BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2026

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LA SANTÉ ET DU SOCIAL

CHIMIE - BIOLOGIE ET PHYSIOPATHOLOGIE HUMAINES

Épreuve du mardi 16 juin 2026

Durée : 4 heures Coefficient : 16

Avant de composer, le candidat s'assure que le sujet comporte bien 16 pages numérotées de 1 sur 16 à 16 sur 16.

Le candidat compose sur deux copies séparées :

- La partie Chimie, notée sur 20, d'une durée indicative de **1 heure**, coefficient 3
- La partie Biologie et physiopathologie humaines, notée sur 20, d'une durée indicative de **3 heures**, coefficient 13

La **page 6 sur 16** est à rendre avec la copie de Chimie.

La **page 16 sur 16** est à rendre avec la copie de Biologie et physiopathologie humaines.

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.

Chlordécone : pollution et effets possibles sur la santé

Le chlordécone est un pesticide organochloré toxique utilisé aux Antilles entre 1973 et 1993 dans les cultures de bananes pour lutter contre un insecte nuisible. Très persistant, il a durablement contaminé les sols et les eaux, exposant la population principalement par l'alimentation. Près de neuf habitants sur dix présentent des traces de chlordécone dans le sang. Les effets du chlordécone sur la santé se traduisent notamment par des troubles neurologiques, des perturbations endocriniennes, des risques accrus de certains cancers dont celui de la prostate.
Face à cette situation, les pouvoirs publics ont mis en œuvre plusieurs plans d'action pour limiter l'exposition et protéger la population.

D'après www.chlordecone-infos.fr

Le sujet comporte deux parties indépendantes :

La partie Chimie : **De la pollution des sols à la contamination des aliments.**

La partie BPH : **Les effets possibles du chlordécone sur la santé.**

Toute réponse, même incomplète, montrant la qualité rédactionnelle et la démarche de recherche du candidat sera prise en compte.

Partie Chimie

De la pollution des sols à la contamination des aliments

Fabriqué aux États-Unis depuis 1951, le chlordécone est un pesticide massivement utilisé aux Antilles Françaises, Guadeloupe et Martinique de 1973 à 1993, pour lutter contre le charançon du bananier, un insecte nuisible. La chlordécone désigne la molécule qui entre dans la constitution du pesticide.

Les deux exercices sont indépendants.

Exercice 1 : Impact de la chlordécone sur l'environnement (10 points)

Document : Quelques propriétés chimiques de la chlordécone

La chlordécone, de formule brute $C_{10}C\ell_{10}O$, est un composé qui se fixe préférentiellement sur le carbone de la matière organique présente dans les sols et les êtres vivants.
Elle peut être piégée dans les interstices des sols argileux. Elle n'est pas dégradée par la lumière.

Les pictogrammes de danger d'un pesticide à base de chlordécone sont donnés en **ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE DE CHIMIE**.

Q1. Sur l'**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE DE CHIMIE**, compléter la ligne du tableau en indiquant la principale signification de chaque pictogramme associé au pesticide à base de chlordécone.

La solubilité de la chlordécone dans l'eau à 25°C est comprise entre 0,001 et 0,007 $g \cdot L^{-1}$.

Q2. Indiquer la masse maximale de chlordécone que l'on peut dissoudre dans 1 litre d'eau à 25°C. Conclure sur le caractère faiblement ou fortement soluble de la chlordécone dans l'eau à 25°C.

Selon le ministère de l'écologie, on appelle polluant organique persistant (POP) une substance qui possède les propriétés suivantes :

- persistante : la substance se dégrade très lentement ;
- bioaccumulable : la substance s'accumule au sein des êtres vivants ;
- toxique : l'exposition à la substance est susceptible de provoquer des effets nocifs.

Q3. En s'appuyant sur ses propriétés chimiques, citer deux raisons expliquant que la chlordécone soit classée POP.

