES INFORMATIONS PAR OBSERVATION, EXPERIMENTATION ET/OU RECHERCHE DOCUMENTAIRE POUR REpondre A UNE QUESTION DE LA PROBLEMATIQUE</b></p> <p>Activité 3 :</p> <p>Les apprenants collectent des données par observation et exploitation de documents pour élaborer une explication à la question : « par quels mécanismes l'organisme distingue t-il le "soi" du "non soi" »?</p> <p>A cette occasion, ils ou elles s'exercent à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- relever les faits relatifs aux: <ul style="list-style-type: none"> <li>• réactions de l'organisme lors de transfusions sanguines,</li> <li>• réactions de l'organisme lors des greffes de tissus ou d'organes,</li> <li>• réactions de l'organisme face à une transplantation d'organe,</li> <li>• réactions de l'organisme face à une agression microbienne ;</li> </ul> </li> <li>- identifier : <ul style="list-style-type: none"> <li>• les déterminants moléculaires du soi,</li> <li>• les déterminants moléculaires de non-soi ;</li> </ul> </li> <li>- identifier des propriétés : <ul style="list-style-type: none"> <li>• potentialité à intervenir dans une réponse immunitaire,</li> </ul> </li> <li>- relever des caractéristiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>• caractéristiques biologiques des marqueurs majeurs du soi (système HLA ou CMH),</li> <li>• caractéristiques biologiques des marqueurs majeurs du soi (système ABO, ...),</li> <li>• caractéristiques génétiques des CMH</li> <li>• caractéristiques génétiques du système ABO, Rhésus,....</li> </ul> </li> </ul>

# R E A L I S A T I O N

- Caractéristiques des cellules souches de la moelle osseuse
  - caractéristiques des cellules immunitaires de la lignée myéloïde (granulocytes, monocytes),
  - caractéristiques des cellules immunitaires de la lignée lymphoïdes (lymphocytes B, lymphocytes T),
  - caractéristiques de la réponse immunitaire.
- relever des chronologies : différentes étapes de la maturation des lymphocytes
- relever des associations entre :
- lymphocytes B et lymphocytes T,
  - cellules souches de la moelle osseuse et différents granulocytes,
  - marqueurs majeurs d'histocompatibilité et marqueurs mineurs du soi,
  - molécules de la classe I et molécules de classe II du CMH,
- établir des relations de cause à effet entre :
- marqueurs de la classe I et cellules nucléées de l'organisme,
  - marqueurs de la classe II et les cellules immunitaires (lymphocytes, macrophages),
  - marqueurs majeurs du soi et capacité à distinguer le soi du non-soi,
  - diversité des molécules du soi au sein d'une même espèce et expression d'un ensemble de gènes (situés sur le chromosome 6 et le chromosome 15),
- établir des relations structure – fonction :
- leucocytes et potentialité à intervenir dans la réponse immunitaire (cellules circulantes, aptes à se déformer, à travers les parois des capillaires, possèdent à la surface de leur membrane, des glycoprotéines spécifiques),
  - présence de récepteurs spécifiques et immunocompétence des lymphocytes ;
- effectuer une synthèse sur :
- le déterminisme génétique du soi et sa nature moléculaire,
  - la différence entre le soi et le non-soi,
  - l'origine, la spécificité et la compétence des cellules qui participent à la réponse immunitaire ;
- communiquer les acquis de l'activité par l'entremise de phrases écrites, de symboles en construisant un paragraphe explicatif sur le mécanisme de la

# R E A L I S A T I O N

discrimination du soi et du non-soi.

L'enseignant ou l'enseignante ayant mis à la disposition des apprenants les supports documentaires adéquats, fournit aide et assistance tout le long de l'activité.

L'exploitation didactique des productions de groupe, à la fin de la séquence conduit aux notions suivantes :

- Toutes les cellules de l'organisme possèdent, à leur surface, des glycoprotéines ou antigènes, spécifiques de chaque individu. Ces glycoprotéines constituent des marqueurs du soi biologique d'ordre majeur. Ils sont appelés antigènes majeurs d'histocompatibilité.
- Il existe deux classes de marqueurs du soi :
  - + les antigènes majeurs de classe I, présents sur les membranes de toutes les cellules nucléées de l'organisme,
  - + les antigènes majeurs de classe II qui existent sur les membranes de certaines cellules du système immunitaires (macrophages et lymphocytes).
- Ces molécules sont codées par le complexe majeur d'histocompatibilité situé, chez l'Homme, sur le chromosome 6. Il s'agit de plusieurs gènes proches et liés, chacun exprimant deux allèles codominants.
- Les antigènes mineurs d'histocompatibilité sont constitués des antigènes des groupes sanguins ABO, des facteurs Rhésus localisés à la surface de la membrane des globules rouges, ils sont responsables des réactions éventuelles d'agglutination lors de certaines transfusions entre donneur et receveur incompatibles ; ils sont appelés agglutinogènes.
- Ces antigènes, que de nombreux individus peuvent posséder en commun et non de façon individuelle, sont dits antigènes mineurs d'histocompatibilité.
- Toute molécule qui, introduite dans l'organisme, est capable d'induire le développement d'une réponse immunitaire spécifique puis de réagir avec les produits de cette réponse, est appelé antigène.

Ou

Un antigène est une molécule libre ou portée par une cellule ou une grosse particule, susceptible d'être reconnue par l'organisme.

Un antigène se caractérise par deux groupes de propriétés :

- + il est capable de déclencher une réponse immunitaire (immunogénétique) ;
- + il est capable de réagir de façon spécifique avec les éléments cellulaires ou humoraux de cette réponse (spécificité antigénique)
- le "non-soi" peut se présenter sous forme particulaire ou moléculaire, libre dans les liquides internes de l'organisme ou fixée sur des cellules.

## Activité 4 :

Les apprenants collectent des données par observation, expérimentation et exploitation de documents pour construire une réponse à la question : « comment se déroulent les réponses immunitaires ? »

A cette occasion ils ou elles s'exercent à :

- relever des caractéristiques:

- caractéristique d'une réponse immunitaire non spécifique;
- caractéristique d'une réponse immunitaire spécifique;
- caractéristique de la phagocytose;
- caractéristique d'une réponse immunitaire à médiation humorale ;
- caractéristique d'une réponse immunitaire à médiation cellulaire;
- caractéristiques des macrophages

-résumer les étapes du déroulement de la réponse immunitaire spécifique

-formuler la notion de mémoire immunitaire

- relever des chronologies:

- différentes phases de la phagocytose;
- différents événements conduisant à l'activation et à la différenciation des lymphocytes;
- différentes étapes de l'intervention du "complément" dans les réponses immunitaires ;
- différentes étapes conduisant à l'élimination des cellules infectées, d'allogreffes ;
- différentes étapes conduisant à la formation des complexes immuns et à l'élimination de l'antigène ;

- relever des ressemblances et des différences entre:

- modalités de la reconnaissance des déterminants antigéniques ;
- modalité de la coopération entre les cellules intervenant dans une réponse immunitaire ;
- modalité de l'action cytolytique des lymphocytes T cytolytiques.

- établir des relations structure-fonction :

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• anticorps et capacité de fixer spécifiquement l'antigène;</li> <li>• complément et phase d'expression de la réponse immunitaire (phase d'élimination du non-soi);</li> <li>• cellules phagocytaires et phagocytose;</li> <li>• présence de récepteurs dans la membrane et reconnaissance du non-soi;</li> <li>• thymus (organe lymphoïde central) et immunocompétence des lymphocytes T ;</li> <li>• moelle rouge et naissance des cellules immunitaires ;</li> </ul> <p>- établir des relations de cause à effet entre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• défense du soi et production d'anticorps;</li> <li>• défense du soi et lymphocytes T ;</li> <li>• défense du soi et coopération cellulaire entre cellules du système immunitaire ;</li> <li>• reconnaissance entre cellules et marqueurs du soi ;</li> <li>• reconnaissance du soi et capacité de "mémoire" des acteurs ;</li> </ul> <p>- effectuer une synthèse sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la reconnaissance spécifique des antigènes par les cellules immunitaires ;</li> <li>• les mécanismes qui conduisent à l'activation des lymphocytes et à leur transformation en cellules effectrices de la réponse immunitaire ;</li> <li>• les mécanismes qui aboutissent à la neutralisation et à l'élimination des antigènes;</li> </ul> <p>- communiquer les acquis sur son apprentissage par l'entremise de phrases écrites, de symboles.</p> <p>L'exploitation didactique des productions des différents groupes conduit aux idées suivantes :</p> <p>La réponse immunitaire se déroule selon des modalités variées, liées et complémentaires.</p> <p>La réponse non spécifique élimine certains antigènes sur les sites de l'infection par la phagocytose et l'action lytique du complément.</p> <p>La phagocytose d'un antigène après rapprochement du phagocyte et de l'antigène, est amorcée par l'adhérence de ce dernier sur la membrane du phagocyte. Selon leur nature, les antigènes peuvent :</p> <p>-être dégradés, après fusion des vésicules d'endocytose avec des lysosomes autres vésicules au contenu riche en enzyme lytique.</p>
--	---

-être simplement maintenus à l'écart dans les vésicules d'endocytose ;

-se multiplier à l'intérieur du phagocyte

- les cellules phagocytaires, macrophages et granulocytes neutrophiles, phagocytent les antigènes. Ils agissent à des moments différents et suivants des modalités variées :

-comme premières barrières immunitaires non spécifique ;

à l'origine des réponses immunitaires spécifiques, en présentant l'antigène aux lymphocytes ;

En évacuant du milieu intérieur des débris cellulaires après intervention des effecteurs de la réponse immunitaire spécifique,

L'intervention des phagocytes peut être facilitée par certains facteurs du complément activé qui les attirent. L'adhérence des antigènes sur la membrane des phagocytes est facilitée par la fixation, sur les antigènes, de certains facteurs du complément activé ou d'anticorps.

La réponse spécifique intervient après la reconnaissance d'un antigène par les lymphocytes. Elle se déroule selon deux voies :

-la voie à médiation cellulaire est une réponse immunitaire dirigée contre les cellules de l'organisme qui ont pu être modifiées par une infection. Elle fait intervenir des lymphocytes T cytotoxiques.

-la voie à médiation humorale : c'est une modalité de la réponse immunitaire faisant intervenir des molécules circulant dans le milieu (anticorps) comme effecteurs. La formation du complexe antigène-anticorps, ou complexe immun, permet l'activation successive des facteurs du complément.

La réponse spécifique nécessite la coopération entre différentes cellules immunitaires par des contacts et des sécrétions. Elle se déroule en trois étapes principales qui sont :

-la phase d'induction, la phase d'amplification et la phase effectrice.

La réponse spécifique est mémorisée : des lymphocytes à longue vie, sensibilisés par un premier contact avec l'antigène, assurent une réponse secondaire efficace.

#### **Activité 5 : Structuration des acquis des activités précédentes**

Activité 5 ::

Les apprenants prennent appui sur les acquis des activités précédentes pour structurer les connaissances notionnelles construites A cette occasion, ils ou elles s'exercent à :

- rappeler les questions objet de recherche étudiées ;

- rappeler les connaissances notionnelles construites au cours des activités précédentes ;
- sélectionner des connaissances notionnelles pertinentes au regard de la tâche de structuration à effectuer ;
- faire la synthèse des informations sélectionnées en distinguant l'essentiel de l'accessoire ;
- utiliser les données essentielles pour construire une réponse à la question qu'ils ou qu'elles se sont posées : « comment l'organisme peut-il discriminer un antigène d'un de ses constituants propres et développer contre lui une réaction de rejet tout en tolérant ses propres constituants ? »
- se poser de nouvelles questions à partir des nouveaux acquis.

Les élèves sont aidés dans cette activité de structuration des acquis par les directives, consignes et rétroaction que l'enseignante ou l'enseignant fournira. La structuration des acquis pouvant prendre la forme d'un schéma de synthèse ou schéma fonctionnel sur le déroulement de la réponse immunitaire.

La conception et la construction de ce schéma, avec la participation des élèves, permettront l'appropriation des mécanismes et des acteurs impliqués dans la réponse immunitaire.

Cette activité sera aussi l'occasion de discussion sur les éventuels dérèglements, limites... du système immunitaire et de poser des questions sur le comment ?

Activité 6 :

Les apprenants exploitent des documents et des faits d'observation pour construire une réponse à la question : « Que sait-on du dysfonctionnement du système immunitaire tels que les allergies et le SIDA ? »

A cette occasion, ils ou elles s'exercent à :

- identifier :
  - l'origine des allergies
  - les causes des maladies auto-immunes
  - quelques cas de déficits immunitaires
  - les limites de la discrimination du soi dans le cas des maladies auto-immunes
  - le mode d'action du virus du SIDA
  - les conséquences du dysfonctionnement du système immunitaire.
- Relever des faits relatifs :
  - Aux allergies

- Aux maladies auto-immunes
- Aux déficits immunitaires primitifs, secondaires ou acquis
- Aux dysfonctionnements ou dérèglements du système immunitaire.
- Relever des chronologies :
- Etapes de la mise en place d'une maladie auto-immune
- Différents stades de la maladie du SIDA
- Phases de l'hypersensibilité immédiate.
- Relever des ressemblances et des différences entre :
- Réactions allergiques et réactions immunitaires normales
- Allergènes et antigènes
- Etablir des relations de cause à effet entre :
- Infection par le VIH et l'affaiblissement des réactions immunologiques
- Manifestations de certaines maladies et les limites ou dérèglements du système immunitaire
- Hypersensibilité et allergies
- Effectuer une synthèse sur :
- Les mécanismes pouvant conduire à une réaction auto-immune
- L'origine de l'immunodéficience primitive, congénitale, secondaire ou acquise
- Le mécanisme de l'hypersensibilité immédiate (allergie)
- Communiquer par l'entremise de phases écrites, de symboles, en formulant clairement les notions suivantes :
- Le dérèglement par accès ou par défaut du système immunitaire est à l'origine de troubles pathologiques plus ou moins graves,
- Des réactions immunitaires excessives peuvent être déclenchées par des substances de notre environnement extérieur appelées allergènes et normalement inoffensives : elles caractérisent l'allergie.
- Des réactions immunitaires dirigées contre les antigènes du soi sont à l'origine des maladies auto-immunes,
- Une déficience du système immunitaire entraîne un affaiblissement plus ou moins important des réactions immunitaires, son origine peut être congénitale ou

	<p>acquise.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'enseignante ou l'enseignant aide les apprenants à récapituler leurs interrogations et questionnements sur les limites et ou dérèglement du système immunitaires, il ou elle fournit les supports documentaires accompagnés de consignes d'exploitation nécessaires.</li> </ul> <p>L'enseignant ou l'enseignante les aide à saisir les informations essentielles et à les mettre en relation afin de construire une réponse cohérente et précise aux questions posées.</p> <p><b>Activité 7 : Structuration et intégration des acquis</b></p> <p>Les apprenants démontrent leur niveau de maîtrise des connaissances et habiletés en s'appuyant sur les situations d'hétéro évaluation à eux proposées par l'enseignant ou l'enseignante.</p> <p>Ils ou elles exécutent, selon le cas des tâches complémentaires de consolidation ou d'enrichissement proposées à la suite de l'évaluation par l'enseignant (e).</p> <p>L'enseignant (e) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propose aux élèves des situations d'évaluations des apprentissages centrées explicitement soit sur les habiletés, soit en partie sur les connaissances et les techniques.</li> <li>• Propose à chaque élève, selon sa situation, des tâches de consolidation ou d'enrichissement.</li> <li>• Fournit à chacun l'aide et l'assistance nécessaire en fonction de la tâche à exécuter.</li> </ul>
<p>R E T O U R  E T  P R O J E C T I O N</p>	<p>■ OBJECTIVER LES SAVOIRS CONSTRUITS ET LES DEMARCHES UTILISEES</p> <p>Activité 8</p> <p>Les apprenants s'expriment chacun/chacune sur les bénéfices qu'ils ou elles ont pu tirer des diverses activités et portent une appréciation sur les démarches et stratégies utilisées.</p> <p>L'enseignant (e) les aide à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- se remettre en mémoire la problématique de départ ;</li> <li>- examiner le cheminement suivi au regard de cette problématique ;</li> <li>- exprimer ce qu'il ou elle a retenu par rapport à chacune des questions de la problématique initiale ;</li> <li>- exprimer ses besoins complémentaires d'aide et/ou ces nouvelles attentes.</li> </ul> <p>L'enseignant (e) recense les besoins et attentes exprimées, en vue de leur intégration aux activités complémentaires de consolidation et d'enrichissement à proposer après la phase évaluative.</p>

	<p><b>■ REINVESTIR SES ACQUIS DANS LA RESOLUTION DU PROBLEME IDENTIFIE ET DANS D'AUTRES SITUATIONS DE VIE COURANTE</b></p>
<p>R E T O U R  E T  P R O J E C T I O N</p>	<p>Activité 9</p> <p>Les apprenants constituent un dossier sur les progrès des connaissances en microbiologie et immunologie d'une part et des développements des techniques de la recherche d'autre part en vue de discuter sur les conditions d'applicabilité et d'applications des aides.</p> <p>A cette occasion, ils ou elles s'exercent à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- définir le travail à réaliser</li> <li>- élaborer un dossier</li> <li>- développer un projet</li> <li>- identifier les tâches afférentes au travail à accomplir (voir fiches méthodologiques en annexe)</li> <li>- réfléchir aux problèmes à aborder pour bien comprendre le thème du dossier : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quel contenu donner au dossier ?</li> <li>• Quels sont les sous-thèmes possibles ?</li> </ul> </li> <li>- répartir les tâches par groupe dans la recherche documentaire et ou enquête</li> <li>- Convenir des responsabilités à assurer</li> <li>- Définir les règles de fonctionnement</li> <li>- Proposer une gestion du temps</li> </ul> <p>L'enseignant ou l'enseignante anime une discussion sur l'organisation possible du travail à effectuer :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quel titre donner au dossier ?</li> <li>• Quel plan adopter pour la constitution du dossier ?</li> <li>• Où trouver les informations nécessaires ?</li> <li>• Qui fait quoi et dans quel délai ?</li> </ul> <p>La discussion de ces différents points conduit à une répartition des tâches par groupe. Chaque groupe ayant à charge un aspect donné du sujet en étude : l'enseignant ou l'enseignante encourage les membres de chaque groupe à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Echanger sur les divers aspects du sous thème</li> <li>• Déterminer les échéances</li> <li>• Définir les tâches à accomplir individuellement et/ou en équipe</li> </ul>
	<p>Activité 10 :</p> <p>Les élèves recherchent de l'information au regard du sous thème attribué à leur groupe.</p> <p>A cette occasion, ils ou elles s'exercent à :</p>

- identifier les sources d'informations en lien avec le thème ou le sous thème à développer
- se référer à ces sources d'informations
- retenir les sources d'informations utiles
- sélectionner des documents pertinents, adéquats pour la constitution du dossier

L'enseignant ou l'enseignante :

- rappelle ou fait rappeler à chaque groupe le thème du dossier à constituer
- fournit des indications sur les sources d'informations
- met à la disposition de chaque groupe, une copie des fiches méthodologiques, les échéances à respecter et la nature des productions attendues

### **Activité 11 : Les élèves réalisent le dossier en travail de groupe**

A cette occasion, ils ou elles s'exercent à :

- Consulter les documents collectés
- Constituer le dossier en :
  - Triant les documents relatifs :
    - + aux vaccins et à la vaccination
    - + aux sérums et aux gammaglobulines
    - + à la greffe de la moelle osseuse
    - + aux voies nouvelles de l'immunothérapie (fabrication de vaccin synthétiques, création de virus « hybrides », création de microbe
  - Représentant le plan du dossier
  - Classant les documents triés selon le plan retenu (voir fiche méthodologique)
- Présenter le dossier :

L'enseignant ou l'enseignante aide les élèves dans les activités de collecte, d'organisation et de traitement des données.

Cette activité sera une occasion pour l'enseignant ou l'enseignante d'aider les élèves à développer les habiletés suivantes liées à l'exploitation de l'information disponible :

- Garder en mémoire la question en étude par rapport au thème ou au sous thème ;
- Analyser les données sélectionnées par rapport à la question en relation avec le thème ou le sous thème ;
- Tirer une information d'un document en distinguant l'essentiel de l'accessoire ;
- Mettre en relation les informations ou données essentielles pour construire une courte conclusion (voir fiche méthodologique).

Activité 12 : Les élèves discutent en plénière de leurs productions et finalisent le dossier

sur les applications et implications des nouvelles technologies en immunologie

A cette occasion ils ou elles s'exercent à :

- Enoncer chacun ou chacune ses points de vue et ses sentiments sur :
- Les progrès réalisés dans les domaines identifiés ;
- Les questions d'ordre social, éthique, juridique ... soulevées par l'utilisation des microbes en technologies nouvelles ;
- Relever les interactions entre le développement des technologies nouvelles et celui des sciences ;
- Echanger sur leurs différents points de vue.

## 6- REFERENTIEL DES CONNAISSANCES EXIGIBLES

L'IMMUNITE EST UN ETAT DE RESISTANCE DE L'ORGANISME (« SOI ») VIS-A-VIS DE CE QUI LUI EST ETRANGER (« NON SOI »).

- L'immunité peut ou non mettre en jeu des cellules particulières formant le système immunitaire
- Le système immunitaire permet d'adapter la réponse de l'organisme à un agent étranger bien déterminé : il s'agit dans ce cas de réponse immunitaire spécifique.
- L'organisme dispose également de moyens de défense indépendants de la nature de l'agent étranger : il
- s'agit dans ce cas de réponse immunitaire non spécifique.

LE « SOI » EST CARACTERISE, AU NIVEAU CELLULAIRE, PAR DES DETERMINANTS CARACTERISTIQUES DES MOLECULES DE L'INDIVIDU, PRINCIPALEMENT DES MARQUEURS MEMBRANAIRES REPRESENTANT UNE « CARTE D'IDENTITE ».

- Ces marqueurs constituent le
- Système C.M.H. (complexe
- Majeur d'histo-compatibilité)
- De toutes les cellules nucléées.
- Les hématies possèdent des marqueurs qui déterminent les groupes sanguins.
- Tous ces marqueurs sont génétiquement codés.
- L'organisme devient capable de distinguer le « soi » du « non soi » et de développer une réponse au cours d'un apprentissage qui débute pendant la Vie fœtale.
- L'organisme développe une réaction contre ses propres cellules altérées (le « soi altéré » reconnu « non soi »).

L'IMMUNITE NON SPECIFIQUE RESULTE DE L'INTERVENTION D'UN PREMLER ENSEMBLE DE MOYENS ASSURANT L'INTEGRITE DE L'ORGANISME.

- La peau et les muqueuses
- Constituent des barrières physiques et biochimiques.
- Si ces barrières sont franchies, Une réaction inflammatoire S'installe localement.

- La réaction inflammatoire est caractérisée par l'ensemble : rougeur, gonflement (œdème), chaleur, douleur ; L'inflammation apparaît comme un phénomène, très « utile » à l'organisme, qui prépare la réparation des tissus lésés et surtout oriente les éléments actifs du système immunitaire vers les lieux de l'infection.
- Des cellules phagocytaires (leucocytes polynucléaires et macrophages) intègrent les agents étrangers.

La phagocytose est l'étape principale de la réponse inflammatoire locale. Elle consiste à l'ingestion des particules étrangères par la cellule. Elle se déroule en trois phases :

- l'adhésion favorisée par la présence d'immunoglobulines(Ig) à la surface de la particule à ingérer. Il y a donc des récepteurs d'Ig sur la membrane des phagocytes ;
- l'ingestion par endocytose ;
- la digestion après accolement des lysosomes qui libèrent les enzymes lysosomales. Le contact et l'adhésion entre la substance étrangère et la cellule phagocytaire sont parfois facilités par des molécules produites par les molécules produites par l'organisme. Elles assurent la liaison et améliorent l'efficacité de la phagocytose. Certains résidus de l'antigène s'associent à des molécules du système HLA, puis sont exposés à la surface de la membrane qui vont ainsi présenter l'antigène à d'autres cellules immunitaires. Ce complexe « HLA-déterminant

SVT

antigénique » (soi modifié) est reconnu par les seuls lymphocytes T possédant un récepteur spécifique ; la réponse immunitaire spécifique se trouve alors déclenchée.

-Des anticorps circulants peuvent constituer avec des antigènes des complexes immuns. La présence sur la membrane des phagocytes de récepteurs spécifiques des fragments constituant des anticorps facilite l'adhésion de ces complexes immuns. De ce fait, la phagocytose complète la réponse spécifique.

-Dans le plasma se trouvent des protéines appelées complément. L'activité lytique du complément sur un antigène est obtenue à l'issue d'un processus enzymatique pouvant entraîner des séries de réactions.

La présence de complexes immuns provoque des réactions telles que :

-la fixation des anticorps sur les antigènes membranaires de la cellule à détruire. Les anticorps acquièrent aussi une activité enzymatique et déclenchent une première réaction dont le substrat est une molécule du complément ;

-la fixation de certaines protéines du complément dans les membranes des cellules sur lesquelles sont fixés les anticorps. Ces complexes, d'attaque membranaire perforent les cellules et provoquent leur lyse.

LA REPONSE IMMUNITAIRE SPECIFIQUE INTERVIENT DANS UN SECOND TEMPS APRES LA RECONNAISSANCE D'UN ANTIGENE.

- Un antigène est une substance qui, introduite dans un organisme étranger, est susceptible de déclencher une réponse du système immunitaire.

- Un antigène est une molécule libre (antigène soluble) ou qui peut être intégrée à un corps figuré antigène particulière);
- Une même molécule peut être un antigène pour un organisme et ne pas l'être pour un autre organisme même voisin : l'antigénicité est ainsi une potentialité et non un état ;

- La réponse immunitaire est plus particulièrement dirigée vers une (ou plusieurs parties) de cette molécule appelée(s) déterminant(s) antigénique(s)
- La réponse immunitaire spécifique aboutit normalement à la neutralisation de l'antigène.
- Cette réponse confère une immunité acquise qui s'estompe dans le temps.
- Cette réponse primaire laisse une trace dans l'organisme ; on parle de mémoire immunitaire ;
- Lors d'une réinfection, la réponse secondaire est plus rapide et plus intense.
- Toutes ces cellules, issues de cellules souches deviennent fonctionnelles après différenciation et maturation.
  - Les lymphocytes B acquièrent leur maturité dans la moelle osseuse,
  - Les lymphocytes T effectuent leur maturation dans le thymus,
  - Les lymphocytes matures (immunocompétents) migrent jusqu'aux organes lymphoïdes (rate, ganglions lymphatiques ...)
- Les macrophages sont les présentateurs des antigènes.
  - Les macrophages captent les éléments étrangers,
  - Après phagocytose, ils présentent sur leur membrane les déterminants antigéniques qui seront reconnus par les lymphocytes, cette reconnaissance est permise par la présence sur les lymphocytes de récepteurs (Ig membranaires ...) de spécificités variées : chaque lymphocyte possède des récepteurs complémentaires d'un déterminant antigénique donné, cette reconnaissance est le point de départ d'une multiplication et d'une différenciation des lymphocytes Certains lymphocytes B (Ig) sont transformés en plasmocytes qui secrètent des anticorps, ou immunoglobulines circulantes. Les lymphocytes B sont les acteurs de la réponse à médiation humorale. II a chaque déterminant antigénique correspond un groupe d'anticorps spécifiques, II chaque lymphocyte B ne peut sécréter qu'un type d'anticorps détermine, l'un anti corps est une protéine spécifique -, il possède une extrémité de reconnaissance et de

fixation d'un antigène donne pénétrant sa neutralisation sous forme d'un complexe enlun. il possède une extrémité effectrice permettant la lyse ou la phagocytose de l'antigène fixe. Les lymphocytes T issus d'une multiplication et d'une différenciation sont les acteurs de la réponse à médiation cellulaire. les lymphocytes T ne secrètent pas d'anticorps, mais possèdent des récepteurs membranaires spécifiques, différents de ceux des cellules B, certains lymphocytes (L.T. cytotoxiques) reconnaissent spécifiquement les anti gènes cellulaires et lysent les cellules qui les portent d'autres lymphocytes T interviennent -- dans les mécanismes régulateurs de la réponse immunitaire (amplification, suppression ... ) par des signaux chimiques La différenciation des lymphocytes B et T aboutit aussi a des cellules B et T a mémoire, a Vie longue, intervenant rapidement 10rs d'une réinfection (réponse secondaire).

#### TOUS LES ACTEURS DE LA REPONSE IMMUNITAIRE COOPERENT DE FACON INDISSOCIABLE.

Le macrophage présente le déterminant antigénique. Cette présentation est un signal activateur pour le lymphocyte. Des lymphocytes T activent des lymphocytes B, T et des macrophages par la sécrétion de facteurs humoraux qui sont eux aussi des signaux. D'autres lymphocytes T freinent ou arrêtent la réponse immunitaire par d'autres facteurs humoraux. La réponse immunitaire est ainsi régulée.

#### DYSFONCTIONNEMENT DU SYSTEME IMMUNITAIRE

Les réactions auto-immunes : les molécules très variées présentes dans un organisme, expression du génome de l'individu, ne sont normalement pas susceptibles de déclencher des réactions immunitaires : elles font partie du soi.

L'allergie : les manifestations allergiques sont des réactions variées de l'organisme (urticair, asthme, trachéite, conjonctivite ..... ) en réponse à des agents très divers (acariens, pollens, venins d'insectes, produits chimiques....). Beaucoup de ces réactions sont la conséquence d'un processus inflammatoire, caractérisé par une vasodilatation, un œdème, un afflux de phagocytes. L'inflammation est déclenchée par la production locale de substances actives, telles l'histamine. L'allergie correspond à un état d'hypersensibilité immunitaire. Elle illustre, comme l'auto-immunité, un dysfonctionnement du système immunitaire « par excès », opposable aux maladies par immunodéficience (SIDA....)

Le SIDA : le virus VIH, responsable du SIDA, peut infecter certaines cellules de l'organisme : cellules nerveuses, cellules intestinales, cellules du système immunitaire....

-La destruction des lymphocytes T auxiliaires (Th) par le virus VIH supprime la nécessaire coopération entre les acteurs cellulaires du système immunitaire.

-L'affaiblissement progressif du système immunitaire permet le développement de diverses infections, dites opportunistes.

# SITUATION D'APPRENTISSAGE N° 3

## 1 LA TRANSMISSION DES MESSAGES DANS L'ORGANISME

### 1-ELEMENTS DE PLANIFICATION

#### 1.1. Contenus de formation

##### 1.1.1. Compétences

- **Compétence transdisciplinaire n°4 :**

Pratiquer de saines habitudes de vie sur les plans de la santé, de la sexualité et de la sécurité.

- **Compétence disciplinaire n°1 :**

Elaborer une explication à des faits et des phénomènes naturels en mettant en œuvre les modes de raisonnement propres aux Sciences de la Vie et de la Terre.

- **Compétence disciplinaire n°2 :**

Apprécier les apports des Sciences de la Vie et de la Terre à la compréhension du monde et à l'amélioration des conditions de Vie de l'humanité.

- **Compétence transversale n°1 :** Exploiter l'information disponible

- **Compétence transversale n°5 :** Gérer ses apprentissages ou un travail à accomplir

- **Compétence transversale n°6 :** Travailler en coopération

- **Compétence transversale n°8 :** Communiquer de façon précise et appropriée

##### 1.1.2. Connaissances notionnelles et techniques : voir le référentiel de connaissances exigibles

#### 1.2. Stratégies d'enseignements/apprentissage :

Travail individuel, travail en groupe, travail collectif, recherche documentaire, résolution de problème, expérimentations constitution de dossier.

#### 1.3. Durée : 7 semaines

#### 1.4. Critères d'évaluation

- Pertinence de la démarche d'élaboration de l'explication

- Pertinence des stratégies mises en œuvre

- Présentation correcte de la production

#### 1.5. Matériel : voir progression suggérée : (voir guide) et / ou choisis par l'enseignant (e)

#### 1.6. Documents de référence suggérés : au choix de l'enseignant (e)

## 1- INFORMATIONS ET COMMENTAIRES

Les centres nerveux, localisés à différents étages du système nerveux central, médullaire, sous-cortical, cérébral, reçoivent un flux ininterrompu d'informations afférentes sensorielles; ils maintiennent en permanence la posture érigée de notre corps et, par l'intermédiaire de réactions appropriées, permettent la coordination et la précision de nos mouvements.

L'étude de la communication nerveuse dans l'organisme sera abordée à partir d'un exemple, le réflexe d'étirement ou réflexe myotatique, un des réflexes les plus importants au point de vue fonctionnel, au plan structural simple, car monosynaptique.

On envisagera l'origine des messages nerveux sensoriels au niveau des fuseaux neuromusculaires et des organes neuro-tendineux de Golgi, l'existence de voies nerveuses afférentes et efférentes, de centres nerveux et d'effecteurs, les fibres musculaires striées. Cet arc réflexe simple présente des mécanismes de réglage et de contrôle: on abordera ainsi le fonctionnement de la double boucle de régulation, l'existence de dispositifs inhibiteurs, l'intégration des messages excitateurs ou inhibiteurs au niveau des motoneurons. La notion d'innervation réciproque des muscles antagonistes sera précisée.

L'élaboration du message nerveux au niveau du récepteur sensoriel sera expliquée. Le déclenchement du potentiel d'action, la nature du message nerveux et ses caractéristiques, interprétation ionique du potentiel d'action, la conduction : vitesse, mesure et variation de la propagation, le mode de propagation et le mécanisme seront étudiés expérimentalement en utilisant les moyens modernes d'investigation, et expliqués. Une étude pratique de l'organisation du système nerveux central et des supports cytologiques sera réalisée.

L'étude fonctionnelle de la synapse neuro-musculaire, exemple de synapse à transmission chimique, des mécanismes de la transmission du message nerveux, du potentiel nouveau qui apparaît au moment de la transmission des médiateurs, permettra de préciser la relation sensorimotrice et la commande musculaire, conséquence de l'excitation.

### L'activité cérébrale

L'étude de l'activité cérébrale est destinée à illustrer et à expliquer certains aspects de l'activité encéphalique en relation avec la motricité dirigée. Elle sera l'occasion de mettre en relation l'information sensorielle afférente et la commande motrice, de donner à la communication verticale un support anatomique et de situer les voies ascendantes et descendantes ainsi que leurs relais synaptiques.

On partira de l'analyse d'un premier exemple, telle le comportement gestuel. Il s'agit de décomposer les mécanismes neuro-physiologiques qui conduisent au maintien des angulations des leviers osseux dans certaines postures caractéristiques, de donner une idée d'une hiérarchie du fonctionnement des centres du névraxe. Le mouvement segmentaire choisi vient se superposer à l'activité posturale statique par convergence des voies nerveuses descendantes sur les motoneurons, avec modification de l'activité posturale de base. A la phase initiale de déclenchement sous-cortical et cérébelleux succède une phase réflexe lente d'ajustement sensori-moteur, information extéro-et proprioceptive donnant au mouvement sa direction, son amplitude et sa vitesse. L'affinement terminal du mouvement implique une prépondérance du cortex et des afférences somesthésiques ou spécialisées : vision, audition ...

Les études de vigilance et du rythme veille sommeil sera l'occasion d'élargir le sujet. Des données sur l'existence de connexions entre le système limbique et l'hypothalamus seront apportées ; on ne limitera pas au cortex cérébral, et l'importance du tronc cérébral, élément central du contrôle du

sommeil et de la veille, sera signalée. On soulignera le rôle de la formation réticulée. La présence de quelques électroencéphalogrammes permettra d'illustrer cette étude.

Des connaissances sur des aspects biochimiques du fonctionnement du cerveau, dues au développement considérable des neurosciences, enrichiront l'étude. On signalera ainsi l'existence de synapses centrales, excitatrices ou inhibitrices, l'importance et la variété des neurotransmetteurs, les synapses étant des sites modifiables de transmission et de contrôle, particulièrement sensibles aux drogues et aux substances chimiques.

Quelques autres aspects du fonctionnement encéphalique seront découverts à l'occasion de l'étude des mécanismes régulateurs de la pression artérielle.

Des précisions sur l'organisation de l'encéphale et du tronc cérébral et l'histologie fonctionnelle du cortex, enrichiront la connaissance du système nerveux central. Le sujet sera illustré par les apports des techniques d'investigation médicale.

L'étude des apprentissages, du conditionnement, ainsi que celle du langage, de la mémoire ne sont pas au programme.

Ces messages nerveux constituent les premiers modes de relation entre les organes. L'information y est transmise directement et rapidement par l'intermédiaire de voies spécialisées : les nerfs. Il existe dans l'organisme un autre moyen de communiquer, découvert en 1902 par deux physiologistes anglais, à l'issue de travaux sur la digestion.

A partir de l'analyse de faits d'observation et d'expérience historique, on étudiera les conditions de la découverte de la notion de sécrétion interne et de l'identification de la première sécrétion de nature hormonale.

Sans trop anticiper sur notre étude, disons que les hormones sont des substances chimiques capables de transmettre une information par la voie sanguine. Une science nouvelle est née, l'endocrinologie, dont les premiers travaux mettent en évidence l'existence de glandes spéciales dans la sécrétion des hormones, comme la glande thyroïde ou l'hypophyse. Mais les études les plus récentes ont montré que de nombreux organes, qui ont par ailleurs une fonction bien déterminée (comme les gonades) élaborent aussi des hormones. Ce type de communication est donc assez général et dans cette SA, l'élève de terminale D étudiera plusieurs exemples d'actions hormonales, qui lui permettront de dégager les caractères spécifiques des messages hormonaux par rapport aux messages nerveux.

Libération dans le milieu intérieur (sécrétion interne), en quantité variable, sous l'effet d'un stimulus provoquant un accroissement de perméabilité cellulaire, d'hormone éventuellement stockée depuis sa production; transport à distance par voie humorale de l'hormone, messenger chimique; action de celle-ci limitée à des cellules-cibles possédant des molécules réceptrices spécifiques; liaison thermo-récepteur, aboutissant, à travers une chaîne de réactions non étudiée, à un changement de l'équipement enzymatique et du métabolisme de la cellule. On distinguera le message hormonal du messenger, l'hormone.

Les données morphologiques et cytologiques sur le cycle ovarien ont été envisagées à propos de la gamétogenèse. Les constatations physiologiques sur le déroulement des cycles et leur interruption cas de gestation, introduites ici, conduiront à s'interroger sur les mécanismes et les supports impliqués dans la régulation. Leur élucidation, au niveau de l'hypothalamus, s'appuiera sur des démarches expérimentales. L'intervention de facteurs externes chez certains Mammifères sera brièvement abordée, celle de facteurs émotionnels chez la femme seulement mentionnée.

Abordée après l'étude de la régulation des cycles sexuels chez la femme, celle de la régulation du taux des hormones sexuelles mâles donnera lieu à des exercices d'application ou d'évaluation

formative. La réponse peut également être envisagée.

Les mécanismes des sécrétions hormonales illustrent bien la communication entre organes et cellules, et permettront à l'élève de terminale D, d'enrichir les notions de rétrocontrôle et de régulation.

Le sujet fournira l'occasion aux élèves de réaliser des schémas de synthèse fonctionnels, résumant les éléments les plus importants de cette régulation, et d'enrichir ainsi l'étude de l'importance des variétés, des modalités et mécanismes contribuant au maintien de l'intégrité de l'organisme.

### **Intégration des messages nerveux et hormonal**

Le mécanisme neuro-hormonal de la sécrétion lactée et de son entretien sera envisagé pour expliquer le déterminisme de la lactation. Les aspects physiologiques et histologiques de la sécrétion du lait ne seront pas étudiés.

### **Les réactions émotionnelles**

Les réactions de l'organisme face aux changements de l'environnement ou aux situations de traumatisme psychique ou physique ou d'agression émotionnelle pourront être abordées par l'étude d'un exemple de comportement d'agression, à partir de phénomènes observables.

L'analyse des stimuli physiques et psychosociologiques, le rôle des structures nerveuses concernées dans les réactions émotionnelles seront envisagés. On étudiera en particulier le rôle de l'hypothalamus, contrôlant les comportements de défense et celui du système limbique qui lui est étroitement associé au point de vue anatomique et fonctionnel, et qui est le support des comportements, et surtout du contrôle des émotions. On précisera leur situation, leur structure, l'importance des relations hypothalamus-tronc cérébral-système limbique, ainsi qu'avec le cortex cérébral, essentiellement le lobe frontal.

Le système endocrine joue un rôle important dans ces réactions. On limitera l'étude à la commande hypophysaire des glandes surrénales et à sa régulation, ainsi qu'aux modifications de l'organisme pour faire face aux agressions, troubles physiologiques et du comportement. Une synthèse de l'ensemble des interventions permettra de montrer l'action intégrée des deux systèmes.

**3- PROGRESSION SUGGEREE**

	<b>Contenu</b>	<b>Durée</b>	<b>Matériel</b>
<b>Activités 1 et 2</b>	Mise en situation	2 heures	- Situation possible de départ - Consignes - Dictionnaire
<b>Activité 3</b>	Collecte de données par observation, expérimentation et exploitation de documents pour élaborer une explication à la question : « Quel est le rôle du réflexe myotatique dans le maintien de la posture ? »	3h + 2h	Documents mettant en évidence l'intervention d'un réflexe, le réflexe myotatique dans la posture (assis, debout..) -Documents mettant en évidence la coordination de l'activité des muscles antagonistes -Documents informatifs sur le réflexe myotatique : un exemple de motricité involontaire -Documents fournissant des faits d'observations et des données expérimentales mettant en évidence les organes impliqués dans l'accomplissement du réflexe myotatique -Document fournissant des données sur les supports histologiques du message nerveux dans le réflexe myotatique
<b>Activité 4</b>	Collecte de données par observation, expérimentation et exploitation de documents pour construire une réponse à la question : « Que sait-on de la genèse, de la nature, de la conduction et des mécanismes de transmission des messages nerveux ? »	3h + 2h	-Document sur la genèse des messages au niveau des récepteurs -Documents informatifs sur les traitements de message nerveux par les centres nerveux -Document informatifs sur la notion de PA et les conditions de son enregistrement -Document fournissant des données sur la conduction des messages nerveux liée aux caractéristiques des fibres impliquées -Documents fournissant des données expérimentales sur la transmission synaptique.
<b>Activité 5</b>	Structuration des acquis des activités précédentes	1heures	
<b>Activité 6</b>	Collecte de données par exploitation de documents pour construire une réponse à la question : « Comment les réflexes participent-ils à l'intégration de l'organisme à son milieu de vie ? »	3h + 2h	-Document fournissant des données sur les mécanismes réflexes de l'activité cardiaque -Documents sur différents types de réflexes et les caractères généraux des réflexes
<b>Activité 7</b>	Collecte de données par observation, expérimentation et exploitation de documents pour élaborer une explication à la question : « Que sait-on des mécanismes mis en jeu dans une situation volontaire et des autres manifestations de l'activité cérébrale? »	3h	-Documents relatifs à la commande et au contrôle des mouvements -Documents informatifs sur les autres aspects de l'activité cérébrale -Document sur le rôle intégrateur des centres nerveux -Documents informatifs sur les neurotransmetteurs et leurs actions sur la transmission synaptique

			-Documents informatifs sur les états de vigilance et du rythme veille-sommeil
<b>Activité 8</b>	Structuration et intégration des acquis pour élaborer une explication à la communication nerveuse au sein de l'organisme	2 heures	
<b>Activité 9</b>	Collecte de données par observation, expérimentation et exploitation de documents pour construire une réponse à la question : « Quelles sont les caractéristiques de la communication hormonale et son rôle dans le fonctionnement de l'organisme? »	3h	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Document expérimentaux et faits d'observation résumant les caractéristiques de la communication hormonale</li> <li>- Document expérimentaux et faits d'observation démontrant les rôles de certaines hormones dans le fonctionnement de l'organisme</li> <li>- Documents informatifs sur la régulation de la sécrétion des hormones sexuelles</li> <li>- Documents informatifs sur la notion d'hormones : découverte, définition, propriétés générales</li> </ul>
<b>Activité 10</b>	Collecte de données par exploitation de documents pour élaborer une explication à la question : « que sait-on des relations entre communication nerveuse et communication hormonale ? »	3 h	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Données expérimentales et faits d'observation démontrant le mécanisme neuro-hormonal de la sécrétion lactée et de son maintien</li> <li>- Divers documents de synthèse sur les régulations neuro-hormonales et la notion d'unité physiologique de l'organisme</li> </ul>
<b>Activité 11</b>	Structuration et intégration des acquis de toutes les activités pour élaborer une explication à la problématique d'ordre scientifique initiale	1h	
<b>Activité 12</b>	Hétéro-évaluation proposée aux élèves	2 h	-Questionnaire d'auto-évaluation polycopié ou noté au tableau Clé de correction et barème
<b>Activité 13</b>	Objectivation des savoirs construits et de la démarche suivie	1heure	
<b>Activité 14</b>	réinvestissement	2 h	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Etude de cas n° 5</li> <li>-Documents informatifs sur les régulations nerveuses, hormonales et neuro-hormonales</li> <li>-Documents informatifs sur le déterminisme des réactions émotionnelles</li> </ul>

\* Les prévisions de temps de travail proposées dans la présente progression suggérée ne tiennent pas compte des éventuels travaux de maison à effectuer par les élèves soit individuellement, soit en groupe.

## 4-DEROULEMENT

Situation possible de Départ

### Etude de cas N° 1

Cette personne a posé par mégarde son pied sur un objet pointu. Avant même d'avoir pris conscience de ce qui lui arrive, elle retire immédiatement le pied par une flexion de la jambe.

### Etude de cas N° 2

#### Situation de « penalty » sur un terrain de football.

La balle est posée au point de « penalty ». Le gardien de but, au milieu de sa cage fixe le joueur en face; ce dernier a les pieds joints à trois ou quatre pas de la balle en attendant le signal de l'arbitre. Va-t-il tirer à gauche ou à droite? Je ne peux le prévoir. Dans tous les cas, ma décision est prise: je plonge vers la droite.

### Etude de cas N° 3

Tenir debout: une attitude corporelle banale mais intrigante quand on y réfléchit.