La chlordécone est disponible dans un produit phytosanitaire commercial nommé Curlone. Ce produit est une poudre blanche composée à 5 % en masse de chlordécone. La dose utilisée est de 30 g de Curlone pour un bananier.

Q4. Montrer que la masse molaire de la chlordécone est $M_{\text{chlordécone}}$ = 491 g·mol^{-1}.

Données :
Masses molaires : M(C) = 12,0 g·mol^{-1} ; M(Cℓ) = 35,5 g·mol^{-1} ; M(O) = 16,0 g·mol^{-1}.

Q5. En déduire que la quantité de matière de chlordécone contenue dans une dose de Curlone est voisine de $3{,}1\times10^{-3}$ mol.

La dépollution des sols pollués à la chlordécone est complexe. Une des voies de dégradation de la chlordécone dans les sols est la réaction de réduction de cette molécule par les ions hydroborate BH_4^-.

Dans cette réaction, les couples d'oxydoréduction qui interviennent et leurs demi-équations électroniques en milieu acide sont :

$C_{10}C\ell_{10}O$ / $C_{10}C\ell_{10}OH_2$	$C_{10}C\ell_{10}O + 2\ H^+ + 2\ e^- = C_{10}C\ell_{10}OH_2$
BH_3 / BH_4^-	$BH_3 + H^+ + 2\ e^- = BH_4^-$

Q6. Écrire l'équation de la réaction qui se produit lors de la dépollution du sol contenant de la chlordécone, par les ions hydroborate.

Q7. Déterminer la masse d'ions hydroborate BH_4^- à utiliser pour dégrader la chlordécone contenue dans une dose de 30 g de Curlone.
<u>Donnée</u> : Masse molaire des ions hydroborate : $M(BH_4^-)$ = 14,8 g·mol^{-1}.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti.

Exercice 2 : Effet de la chlordécone sur la santé (10 points)

<u>Document 1</u> : Absorption de la chlordécone
L'organisme peut absorber la chlordécone par plusieurs voies, notamment par consommation de denrées alimentaires contaminées. La chlordécone se distribue dans le corps en passant par le sang. À l'instar du cholestérol, elle se lie préférentiellement aux lipoprotéines de haute densité qui la transportent jusqu'au foie.

Q1. Entourer et nommer le(s) groupe(s) caractéristique(s) présent(s) dans la molécule de cholestérol sur la représentation donnée en **ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE DE CHIMIE**.

Q2. Expliquer pourquoi le cholestérol est très peu soluble dans le sang. Le sang est considéré comme une solution aqueuse.

<u>Document 2</u> : Limite maximale en résidu (LMR)
et valeur toxicologique de référence (VTR)

La limite maximale en résidu (LMR) est la concentration maximale de résidu d'un pesticide autorisée à être présente dans les denrées alimentaires. La LMR actuellement en vigueur pour la chlordécone est de 20 µg par kg de denrées alimentaires.

La valeur toxicologique de référence (VTR) d'une substance est la masse de cette substance à laquelle un individu peut être exposé sans effet néfaste sur sa santé. La VTR de la chlordécone dans le sang est égale à 0,4 $\mu g \cdot L^{-1}$.

D'après www.chlordécone-info.fr

On considère une portion alimentaire de 150 g contaminée par une concentration en chlordécone égale à la limite maximale en résidu (LMR).

Q3. Calculer la masse de chlordécone que contient cette portion alimentaire.

Le volume sanguin d'un adulte est d'environ 5 L.

Q4. On fait l'hypothèse que toute la chlordécone de la portion ingérée se retrouve dans le sang. Montrer que la concentration en masse maximale de chlordécone dans le sang après ingestion de cette portion alimentaire vaut 0,6 $\mu g \cdot L^{-1}$.

Q5. Comparer à la VTR la concentration en masse de chlordécone dans le sang après ingestion de 150 g d'aliments contaminés par une concentration en chlordécone égale à la LMR.

Q6. Indiquer en justifiant si l'hypothèse formulée à la **question Q4** paraît cohérente.

Le graphique donné en **ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE DE CHIMIE** représente l'évolution de la concentration en masse de la chlordécone dans le sang, en fonction du temps, après ingestion d'une portion alimentaire contaminée.

Q7. Par analogie avec le phénomène de désintégration radioactive, définir le temps de demi-vie $t_{1/2}$ de la chlordécone dans le sang, chez l'homme. Préciser sa valeur en justifiant par un tracé sur le graphique sur **l'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE DE CHIMIE**.

Q8. La limite de détection de la chlordécone est de 0,02 $\mu g \cdot L^{-1}$ dans le sang. Indiquer si au bout d'un an après ingestion d'une portion alimentaire contaminée et en absence de nouvelle exposition, la chlordécone est toujours détectable.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE DE CHIMIE

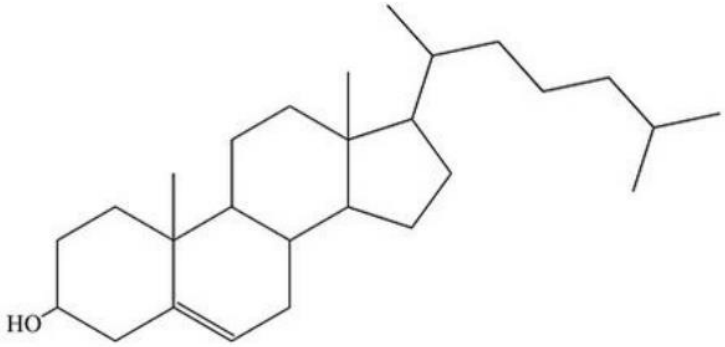
Exercice 1 - Q1 :

Pictogrammes de danger associés à un pesticide à base de chlordécone

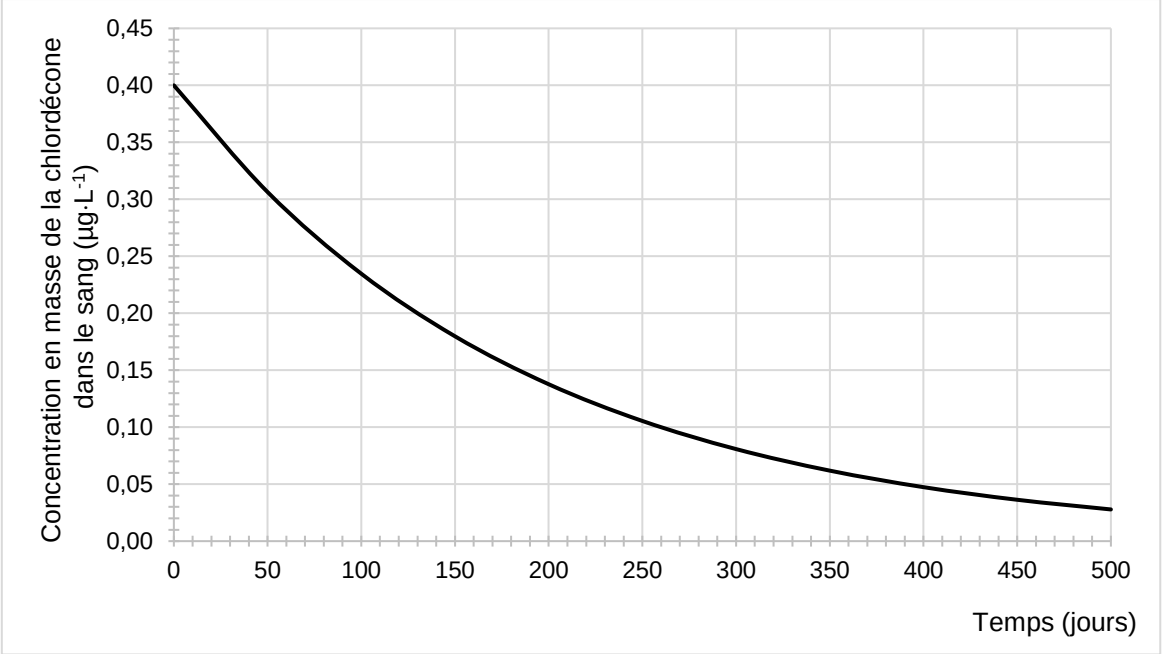
Pictogramme			
Signification (à compléter)			