«La posture dressée, caractéristique des bipèdes n'est pas une position d'équilibre physique. La pesanteur tend à faire basculer le tronc, qui est articulé avec les cuisses au niveau du bassin, à faire fléchir les cuisses articulées avec les jambes, et les jambes, articulées avec les pieds au niveau des chevilles. Cette posture met donc en jeu des muscles dont l'action empêche ces mouvements de bascule ou de fléchissement. D'autre part, la tête est mobile par rapport au tronc et son centre de gravité est situé en avant de la verticale passant par l'articulation du crâne avec la colonne vertébrale. La pesanteur tend donc à faire tomber la tête vers l'avant, appuyant le menton sur la poitrine. Si la tête ne tombe pas, c'est parce qu'à l'action de la pesanteur s'oppose celle des muscles de la nuque. Ces muscles sont insérés à l'arrière du crâne et sur les vertèbres du cou et du dos ; ils exercent une force antagoniste de la pesanteur qui tire la tête en arrière».

*(D'après A. Gribenski et J. Caston, La posture et l'équilibration, PUF).*

### Etude de cas N° 4

Une interrogation sur le déterminisme des règles chez la femme.

Une fois par mois, la femme (de la puberté à la ménopause) vit le phénomène des règles ; sauf si elle est enceinte.

Tout se passe comme si, chaque mois, et selon une périodicité fixe, un certain message parvenait à l'utérus et dont la réponse physiologique est cette petite hémorragie naturelle connue sous le nom de règles.

Quand la femme est enceinte, plus de message reçu et plus de règles.

De quelle nature est ce message et quelle en est l'origine ?

### Etude de cas N° 5

Quand l'émotion vous prend: témoignage d'une candidate d'examen oral. «A mesure que mon tour d'être interrogée s'approchait, j'avais de plus en plus peur. Je n'avais révisé ni le chapitre sur le cœur ni celui sur l'œil et la vision. De plus, le Monsieur qui devait m'interroger me paraissait bien terrifiant par sa manière de crier sur les candidats ou de se moquer de leur ignorance. Ce fut mon tour; le Monsieur venait de m'appeler par mon numéro. J'ai réussi à me lever pour aller m'asseoir en face de celui que je voyais comme un bourreau.

Mais une fois assise, je ne comprenais plus rien à ce qui se passait dans mon corps: mon cœur battait à me rompre la poitrine; j'avais la bouche sèche et une forte envie de boire; je ne sentais plus mes jambes sous mon corps, une sueur froide me coulait dans le dos et sur les jambes; mes mains se sont mises à trembler quand l'examineur me demanda de tirer un sujet.

S'apercevant de mes troubles, l'examineur me mit à l'aise en me disant:

« Mademoiselle, calmez-vous; je ne suis pas un bourreau. Voici une liste de cinq questions... Allez-vous asseoir à côté puis quand vous aurez repris vos esprits, vous viendrez répondre à la question de votre choix ».

Le reste se passa très bien ; mais au moment de me lever pour retourner à ma place, je me rendis compte que je venais même d'avoir eu mes menstrues sous l'effet de la forte émotion ».

Témoignage recueilli et transcrit par Rémy GUEDEGEBE (Examineur du jour)

**Tâche**

Elaborer une explication aux problématiques soulevées par les faits de la situation de départ.

**Procédure**

- Exprimer sa perception et / ou ses interrogations sur les faits évoqués par la situation de départ ;
- Construire des réponses aux questions soulevées par la situation de départ en utilisant l'observation, l'expérimentation ou l'exploitation des documents
- Structurer ses acquis en utilisant les concepts et le vocabulaire adéquats
- Utiliser les connaissances construites pour porter une appréciation sur les conséquences du stress sur la santé de l'homme ; une appréciation sur les conséquences d'une perturbation du fonctionnement synaptique sur le comportement d'un individu.

**5- CHEMINEMENT**

<b>M</b>	<b>■ EXPRIMER SA PERCEPTION</b>
	<p><b>Activité 1 :</b>  <b>Les élèves échangent entre eux leurs représentations et interrogations sur les faits évoqués par la situation de départ.</b></p> <p>A cette occasion ils ou elles s'exercent à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- exprimer chacun et chacune sa perception des faits évoqués</li> <li>- établir des relations entre les faits évoqués et leurs acquis antérieurs</li> <li>-échanger sur leurs perceptions</li> </ul> <p>L'enseignant (e) aide et encourage les apprenants à s'exprimer tout en étant attentif ou attentive aux idées et opinions qui pourraient lui servir d'appui pour créer un conflit cognitif à leur niveau.</p>
<b>I</b>	<b>■ CIRCONSCRIRE L'OBJET D'ETUDE</b>
	<p><b>Activité 2 :</b>  <b>Les élèves passent de leurs représentations à la formulation d'une problématique.</b></p> <p>A cette occasion, les élèves s'exercent à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- confronter leurs représentations ;</li> <li>- relever les éventuels points de divergence ;</li> <li>- formuler des questions de recherche issues de l'analyse précédente.</li> </ul> <p>L'enseignant (e) fait un bref commentaire des idées exprimées puis s'appuie sur les éventuelles contradictions pour expliquer l'intérêt de développer de nouveaux apprentissages sur le thème.</p> <p>Une discussion collective sur les différentes idées en présence conduit, à la formulation d'un certain nombre de questions précises et dignes d'intérêt auxquelles il faut construire des réponses.  Par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comment le maintien de la posture est assuré ou comment l'activité musculaire participe-t-elle au maintien de la posture ?</li> <li>- Que sait-on de la genèse, de la nature et des mécanismes de transmission des messages nerveux ?</li> <li>- Que sait-on des mécanismes en jeu dans une situation de motricité volontaire et des autres manifestations de l'activité cérébrale ?</li> <li>- Quelles sont les caractéristiques de la communication hormonale et son rôle dans le fonctionnement de l'organisme ?</li> <li>- Quel est le déterminisme des règles chez la femme ?</li> <li>- Quelle est la signification des émotions dans le fonctionnement de l'organisme ?</li> <li>- Par quels mécanismes s'explique le stress ?</li> </ul>
<b>S</b>	<b>■ COLLECTER DES INFORMATIONS PAR OBSERVATION, EXPERIMENTATION ET/OU RECHERCHE DOCUMENTAIRE POUR REpondre A UNE QUESTION DE LA PROBLEMATIQUE</b>
	<p><b>Activité 3 :</b>  <b>Les apprenants exploitent des informations de divers documents pour construire une réponse à la question : « Comment l'activité musculaire participe-t-elle au maintien de la posture ? ».</b></p>
<b>E</b>	
<b>N</b>	
<b>S</b>	
<b>I</b>	
<b>T</b>	
<b>U</b>	
<b>A</b>	
<b>T</b>	
<b>I</b>	
<b>O</b>	
<b>N</b>	
<b>R</b>	
<b>E</b>	
<b>A</b>	



S  
A  
T  
I  
O  
N  
  
R  
E  
A  
L  
I  
S  
A  
T  
I  
O  
N

L'exploitation didactique des productions conduit à la formulation des notions suivantes :

- les différentes parties du corps, mobiles les unes par rapport aux autres, peuvent être dans une position bien définie : c'est la posture
  - le tonus musculaire, état permanent de contraction des muscles, ne produit aucun mouvement, il est nécessaire au maintien de la posture
  - le réflexe myotatique est la contraction d'un muscle en réponse à son propre étirement
  - les muscles squelettiques étant constamment étirés par l'action de la pesanteur, le réflexe myotatique se produit donc en permanence, il est une composante essentielle du tonus musculaire
  - les réflexes achilléen ou rotulien, déclenchés par un étirement bref, permettent de mettre en évidence le réflexe myotatique
  - les supports anatomiques impliqués dans le réflexe myotatique sont :
    - + les fuseaux neuromusculaires, capteur du stimulus
    - + les nerfs constitués de fibres nerveuses qui assurent la transmission d'un message nerveux, des récepteurs au centre nerveux : le message nerveux afférent
    - + un centre nerveux, la moelle épinière qui reçoit le message nerveux afférent transforme en message nerveux efférent
    - + les nerfs constitués de fibres nerveuses qui assurent la conduction d'un message nerveux du centre nerveux aux effecteurs : le message efférent
    - + les fibres musculaires extrafusales contractiles, effecteurs du mouvement ;
  - Dans le réflexe myotatique interviennent deux types de neurones : des neurones afférents et des neurones efférents
  - Le support neuronique du réflexe myotatique ou arc réflexe myotatique est une chaîne de deux neurones : on dit que ce réflexe est monosynaptique
  - Le réflexe myotatique est identique chez tous les individus d'une même espèce
  - Les messages nerveux afférents et efférents sont différents : le premier détient les caractéristiques du stimulus, le second est porteur d'ordre pour l'effecteur. Un traitement des messages nerveux afférents est effectué au niveau du corps cellulaire des motoneurones alpha. La synapse située entre le neurone sensitif et le motoneurone transmet l'information et active le motoneurone : c'est une synapse excitatrice
  - Dans le réflexe myotatique, la contraction du muscle extenseur est associée au relâchement du muscle antagoniste : il y a innervation réciproque. Cette coordination entre deux muscles suggère qu'un même message nerveux afférent, provoque une excitation des neurones moteurs alpha innervant le muscle extenseur et l'inhibition des motoneurones alpha innervant le muscle fléchisseur antagoniste.
- Cette innervation réciproque conforte l'idée d'un rôle intégrateur de la moelle épinière.

Activité 4 :

Les élèves collectent de données par observation, expérimentation et exploitation de documents pour construire une réponse à la question : « Que sait-on de l'origine et de la transmission des messages nerveux conduisant à une réaction motrice ? ou que sait-on de la genèse, de la nature et des mécanismes de transmission des messages nerveux ? ».

A cette occasion, ils ou elles s'exercent à :

- identifier des structures :
  - Structure biologique des centres nerveux

**R  
E  
A  
L  
I  
S  
A  
T  
I  
O  
N**

- Structure biologique des nerfs
- Péricaryons ou corps cellulaires des structures grises des centres nerveux
- Fibres nerveuses des substances blanches des C.N
- Fibres nerveuses des nerfs
- Synapse neuroneuronique
- Synapse neuromusculaire
- Différents neurones du tissu nerveux

- relever des propriétés :

- Excitabilité du tissu nerveux
- Conductibilité du tissu nerveux
- Polarité de la membrane plasmique des cellules nerveuses
- Propriétés du neurone concernant sa réponse à plusieurs stimulations

-relever des caractéristiques :

- Caractéristiques d'un PA pour différentes stimulations d'une fibre nerveuse
- Caractéristique d'un PA pour différentes stimulations d'un nerf
- Caractéristique d'un potentiel de repos
- Caractéristiques d'une période réfractaire absolue, relative, d'un nerf, d'une fibre nerveuse,
- Caractéristique de la répartition des ions de part et d'autre de la membrane plasmique
- Caractéristiques structurales des fibres nerveuses
- Caractéristiques d'un potentiel de récepteur
- Caractéristiques d'une synapse

- relever des analogies et des différences entre :

- Structure de la substance grise et celle de la substance blanche des CN
- Structure de la substance blanche et celle de la substance blanche des nerfs
- Fibres nerveuses à myéline et fibres nerveuses sans myéline
- Potentiel de repos et potentiel d'action
- Période réfractaire absolue et période réfractaire relative d'une fibre nerveuse, d'un nerf
- Mode de progression du message nerveux dans une fibre à myéline et dans une fibre sans myéline
- Organisation morphologique d'une synapse neuroneuronique et celle d'une synapse neuromusculaire

- relever des faits relatifs :

- A la dégénérescence et à la régénération nerveuse
- A la mérotomie
- Aux observations médicales dans le cas de la poliomyélite
- Aux observations embryologiques (transformation progressive d'une cellule embryonnaire en une cellule nerveuse)
- Au non fonctionnement d'une dégénérescence aux limites d'un neurone
- Aux observations électrographiques des limites d'un neurone
- A la présence ou à l'inexistence de la névroglie

- établir des relations structure - fonction entre :

- Caractéristique structurale des fibres nerveuses et mode de conduction du message nerveux

<b>R E A L I S A T I O N</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisation morphologique d'une synapse et transmission du message nerveux d'une cellule à un autre</li> <li>• Caractéristiques de la répartition des ions de part et d'autre de la membrane (propriétés électrochimiques membranaires) et existence du message nerveux</li> </ul> <p>- relever des chronologies :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Différentes étapes caractérisant la genèse d'un message au niveau d'un récepteur</li> <li>• Différentes phases d'un potentiel d'action</li> <li>• Différentes phases de la transmission synaptique</li> </ul> <p>- établir des relations de causes à effet entre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unidirectionnalité de la propagation des messages nerveux et existence d'une période réfractaire</li> <li>• Intensité de stimulation et apparition d'un PA</li> <li>• Ions <math>Ca^{2+}</math> et transmission synaptique</li> <li>• Transport des ions <math>Na^+</math> et <math>K^+</math> et (allure d'un PA) différentes phases d'un PA</li> </ul> <p>- effectuer une synthèse sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les mécanismes membranaires de la genèse du potentiel de repos</li> <li>• Les modifications de la polarité membranaire à l'origine d'un PA</li> <li>• La nature du PA ou message nerveux</li> <li>• Le déterminisme du déclenchement d'un PA</li> <li>• Le mode de propagation du message nerveux</li> <li>• Les conditions de la genèse d'un message nerveux au niveau d'un récepteur sensoriel</li> <li>• Les mécanismes de la transmission synaptique</li> </ul> <p>- communiquer par l'entremise de phrases écrites, de symboles, de graphiques ... les acquis en :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisant le schéma d'un neurone</li> <li>• Représentant les mécanismes de propagation du message nerveux par schémas clairs et annotés.</li> </ul> <p>L'enseignant ou l'enseignante introduit une discussion sur la question en étude, propose aux élèves des supports documentaires accompagnées de consignes d'exploitation. Il ou elle aide les élèves à progresser par étapes dans leur démarche de recherche ; il ou elle les soutient dans leurs apprentissages, par des reformulations, des appels à une mobilisation de leurs connaissances antérieures. L'exploitation didactique collective des productions individuelles conduit à la formulation des notions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le système nerveux cérébrospinal comprend :</li> </ul>
<b>R E A L</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ l'encéphale, logé dans la boîte crânienne</li> <li>+ la moelle épinière, logée dans le canal rachidien à l'intérieur de la colonne vertébrale</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encéphale et moelle épinière constituent les centres nerveux</li> <li>• De l'encéphale partent des nerfs crâniens, et de la moelle épinière des nerfs rachidiens</li> <li>• Le tissu nerveux est constitué de deux substances : la substance grise et la substance blanche</li> <li>• La substance grise des centres nerveux est essentiellement constituée de corps cellulaires ou péricaryons</li> <li>• La substance blanche des centres nerveux est essentiellement constituée de fibres</li> </ul>

**I  
S  
A  
T  
I  
O  
N  
  
R  
E  
A  
L  
I  
S  
A  
T  
I  
O**

<p>nerveuses</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les nerfs sont essentiellement constitués de fibres nerveuses</li> <li>• Il existe deux types de fibres nerveuses :</li> </ul> <p>+ fibres nerveuses à myéline + Fibres nerveuses sans myéline</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'ensemble</li> </ul> <p>+ corps cellulaires ou péricaryons + Axone, ou cylindraxe + arborisation terminale</p> <p>Constitue la cellule nerveuse ou neurone</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La zone de contact entre deux neurones est appelée synapse :</li> <li>• Le tissu nerveux est constitué par des neurones en contact les uns avec les autres. Entre les neurones se trouvent les cellules de la névroglie</li> <li>• En l'absence de toute stimulation, la membrane plasmique du neurone est au repos</li> </ul> <p>Cet état est caractérisé par l'existence d'une différence de potentiel transmembranaire de l'ordre de -60 à -90 mV, qui constitue le potentiel de repos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La membrane plasmique des cellules nerveuses est donc polarisée : elle est chargée positivement à l'extérieur et négativement à l'intérieur.</li> <li>• Dans toutes les cellules eucaryotes, la répartition des ions de part et d'autre de la membrane plasmique est inégale. Cette différence de concentration ionique induit un déficit de charges positives dans le milieu intracellulaire et un excès de charge positives dans le milieu extracellulaire, responsables de la genèse du potentiel de repos</li> <li>• Dans la fibre nerveuse la succession des évènements qui constituent le potentiel d'action est une séquence stéréotypée. Le caractère invariant de son amplitude, toujours maximale, et de sa durée (environ 1 ms) en font une réponse de type « tout ou rien »</li> <li>• Le potentiel d'action est une variation du potentiel de repos ou potentiel transmembranaire suite à une excitation. Il s'explique par une modification de la répartition des charges et donc des concentrations ioniques des milieux intracellulaire et extracellulaire</li> <li>• Dès lors que le potentiel transmembranaire d'une fibre égale ou dépasse - 50 mV, le seuil d'excitation de la fibre est atteint et le potentiel d'action naît</li> <li>• Le potentiel d'action est caractérisé par une séquence stéréotypée : dépolarisation, inversion de polarisation, repolarisation de la membrane. Cette modification du potentiel de membrane correspond à une inversion de la polarité membranaire, le milieu intracellulaire devenant positif par rapport à l'extérieur</li> <li>• Etc.</li> </ul> <p>Activité 5 : Structuration des acquis des activités précédentes Les élèves font le transfert et appliquent les acquis des activités précédentes dans l'étude des caractères des réflexes. L'enseignant ou l'enseignante fait rappeler aux élèves :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le travail à accomplir</li> <li>- les consignes et les directives de travail</li> </ul> <p>il ou elle organise et dirige une plénière au cours de laquelle l'ensemble de la classe écoute les productions de quelques élèves</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suscite des échanges sur ces productions</li> <li>• Propose des améliorations</li> </ul> <p>Les rétroactions sur les résultats des élèves par rapport à cette situation d'application et</p>
--

# N R E A L I S A T I O N

de transfert des acquis des activités précédentes conduisent aux idées suivantes :

- Les réflexes sont des réactions à des stimuli provenant de l'environnement ou de l'intérieur de l'organisme. Ces réactions sont coordonnées grâce au fonctionnement des centres nerveux
- Les réflexes sont utiles à l'organisme et tendent à placer celui-ci dans les meilleures conditions de vie
- Les réflexes sont adaptés à un but :

+ les battements cardiaques ou bien encore les mouvements respiratoires sont ainsi adaptés aux besoins de l'individu ;  
 +le réflexe salivaire est utile à l'organisme et adapté à ses besoins. Il est fondamental pour la santé des dents et de la santé buccale  
 +etc.

- Les réflexes qu'ils soient moteurs ou sécrétoires, sont des réactions coordonnées et utiles à l'organisme. Ils sont très nombreux ; leurs mécanismes, très variés
- Les réflexes peuvent être classés selon :

+ la nature de l'effecteur, muscle ou glande : on parle de réflexe moteur ou réflexe sécrétoires  
 +le centre nerveux qui intervient : ce sont les réflexes médullaires, bulbaires et centraux  
 +le but du réflexe ou son rôle pour l'organisme : il peut s'agir d'un réflexe de déglutition, de flexion, ...  
 +le lieu de réception du stimulus à l'origine du réflexe :

- les réflexes extéroceptifs ou réflexes de la vie de relation. Les stimuli extérieurs à l'organisme sont captés par des récepteurs sensoriels situés à la surface du corps,
- les réflexes intéroceptifs ; les informations proviennent des viscères, et les réflexes qui en résultent sont appelés réflexes de la vie de nutrition,
- les réflexes proprioceptifs : les stimuli à l'origine de ces réflexes sont reçus dans les muscles et leurs annexes ainsi que dans les organes d'équilibration situés dans l'oreille interne ;
- les réflexes extéroceptifs comme les réflexes proprioceptifs participent à la vie de relations de l'organisme
- les mécanismes réflexes mis en jeu par différents facteurs physiologiques, notamment la pression sanguine et la teneur en oxygène du sang, permettent de régler de façon précise l'activité du cœur, de l'adapter à tout moment aux besoins de l'individu

Cette activité sera une occasion pour l'enseignant ou l'enseignante d'entraîner ses élèves à gérer leurs apprentissages et à développer les habiletés suivantes par eux-mêmes :

- Garder en mémoire la question en étude
- Analyser les données expérimentales fournies par rapport à la question en étude
- Distinguer les résultats d'une expérience des conclusions (ou inférences) qu'on tire
- Mettre en relation différents résultats obtenus dans des conditions différentes et dégager des constantes
- Développer les sens de la rigueur et de la précision lors de la formulation des inférences
- S'approprier le vocabulaire technique relatif au sujet d'étude
- Formuler de nouvelles questions ou reformuler leurs questions initiales en prenant appui sur les nouveaux savoirs construits.

Cette activité participe à une évaluation formative et pourra faire objet de devoir de

**R  
E  
A  
L  
I  
S  
A  
T  
I  
O  
N  
  
R  
E  
A**

maison.

**Activité 6 :**

Les élèves collectent de données par observation, expérimentation et exploitation de documents pour construire une réponse à la question : « Comment les réflexes participent-ils à l'intégration de l'organisme à son environnement ? ».

A cette occasion, ils ou elles s'exercent à :

- relever des faits sur :

- Le fonctionnement normal du cœur
- La pression artérielle
- La modification de l'activité cardiaque au cours d'un changement de position
- L'influence de la pression sanguine sur le fonctionnement du cœur
- L'influence de la teneur en oxygène du sang sur le rythme cardiaque

- relever des caractéristiques :

- Caractères adaptatifs des réflexes
- Caractères généraux des réflexes
- Caractéristiques des réflexes extéroceptifs
- Caractéristiques des réflexes intéroceptifs
- Caractéristiques des réflexes proprioceptifs

- établir des relations de cause à effet entre :

- Modification du rythme cardiaque et changement de position
- Modification du rythme cardiaque et exercice musculaire
- Modification du rythme cardiaque et intervention d'innervation motrice et d'innervation sensitive du cœur
- Modification du rythme cardiaque et mise en jeu de récepteurs sensibles à la pression

-identifier des structures :

- Récepteurs sensibles à la pression : barorécepteurs
- Récepteurs sensible à la variation du taux de CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, etc. : chémorécepteurs
- Centre nerveux cardio-modérateur ou cardio accélérateur

-effectuer une synthèse sur :

- Les caractères adaptatifs des réflexes
- Les caractères généraux des réflexes
- Les différents types de réflexes et leurs caractéristiques

-communiquer les acquis de son apprentissage par l'entremise de phrases écrites, de symboles, de graphique en construisant un paragraphe sur : « Comment les réflexes participent-ils à l'intégration de l'organisme à son milieu de vie ? ».

Aidés par les indications et consignes de travail fournies par l'enseignant ou l'enseignante, les élèves exploitent les différents documents afin de construire, par approche progressive, une réponse à la question

L'exploitation didactique des productions de groupes conduit à la formulation des idées suivantes :

- Les réflexes sont des réactions à des stimuli provenant de l'environnement ou de

<b>L</b> <b>I</b> <b>S</b> <b>A</b> <b>T</b> <b>I</b> <b>O</b> <b>N</b>  <b>R</b> <b>E</b> <b>A</b> <b>L</b> <b>I</b> <b>S</b> <b>A</b>	<p>l'intérieur de l'organisme. Ces réactions sont coordonnées grâce au fonctionnement des centres nerveux</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les réflexes sont utiles à l'organisme et tendent à placer celui-ci dans les meilleures conditions de vie</li> <li>• Les réflexes sont adaptés à un but :</li> </ul> <p>+ les battements cardiaques ou bien encore les mouvements respiratoires sont ainsi adaptés aux besoins de l'individu ;  +le réflexe salivaire est utile à l'organisme et adapté à ses besoins. Il est fondamental pour la santé des dents et de la santé buccale  +etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les réflexes qu'ils soient moteurs ou sécrétoires, sont des réactions coordonnées et utiles à l'organisme. Ils sont très nombreux ; leurs mécanismes, très variés</li> <li>• Les réflexes peuvent être classés selon :</li> </ul> <p>+ la nature de l'effecteur, muscle ou glande : on parle de réflexe moteur ou réflexe sécrétoires  +le centre nerveux qui intervient : ce sont les réflexes médullaires, bulbaires et centraux  +le but du réflexe ou son rôle pour l'organisme : il peut s'agir d'un réflexe de déglutition, de flexion, ...  +le lieu de réception du stimulus à l'origine du réflexe :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les réflexes extéroceptifs ou réflexes de la vie de relation. Les stimuli extérieurs à l'organisme sont captés par des récepteurs sensoriels situés à la surface du corps,</li> <li>- les réflexes intéroceptifs ; les informations proviennent des viscères, et les réflexes qui en résultent sont appelés réflexes de la vie de nutrition,</li> <li>- les réflexes proprioceptifs : les stimuli à l'origine de ces réflexes sont reçus dans les muscles et leurs annexes ainsi que dans les organes d'équilibration situés dans l'oreille interne ;</li> <li>• les réflexes extéroceptifs comme les réflexes proprioceptifs participent à la vie de relations de l'organisme</li> <li>• les mécanismes réflexes mis en jeu par différents facteurs physiologiques, notamment la pression sanguine et la teneur en oxygène du sang, permettent de régler de façon précise l'activité du cœur, de l'adapter à tout moment aux besoins de l'individu</li> </ul> <p><b>Activité 7 :</b>  <b>Les élèves exploitent ces faits d'observation et des documents pour construire une réponse à la question : « Que sait-on des mécanismes mis en jeu dans une situation de motricité volontaire et des autres manifestations de l'activité cérébrale ? ».</b></p> <p>A cette occasion, ils ou elles s'exercent à :</p> <p>-relever des faits d'observation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• observations cliniques portant sur le comportement d'individus nés sans cerveau</li> <li>• observation de troubles consécutifs à une lésion totale ou partielle du cerveau</li> <li>• faits relatifs à l'ablation totale ou partielle de certaines régions du cerveau</li> </ul>
--	---

<b>T I O N  R E A L I S A T I O N</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• faits relatifs à des excitations électriques portées sur des territoires précis des hémisphères cérébraux</li> <li>• faits relatifs à la motricité volontaire</li> <li>• faits relatifs au sommeil</li> <li>• faits relatifs aux neurotransmetteurs</li> </ul> <p>-identifier des structures :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• centres nerveux responsables de la motricité volontaire</li> <li>• Aires motrices</li> <li>• Aires prémotrices</li> <li>• Centre nerveux de la vigilance</li> <li>• Organes nerveux impliqués dans un mouvement volontaire</li> <li>• Zones sensibles cérébrales</li> </ul> <p>-relever des ressemblances et des différences entre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mouvement volontaire et mouvement réflexe</li> <li>• Sensations et perceptions</li> <li>• Sommeil et état de veille</li> </ul> <p>-relever des caractéristiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caractéristiques de la "conscience"</li> <li>• Caractéristiques de la "sensation"</li> <li>• Caractéristiques de l'"émotion"</li> <li>• Caractéristiques de la "vigilance"</li> <li>• Caractéristiques du "sommeil"</li> </ul> <p>-établir des relations de cause à effet entre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• -l'état de conscience et la motricité volontaire,</li> <li>• -lésions cérébrales et les troubles observés,</li> <li>• -activités cérébrales et assimilation intellectuelle d'un individu</li> <li>• -fonctionnement du cerveau et mouvement dirigé</li> </ul> <p>-établir des relations structure –fonction</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• -différentes zones du cerveau et divers aspects de la motricité volontaire,</li> <li>• -cortex cérébral et motricité volontaire.</li> </ul> <p>-effectuer une synthèse sur la base des connaissances construites.</p> <p>Communiquer les acquis sur son apprentissage par l'entremise de phrases écrites, de symboles</p> <p>L'exploitation didactique des productions des différents groupes conduit aux idées suivantes :</p>
---	---

**R  
E  
A  
L  
I  
S  
A  
T  
I  
O  
N**

La motricité dirigée se distingue de l'activité réflexe en ce qu'elle n'est inévitablement déclenchée par un stimulus mais résulte d'une intention : C'est en quelque sorte la traduction motrice de la pensée. Au cours de sa réalisation l'encéphale joue un grand rôle qui est démontré par de multiples observations médicales chez l'homme et des expérimentations chez l'animal.

La réalisation d'un mouvement intentionnel est un enchaînement complexe d'activités qui met en jeu de nombreuses structures cérébrales et nécessite une intégration permanente de diverses informations sensibles.

Des troubles moteurs associés à des lésions cérébrales ont permis de définir dans le cortex deux aires intervenant dans la commande des mouvements intentionnels : Une aire de projection motrice ou aire motrice et une aire d'association motrice.

L'activité cérébrale présente trois états de vigilances : la veille, le sommeil lent et le sommeil paradoxal.

**Activité 8 :**

**Les élèves structurent et intègrent les acquis des activités précédentes pour construire une explication à la communication nerveuse.**

A cette occasion, ils ou elles s'exercent à :

- Rappeler les connaissances notionnelles construites au cours des activités précédentes
- Sélectionner des connaissances notionnelles pertinentes au regard de la tâche de structuration à effectuer
- Faire la synthèse des informations sélectionnées en distinguant l'essentiel de l'accessoire
- Formuler clairement une explication à la question : comment la communication nerveuse participe-t-elle au fonctionnement de l'organisme ?

A cette occasion l'enseignant ou l'enseignante invite les élèves à faire un retour sur les activités auxquelles ils ou elles ont déjà construit des réponses à certaines questions de la problématique. Il ou elle les aide à rappeler les notions construites.

- Dégager l'essentiel de l'accessoire pour parvenir à la formulation des concepts ou notions essentielles sur la communication nerveuse.

**Activité 9 :**

**Les élèves exploitent les données par observation, expérimentation et exploitation de documents pour élaborer une explication à la question : « Quelles sont les caractéristiques de la communication hormonale et son rôle dans le fonctionnement de l'organisme ? ».**

A cette occasion, ils ou elles s'exercent à :

-relever des faits relatifs :

- A la découverte de la première hormone (travaux de Claude Bernard, de Bayliss et Starling ...)
- Aux modes d'action des hormones

**R**  
**E**  
**A**  
**L**  
**I**  
**S**  
**A**  
**T**  
**I**  
**O**  
**N**  
  
**R**  
**E**  
**A**

- A l'élaboration, au transport et au devenir des hormones
  - Aux phénomènes hormonaux du cycle ovarien
  - Au cycle utérin et son contrôle
  - Au contrôle de la production des hormones sexuelles
- relever des ressemblances et des différences entre :
- Structure anatomique de la gonade mâle et celle de la gonade femelle
  - Glande endocrine et glande exocrine
  - Communication nerveuse et communication hormonale
- relever des caractéristiques :
- caractéristiques de la communication hormonale
  - caractéristiques d'une hormone
  - caractéristiques d'un système de régulation
- relever des structures :
- structure histologique des gonades
  - neurones hypothalamiques
  - antéhypophyse et hypophyse postérieure, tige pituitaire
  - canal cervical
  - glandes mammaires
- établir des relations structure-fonction entre
- cellules interstitielles et sécrétion de testostérone
  - thèque interne, granulosa des follicules et sécrétion d'œstrogènes
  - corps jaune et sécrétion de progestérone
  - hypophyse et sécrétion hormones hypophysaires
  - cellules nerveuses de l'hypothalamus et sécrétion de Gn RH
  - canal cervical et sécrétion de la glaire cervicale
- établir des relations de cause à effet entre :
- fonction endocrine du testicule, les divers organes cibles de la testostérone et le complexe hypothalamo-hypophysaire
- fonction endocrine de l'ovaire, les divers organes cibles des hormones ovariennes et le complexe hypothalamo-hypophysaire
- effectuer une synthèse sur :
- la découverte de la première hormone
  - la communication hormonale et son rôle dans le fonctionnement de l'organisme
  - le fonctionnement endocrinien de chacune des glandes sexuelles
  - le fonctionnement d'un système de régulation
- communiquer les acquis par l'entremise de phrases écrites de schéma .... en construisant un schéma fonctionnel sur la régulation des fonctionnements des gonades
- Les élèves sont aidés par l'enseignant ou l'enseignante dans leur démarche par les diverses consignes de travail fournies au départ ainsi par les rétroactions, les reformulations de consignes et les indications de ressources utiles par rapport à la question en étude.
- L'exploitation didactique des productions du groupe, à la fin de la séquence conduit aux notions suivantes :
- Le fonctionnement des divers groupes cellulaires constituant les organes doit être intégré et coordonné. Ce sont les systèmes endocriniens qui assurent cette fonction. La communication humorale consiste à échanger des messagers qui

<b>L</b> <b>I</b> <b>S</b> <b>A</b> <b>T</b> <b>I</b> <b>O</b> <b>N</b>  <b>R</b> <b>E</b> <b>A</b> <b>L</b> <b>I</b> <b>S</b> <b>A</b> <b>T</b> <b>I</b>	<p>diffusent dans le milieu intérieur où baignent les cellules. Ces messagers chimiques sont des substances :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-élaborées par des cellules endocrines ou neuroendocrines ;</li> <li>-libérées dans le sang qui assurent leur distribution à des cellules cibles ;</li> <li>-déterminant au niveau de ces dernières une réponse physiologique adaptée.</li> </ul> <p>La spécificité de la réponse physiologique est due à l'existence, en surface ou dans le cytoplasme de la cellule cible de récepteurs caractéristiques du messenger hormonal. Soumise à un rétrocontrôle, la communication humorale concourt ainsi au maintien direct et permanent de la constance du milieu intérieur.</p> <p><b>Activité 10 :</b></p> <p><b>Les élèves exploitent des documents et des faits d'observations pour construire une réponse à la question : « Que sait-on des relations entre communication nerveuse et communication hormonale ? ».</b></p> <p>A cette occasion, ils ou elles s'exercent à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-relever des différences entre : <ul style="list-style-type: none"> <li>• communication hormonale et communication nerveuse</li> </ul> </li> <li>-relever des caractéristiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>• caractéristiques de la communication nerveuse</li> <li>• caractéristiques de la communication hormonale</li> <li>• etc.</li> </ul> </li> </ul> <p>L'exploitation didactique des productions des groupes ont conduit aux idées suivantes :</p> <p>Les diverses fonctions de l'organisme sont assurées par deux systèmes : nerveux et endocrinien. Par ces deux systèmes, des signaux sont transmis par voie nerveuse et humorale vers des organes effecteurs ou cellules cibles. Ils permettent le contrôle du métabolisme, dirigent le développement de l'organisme, les fonctions nécessaires à la reproduction et enfin les réponses de cet organisme face aux conditions du milieu extérieur. Dans ce contrôle, interviennent :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-des stimulations venant du monde extérieur, des facteurs psycho émotionnels et des mécanismes de rétroaction en provenance de l'organisme lui-même.</li> <li>-l'hypothalamus entant que véritable chef d'orchestre de l'organisme qui agit de façon prépondérante en connectant système nerveux et système endocrinien.</li> </ul> <p>Des boucles régulatrices existent et adaptent sans cesse la valeur d'un paramètre physiologique (variable à régler), aux besoins de l'organisme.</p> <p><b>Activité 11 : SRTUCTURATION ET INTEGRATION DES ACQUIS</b></p> <p><b>Les élèves structurent et intègrent les acquis des activités précédentes pour construire une explication à la communication nerveuse.</b></p> <p>A cette occasion, ils ou elles s'exercent à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rappeler les connaissances notionnelles construites au cours des activités précédentes</li> <li>- Sélectionner des connaissances notionnelles pertinentes au regard de la tâche de structuration effectuer</li> <li>- Faire la synthèse des informations sélectionnées en distinguant l'essentiel de l'accessoire</li> <li>- Formuler clairement une explication à la question : comment se fait la transmission de l'information à l'intérieur de l'organisme ?</li> </ul>
--	---

<b>O N</b>	<p>A cette occasion l'enseignant ou l'enseignante invite les élèves à faire un retour sur les activités auxquelles ils ou elles ont déjà construit des réponses à certaines questions de la problématique. Il ou elle les aide à rappeler les notions construites.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dégager l'essentiel de l'accessoire pour parvenir à la formulation des concepts ou notions essentielles sur la communication nerveuse, sur la communication humorale et sur la communication neurohormonale.</li> </ul> <p><b>Activité 12 :</b>  <b>Les élèves démontrent chacun ou chacune leur niveau de maîtrise des connaissances et habiletés en s'appuyant sur les situations d'hétéro-évaluation à eux/elles proposés par l'enseignant ou l'enseignante.</b></p> <p>Ils ou elles exécutent, selon le cas, des tâches complémentaires de consolidation ou d'enrichissement proposées à la suite de l'évaluation.  L'enseignant ou l'enseignante :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propose aux élèves des situations d'évaluation des apprentissages centrés explicitement, soit sur les connaissances et les techniques, soit sur les habiletés, ou, en parle sur les connaissances et les techniques et en parle sur les habiletés</li> <li>• Propose à chaque élève, selon sa situation, des tâches de consolidation ou d'enrichissement. Il ou elle fournit à chacun l'aide et l'assistance nécessaire en fonction de la tâche à exécuter.</li> </ul>
<b>R E T O U R E T P R O J E C</b>	<p><b>■ OBJECTIVER LES SAVOIR CONSTRUITS ET LES DEMARCHES UTILEES.</b></p> <p><b>Activité 13 :</b>  <b>Les élèves s'expriment chacun/chacune sur les bénéfices qu'ils ou elles ont pu tirer des diverses activités et portent une appréciation sur les démarches et stratégies utilisées.</b></p> <p>L'enseignant ou l'enseignante les aide à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- se remettre en mémoire la problématique de départ ;</li> <li>- examiner le cheminement suivi au regard de cette problématique ;</li> <li>- exprimer ce qu'il ou elle a retenu par rapport à chacune des questions de la problématique initiale ;</li> <li>- exprimer ses besoins complémentaires d'aide et/ou ces nouvelles attentes.</li> </ul> <p>L'enseignant (e) recense les besoins et attentes exprimées, en vu de leur intégration aux activités complémentaires de consolidation et d'enrichissement à proposer après la phase évaluative.</p> <p><b>■ REINVESTIR SES ACQUIS DANS DES SITUATIONS DE VIE COURANTE.</b></p> <p><b>Activité 14 :</b>  <b>Les élèves utilisent les connaissances construites à propos des communications nerveuses et hormonales pour construire une explication aux réactions émotionnelles évoquées dans la situation de départ (étude de cas n° 5).</b></p> <p>A cette occasion, ils ou elles s'exercent à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- circonscrire les divers aspects des réactions émotionnelles qui méritent</li> </ul>

<b>T I O N</b>	<p>approfondissement</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- exploiter des informations, mises à leur disposition par l'enseignant ou l'enseignante, sur le déterminisme des réactions émotionnelles</li> <li>- mettre en relation les nouveaux savoirs construits avec les données pertinentes sélectionnées pour élaborer une explication aux réactions émotionnelles (stress)</li> </ul> <p>L'enseignant ou l'enseignante ayant mis à la disposition des élèves différents documents informatifs sur le stress, les aide dans l'exploitation des documents par les directives et consignes de travail fournies au départ ainsi par les rétroactions, les reformulations de consignes et les indications de ressources documentaires utiles par rapport à la question en étude.</p>
	<p><b>L'exploitation didactique des productions de groupes en plénière, conduit aux notions suivantes :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lors d'une émotion violente, les rythmes cardiaque et respiratoires augmentent, le visage se couvre de sueur, des analyses précises montrent que dans le même temps, il y a augmentation du débit cardiaque, de la pression artérielle et du nombre des globules rouges alors que les taux de certaines substances dans le sang augmentent considérablement</li> <li>• les agressions (stimuli) qui provoquent le stress peuvent revêtir les formes les plus diverses : elles peuvent être physiologiques (émotions, peur, anxiété, contrainte sociales, conflits sentimentaux ...) physiques (blessure, hémorragie, opération chirurgicale, fortes variations de température, bruits ou lumières trop intenses ...) ou biochimiques (infections microbiennes, intoxication alimentaires, tabac, alcool, drogues ...)</li> <li>• quand notre organisme se trouve agressé par ces différents stimuli, des mesures de défense se déclenchent. Ces réactions variables dans leur forme et leur amplitude, constituent des réponses adaptées aux diverses agressions auxquelles l'organisme est confronté. Pour désigner ces modifications, on parle de « syndrome d'adaptation ou stress</li> <li>• le stress ou syndrome d'adaptation se manifeste par un « syndrome » spécifique englobant tous les changements aspécifiques survenus dans un système biologique en réaction à une agression.</li> </ul>

## REFERENTIEL DES CONNAISSANCES EXIGIBLES.

### LA COMMANDE NERVEUSE DES REACTIONS COMPORTEMENTALES

▪ Un comportement est un ensemble de réactions observables au niveau du fonctionnement d'un animal (ou de l'Homme) suite à une stimulation dont l'origine peut être soit externe soit interne à l'organisme considéré. L'ensemble des réactions constitutives d'un comportement donne est coordonné et orienté dans le sens de la survie de l'individu *et/ou* de la pérennité de l'espèce. Les réactions comportementales sont soit motrices soit sécrétoires ; Les réactions comportementales de type sécrétoire sont toujours involontaires ; les réactions comportementales de type moteur sont soit involontaires (réactions réflexes), soit volontaires (motricité volontaire) ; dans un comportement de type moteur, réactions réflexes et mouvements volontaires sont souvent imbriqués ; les réactions comportementales sont sous la dépendance du système nerveux, et parfois du système endocrinien.

### LA DIVERSITE DES REACTIONS COMPORTEMENTALES DE TYPES REFLEXES EST DUE A LA VARIETE DES ELEMENTS MIS EN JEU.

▪ La spécialisation et la localisation des récepteurs permettent la détection de stimuli variés, à l'origine des réflexes extéroceptifs, proprioceptifs et intéroceptifs. Les réflexes extéroceptifs ont leurs récepteurs situés à la surface du corps. Ces récepteurs sensoriels, appelés extérocepteurs, sont regroupés en organes des sens. Ces réflexes permettent l'adaptation des individus aux variations du milieu extérieur. Ils participent ainsi, de la naissance, à la protection de l'individu. Les réflexes proprioceptifs ont certains de leurs récepteurs situés dans les muscles et les tendons. Ces récepteurs sont appelés propriocepteurs. Ces réflexes sont responsables du maintien des attitudes et des postures. Les réflexes intéroceptifs ont leurs récepteurs situés dans les viscères. Ces récepteurs sont appelés intérocepteurs. Ces réflexes interviennent dans de nombreuses adaptations fonctionnelles.

▪ La spécialisation des organes effecteurs contribue à la diversité des réponses réflexes. Les réflexes moteurs ont pour effecteurs les muscles

squelettiques. Les réflexes sécrétoires ont des glandes pour effecteurs. Une réaction de type réflexe, quelle qu'elle soit, est sous la dépendance directe du système nerveux : certaines ont leur centre de commande dans la moelle épinière (réflexes médullaires) ; d'autres ont leur centre de commande dans l'encéphale (réflexes encéphaliques)

### LES REFLEXES METTENT EN JEU DES CIRCUITS NEURONAUX FAISANT INTERVENIR DES RECEPTEURS ET DES EFFECTEURS RELLES ENTRE EUX PAR LE SYSTEME NERVEUX CENTRES NERVEUX ET NERFS.

Les circuits neuronaux sont constitués par une succession de neurones, cellules nerveuses spécialisées.

▪ Quelles que soient leur taille et leur forme, tous les neurones présentent la même structure : un corps cellulaire, ses prolongements axone et dendrites. Chaque corps cellulaire comprend un noyau entouré de cytoplasme riche en organites. Parmi les prolongements cellulaires :

▪ L'axone est toujours unique ; son extrémité se ramifie en une arborisation terminale dont chaque élément se termine en un renflement : le bouton synaptique. L'axone donne naissance à des ramifications = les collatérales.

▪ La (ou les) dendrite(s) est (sont) le plus souvent courte(s) et très ramifiée(s).

▪ Dans les circuits neuronaux, la jonction entre deux neurones successifs est discontinue. Elle se fait par des zones de contact particulières : les synapses.

### LES REFLEXES RESULTANT DE L'ACTIVITE D'ELEMENTS SPECIALISES : RECEPTEURS, NERFS, CENTRES NERVEUX, EFFECTEURS.

▪ Les récepteurs, terminaisons dendritiques de neurones plus ou moins spécialisés, captent des stimuli spécifiques et engendrent, en direction du (ou des) centre(s) nerveux, un influx nerveux. Ce

## SVT

message nerveux est une information codée traduisant les caractéristiques et la localisation du stimulus: il s'agit d'une transduction. Un stimulus n'est efficace que s'il a atteint une intensité minimale appelée seuil d'excitabilité. Dans le cas contraire, il est dit inefficace.

- Les effecteurs sont des organes qui répondent par une réaction spécifique à un message nerveux provenant du (Ou des) centre(s).

Le délai entre l'application d'un stimulus efficace et la réponse qui en résulte est appelé temps de latence.

- Les centres nerveux - moelle épinière Et encéphale - sont formés de substance grise et de substance blanche. La substance grise contient des corps cellulaires de neurones et des cellules gliales. La substance blanche est essentiellement constituée par des fibres nerveuses. A partir de l'ensemble des messages nerveux issus des récepteurs, la substance grise des centres nerveux élabore de nouveaux messages nerveux en direction des effecteurs : Les centres nerveux ont un rôle d'intégration.

- Les nerfs assurent la conduction rapide des messages nerveux. Ils sont excitables et conducteurs. Les nerfs sensitifs à conduction centripète conduisent les influx des récepteurs aux centres nerveux. Les nerfs moteurs à conduction centrifuge conduisent les influx des centres nerveux aux effecteurs. Certains nerfs permettent une conduction centripète et une conduction centrifuge: ce sont des nerfs mixtes.

\* Les nerfs sont constitués par des faisceaux de fibres nerveuses de diamètres différents. Les fibres nerveuses et faisceaux de fibres sont séparés par du tissu conjonctif contenant des vaisseaux sanguins. Les dendrites et les axones constituent le cylindre des fibres nerveuses. Dans les nerfs, les axones et les dendrites sont toujours entourés de cellules gliales: Les cellules de Schwann, formant la gaine de Schwann. Autour de certains axones ou de certaines dendrites, les cellules de Schwann s'enroulent plusieurs fois sur elles-mêmes. Les couches concentriques ainsi formées à partir de la membrane plasmique des cellules de Schwann constituent la gaine de myéline. Celle-ci est

discontinue; elle s'interrompt au niveau d'étranglements : les nœuds de Ranvier.