Exercice 2 - Q1 :

Formule topologique du cholestérol



Exercice 2 - Q7 : Évolution de la concentration en masse de la chlordécone dans le sang en fonction du temps



Partie Biologie et physiopathologie humaines

Les effets possibles du chlordécone sur la santé

Le chlordécone est une substance toxique pour l'être humain. Des études toxicologiques sur modèle animal ont pu montrer des effets néfastes sur le système nerveux, le système hormonal et un risque accru de développer un cancer de la prostate. Ces effets se sont avérés en grande partie réversibles après l'arrêt de l'exposition.
Toutefois, la pollution des sols au chlordécone perdure en raison de son exceptionnelle résistance à la dégradation. Les populations continuent donc à y être exposées par le biais de l'alimentation.

Source : ameli.fr

1. Devenir du chlordécone dans l'organisme

La voie orale constitue la principale voie de pénétration du chlordécone dans l'organisme après la consommation d'aliments ou d'eau contaminés. Suite à son ingestion, le chlordécone est absorbé au niveau intestinal.

Le **document 1** présente l'appareil digestif et l'organisation histologique de l'intestin grêle.

1.1. Reporter sur la copie les annotations correspondant aux repères 1 à 6 du **document 1**.

1.2. Justifier, en utilisant le **document 1**, que la paroi des villosités intestinales est constituée par un tissu épithélial.

1.3. Établir, à partir du **document 1,** le lien entre la structure de la paroi intestinale et sa fonction d'absorption.

Après **absorption** au niveau de la barrière intestinale, le chlordécone se retrouve dans le sang et atteint rapidement le foie.
Une partie est métabolisée directement dans le foie lors du **métabolisme hépatique**. Les métabolites ainsi formés sont mélangés à la bile produite par le foie et déversée dans l'intestin grêle. Ils sont ensuite soit réabsorbés de nouveau au niveau de l'intestin, soit éliminés par **excrétion fécale**.
Le reste du chlordécone traverse le foie et atteint la circulation générale entrainant sa **distribution** dans les différents tissus et organes.

1.4. Compléter le schéma du devenir du chlordécone sur le **document 2 (à rendre avec la copie de BPH)**, en utilisant les quatre termes en caractère gras du texte précédent.

La présence de chlordécone dans le plasma ne signifie pas être atteint d'une pathologie, mais c'est le signe d'une exposition qui doit conduire à agir pour la réduire. Le **document 3** illustre la variation de la concentration plasmatique du chlordécone au cours du temps. Le **document 3A** montre cette variation au cours des heures qui suivent une exposition unique au chlordécone par voie orale. Le **document 3B** présente cette variation suite à des expositions régulières au chlordécone qui se répètent dans le temps à raison d'une fois par mois.

1.5. Analyser le **document 3A** afin déterminer le devenir du chlordécone dans l'organisme après une exposition unique.

1.6. Analyser le **document 3B** pour en déduire l'impact d'expositions répétées au chlordécone sur l'organisme.

2. Chlordécone et perturbation hormonale de la grossesse

Les tests urinaires sont des outils simples et rapides permettant de détecter une grossesse. Ils reposent sur la mise en évidence de l'hormone hCG dans les urines chez la femme enceinte grâce à une réaction antigène-anticorps. Le **document 4A** présente le principe du test.

2.1. Expliquer la présence de deux bandes colorées chez une femme enceinte en schématisant les édifices moléculaires au niveau des deux fenêtres, T et C, du test de grossesse.