- On nomme:

- fibre myélinique, une fibre nerveuse formée par un cylindre – axone ou dendrite entouré d'une gaine de myéline et d'une gaine de Schwann ;

- fibre amyélinique, une fibre nerveuse formée par un cylindre – axone ou dendrite entouré uniquement de la gaine de Schwann.

\* Sur le nerf, le message nerveux se traduit par une succession d'ondes de fréquence et d'amplitude irrégulière qui représentent les variations de potentiel consécutives à la stimulation.

\* Dans certaines conditions expérimentales, on peut visualiser le potentiel complexe du nerf sur l'écran d'un oscilloscope. Ce potentiel complexe représente sous forme d'une courbe unique, l'ensemble des variations de l'état électrique global du nerf.

\* Les variations de potentiel peuvent être recueillies par 1 ou 2 électrodes de détection = électrodes de réception, placées à la surface du nerf et conventionnellement reliées aux plaques horizontales d'un oscilloscope par l'intermédiaire d'un amplificateur. La stimulation directe du nerf se fait par 2 électrodes excitatrices reliées à un stimulateur. Les courbes obtenues sont appelées électroneurogrammes.

\* Quelle que soit sa forme, l'enregistrement obtenu traduit toujours le déplacement à vitesse constante d'une onde de dépolarisation, onde négative qui se propage à la surface du nerf à partir du point de stimulation.

La vitesse de propagation de l'influx nerveux varie en fonction de la structure des nerfs. Elle est de l'ordre de 1 à 100 ms.

Le temps mis par l'onde de dépolarisation pour aller du point de stimulation à la 1<sup>ère</sup> électrode de détection se traduit par un certain délai le temps de latence.

Sur l'enregistrement :

## SVT

- L'instant de la stimulation est marqué par une brève déviation du spot: l'artefact de stimulation.
- L'onde de dépolarisation, enregistrée sous la (ou les) électrode(s) de détection, entraîne une déviation du spot se traduisant par :
  - o une courbe monophasique, si on enregistre à l'aide d'une seule électrode de détection;
  - o une courbe diphasique, si on enregistre à l'aide de deux électrodes de détection.
- le délai entre l'instant de la stimulation et l'instant du début de la réponse est le temps de latence.
- \* L'amplitude du potentiel complexe du nerf varie en fonction de l'intensité de la stimulation.

- La stimulation directe n'entraîne de potentiel complexe que si son intensité est supérieure ou égale à une valeur minimale appelée seuil d'excitabilité; elle est alors dite efficace. L'intensité-seuil est fonction de la durée de stimulation.

- A partir de l'intensité-seuil, l'augmentation de l'intensité des stimulations entraîne une augmentation de l'amplitude du potentiel complexe jusqu'à une amplitude maximale : c'est la graduation de la réponse.

- La graduation de la réponse du nerf est due au recrutement progressif des fibres nerveuses en fonction de leur excitabilité.

\* Après sa réponse à une stimulation efficace, le nerf passe par une période d'inexcitabilité totale ou partielle : c'est la période réfractaire.

▪ Certaines réponses réflexes sont stéréotypées, donc, d'emblée, globalement prévisibles - ce sont les réflexes innés, caractéristiques de l'espèce.

LES REFLEXES INNES FONT INTERVENIR DES CIRCUIS NEURONAUX PLUS OU MOINS COMPLEXES DANS LESQUELS LES SYNAPSES SONT D'EMBLEE FONCTIONNELLES, DONNANT AINSI A CES REponses UN CARACTERE PERMANENT ET INELUCTABLE.

▪ Le réflexe de flexion est un réflexe médullaire provoqué par exemple par la stimulation de récepteurs cutanés. L'intensité de la stimulation détermine l'ampleur de la réponse.

Le mouvement de flexion observé à la suite de la stimulation cutanée résulte de la mise en jeu de chaînes neuronales constituant un arc réflexe médullaire.

Le réflexe de flexion à point de départ cutané. Il est un réflexe poly synaptique. .

Les chaînes de neurones comprennent des neurones sensitifs et des neurones moteurs reliés par des neurones d'association ou interneurons.

- Les neurones sensitifs transmettent à la moelle épinière les messages nerveux codés élaborés par leurs terminaisons dendritiques, à la suite de stimulations efficaces portées sur la peau.

• Les terminaisons dendritiques constituent 1/3 des récepteurs cutanés.

• Les corps cellulaires de ces neurones sont localisés dans le ganglion spinal d'une racine rachidienne postérieure ou dorsale du nerf sciatique.

• L'arborisation terminale de l'axone appartient à la substance grise de la corne postérieure de la moelle épinière.

Le nerf sciatique et la racine rachidienne postérieure constituent, pour ce réflexe, la voie sensitive à conduction centripète.

- Les neurones moteurs transmettent, depuis la moelle épinière, des messages nerveux codés en direction des muscles effecteurs.

Le codage des messages résulte de l'activité d'intégration des corps cellulaires de ces neurones moteurs.

• Les corps cellulaires et les dendrites des neurones moteurs sont localisés dans la substance grise de la corne antérieure de la moelle épinière: la Moelle épinière est le centre nerveux de ce réflexe.

• Les axones empruntent le trajet d'une racine antérieure ou ventrale du nerf sciatique. Ils

SVT

s'épanouissent en arborisation terminale au contact des muscles effecteurs.

Le nerf sciatique et sa racine rachidienne antérieure constituent, pour ce réflexe, la voie motrice à conduction centrifuge.

- Les neurones d'association, ou **interneurones**, appartiennent à la substance grise de la moelle épinière.

Dans les chaînes de neurones de l'arc réflexe, toutes les synapses appartiennent à la substance grise de la moelle épinière. Leur polarité impose le sens de transmission des messages nerveux. Elles peuvent être excitatrices ou inhibitrices.

Le fonctionnement simultané des synapses excitatrices et inhibitrices entraîne la coordination des muscles fléchisseurs et extenseurs dans le mouvement de flexion.

Le plus ou moins grand nombre de neurones moteurs excités ou inhibés par le réseau d'**interneurones** explique l'extension plus ou moins importante de la réponse enregistrée lors d'un réflexe de flexion à point de départ cutané.

LES REFLEXES DE POSTURE METTENT EN JEU DES CIRCUITS DE NEURONES DONT L'ACTIVITE EST CONTROLÉE PAR LES CENTRES NERVEUX.

Le maintien de la position du corps dans une posture et lors des déplacements résultante de variations de la tension de muscles commandés par les centres nerveux à partir d'informations issues de récepteurs sensoriels.

Δ Le réflexe myotatique

▪ Les fuseaux neuromusculaires, Récepteurs sensibles à l'étirement d'un muscle extenseur, élaborent un message conduit en direction de la substance grise de la moelle épinière et de l'encéphale.

▪ Ce message nerveux sensitif induit, dans la moelle épinière, l'élaboration d'un message nerveux moteur transmis par des motoneurones à jusqu'au muscle dont ils commandent la

DIP/SPPE/2011

contraction. Ce circuit, forme de 2 neurones, constitue un réflexe Monosynaptique, appelé réflexe myotatique.

Δ L'innervation réciproque.

• La commande de contraction du muscle extenseur s'accompagne de, l'inhibition des motoneurones  $\alpha$  du muscle fléchisseur antagoniste.

• Cette inhibition est réalisée par des interneurones, mis en jeu par des collatérales des neurones sensitifs.

• De même, une flexion s'accompagne de l'inhibition des muscles extenseurs : il y a innervation réciproque.

La voie inhibitrice du réflexe d'étirement est disynaptique. Cette organisation (innervation réciproque) assure une mise en jeu coordonnée des muscles agissant au niveau d'une articulation au cours du réflexe.

LES REFLEXES INNES PERMETTENT L'ADAPTATION DES ORGANISMES AUX VARIATIONS DES PARAMETRES DES MILIEUX INTERLEUR ET EXTERLEUR.

LES REPONSES REFLEXES CONTRIBUENT A CONDUIRE L'ORGANISME A UN NOUVEL ETAT D'EQUILIBRE QUI TEND A COMPENSER CES VARIATIONS.

LA REGULATION DE L'ACTIVITE CARDIAQUE EN EST UN EXEMPLE.

Dans les conditions physiologiques normales, l'activité rythmique spontanée du cœur est réglée en permanence par des mécanismes réflexes dans lesquels l'effecteur est le cœur.

Δ Les réflexes cardiaques font intervenir des récepteurs, des voies nerveuses sensitives, des centres nerveux, des voies nerveuses motrices et un effecteur.

\* Les récepteurs sont essentiellement localisés à proximité ou dans la paroi des vaisseaux sanguins, au niveau de la crosse aortique et du sinus carotidien.

## SVT

- Les barorécepteurs sont sensibles aux variations de la pression artérielle.

- Les chémorécepteurs sont sensibles aux variations de la composition chimique du sang.

\* Des nerfs sensitifs issus des récepteurs se rendent à des centres nerveux bulbaires. Ces centres sont réels par des neurones d'association aux centres cardiaques parasympathiques bulbaires et aux centres cardiaques orthosympathiques médullaires.

\* L'effecteur cardiaque reçoit la double innervation motrice des nerfs parasympathiques et orthosympathiques. Les nerfs parasympathiques partent des centres parasympathiques bulbaires. Les nerfs orthosympathiques partent des centres orthosympathiques médullaires.

Δ Dans l'organisme, il y a régulation permanente de l'activité cardiaque par la mise en jeu continue des reflexes cardiaques. Il en résulte une fréquence cardiaque inférieure à celle du cœur isolé.

\* La stimulation continue des barorécepteurs aortiques et carotidiens par les variations de la pression artérielle entraîne en permanence la naissance et la transmission de messages sensitifs en direction des centres nerveux bulbaires.

\* Les messages nerveux sensitifs issus des barorécepteurs sont intégrés par les centres nerveux bulbaires, par le jeu des synapses excitatrices et inhibitrices.

Ces centres intégrateurs élaborent ainsi des messages nerveux constamment transmis aux centres cardiaques parasympathiques et orthosympathiques.

\* La stimulation permanente des centres parasympathiques et orthosympathiques entraîne une stimulation permanente des nerfs moteurs cardiaques, les nerfs parasympathiques et orthosympathiques.

Les centres parasympathiques et orthosympathiques sont antagonistes.

• L'activation des centres orthosympathiques entraîne l'augmentation de la fréquence et de l'amplitude des battements cardiaques : ces centres sont donc cardioaccélérateurs.

## DIP/SPPE/2011

Les reflexes cardiaques dans lesquels les nerfs orthosympathiques ont un effet prédominant sont dits reflexes cardioaccélérateurs.

▪ Les centres parasympathiques sont cardiomodérateurs : leur activation entraîne une diminution de l'amplitude et de la fréquence des battements cardiaques, jusqu'à l'arrêt éventuel du cœur.

Les reflexes cardiaques dans lesquels les nerfs parasympathiques ont un effet prédominant sont dits reflexes cardiomodérateurs.

Malgré la stimulation prolongée des nerfs parasympathiques, le cœur peut spontanément reprendre son activité: c'est « l'échappement ».

Dans les conditions physiologiques normales, l'activité cardiomodératrice, des nerfs parasympathiques est plus forte que l'activité cardioaccélétratrice des nerfs orthosympathiques. ;

En conséquence, la fréquence des battements du cœur en place est en permanence inférieure à la fréquence des battements spontanés du cœur isolé.

TOUTE PERTURBATION DES CONDITIONS PHYSIOLOGIQUES NORMALES ENTRAINE UNE ADAPTATION DE L'ACTIVITE CARDIAQUE. CETTE ADAPTATION SE TRADUIT NOTAMMENT PAR UNE MODIFICATION DU RYTHME DE L'EFFECTEUR CARDIAQUE, ET CONDUIT L'ORGANISME A UN NOUVEL ETAT D'EQUILIBRE QUI TEND A COMPENSER CES VARIATIONS.

Δ Toutes exagérations des variations des conditions physicochimiques du milieu intérieur entraînent une modification des reflexes cardiaques.

\* Les variations de la stimulation des barorécepteurs et des chémorécepteurs entraînent une modification des messages nerveux transmis par les nerfs sensitifs aux centres intégrateurs bulbaires.

\* Dans les centres intégrateurs bulbaires, la modification du fonctionnement simultané des synapses excitatrices et inhibitrices entraîne un changement de l'activité des centres cardiaques

## SVT

parasymphiques bulbaires et orthosymphiques médullaires.

La modification des messages nerveux moteurs qui en résulte aboutit soit à une augmentation du rythme cardiaque, soit à l'effet inverse.

\* Lors de l'adaptation, l'activation de l'un des centres cardiaques et l'inhibition de l'autre ont les mêmes conséquences sur l'activité de l'effecteur cardiaque.

- La stimulation des centres orthosymphiques et l'inhibition simultanée des centres parasymphiques entraînent une augmentation de la fréquence et de l'amplitude des battements cardiaques.

- La stimulation des centres parasymphiques et l'inhibition simultanée des centres orthosymphiques entraînent une diminution de la fréquence et de l'amplitude des battements cardiaques.

Δ En réponse à certaines perceptions du milieu extérieur, l'adaptation d'origine nerveuse est renforcée par la sécrétion d'adrénaline par les glandes médullosurrénales.

L'adrénaline est une hormone qui provoque - entre autres - une accélération cardiaque en agissant sur les cellules cibles du cœur.

LA PROPAGATION D'INFLUX OU MESSAGES NERVEUX PAR LES NERFS PERMET LA TRANSMISSION RAPIDE DES INFORMATIONS DANS L'ORGANISME.

LA CONDUCTION ET LA TRANSMISSION DES MESSAGES NERVEUX SONT ASSURÉES PAR LES CHAINES NEURONALES.

DES MESSAGES NERVEUX NAISSENT AU NIVEAU DES RECEPTEURS, TERMINAISONS DENDRITIQUES DES NEURONES PLUS OU MOINS SPÉCIALISÉS.

UN MESSAGE NERVEUX EST CONSTITUÉ PAR UNE SUCCESSION D'ONDES DE DÉPOLARISATION : C'EST UNE INFORMATION CODÉE TRADUISANT LES

## CARACTÉRISTIQUES ET LA LOCALISATION DU STIMULUS.

Les chaînes neurones sont constituées par une succession de neurones séparés par des synapses.

Δ Quelles que soient leur taille et leur forme, tous les neurones présentent le même plan d'organisation: un corps cellulaire et ses prolongements - axone et dendrites.

- Chaque corps cellulaire est la partie du neurone qui contient le noyau.

- Parmi les prolongements cellulaires :

- l'axone est toujours unique; son extrémité se ramifie en une arborisation terminale dont chaque élément se termine en un renflement : le bouton synaptique ;

- les autres prolongements sont des dendrites.

Δ Les synapses, zones de contact entre neurones, sont localisées dans la substance grise des centres nerveux.

Les centres nerveux - moelle épinière et encéphale - sont formés de substance grise et de substance blanche.

- La substance grise contient des corps cellulaires de neurones.

- La substance blanche est essentiellement constituée par des fibres nerveuses.

Δ Les nerfs sont constitués par des faisceaux de fibres nerveuses de diamètres différents.

Fibres nerveuses et faisceaux de fibres sont séparés par du tissu conjonctif contenant des faisceaux sanguins.

On distingue :

- Des fibres amyéliniques : fibres nerveuses formées par un cylindre - axone ou dendrite - entouré d'une gaine de myéline et d'une gaine de Schwann. La gaine de myéline est discontinue, elle s'interrompt au niveau d'étranglements: les nœuds de Ranvier.

## SVT

- Des fibres amyéliniques : fibres nerveuses formées par un cylindre - axone ou dendrite -- entouré uniquement de la gaine de Schwann.

Consécutif à une stimulation efficace, un message nerveux est une succession de potentiels d'action conduits par une fibre nerveuse.

La fréquence de ces potentiels d'action constitue le codage du message nerveux.

$\Delta$  le potentiel d'action est une variation brutale et temporaire du potentiel de repos.

Le potentiel d'action est caractéristique des neurones et des cellules musculaires.

\*le potentiel de repos est une DDP existant en permanence entre les deux faces de la membrane de toutes les cellules vivantes, en absence de toute excitation.

- Le potentiel de repos a une valeur négative, la face interne de la membrane plasmique étant négative par rapport à sa face externe, qui est donc positive. Le potentiel de repos est constant. Sa valeur absolue est de l'ordre de quelques dizaines de millivolts.

- Le potentiel de repos peut être mis en évidence, en n'importe quel point de la membrane plasmique, par l'utilisation de microélectrodes conventionnellement raillées aux plaques horizontales d'un oscilloscope par l'intermédiaire d'un amplificateur.

\*le potentiel d'action est une variation de la polarisation membranaire en un point donné: dépolarisation avec inversion de potentiel puis repolarisation.

Le potentiel d'action peut être mis en évidence en utilisant des microélectrodes conventionnellement raillées aux plaques horizontales d'un oscilloscope par l'intermédiaire d'un amplificateur.

L'onde de dépolarisation enregistrée sous la (ou les) micro électrodes de détection entraîne une déviation du spot, se traduisant par:

- Une courbe monophasique, si l'une des microélectrodes est intracellulaire, l'autre étant

extracellulaire et maintenue à un potentiel de référence constant.

- Une courbe diphasique, si les deux microélectrodes sont intracellulaires ou extracellulaires.

Quelle que soit l'intensité de la stimulation efficace, l'amplitude du potentiel d'action d'une fibre nerveuse donnée est invariable.

A partir de l'intensité-seuil, l'augmentation de l'intensité des stimulations n'entraîne aucune augmentation de l'amplitude du potentiel d'action; On dit que la fibre répond à la loi du tout ou rien.

Après une stimulation efficace, la fibre passe par une période d'inexcitabilité: c'est la période réfractaire.

$\Delta$  Chaque potentiel d'action se, propage sans modification et à vitesse constante.

\* Sur une fibre donnée, la vitesse de propagation d'un potentiel d'action est constante.

o Cette vitesse dépasse rarement 100 m.s<sup>-1</sup>.

o Elle varie d'une fibre à l'autre, en fonction du diamètre et de la présence ou non de myéline.

- Dans les fibres amyéliniques, la propagation du potentiel d'action se fait de façon continue.

- Dans les fibres amyéliniques, la propagation du potentiel d'action se fait de nœud de Ranvier en nœud de Ranvier. La conduction est dite saltatoire.

\* Dans des conditions données, l'amplitude et la durée du potentiel d'action nerveux ne sont pas modifiées lors de la propagation

Les variations de température et les anesthésiques influent sur l'amplitude et la vitesse de propagation du potentiel d'action.

$\Delta$  Sur le nerf excitable et conducteur, Le message nerveux se traduit par une succession d'ondes de fréquence et d'amplitude irrégulières qui représentent les variations de potentiel consécutives à la stimulation.

## SVT

\*Le potentiel complexe traduit sous forme d'une courbe unique, les variations de l'état électrique du nerf.

Le potentiel complexe peut être visualisé sur l'écran d'un oscilloscope.

- Les variations de potentiel peuvent être recueillies par 1 ou 2 électrodes de détection = électrodes de réception, placées à la surface du nerf et conventionnellement raillées aux plaques horizontales d'un oscilloscope par l'intermédiaire d'un amplificateur.

Les courbes obtenues sont appelées électroneurogrammes.

- L'onde de dépolarisation enregistrée sous la (ou les) électrode(s) de détection entraîne une déviation du spot se traduisant par :

- une courbe monophasique, si on enregistre à l'aide d'une seule électrode de détection;
- une courbe diphasique, si on enregistre à l'aide de deux électrodes de détection.

L'amplitude du potentiel complexe du nerf varie en fonction de l'intensité de la stimulation.

- À partir de l'intensité-seuil, l'augmentation de l'intensité des stimulations entraîne une augmentation de l'amplitude du potentiel complexe jusqu'à une amplitude maximale : c'est la graduation de la réponse.

- La graduation de la réponse du nerf est due au recrutement progressif des fibres nerveuses en fonction de leur excitabilité.

Après une stimulation efficace, le nerf passe par une période d'inexcitabilité totale ou partielle : c'est la période réfractaire.

\* À la surface du nerf isolé, chaque onde de dépolarisation se propage à vitesse constante à partir du point de stimulation.

La vitesse de propagation de l'influx varie en fonction de la structure des nerfs. Elle est comprise entre 1 et 100 m.s<sup>-1</sup>

## DIP/SPPE/2011

Le potentiel de repos et le potentiel d'action ont pour origine des mouvements d'ions à travers les membranes cellulaires.

Δ le potentiel de repos est dû à l'inégale répartition des ions de part et d'autre de la membrane plasmique. Ce déséquilibre est entretenu par le transport actif de ces ions à travers la membrane.

\* L'inégale répartition des ions - K<sup>+</sup> et Na<sup>+</sup> essentiellement - est responsable de la polarisation membranaire, donc du potentiel de repos.

- Les ions K<sup>+</sup> sont plus concentrés dans le milieu intracellulaire que dans le milieu extracellulaire.

- Les ions Na<sup>+</sup> sont plus concentrés dans le milieu extracellulaire que dans le milieu intracellulaire.

\* La membrane plasmique est perméable aux ions. Les ions Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> traversent cette membrane par diffusion libre en empruntant les mêmes protéines canaux.

Ces protéines canaux appartiennent à la membrane de toutes les cellules. Leur ouverture est permanente.

Ces protéines canaux sont peu perméables à Na<sup>+</sup> et très perméables à K<sup>+</sup>.

Cette différence de perméabilité est due à la différence entre les tailles des ions hydratés Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup>

Ces migrations passives d'ions tendent à égaliser les concentrations ioniques de part et d'autre de la membrane, donc à annuler le potentiel de repos.

\* L'inégale répartition des ions Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> de part et d'autre de la membrane plasmique est assurée par le fonctionnement permanent de protéines membranaires: les «pompes» Na<sup>+</sup>- K<sup>+</sup>.

- L'activité des «pompes» - Na<sup>+</sup> - K<sup>+</sup> permet le pompage permanent des ions K<sup>+</sup> vers l'intérieur de la cellule, et des ions Na<sup>+</sup> vers l'extérieur de la cellule.

- Ce pompage des ions Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> se faisant à l'encontre de leur gradient électrochimique\*, le fonctionnement des «pompes» nécessite un apport d'énergie.

## SVT

Le pompage des ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  se fait par transport actif.

(\*gradient électro chimique : ensemble du gradient de concentration et du gradient électrique pour une substance ionisée. .le gradient de concentration est la différence de concentration d'une substance de part et d'autre de la membrane plasmique ; .le gradient électrique est la différence de potentiel entre la charge d'une substance ionisée située d'un cote de la membrane, et la charge du cote oppose de cette membrane.)

$\Delta$  le potentiel d'action, dépolarisation avec inversion de potentiel, puis dépolarisation est dû à des transports passifs d'ions,  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  essentiellement.

Ces mouvements d'ions se font par des protéines canaux caractérisant la membrane des cellules excitables.

Ces protéines canaux sont spécifiques de, chaque ion: il existe des canaux au  $\text{Na}^+$  et des canaux au  $\text{K}^+$

L'ouverture de ces canaux est consécutive à une variation de potentiel membranaire : ils sont dits voltage-dépendants.

\* La dépolarisation membranaire est provoquée par l'entrée massive des ions  $\text{Na}^+$  dans la cellule.

Cette pénétration des ions  $\text{Na}^+$  est due à l'ouverture brutale et rapide des canaux protéiques spécifiques du  $\text{Na}^+$  . Elle entraîne un changement de polarisation des faces de la membrane : la face interne devient positive par rapport à la face externe, qui devient alors négative. Il y a donc inversion du potentiel membranaire.

\* La dépolarisation membranaire - retour de la membrane à sa polarisation d'origine – est due:

- A l'arrêt du mouvement entrant des ions  $\text{Na}^+$  par fermeture des protéines canaux spécifique du  $\text{Na}^+$

- Au mouvement sortant des ions  $\text{K}^+$  , par ouverture tardive des protéines <.:canaux spécifiques du  $\text{K}^+$ .

La phase de dépolarisation est suivie d'une phase d'hyperpolarisation, au cours de laquelle la face interne de la membrane devient momentanément plus négative qu'au repos.

## DIP/SPPE/2011

\* Les processus de dépolarisation et de dépolarisation n'entraînent pas d'augmentation de la consommation d'énergie.

Le fonctionnement permanent des «pompes »  $\text{Na}^+$  -  $\text{K}^+$  n'est pas modifié par les variations de potentiel membranaire.

Dans les chaînes de neurones, les synapses assurent la transmission polarisée des messages nerveux grâce à l'intervention de neurotransmetteurs - acétylcholine ou noradrénaline par exemple.

$\Delta$  L'ordre des événements qui assurent Le fonctionnement synaptique est invariable.

- L'arrivée des potentiels d'action, conduits par un axone jusqu'à un bouton synaptique, provoque l'exocytose des vésicules synaptiques : le neurotransmetteur est ainsi libéré dans l'espace synaptique. Le calcium est indispensable à cette exocytose.

- Les molécules de neurotransmetteur se fixent sur des molécules réceptrices spécifiques, appartenant à la membrane postsynaptique. Cette fixation provoque l'ouverture de certains canaux protéiques de cette membrane : ces canaux sont dits chimiodépendants. Les variations de la perméabilité aux ions qui résultent de l'ouverture de ces canaux entraînent soit une dépolarisation, soit une hyperpolarisation membranaire. Le neurotransmetteur est ensuite inactivé par une enzyme spécifique.

Cette succession d'événements explique :

- La polarité des synapses

- Le délai synaptique, temps mis par le message nerveux pour franchir une synapse.

Ce délai synaptique est inférieur à une milliseconde.

$\Delta$  La diversité des neurotransmetteurs et des récepteurs post-synaptiques explique la dépolarisation ou l'hyperpolarisation de l'élément postsynaptique.

- La dépolarisation de la membrane postsynaptique engendre, si elle atteint une valeur

seuil, des potentiels d'action qui se propagent ; la synapse est alors dite excitatrice.

- L'hyperpolarisation de la membrane postsynaptique renforce la polarisation membranaire, et empêche ainsi la naissance de potentiels d'action, la synapse est alors dite inhibitrice.

Δ Dans une chaîne neuronale, la modification du potentiel membranaire de chaque neurone post synaptique résulte de l'intégration par ce neurone des dépolarisations et des hyperpolarisations consécutives au fonctionnement des différentes synapses.

- Chaque neurone peut porter plusieurs milliers de synapses.

- S'il y a prédominance des synapses excitatrices, il y a dépolarisation de la membrane postsynaptique.

Dans le cas contraire, il y a hyperpolarisation de cette membrane. .

- Le fonctionnement des synapses de la substance grise d'un centre nerveux permet la fonction d'intégration de ce centre

LES MESSAGES ASSURANT LA COMMANDE VOLONTAIRE DES MUSCLES SONT EMIS PAR LE CORTEX DE CHAQUE HEMISPHERE CEREBRAL QUI COMMANDE LA MUSCULATURE DU COTE OPPOSE DU CORPS.

- Quels que soient les événements cérébraux qui ont précédé la prise de décision, Le message nerveux moteur part du cortex cérébral par les neurones pyramidaux qui en sont les neurones efférents.

- L'axone d'un neurone cortical moteur établit des contacts synaptiques excitateurs avec les motoneurons du muscle qu'il commande.

- Des collatérales de cet axone forment aussi des contacts synaptiques avec des interneurons inhibiteurs des motoneurons de muscles antagonistes.

- La moelle épicière est un passage obligé de toute commande nerveuse motrice.

EN PLUS DE SON ROLE DANS LA MOTRICITE SOMATIQUE VOLONTAIRE, LE CERVEAU EST LE SIEGE DE LA VIE MENTALE DE L'ETRE HUMAIN.

- Le fonctionnement du cerveau s'accompagne d'une activité électrique.

- Les ondes électriques du cerveau dont l'enregistrement, l'électroencéphalogramme (ou EEG), montre qu'elles varient avec le niveau de vigilance.

- Le niveau de vigilance est l'expression du degré d'attention que l'organisme porte au monde extérieur; Le plus bas niveau de vigilance est le sommeil; la veille diffuse est un niveau de vigilance plus élevée, la veille attentive, un niveau de vigilance plus élevée encore.

- Le niveau de vigilance est en relation avec la fréquence des ondes électriques cérébrales décrites sous les appellations: ondes  $\alpha$  et ondes  $\beta$ .

- Les états de veille et de sommeil ont une régulation complexe, dépendant en grande part de la formation réticulée, et nécessitant l'intervention de divers neurotransmetteurs.

BEAUCOUP DE REPONSES DE L'ORGANISME-LUTTE CONTRE LE REFROIDISSEMENT PAR EXEMPLE - METTENT EN JEU DES MECANISMES QUI EXIGENT LA PARTICIPATION D'HORMONES, TELLES QUE L'ADRENALINE ET LES HORMONES THYROIDIENNES.

• L'élaboration du message hormonal dépend de l'état de l'organisme.

Δ Le taux d'hormone libre présente à chaque instant dans le milieu intérieur, et les variations de ce taux, constituent Le message hormonal.

\* Une hormone est une molécule organique qui :

• est produite par, des cellules spécialisées

## SVT

- est libérée dans le milieu intérieur - plasma et lymphes
- modifie le fonctionnement de certaines cellules, appelées cellules cibles
- agit à des doses extrêmement faibles.

\* Les hormones sont synthétisées par des cellules spécialisées appelées cellules endocrines.

Ces cellules peuvent être regroupées en glande endocrine. Certaines hormones sont secrétées par des neurones.

Δ La sécrétion d'une hormone est commandée par des messages nerveux ou des variations de la composition physico-chimique du milieu intérieur : variation du taux de glucose, variation du taux d'hormones par exemple ...

Δ Les hormones sont constamment dégradées.

Les produits de dégradation sont ensuite éliminés dans la bile ou l'urine.

Le taux plasmatique des hormones résulte du bilan sécrétion-élimination.

- le transport d'une hormone par les liquides du milieu intérieur permet aux cellules endocrines d'agir à distance.
- le message hormonal est reconnu de façon spécifique par les récepteurs, molécules **protéiques** appartenant aux cellules-cibles.

Δ Chaque cellule-cible présente des structures de reconnaissance spécifiques de l'hormone: les récepteurs

**Il existe** : des récepteurs intracellulaires des membranaires.

Une cellule peut posséder plusieurs types de récepteurs correspondant à des hormones différentes.

Δ Les récepteurs d'une cellule-cible et les molécules hormonales qu'ils reconnaissent comportent des sites complémentaires.

## DIP/SPPE/2011

La formation du complexe hormone-récepteur provoque, par l'intermédiaire d'enzymes, une réaction spécifique de la cellule-cible.

L'UNITE PHYSIOLOGIQUE DE L'ORGANISME EST ASSUREE GRACE A DES MECANISMES REGULATEURS INTEGRANT LES DEUX SYSTEMES (NERVEUX ET HORMONAL) DE MESSAGES PHYSIOLOGIQUES.

• Les modifications adaptatives de l'activité cardiaque : c'est un exemple de régulation à dominante nerveuse (voir Réflexe cardiaque ci-dessus).

• La régulation de la sécrétion des hormones sexuelles est un exemple de régulation à dominante hormonale.

Δ La testostérone secrétée par les cellules interstitielles de Leydig est l'hormone sexuelle masculine. Elle **contrôle**, au sein même du testicule, l'activité des tubes séminifères qui produisent les spermatozoïdes.

Δ le taux plasmatique de testostérone est maintenu constant par un système de régulation faisant intervenir le complexe hypothalamo-hypophysaire par l'intermédiaire des neurohormones et des stimulines.

Δ Une neurosécrétion des neurones hypothalamiques, la GnRH (Gonadotrophine Releasing Hormon), produite de façon pulsatile, commande les sécrétions de LH (Luteinizing Hormon) et de FSH (Follicle Stimulating Hormon) par l'antéhypophyse. La LH stimule le fonctionnement des cellules de Leydig et donc la sécrétion de testostérone. La FSH stimule la spermatogenèse et la sécrétion d'inhibine par les cellules de Sertoli.

Δ Toute augmentation du taux plasmatique de testostérone et/ou d'inhibine entraîne un ralentissement de l'activité du complexe hypothalamo-hypophysaire. Il y a un rétrocontrôle négatif de l'activité hypothalamique. Des stimulations d'origine extérieure au système nerveux central influencent le fonctionnement du complexe hypothalamo-hypophysaire. Des sensations visuelles, olfactives..., peuvent le stimuler. Des troubles psychologiques, émotionnels ..., peuvent le perturber momentanément.

Δ Œstrogènes et progestérone sont les hormones sexuelles de la femme. Elles sont produites par les cellules de la granulosa et les cellules de la thèque interne du follicule.

Δ Les taux plasmatiques des hormones sexuelles féminines connaissent une évolution caractéristique de chacune des phases du cycle sexuel de la femme. Cette évolution est synchrone de celle de l'ovaire et est sous le contrôle du complexe hypothalamohypophysaire.

Δ L'antéhypophyse libère dans la circulation sanguine générale, deux hormones qui contrôlent le fonctionnement de l'ovaire :

- La FSH qui stimule la croissance des follicules et donc la sécrétion des œstrogènes ;
- la LH, dont les variations du taux plasmatique déclenchent l'ovulation et la transformation du follicule en un corps jaune, sécréteur de progestérone.

Δ Les neurones hypothalamiques libèrent dans la circulation sanguine propre à l'antéhypophyse, selon un rythme endogène, la GnRH. Les «pulses» (= décharges) de GnRH modulent les sécrétions de LH et de FSH dans la circulation sanguine générale : l'augmentation de la fréquence des pulses de GnRH stimule la sécrétion hypophysaire de LH.

Δ Un taux plasmatique élevé et permanent d'œstrogènes inhibe les pulses hypothalamiques et, par voie de conséquence, les sécrétions de LH : il y a un rétrocontrôle négatif. Une brusque augmentation des sécrétions d'œstrogènes par le follicule mûr la décharge pré-ovulatoire, entraîne une brusque augmentation des pulses de GnRH. Celle-ci est responsable du pic sécrétoire de LH, à l'origine de l'ovulation. Il y a un rétrocontrôle positif.

La progestérone, sécrétée par le corps jaune, - associée à une faible quantité d'œstrogènes ralentit les pulses de GnRH et, en conséquence, la sécrétion de LH, tandis que le taux FSH augmente, ce qui permet le démarrage d'un nouveau cycle. Il y a un rétrocontrôle négatif.

Outre ces signaux endogènes, des informations extérieures influencent le fonctionnement des neurones à GnRH de l'hypothalamus.

- La régulation de la sécrétion lactée est un deuxième exemple de régulation à dominante hormonale.

Pendant la gestation, le placenta produit des hormones: les œstrogènes, la progestérone et l'hormone placentaire lactogène (HPL) qui contribuent au développement des glandes mammaires.

Tout au long de la gestation, la production de prolactine (PRL) par le lobe antérieur de l'hypophyse, en faible quantité, **et celle**, par l'ovaire puis le placenta, de progestérone en quantité abondante permettent à la glande mammaire de se développer, mais bloquent. Le processus de sécrétion.

\*le déclenchement de la sécrétion lactée s'opère à la parturition: la décroissance rapide de la concentration de progestérone lève l'inhibition, et la production importante de prolactine déclenche la sécrétion lactée en stimulant son élaboration par: les **cellules** des acini mammaires.

Les **cellules** de certaines zones de l'hypothalamus déversent l'ocytocine dans le sang, au niveau du lobe postérieur de l'hypophyse. Cette neuro-hormone provoque la contraction des cellules myoépithéliales des acini et entraîne, l'éjection du lait.

\* La sécrétion est entretenue par la tétée : la succion provoque la stimulation des terminaisons sensorielles du mamelon et entraîne; par voie nerveuse, une stimulation des **cellules** - de l'hypothalamus. Celles-ci produisent alors des neurohormones, l'une étant l'ocytocine, l'autre étant à l'origine de la production de prolactine par le lobe antérieur de l'hypophyse. Il s'agit là d'un réflexe neuro-humoral.

- La réaction de l'organisme aux situations de stress constitue un exemple complexe d'intégration neurohormonale.

•le stress est l'ensemble des réactions d'un organisme soumis à des stimuli nocifs ou considérés comme tels. Ces agressions peuvent être physiques (brûlures, hémorragie ...), émotionnelles (peur, colère, trac ...) ou liées à une variation brutale de l'environnement telle une baisse de la température.

## SVT

• La réaction d'alerte rapide (quelques secondes à quelques minutes) prépare l'organisme à résister au facteur stressant, en mobilisant ses ressources pour une activité musculaire intense. Cette réaction, non spécifique de l'agent stressant, est caractérisée par l'augmentation du débit sanguin, de la ventilation pulmonaire, et de la glycémie (glycogénolyse hépatique). L'adrénaline et la noradrénaline provoquent cette réaction. Leur libération est provoquée par l'excitation du système nerveux orthosympathique, lui-même sous la commande de l'hypothalamus.

## DIP/SPPE/2011

• Une production importante de corticoïdes a, à long terme, des effets **pathologiques** : moindre résistance aux infections, athérosclérose, **hypertension** ... Une boucle de régulation limite les variations du taux plasmatique de corticoïdes. De nombreuses autres hormones participent à la réaction adaptative du stress: glucagon, aldostérone, ADH ...

• le maintien des conditions stressantes entraîne des réponses adaptatives hormonales : sécrétion par les corticosurrénales de corticoïdes qui prolongent l'action de l'adrénaline et de la noradrénaline (libération de triglycérides par le tissu adipeux, transformation d'acides aminés en glucose ...). La sécrétion de ces hormones est déclenchée par l'ACTH, libérée par le lobe antérieur de l'hypophyse, lui-même contrôlé par une neurosécrétion hypothalamique (CRH). La stimulation nerveuse de l'hypothalamus par les facteurs de stress induit cette neurosécrétion.

# **SITUATION D'APPRENTISSAGE N° 4**

## **PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION HUMAINE ET MAITRISE DE LA PROCREATION**

### **1- ELEMENTS DE PLANIFICATION**

#### **1.1. Contenus de formation**

##### **1.1.1. Compétences**

- **Compétence transdisciplinaire n°4**

Pratiquer de saines habitudes de vie sur les plans de la santé, de la sexualité et de la sécurité

- **Compétence disciplinaire n°1**

Elaborer une explication à des faits et à des phénomènes naturels en mettant en œuvre les modes de raisonnement propres aux Sciences de la Vie et de la Terre.

- **Compétence disciplinaire n°2**

Apprécier les apports des Sciences de la Vie et de la Terre à la compréhension du monde et à l'amélioration des conditions de vie de l'humanité.

- **Compétences transversales**

N° 1 : Exploiter l'information disponible

N° 2 : Résoudre une situation problème

N° 5 : Gérer ses apprentissages

N° 6 : Travailler en coopération

N° 8 : Communiquer de façon précise et appropriée.

**1.1.2. Connaissances notionnelles et techniques** : voir le référentiel de connaissances exigibles

#### **1.2. Stratégies d'enseignement / apprentissage**

Travail individuel, travail en groupe, travail collectif, recherche documentaire, résolution de problème,

#### **1.3. Durée** : 05 semaines

#### **1.4- Critères d'évaluation**

- Pertinence de la démarche d'élaboration de l'explication
- Justesse de l'explication élaborée
- Présentation correcte de la production.

**1.5- Matériel** : voir progression suggérée.

**1.6 Documents de référence suggérés** : (Documents à exploiter laissés à l'initiative de l'enseignant)

## 2 • INFORMATIONS ET COMMENTAIRES :

Les apprentissages à effectuer dans ce cadre permettront à l'élève de la classe de Terminale D de construire des réponses scientifiques aux nombreuses questions qu'il/elle se pose sur son propre corps, sur la transmission de la vie et sur les questions d'éthiques propres à la reproduction. Cette formation biologique, indispensable à tous les élèves, s'appuiera sur les applications modernes de la science et sur les réflexions d'ordre éthique qu'elles provoquent. Elle contribuera ainsi à l'éducation de la responsabilité.

Disposant des bases scientifiques nécessaires à la compréhension des problèmes individuels et de société en liaison avec la reproduction, l'élève de la classe de Terminale D sera capable de maîtriser sa reproduction tout en la dissociant du comportement sexuel.

Les études qu'on lui proposera dans ce cadre seront essentiellement fonctionnelles dans leur orientation générale et conduites selon une dynamique basée sur la résolution de problèmes. Dans cette perspective, la description anatomique des organes génitaux faite en classe de troisième sera simplifiée autant que possible et placée dans le contexte d'une démarche de recherche de solution à une question que l'on se pose. Le niveau cellulaire sera envisagé à propos des gamètes dont la production sera étudiée avec détail au cours de la spermatogenèse et de l'ovogenèse. Les notions de mitose, méiose et fécondation (mécanisme cellulaire déjà étudiés dans la SA1) seront rappelées et positionnées dans la gamétogenèse

L'étude des cycles sexuels féminins mettra en évidence le synchronisme fonctionnel des organes génitaux.

La notion d'hormone préalablement établie sera utilisée pour expliquer certaines transformations d'organes reproducteurs (fonctionnement cycliques de l'utérus et de l'ovaire) et de cellules reproductrices. Les phénomènes physiologiques et comportementaux assurés par ces hormones sexuelles contribuent au succès reproductif. Dans l'espèce humaine, la dépendance du comportement sexuel vis à vis des hormones sexuelles est moins prégnante, ce qui conduit à une dissociation partielle entre sexualité et reproduction. A cette dissociation s'ajoute l'acquisition par l'homme des moyens de la maîtrise de la procréation.

Les questions de ladite maîtrise et les problèmes d'éthique qu'elles engendrent seront abordés afin que les élèves s'approprient les techniques médicales modernes susceptibles d'aider un couple stérile à avoir un enfant.

. A partir des acquis antérieurs, une discussion sur les périodes de fécondité s'engagera, qui se prolongera par la suite par l'étude du principe de la contraception hormonale féminine, occasion pour l'élève de la classe de Terminale D de réinvestir les connaissances acquises sur la physiologie sexuelle chez la femme (niveau ovarien, niveau glaire cervicale ...). Cette partie est aussi l'occasion de prendre connaissance de l'ensemble des moyens contraceptifs et de discuter de certains d'entre eux du point de vue de leur efficacité.

Le principe d'action du RU486 (analogie structurale de la progestérone) permet de définir une méthode contraceptive et consolide les connaissances sur le mode d'action des hormones.

L'exemple de la pilule du lendemain (forte dose d'œstrogènes et/ou de progestérone) montre l'importance du respect des équilibres des concentrations plasmatiques hormonales à chaque moment du cycle sexuel. Un déséquilibre brutal selon le moment du cycle, empêche l'ovulation, la fécondation ou bloque la nidation.

Les causes de la stérilité masculine et féminine motivent en outre l'information sur les techniques nouvelles mises au service de la reproduction, avec les progrès récents concernant la fécondation in-vitro et les transferts des embryons. Le principe général de l'insémination artificielle, de la FIVETTE et de l'ICSI, est décrit. C'est aussi l'occasion de soulever les problèmes éthiques liés aux progrès médicaux dans la maîtrise de la reproduction humaine (amniocentèse, choriocentèse, analyse sanguine, échographie ...).

Les infections sexuellement transmissibles dont le VIH/SIDA seront abordées ici. Dans un cas comme dans l'autre, On insistera beaucoup plus sur le VIH/SIDA, car il constitue un syndrome

en pleine expansion. Quant aux autres, elles ne feront pas l'objet de longues monographies indépendantes. Une revue succincte de leurs symptômes et de leurs agents pathogènes orientera l'étude sur le mode de transmission, la contagiosité, les conséquences à long terme de leur chronicité. Le problème de l'intégration sociale des personnes vivant avec le VIH et de celles atteintes du SIDA sera discuté.

Les connaissances ainsi construites permettront au jeune de prendre conscience du rôle primordial de la responsabilité individuelle vis-à-vis des problèmes de sexualité, de procréation et de santé reproductive en relation avec la dynamique de la population et le développement durable.

### 3- PROGRESSION SUGGEREE

	Contenu	Durée	Matériel
<b>Activités 1 et 2</b>	Mise en situation	2 heures	- Situation de départ -Consignes et questions d'exploitation de la situation de départ -Dictionnaire
<b>Activité 3</b>	Collecte de données par exploitation de résultats expérimentaux, de documents pour construire une réponse à la question : « Par quels mécanismes les cellules reproductrices mâles et femelles sont- elles formées ? »	3h + 2h	Planches didactiques des appareils reproducteurs... - Petits mammifères. - - Fiches techniques –instruments de dissection - Document sur la coupe schématique de l'ovaire de mammifères - Document sur la coupe schématique du testicule - Divers documents relatifs au fonctionnement cyclique de l'ovaire, au cycle utérin et à d'autres aspects
<b>Activité4</b>	Collecte de données par exploitation de résultats expérimentaux, de documents pour construire une réponse à la question : « comment se forme l'œuf et quel est son devenir ? »	3h x 2	Divers documents fournissant des informations sur les gamètes, leur rapprochement, Documents relatif à la fécondation Document sur le développement embryonnaire et fœtal Document sur les échanges placentaires ; Document sur l'endocrinologie de la grossesse. Divers documents fournissant des informations sur la parturition : - Sur le déclenchement de l'accouchement ; Document relatif à la commande de la lactation Document sur la montée laiteuse -
<b>Activité 5</b>	» Structuration des acquis	1 heure	-
<b>Activité 6</b>	Collecte de données par exploitation de résultats expérimentaux, de documents pour construire une réponse à la question : «Comment se fait la maîtrise de la procréation ? »	2h x 2	<b>Divers documents relatifs à la maîtrise de la procréation :</b> - applications médicales des hormones sexuelles ; - surveillance de la grossesse ; - causes d'infertilité --procréation médicalement assistée ; - Fécondation in vitro et le transfert d'embryon
	Structuration et intégration des	2 heures	

<b>Activité 7</b>	acquis pour élaborer une explication à la problématique d'ordre scientifique		
<b>Activité 8</b>	Hétéro évaluation proposé aux élèves	1heure	Support d'évaluation et grille de correction Clé de correction et barème
<b>Activité 9</b>	Objectivation des savoirs construits et de la démarche suivie	1 heure	
<b>Activité 10</b>	Réinvestissement des apprentissages : élaboration d'un dossier sur la procréation médicalement assistée	2h x 2	<p>Divers documents relatifs à l'aspect de la problématique d'ordre sanitaire soulevé par la situation de départ</p> <p>Divers documents relatifs à la maîtrise de la procréation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- contraception hormonale ;</li> <li>- applications médicales des hormones sexuelles ;</li> <li>- surveillance de la grossesse ;</li> <li>- causes d'infertilité --procréation médicalement assistée ;</li> <li>- Fécondation in vitro et le transfert d'embryon</li> </ul>

\*Les prévisions de temps de travail proposées dans la présente progression suggérée sont à titre indicatif et ne tiennent pas compte des éventuels travaux de maison à effectuer par les élèves individuellement ou équipe

## 4 – DEROULEMENT

### Situation possible de départ

**Texte :** Les faux jumeaux

Madame Zoug, après quinze ans de mariage, vient d'accoucher de deux jumeaux : une fille et un garçon. Pendant longtemps, le couple Zoug a cherché vainement un héritier. Monsieur Zoug, vigoureux au lit n'a jamais accepté que la stérilité pouvait provenir de lui. Et durant cette longue période d'attente, d'angoisse et de suspicion mutuelle, il lui arrivait de penser que son épouse aurait contracté une maladie sexuellement transmissible qui l'aurait rendue stérile. Il l'envoya plusieurs fois chez les spécialistes gynécologues. Toutes les analyses faites prouvèrent que sa femme n'était pas stérile. Aussi pouvait-on lire sur le compte rendu des spécialistes, « son appareil génital est normal, ses ovaires fonctionnent bien avec une ovulation à bonne date dans un cycle régulier de 28 jours et sans traces d'une maladie sexuellement transmissible quelconque ». Sur conseil et insistance de leur parrain de mariage qui avait le souci de sauvegarder leur foyer au bord de la cassure, Monsieur Zoug, en attendant de faire recours à la procréation assistée en cas échéant, décida de consulter un médecin. Les résultats de ses analyses montrèrent qu'il souffrait de l'oligospermie. Il fut traité et au bout de trois ans, le couple connu après tant d'années de turpitude, le double bonheur d'avoir non seulement un héritier mais aussi et surtout des jumeaux ; donc des héritiers.

Lorsque ce jour-là, la sage-femme après avoir accouché son épouse, lui dit de venir voir ses faux jumeaux, Monsieur Zoug fut envahi de peur et de colère. De nombreuses questions trottaient immédiatement dans sa tête : Comment les jumeaux étaient-ils faux ? Seraient-ils nés malades ? Ne lui ressemblaient-ils pas ?..., etc. Ces mauvaises idées ne le quittèrent que lorsqu'elle lui présenta les enfants et ajouta qu'il a de la chance d'avoir des enfants des deux sexes en bonne santé et qu'il lui était loisible maintenant d'arrêter ou de chercher un troisième.

Content, il sortit une liasse d'argent et envoya immédiatement son frère acheter les produits prescrits par la sage-femme pour accélérer la montée laiteuse afin que les enfants ne meurent pas de faim. Quant à lui, il prit les deux placentas et courut à la maison où grand-papa l'attendait sur le seuil pour préparer leur enfouissement dans le sol. Car, dans leur ethnie, en reconnaissance des services rendus par le placenta au fœtus dans le ventre de sa mère, il doit être enterré selon des rites bien précis pour donner la chance à l'enfant de connaître le bonheur dans sa vie.

Texte inédit

#### Tâche

Elaborer une explication aux problématiques soulevées par les faits de la situation problème.

#### Procédure

- ✓ Exprimer sa perception et/ou ses interrogations sur les faits évoqués par la situation de départ
- ✓ Construire des réponses aux questions soulevées par la situation de départ en utilisant l'observation, l'expérimentation ou l'exploitation des documents
- ✓ Structurer ses acquis en utilisant les concepts et le vocabulaire adéquats
- ✓ Utiliser les connaissances construites pour porter une appréciation sur les méthodes contraceptives et l'aide médicale à la procréation.

## 5- CHEMINEMENT

	<p><b>EXPRIMER SA PERCEPTION</b></p> <p><b>Activité 1 :</b>  <b>Les élèves échangent entre eux leurs représentations et interrogations sur les faits évoqués par la situation de départ.</b>  A cette occasion ils ou elles s'exercent à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- exprimer chacun et chacune sa perception des faits évoqués ;</li> <li>- établir des relations entre les faits évoqués et leurs acquis antérieurs ;</li> <li>- échanger sur leurs perceptions respectives.</li> </ul> <p>L'enseignante ou l'enseignant les aide et les encourage à s'exprimer tout en étant attentif ou attentive aux idées et opinions qui pourraient lui servir d'appui pour créer un conflit cognitif chez ses élèves.</p>
	<p><b>CIRCONSCRIRE L'OBJET D'ETUDE</b></p> <p>Activité 2  Les élèves passent de leurs représentations à la formulation d'une problématique.  A cette occasion, les élèves s'exercent à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- confronter leurs représentations ;</li> <li>- relever les éventuels points de divergence;</li> <li>- formuler des questions de recherche issues de l'analyse précédente.</li> </ul> <p>L'exploitation didactique des productions des élèves conduit à :  la hiérarchisation des questions objet de recherche  la formulation d'une problématique sur la reproduction humaine ;  la formulation d'une problématique d'ordre environnemental relative à la santé de la reproduction :</p> <p>Par exemple</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Par quels mécanismes les cellules reproductrices mâles et femelles sont-elles formées ?</li> <li>• Comment se forme l'œuf et quel est son devenir ? »</li> <li>• Comment se fait la maîtrise de la procréation ?</li> <li>• Quels problèmes éthiques pose la maîtrise de la procréation ?</li> </ul> <p>L'enseignant / enseignante fait noter les questions retenues par la classe dans les cahiers</p>
	<p><b>COLLECTER DES DONNEES PAR OBSERVATION EXPERIMENTATION ET RECHERCHE DOCUMENTAIRE POUR ELABORER UNE EXPLICATION A CHAQUE QUESTION DE LA PROBLEMATIQUE D'ORDRE SCIENTIFIQUE</b></p>
	<p>Activité 3</p> <p>Les élèves collectent des données par observation et recherche documentaire pour élaborer une explication à la question : Par quels mécanismes les cellules reproductrices mâles et femelles sont - elles formées ?</p> <p>A cette occasion ils/elles s'exercent à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- relever des analogies et des différences sur: <ul style="list-style-type: none"> <li>* le plan d'organisation des appareils mâle et femelle en rappel</li> <li>*la position des organes génitaux mâle et femelle en rappel</li> <li>*le rôle des glandes annexes</li> <li>*l'organisation des gonades mâle et femelle</li> <li>*La nature et le rôle des produits fabriqués par ces gonades</li> </ul> </li> </ul>

	<p>*le fonctionnement des gonades mâle et femelle  - relever des chronologies</p> <p>*chronologie des évènements caractéristiques du cycle ovarien ;  * chronologie des évènements caractéristiques du cycle utérin  - Etablir des relations structure-fonction entre :</p> <p>*tubes séminifères et formation des spermatozoïdes ;</p> <p>*cellules interstitielles et sécrétion de testostérone  * glandes annexes et sécrétion du liquide séminal  *cellules folliculaires et formation de l'ovule  *cellules folliculaires et sécrétion des hormones ovariennes  *muqueuse utérine et émission des règles  - Etablir des relations de cause à effet entre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• l'action des hormones ovariennes et les modifications de la muqueuse utérine ;</li> </ul> <p>*les hormones ovariennes et le fonctionnement de l'utérus  -effectuer une synthèse sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* la structure de l'utérus</li> </ul> <p>*la structure des gonades  *la gamétogénèse : la spermatogénèse et l'ovogénèse ;  *la folliculogénèse  *les cycles sexuels chez la femme : cycle ovarien et cycle utérin  - communiquer des explications, des réponses par l'entremise de phrases, de codes, de symboles et de vocabulaire appropriés  L'exploitation didactique des productions individuelles puis de groupes conduit aux idées suivantes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les spermatozoïdes se forment au niveau des tubes séminifères des testicules</li> <li>- les spermatozoïdes sont produits chez l'homme de façon continue et en grand nombre dès la puberté</li> <li>- le testicule est formé de deux parties :</li> <li>- les tubes séminifères qui produisent de façon continue des spermatozoïdes</li> <li>- un tissu situé entre les tubes qui fabrique des substances chimiques déversées dans le sang : les hormones mâles ou testostérone.</li> <li>- au niveau de l'ovaire se trouvent des follicules à différents stades de leur évolution ;</li> <li>- l'ovaire libère un ovule par cycle d'environ 28 jours : c'est la ponte ovulaire ou ovulation ;il fabrique des hormones appelées œstrogènes et progestérone</li> <li>- les œstrogènes sont fabriqués par les cellules folliculaires qui entourent l'ovule pendant la première moitié du cycle :.on parle de phase folliculaire ou phase pré-ovulatoire</li> <li>- après l'ovulation, le corps jaune se forme, se développe et fabrique de la progestérone</li> <li>- au niveau de l'ovaire les activités se déroulent en deux phases séparées par l'ovulation :</li> </ul> <p>*la phase avant l'ovulation caractérisée par la maturation d'un ou de plusieurs follicules ;  *la phase après l'ovulation caractérisée par la formation, le fonctionnement et la régression du corps jaune (en cas d'absence de grossesse)  *l'ovaire fonctionne de façon cyclique depuis la puberté jusqu'à la ménopause :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le cycle utérin dépend du cycle ovarien : l'ovaire par l'intermédiaire de ses hormones agit sur la paroi de l'utérus qui devient épaisse, riche en glandes et en vaisseaux sanguins .Ainsi se forme la dentelle utérine.</li> </ul>
--	---

	<p>*en cas d'absence de fécondation la production de progestérone cesse et la dentelle utérine se détruit Les débris de la muqueuse et le sang rejetés constituent les règles.</p>
	<p>Activité 4</p> <p>Les élèves exploitent des documents, des faits d'observations pour construire une réponse à la question : comment se forme l'œuf et quel est son devenir ?</p> <p>A cette occasion ils/elles s'exercent à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- relever des analogies et des dissemblances entre/       <ul style="list-style-type: none"> <li>*gamètes mâles et gamètes femelles du point de vue morphologie et mobilité.</li> <li>*embryon et fœtus</li> <li>*durée de vie du spermatozoïde et celle de l'ovule</li> </ul> </li> <li>• fœtus et bébé</li> <li>• placenta et cordon ombilical</li> <li>• accouchement normal et accouchement par césarienne</li> <li>- décrire des propriétés ou caractéristiques       <ul style="list-style-type: none"> <li>* caractéristiques du placenta</li> <li>• caractéristique du cordon ombilical</li> <li>• caractéristiques relatives à la mobilité du spermatozoïde ;</li> <li>• caractéristiques d'une surface d'échange relative au placenta</li> <li>• propriétés du placenta</li> <li>• propriétés du cordon ombilical</li> </ul> </li> <li>- établir des relations propriétés / fonction entre :       <ul style="list-style-type: none"> <li>* mobilité du gamète mâle et leur déplacement dans les voies génitales de la femme</li> <li>* placenta et échanges fœto – maternels</li> </ul> </li> <li>- établir la chronologie entre les étapes de la parturition (contraction et dilatation, expulsion et délivrance)</li> <li>- établir des relations de cause à effet entre :       <ul style="list-style-type: none"> <li>* grossesse et taux des hormones ovariennes dans le sang</li> <li>* accouchement et taux des hormones ovariennes dans le sang</li> </ul> </li> <li>- effectuer une synthèse sur :       <ul style="list-style-type: none"> <li>* la fécondation</li> <li>*la nidation</li> <li>*la gestation</li> <li>*l'apparition des annexes embryonnaires et leur rôle respectif</li> <li>*les mécanismes non hormonaux de la parturition</li> <li>*les mécanismes non hormonaux de la lactation</li> </ul> </li> </ul>

	<p>- communiquer des explications ou réponses par l'entremise de phrases écrites, de symboles, de schémas et de vocabulaires appropriés</p> <p>L'exploitation didactique des productions des élèves conduit à l'idée que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• le spermatozoïde a une mobilité propre alors que l'ovule est véhiculé par les contractions de trompes ;</li> <li>• le spermatozoïde comprend 3 parties (tête, pièce intermédiaire, flagelle) il est pauvre en substances de réserve alors que l'ovule arrondi en est riche ;</li> <li>• les spermatozoïdes se déplacent dans les voies génitales femelles pour rejoindre l'ovule au niveau de 1/3 supérieur de l'oviducte ;</li> <li>• les 2 cellules se rencontrent, fusionnent pour donner une cellule-œuf, point de départ d'un nouvel individu : c'est la fécondation ;</li> <li>• la cellule-œuf migre pour s'implanter dans la muqueuse utérine entre le 7e et le 10e jour : c'est la nidation ;</li> <li>• l'œuf devenu embryon se développe pour devenir un fœtus au bout de trois mois ;</li> <li>• dans l'intervalle de 3 mois, il y a la mise en place des annexes embryonnaires dont principalement le placenta ;</li> <li>• cet organe assure les échanges respiratoires et nutritionnels entre l'embryon ou le fœtus et l'organisme maternel. Il assure la protection de l'embryon contre les microbes...</li> <li>• l'activité contractile des cellules du myomètre (muscle utérin), est déclenchée par un changement de la balance hormonale oestro-progestéronique en faveur de l'œstradiol .Cette variation brusque des taux d'hormones a pour conséquences de :</li> <li>• rendre les cellules du myomètre plus excitables ;</li> <li>• développer des jonctions entre les cellules pour faciliter la propagation des ondes de contraction ;</li> <li>• augmenter le taux de calcium ;</li> <li>• Le déroulement de la parturition se fait en trois étapes</li> </ul> <p>+ la contraction et dilatation du col. Les premières secousses brèves s'intensifient par la suite. Elles indiquent que le travail a commencé Elle s'achève par la rupture du col de l'utérus.</p> <p>+ l'expulsion se fait lorsque. l'orifice du col suffisamment dilaté, des secousses rapprochées expulse la tête de l'enfant mettant ce dernier à la disposition de l'accoucheur.</p> <p>+la délivrance. Les contractions qui avaient cessé reprennent quelques minutes après pour expulser le placenta avec les reste des enveloppes rompues et le cordon ombilical..</p> <p>Peu avant l'accouchement, le volume du sein est presque totalement occupé par le tissu glandulaire noyé dans un tissu conjonctif riche surtout en sa périphérie par des cellules adipeuses.</p> <p>Le tissu glandulaire est constitué de glande qui sont elles aussi constituées d'un ensemble d'alvéoles ou acini dont les canaux extérieurs s'assemblent pour donner un canal galactophore s'ouvrant par un orifice au sommet du mamelon.</p> <p>Chaque alvéole est un sac de cellules sécrétrices entourées d'une couche de cellules myoépithéliales et d'un réseau de vaisseaux sanguins.</p> <p>Le lait est élaboré par les cellules sécrétrices à partir des éléments puisées dans le sang. La sécrétion et le rejet dans l'acinus sont des phénomènes continus Par contre l'éjection du lait ne se fait généralement qu'au moment des tétées grâce à la contraction des cellules myoépithéliales qui chassent le</p>
--	--

	<p>lait vers les canaux galactophores jusqu'au mamelon</p> <p>Le déterminisme et le contrôle de la lactation se fait en deux phases qui sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la lactogénèse qui est caractérisée par la montée laiteuse ou la sécrétion du lait ;</li> <li>• la lactopoïèse qui est la sécrétion associée au phénomène de la tétée.</li> </ul> <p>Ces deux phases sont séparées par le développement du tissu glandulaire ou mammogénèse.</p> <p>L'entretien de la lactation se fait grâce aux tétées de l'enfant.</p>
	<p>Activité 5</p> <p>Structuration des acquis</p> <p>Les élèves structurent les connaissances notionnelles des activités précédentes pour élaborer une explication au fonctionnement des gonades. A cette occasion les élèves s'exercent à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- rappeler les questions de recherche étudiées</li> <li>- rappeler les connaissances notionnelles construites</li> <li>_ sélectionner des connaissances notionnelles pertinentes au regard de la tâche</li> </ul> <p>De structuration à effectuer</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- effectuer la synthèse des informations sélectionnées en distinguant l'essentiel de l'accessoire</li> </ul>
	<p>Activité 6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les élèves exploitent des documents pour élaborer une explication à la question suivante « Comment se fait la maîtrise de la procréation ? »</li> </ul> <p>A cette occasion ils/elles s'exercent à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- relever des analogies et des dissemblances entre :</li> <li>• les diverses méthodes de contraception ;</li> <li>• les causes de l'infertilité ;</li> <li>• les diverses options d'aide à la procréation ;</li> <li>• les diverses techniques médicales d'aide à la procréation.</li> <li>- décrire des propriétés ou caractéristiques</li> <li>• des structures des appareils génitaux</li> <li>- établir les relations de cause à effet entre :</li> <li>• le fonctionnement des appareils génitaux et les causes des infertilités</li> <li>- - communiquer des explications ou réponses par l'entremise de phrases écrites, de symboles, de schémas et de vocabulaires appropriés</li> </ul> <p>L'exploitation didactique des productions des élèves conduit à l'idée que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- il existe plusieurs moyens de contraception. La contraception la plus répandue et la plus efficace est celle qui s'appuie sur la connaissance du contrôle hormonal des cycles sexuels de la concernée.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- l'infertilité masculine est liée à la qualité et à la quantité de spermatozoïdes. Un spermogramme permet de mesurer les différents paramètres (nombre, mobilité, anomalie, etc. ).On distingue ainsi plusieurs cas : <ul style="list-style-type: none"> <li>. *azoospermie : absence de spermatozoïdes ;</li> <li>*.oligospermie : moins de 20.10<sup>6</sup> spermatozoïdes par ml de sperme ;</li> <li>*.asthénospermie : moins de 50% de spermatozoïdes mobiles dans le sperme une heure après éjaculation ;</li> <li>*.téatospermie : plus de 30% de spermatozoïdes avec des anomalies structurales.</li> </ul> </li> <li>- Chez la femme, l'infertilité peut avoir plusieurs causes : <ul style="list-style-type: none"> <li>*.trouble de l'ovulation ;</li> <li>*.obstruction ou altération des trompes ;</li> <li>*.troubles de la réceptivité au sperme ;</li> <li>*.troubles de l'endomètre ou de la glaire cervicale.</li> </ul> </li> <li>- Les solutions d'assistance trouvées peuvent être : <p>Chez l'homme le choix des spermatozoïdes ou le traitement permettant d'augmenter leur nombre dans le sperme</p> <p>Chez la femme, l'introduction dans l'utérus des spermatozoïdes du conjoint ou du donneur ; la fécondation in vitro et le transfert d'embryon dans l'utérus de la conjointe ou de la porteuse ; l'injection intracytoplasmique de spermatozoïde qui consiste à prélever un spermatozoïde dans le sperme et à l'implanter directement dans l'ovocyte</p> </li> </ul>
	<p>Activité 7</p> <p>Les élèves structurent les connaissances notionnelles des activités précédentes pour élaborer une explication à la reproduction humaine ?;</p> <p>A cette occasion les élèves s'exercent à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ récapituler/rappeler les connaissances notionnelles construites au cours des activités précédentes ;</li> <li>✓ sélectionner des connaissances notionnelles pertinentes au regard de la tâche de structuration à effectuer ;</li> <li>✓ faire la synthèse des informations sélectionnées en distinguant l'essentiel de l'accessoire.</li> </ul> <p>L'enseignant (e) invite les élèves à procéder à un retour sur les activités menées en faisant rappeler les notions construites</p> <p>Il/elle aide les élèves à dégager l'essentiel de l'accessoire pour parvenir à la formulation de l'exploitation demandée par la tâche.</p>
	<p>Activité 8 : Hétéro évaluation</p> <p>Les élèves démontrent leur niveau de maîtrise des connaissances et habiletés en s'appuyant sur les situations d'hétéro évaluation à eux proposées par l'enseignant ou l'enseignante.</p>

	<p>Ils ou elles exécutent, selon le cas, des tâches complémentaires de consolidation ou d'enrichissement proposées à la suite de l'évaluation par l'enseignant(e) :</p> <p>L'enseignant (e) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ propose aux élèves des situations d'évaluations des apprentissages centrés explicitement, soit sur les habiletés, soit en partie sur les connaissances et les techniques.</li> <li>✓ propose à chaque élève, selon sa situation, des tâches de consolidation ou d'enrichissement.</li> </ul> <p>-fournit à chacun l'aide et l'assistance nécessaires en fonction de la tâche à exécuter</p> <p>L'encadré suivant propose par exemple deux exercices d'activation des acquis antérieurs des élèves sur la régulation du fonctionnement des appareils génitaux masculin et féminin</p>
	<p>Exo 1 :</p> <p>L'appareil génital féminin est caractérisé par un fonctionnement cyclique. Un ensemble de modifications synchronisées se manifeste chez la femme au cours d'un cycle.</p> <p>Présent, en t'aidant des illustrations que tu jugeras utiles, les modifications de structures ainsi que l'évolution des sécrétions hormonales qui affectent l'ovaire au cours d'un cycle sans fécondation.</p> <p>Exo 2 :</p> <p>Les observations chimiques et les études expérimentales montrent qu'il existe un lien étroit entre le testicule, l'hypophyse et l'hypothalamus.</p> <p>Explique au moyen d'un texte accompagné d'un schéma, les relations fonctionnelles existant entre le testicule, l'hypophyse et l'hypothalamus</p>
	<p>Dans une perspective d'une évaluation formative et d'une bonne gestion du temps, nous suggérons à l'enseignant ou l'enseignante de passer directement du travail individuel (que les élèves pourraient très bien faire en travail de maison) à une séance collective de "correction" dirigée au tableau noir</p>
	<p><b>OBJECTIVER LES SAVOIRS CONSTRUITS ET LES DEMARCHES UTILISEES</b></p>
	<p>Activité 9</p> <p>Les élèves s'expriment chacun/chacune sur les bénéfices qu'ils/elles ont pu tirer des diverses activités et portent une appréciation sur les démarches et stratégies utilisées.</p> <p>L'enseignant ou l'enseignante les aide à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- se remettre en mémoire la problématique de départ ;</li> <li>- examiner le cheminement suivi au regard de cette problématique ;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- exprimer ce qu'il ou elle a retenu par rapport à chacune des questions de la problématique initiale ;</li> <li>- exprimer ses besoins complémentaires d'aide et/ou ses nouvelles attentes.</li> </ul> <p>L'enseignant ou l'enseignante recense les besoins et attentes exprimés, en vue de leur intégration aux activités complémentaires de consolidation et d'enrichissement à proposer après la phase évaluative</p>
	<p><b>REINVESTIR SES ACQUIS DANS LA RESOLUTION DU PROBLEME D'ORDRE ENVIRONNEMENTAL IDENTIFIE</b></p>
	<p>Activité 10 : Collecter des données des informations par observations, expérimentation et/ou recherche documentaires pour répondre à la problématique d'ordre sanitaire : élaboration d'un plan de dossier et d'un dossier dans le cadre de la prise en compte des dimensions individuelles et sociales du choix en matière de contraception et de procréation.</p>
	<p>Activité 10-a :</p> <p>Les élèves élaborent les composantes et le plan des divers dossiers sur la maîtrise de la reproduction humaine.</p> <p>A cette occasion ils ou elles s'exercent à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- se rappeler que : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les rapports sexuels entre l'homme et la femme peuvent aboutir à la fécondation</li> <li>• La rencontre du gamète femelle et du gamète mâle se déroule dans le tiers supérieur des trompes : il en résulte un œuf. Celui-ci progresse vers le centre de l'utérus</li> <li>• Environ sept jours après la fécondation, l'œuf s'implante dans l'endomètre utérin prêt à le recevoir : c'est la nidation</li> <li>• Le développement embryonnaire durera les neuf mois de la gestation et se terminera par la parturition</li> <li>• Sous le contrôle du complexe d'hormones hypothalamo-hypophysaires la parturition s'accompagne de la lactation</li> <li>• Le fonctionnement des gonades est sous le contrôle d'hormones hypothalamo- hypophysaires</li> </ul> </li> </ul> <p>Les mécanismes étant rappelés, l'enseignant (e) introduit une discussion, au cours de laquelle il ou elle suscite des argumentations, des constats de contradiction, des témoignages, des confrontations de points de vue ... etc afin de sensibiliser les élèves à l'importance et à la complexité des deux questions. Il ou elle propose alors à la classe d'approfondir chacune des questions dans leurs différentes composantes et différentes dimensions en</p>

	<p>utilisant les stratégies de résolution de problème, de recherche documentaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- définir les composantes et le plan du dossier relatif à la maîtrise de la reproduction humaine :</li> </ul> <p>Encouragé (e) s par l'enseignant, les élèves discutent sur l'organisation possible du travail à accomplir :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quel titre donné au dossier ?</li> <li>- Quel plan adopter pour la rédaction du rapport ?</li> <li>- Où trouver les informations nécessaires ?</li> <li>- Qui fait quoi et dans quel délai ?</li> </ul> <p>La discussion de ces différents points conduit à une répartition des tâches par équipe, chaque équipe ayant à charge un aspect donné de la tâche ou la tâche en entier.</p> <p>L'enseignant ou l'enseignante suggère par exemple les thèmes suivants pour l'élaboration du dossier :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les fondements scientifiques et technologiques de la procréation médicalement assistée ;</li> <li>• Les problèmes d'ordre éthique, d'ordre religieux et d'ordre culturel associés à l'application des techniques procréations médicalement assistées</li> <li>• Les méthodes contraceptives de type hormonal : avantages et inconvénients</li> <li>• Les méthodes contraceptives de type non hormonal : avantages et inconvénients</li> <li>• Les méthodes contraceptives de type traditionnel : avantages et inconvénients</li> <li>• Efficacité et conditions d'utilisation des méthodes contraceptives</li> <li>• Les limites d'ordre culturel et d'ordre religieux liées à l'utilisation des méthodes contraceptives.</li> <li>• Les causes d'infertilité chez l'homme et la femme ;</li> <li>• Les techniques d'insémination artificielle et les causes d'infertilité auxquelles elles correspondent</li> <li>• Les IST dont le SIDA et le comportement social</li> <li>• ...etc.</li> </ul>
	Activité 10-b :

	<p>Les élèves réalisent l'enquête documentaire en équipe :</p> <p>A cette occasion, ils ou elles s'exercent à :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Discuter directement avec leurs camarades des divers aspects de la question en étude</li><li>- Elaborer le plan à adopter pour la constitution du dossier</li><li>- Identifier les sources documentaires exploitables</li><li>- Déterminer les échéances</li><li>- Définir les tâches à accomplir individuellement et / ou par équipe</li><li>- Rassembler la documentation</li></ul> <p>L'enseignant ou l'enseignante propose des pistes de recherche et, au besoin retourne aux élèves certaines de leurs questions. Il ou elle :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Fournit des indications sur les sources d'informations à utiliser</li><li>• Fournit des indications sur les échéances à respecter et la nature des productions attendues</li></ul> <p>Activité 10-c</p> <p>Les élèves réalisent le dossier en travail d'équipe :</p> <p>La phase de recherche documentaire ayant été effectuée avec l'aide de l'enseignant ou l'enseignante, une séance de 3 heures pourrait être consacrée à la constitution du dossier et à la rédaction du rapport, en classe, sous la supervision de l'enseignant ou de l'enseignante, il facilite les échanges à l'intérieur des équipes et entre les équipes, aide à la mise en commun des productions du groupe et à la structuration des acquis. Voir fiche méthodologique fournie par l'enseignant (e).</p> <p>Activité 10-d</p> <p>Les élèves discutent en plénière de leurs productions et finalisent le dossier.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• L'enseignant ou l'enseignante encourage la présentation des productions de diverses équipes, leur amélioration et la mise en commun. Il ou elle supervise la finalisation du rapport et du dossier. Enfin, il ou elle encourage, aide à la prise de notes.</li></ul> <p>Activité 10-e</p> <p>Les élèves démontrent chacun leur niveau de maîtrise des connaissances et habiletés en s'appuyant sur les situations d'hétéro-évaluation à eux proposés par l'enseignant ou l'enseignante.</p> <p>Ils ou elles exécutent, selon le cas, des tâches complémentaires de consolidation ou d'enrichissement proposées à la suite de l'évaluation.</p> <p>L'enseignant ou l'enseignante :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Propose aux élèves des situations d'évaluation des apprentissages centrés explicitement, soit sur les connaissances et les techniques, soit sur les habiletés, ou, en partie sur les connaissances et les techniques et en partie sur les habiletés</li><li>• Propose à chaque élève, selon sa situation, des tâches de consolidation ou d'enrichissement. Il ou elle fournit à chacun l'aide et l'assistance nécessaire en fonction de la tâche à exécuter.</li></ul>
--	---

## 6 REFERENTIEL DES CONNAISSANCES EXIGIBLES

### I- la production continue de spermatozoïdes : la spermatogénèse

La spermatogénèse a lieu dans les testicules. Ceux-ci sont également le siège de la production de testostérone, hormone responsable de l'apparition et du maintien des caractères sexuels secondaires masculins.

La spermatogénèse commence à la puberté et a lieu de manière continue tout au long de la vie de l'homme. Elle se déroule dans les tubes séminifères de façon centripète ; elle comporte 3 phases successives qui conduisent à la formation de millions de spermatozoïdes :

- multiplication ;
- maturation au cours de laquelle se déroule la méiose ;
- différenciation.
  - Les spermatozoïdes sont des cellules haploïdes hautement différenciées, constituées d'une tête renfermant le matériel génétique, et d'un flagelle assurant leur mobilité.
  - Plusieurs hormones interviennent dans ces processus
- Les gonadostimulines FSH et LH, produites par le lobe antérieur de l'hypophyse :
  - ❖ La FSH (Follicle Stimulating Hormon) qui stimule le développement des cellules germinales des tubes séminifères ;
  - ❖ La LH (luteinizing Hormon) qui stimule le fonctionnement des cellules endocrines interstitielles des testicules ;
- La testostérone, hormone testiculaire, exerce un rétrocontrôle négatif sur les sécrétions hypothalamo-hypophysaires. Les sécrétions hypothalamo-hypophysaires sont sous le contrôle d'une neuro-hormone : la GnRH (Gonadotrophin Releasing Hormon) produite par la région postérieure de l'hypothalamus. Le

fonctionnement de l'hypothalamus peut lui-même être influencé par des afférences du cortex cérébral.

### II- La production cyclique des ovocytes : l'ovogénèse.

L'ovogénèse a lieu dans les ovaires. Ceux-ci sont également le siège de la production de progestérone et d'œstrogène, hormones femelles.

#### L'ovogénèse se déroule en plusieurs temps :

- Avant la naissance, dans l'ovaire fœtal, la multiplication active des ovogonies est à l'origine du stock définitif d'ovocytes I.
- Après la naissance, les ovocytes I augmentent de volume, entament la première division de la méiose qui est bloquée en prophase I, et s'entourent de quelques cellules folliculaires, constituant des follicules primordiaux.
- A partir de la puberté, dans les mois précédant chaque cycle ovarien, un certain nombre de follicules primordiaux s'entourent progressivement d'un nombre de plus en plus grand de cellules folliculaires et de cellules thécales (follicules primaires et secondaires), puis se creusent d'une cavité (follicules cavitaires).
- Au début de chaque cycle ovarien une dizaine de petits follicules cavitaires entament la dernière phase de leur évolution ; dans le cas général, un seul parviendra à maturité, les autres dégèneront. Cette évolution est marquée par une augmentation de la taille du follicule dont la cavité devient de plus en plus grande et par l'achèvement de la première division de la méiose qui conduit à deux cellules : un premier globule polaire et un ovocyte II qui

entame la 2<sup>e</sup> division de la méiose, mais reste bloqué en métaphase II.

- L'ovulation a lieu lorsque l'ovocyte II, entouré d'une couronne de cellules folliculaires, est libéré par rupture du follicule mûr et recueilli par le pavillon de la trompe.

### III- Le synchronisme des cycles sexuels chez la femme.

- Oaires et utérus ont tous deux une activité cyclique synchronisée
- Le cycle ovarien comporte deux phases séparées par l'ovulation :
  - Une phase folliculaire marquée par la maturation d'un follicule ovarien ;
  - Suivie d'une phase lutéinique correspondant au développement, puis à la régression d'un corps jaune.
- L'activité cyclique des oaires est réglée par des hormones gonadostimulines FSH et LH :
- La FSH stimule la croissance des follicules et la production d'œstrogènes par les cellules de la thèque interne ;
- La LH déclenche l'ovulation, la transformation du follicule en corps jaune et stimule la sécrétion de progestérone par le corps jaune. Ces sécrétions hormonales hypophysaires sont sous le contrôle d'une neuro-hormone : la Gn-RH, produite de façon pulsatile par certaines cellules de l'hypothalamus, lui-même sous l'influence d'afférences du cortex cérébral.
- Les oaires produisent des hormones : œstrogènes et progestérones, qui synchronisent l'activité cyclique de l'utérus à celle de l'ovaire.
- Le cycle de l'utérus se traduit par l'accroissement de l'épaisseur de l'endomètre, la prolifération de ses vaisseaux sanguins et de ses glandes, puis par la destruction de sa muqueuse à l'origine des menstruations ou règles.
- Le cycle sexuel de la femme est régulé principalement par l'ovaire ;

les hormones ovariennes, par rétroaction, inhibent ou stimulent les sécrétions hypothalamiques et hypophysaires ; une concentration élevée et permanente d'œstrogènes inhibe leur production (rétrocontrôle positif).

### IV- Le rapprochement des gamètes et la fécondation. ?

- Les nombreux spermatozoïdes subissent, au cours de leur progression dans les voies génitales femelles, des modifications qui conditionnent la fécondation :
  - La glaire cervicale ne laisse passer que 1% à 2% d'entre eux (sélection), les débarrasse du liquide séminal qui renferme des substances inhibitrices de la fécondation (lavage) ;
  - Des cellules phagocytaires détruisent un grand nombre de spermatozoïdes dans la cavité utérine (régulation du nombre) ;
  - Les spermatozoïdes acquièrent leur pouvoir fécondant par un processus complexe (capacitation ; induite par des sécrétions des cellules des trompes).
    - Un nombre réduit de spermatozoïdes parvient au niveau de l'ovocyte ; la fixation de l'un d'entre eux à la surface de la zone pellucide déclenche la libération des enzymes de l'acrosome. Ces enzymes permettent la pénétration de quelques spermatozoïdes dans la zone pellucide ; l'un se fixe sur la membrane plasmique de l'ovocyte, après une reconnaissance spécifique.
    - Après la fusion des membranes plasmiques de l'ovocyte et du spermatozoïde, la totalité de celui-ci pénètre dans le cytoplasme ovocytaire, ce qui provoque l'activation de l'ovocyte qui, après reprise de ses activités métaboliques :
      - Est le siège de la réaction corticale responsable de la monospermie. Cette réaction corticale comporte une dépolarisation précoce et temporaire de

la membrane et la fusion, avec celle-ci, de granules corticaux, dont le contenu, libéré par exocytose, agit sur la membrane : celle-ci cesse d'être réceptive aux spermatozoïdes et rend la zone pellucide imperméable aux spermatozoïdes

- Achève la deuxième division de la méiose et expulse le deuxième globule polaire ; l'ovocyte est maintenant un ovule.
  - Les noyaux augmentent de volume (duplication des chromosomes) et constituent des pronuclei qui se rapprochent et fusionnent : c'est la caryogamie. L'ovule fécondé devient une cellule-œuf ou zygote dont le génome original résulte de la réunion des chromosomes d'origine paternelle et maternelle.

## V- De la fécondation à la naissance

### 1. La période embryonnaire : 2 premiers mois.

- Après la fécondation, la cellule œuf chemine à travers la trompe tout en se divisant : c'est la segmentation.
- Quatre jours plus tard la morula arrive dans la cavité utérine. Les divisions se poursuivent dans l'utérus et aboutissent à la formation d'une sphère creuse : le blastocyste, portant le bouton embryonnaire.
- Après une vie libre de 2 à 3 jours, le blastocyste s'implante dans la paroi utérine, où son développement se poursuit : c'est la nidation. Le bouton embryonnaire donne l'embryon, alors que les cellules externes forment avec les cellules utérines voisines, le placenta qui assurera les échanges entre les circulations fœtales et maternelles tout au long de la gestation (grossesse).
- Au cours de cette période embryonnaire, les cellules placentaires sécrètent une hormone : la gonadotrophine chorionique

humaine (HCG), qui permet le maintien du corps jaune progestatif, produisant la progestérone ; vers la 5<sup>e</sup> semaine, le placenta prend le relais, produisant alors assez de progestérone pour maintenir la grossesse.

### 2. La période fœtale : du 3<sup>e</sup> au 9<sup>e</sup> mois de la grossesse

La période fœtale : du 3<sup>e</sup> au 9<sup>e</sup> mois de la grossesse, dont la durée est en moyenne de 270 jours à partir de la fécondation ou de 284 jours à partir du premier jour du cycle menstruel précédant la conception. Le fœtus poursuit son développement au sein de la cavité amniotique, remplie d'un liquide jouant un rôle protecteur, et limitée par des enveloppes constituant les annexes :

- l'une externe, issue du trophoblaste (cellules externes du blastocyste) : le chorion
- l'autre interne, issue du bouton embryonnaire : l'amnios. Le fœtus est relié, par le cordon ombilical, au placenta qui assure sa protection immunitaire et au niveau duquel se réalisent avec l'organisme maternel les échanges gazeux et nutritifs indispensables à la vie et au développement du fœtus.

Au cours de la période fœtale, la taille et la masse du fœtus subissent une forte croissance (3 cm et 10 g à 2 mois ; 50 cm et 3200 g à la naissance), et ses organes achèvent leur maturation conformément au programme génétique mis en œuvre.

### 3. La parturition ou accouchement

- L'accouchement est déterminé par la baisse des taux plasmatiques de certaines hormones (progestérone, œstrogènes), qui déclenche les contractions utérines ; celles-ci sont ensuite entretenues et activées par la sécrétion d'une hormone, l'ocytocine, au niveau du lobe postérieur de l'hypophyse, par la sécrétion de prostaglandines par

l'utérus et par les stimulations du col.

- Les différentes phases de l'accouchement
- l'engagement du fœtus et la rupture de la poche des eaux (cavité amniotique) ;
- le début des contractions utérines, l'effacement et la dilatation du col ;
- la descente, le dégagement de la tête et l'expulsion du fœtus sous l'action conjuguée des contractions utérines et de contractions volontaires des muscles de la paroi abdominale ;
- la rétraction de l'utérus provoquant le décollement du placenta, puis son expulsion et celle des annexes embryonnaires (délivrance).

#### 4. La lactation

Le développement de la glande mammaire commence à la puberté sous l'action des œstrogènes. A chaque cycle sexuel, le sein présente de légères variations dues à la variation des hormones ovariennes. C'est au cours de la gestation que le développement devient maximal sous l'action d'un complexe hormonal comprenant les œstrogènes, la progestérone l'HPL placentaire associée à la prolactine de l'hypophyse maternelle. La progestérone inhibe la sécrétion du lait, stimulée normalement par la prolactine.

5. La montée laiteuse commence vers la fin de la grossesse par le gonflement apparent des seins. trois à cinq jours après la parturition vient l'hypertrophie glandulaire suite à l'accumulation du lait .Au début seul un liquide jaune sort : le colostrum constitué uniquement des protéines Le lait proprement dit n'apparaît qu'une à deux semaines après. La montée laiteuse est induite par l'augmentation de la sécrétion de la prolactine au cours du travail ainsi que par la chute de l'œstrogène et de la progestérone.

## VI. La Maîtrise de la procréation

De nos jours, plusieurs méthodes permettent de réguler les naissances ou

de permettre à certains couples infertiles d'avoir des enfants.

### - 1. La régulation des naissances

Le terme de contraception désigne l'ensemble des méthodes réversibles permettant d'empêcher une grossesse non désirée :

- Les méthodes comportementales( retrait, abstinence périodique, etc.) connaissent un fort taux d'échec ;
- Le préservatif a l'avantage d'offrir une protection contre les IST/SIDA ;
- Le stérilet, placé dans l'utérus empêche la nidation ;
- La contraception hormonale est la plus efficace et la plus diversifiée. Il s'agit des différents types de pilules

### - 2. L'interruption volontaire de grossesse

L'interruption volontaire de la grossesse est une pratique réglementée qui se passe de deux manières possibles :

- L'IVG classique se fait par aspiration de l'embryon qui peut se faire tout au long de la grossesse ;
- L'alternative chimique se pratique par l'administration d'une molécule (RU-486) au cours des 9 premières semaines de la grossesse.

### - 3. Aide médicale à la procréation

L'aide médicale à la procréation permet aux couples stériles d'avoir des enfants

- L'infertilité et ses causes  
La probabilité moyenne chez un couple normal d'avoir un enfant est de 25%. On parle d'hypofertilité quand cette probabilité est inférieure à 5%. Les causes d'infertilité sont multiples

Chez l'homme, on fait le spermogramme:Un spermogramme permet de mesurer les différents paramètres (nombre, mobilité, anomalie, etc. ).On distingue ainsi plusieurs cas

- . azoospermie : absence de spermatozoïdes ;

- .oligospermie : moins de  $20.10^6$  spermatozoïdes par ml de sperme ;
- .asthénospermie : moins de 50% de spermatozoïdes mobiles dans le sperme une heure après éjaculation ;
- .téatospermie : plus de 30% de spermatozoïdes avec des anomalies structurales.

Chez la femme, l'infertilité peut avoir plusieurs causes :

- .trouble de l'ovulation ;
- .obstruction ou altération des trompes ;
- .troubles de la réceptivité au sperme ;
- .troubles de l'endomètre ou de la glaire cervicale.

Les solutions d'assistance trouvées peuvent être :

- . Chez l'homme le choix des spermatozoïdes ou le traitement permettant d'augmenter leur nombre dans le sperme
- Chez la femme, l'introduction dans l'utérus des spermatozoïdes du conjoint ou du donneur ; la fécondation in vitro et le transfert d'embryon dans l'utérus de la conjointe ou de la porteuse ; l'injection intra-cytoplasmique de spermatozoïde qui consiste à prélever un spermatozoïde dans le sperme et à l'implanter directement dans l'ovocyte.
- L'échographie permet de suivre une grossesse jusqu'à terme

## **EXEMPLE DE FICHE METHODOLOGIQUE POUR L'ELABORATION D'UN DOSSIER**

### **1- Réfléchir aux problèmes à aborder**

On ne doit, en aucun cas, se lancer toute de suite à la recherche des documents. Il faut orienter ses recherches et, pour cela, bien comprendre le terme du dossier, rechercher le sens des mots dans le dictionnaire et se poser des questions en discutant avec son entourage (camarades, professeurs, amis, parents ...).

### **2- Rechercher les documents**

La bibliothèque du collège peut avoir certains éléments qui permettront de constituer le dossier ;

- consulter les personnes ressources ;
- consulter le(s) fichier(s) :
  - Fichier par thème
  - Fichier alphabétique
  - Fichier par matière
    - des personnes de votre entourage peuvent connaître précisément le problème posé. Elles vous conseilleront telles lectures (Atlas, articles de revues, de journaux...) ou telles visites (bibliothèque, structure indiquée laboratoire...)

### **3- Consulter les documents**

- Encyclopédies, dictionnaire ;
- Manuels, livres spécialisés, Atlas, guide ;
- Revues, journaux ;
- Dossiers spécialisés édités par les laboratoires, les entreprises ;
- Diapositives, bandes vidéo ;

- pensez à faire des photocopies, à découper des illustrations dans les revues, à reprendre des schémas, mais en les simplifiant et en les adaptant à votre sujet.

### **4- constituer le dossier**

Le tri des documents vous aidera à définir le plan de votre dossier. Par exemple, certains vous permettront de définir le sujet, d'autres de le localiser, de l'analyser.

Pour la mise en place, limitez le texte et valorisez les documents. Privilégiez l'illustration, alternez dessins, schémas, photos, graphiques.

### **5- Présenter le dossier.**

Le dossier forme un tout. Rangez-le dans une "chemise" cartonnée sur laquelle vous écrivez le titre, votre nom et date. Choisissez un titre, "choc".

- présenter sur une page le plan de votre dossier ;
- un sommaire facilitera la lecture ;
- insérez dans le plan chacun des documents sans oublier de le situer, d'en indiquer l'origine, de le commenter (un titre clair ou une phrase courte). N'hésitez pas à critiquer le document, à montrer ces qualités, ces insuffisances.
- Vérifiez toujours que le document correspond bien à l'idée que vous voulez développer.
- Enfin le dossier, proposer une courte conclusion rappelant, par exemple, les idées essentielles que vous avez utilisé pour constituer ce dossier et les références bibliographiques.

## **EXEMPLE DE FICHE METHODOLOGIQUE POUR L'ELABORATION L'EXECUTION ET L'EVALUATION D'UN PLAN D'ACTION**

### **\* Elaboration du plan d'action**

- Quoi faire ?
- Qui va le faire ?
- Avec qui le faire ?
- Avec quoi le faire ?
- Comment le faire ?
- Pour qui le faire ?
- Quand le faire ?
- Où le faire ?
- Coût de l'opération ?

### **\* Exécution du plan d'action**

- S'organiser (formation des équipes de travail)

- Définir et répartir de nouvelles tâches à réaliser

- Exécuter les tâches identifiées
- Prendre contact avec des personnes ressources identifiées
- Rendre compte des différentes tâches effectuées et prendre des décisions etc.

### **\*Evaluation du plan d'action**

- Est ce que nous avons réussi à bien organiser la solution retenue ?
- Quelles sont les difficultés que nous avons rencontrées ?
- Est-ce que la démarche suivie nous a permis d'atteindre les objectifs fixés ?
- Qu'avons-nous appris ?
- Quelles dispositions prendre, s'il y a lieu pour mieux réussir la prochaine fois ?