Le document 4B présente l'évolution des concentrations sanguines des hormones de la grossesse, depuis la dernière ovulation jusqu'à l'accouchement.
Les tests urinaires de grossesse les plus performants sont utilisables 10 à 12 jours après la fécondation. Dans le cas contraire, le risque de faux négatif est accru.

2.2. Justifier cette affirmation à l'aide du **document 4B**.

Une étude a démontré que l'exposition au chlordécone joue un rôle sur le déroulement de la grossesse. Cette exposition a été estimée après dosage du chlordécone dans le sang maternel, prélevé lors de l'accouchement. Le tableau ci-dessous présente les résultats de cette étude.

Chlordécone ($\mu g \cdot L^{-1}$)	Nombre de naissances	Nombre de prématurés
< 0,14	163	16
0,14 - < 0,29	165	21
0,29 - < 0,52	162	23
0,52 - < 0,98	165	30

Nombre de naissances prématurées en fonction de la concentration plasmatique maternelle de chlordécone

2.3. Analyser les données du tableau précédent pour en déduire l'impact de l'exposition au chlordécone sur la grossesse.

Il a été démontré, *in vitro,* que le chlordécone a la capacité de se lier sur les récepteurs de la progestérone. Pendant la grossesse, une concentration élevée de cette hormone participe au bon déroulement de la grossesse.

2.4. Analyser **le document 4B** en mettant en relation la concentration sanguine de progestérone dans le sang maternel et son intervention dans le maintien de la grossesse.

Par sa capacité à se lier aux récepteurs de certaines hormones, comme la progestérone, le chlordécone est classé comme étant un perturbateur endocrinien.
Selon l'OMS, « *un perturbateur endocrinien est une substance ou un mélange de substances, qui altère les fonctions du système endocrinien et de ce fait induit des effets néfastes dans un organisme intact, chez sa progéniture ou au sein de (sous)-populations*. »

2.5. Décrire les étapes de la communication hormonale à l'aide du **document 5**.

2.6. Expliquer pourquoi le chlordécone peut être considéré comme un perturbateur endocrinien.

2.7. Proposer une hypothèse quant à la capacité du chlordécone à déclencher l'accouchement prématuré.

3. Chlordécone et cancer de la prostate

L'étude Karuprostate menée aux Antilles a montré un lien entre l'exposition au chlordécone et le risque d'avoir un cancer de la prostate. Ce risque est plus élevé chez les travailleurs agricoles car ils ont été exposés à ce pesticide dans les bananeraies.

Le **document 6** présente un schéma de l'appareil uro-génital masculin.

3.1. Localiser la prostate, la vessie, le testicule, le canal déférent et le pénis sur le **document 6 (à rendre avec la copie de BPH)**.

3.2. Préciser le plan de coupe du **document 6**.

Le **document 7** illustre les étapes de la cancérogenèse au niveau de la prostate.

3.3. Décrire chaque étape du **document 7** en utilisant le vocabulaire approprié.

Le cancer de la prostate peut se manifester, entre autres, par la présence de sang dans les urines, une **dysurie** et des dysfonctionnements érectiles. Afin de confirmer le diagnostic de cancer, une **biopsie** peut être réalisée sous contrôle échographique.

3.4. Proposer une définition des deux termes en caractères gras dans le texte précédent.

3.5. Présenter le principe de l'échographie en utilisant le **document 8**.

Le gène *BRCA1* est un des gènes impliqués dans le cancer de la prostate. Ce **gène** code une protéine essentielle à la réparation de l'ADN. Une **mutation** de ce gène augmente le risque de développer un cancer de la prostate.

3.6. Proposer une définition des deux termes en caractère gras dans le texte précédent.

Les séquences nucléotidiques ci-dessous correspondent à un fragment d'ADN du gène *BCRA1* normal et du gène *BCRA1* muté.

ADN normal

```
          56
          |
5'  ...  AAGCGAGAACGAGCG  ...  3'     brin non transcrit
3'  ...  TTCGCTCTTGCTCGC  ...  5'     brin transcrit
```

ADN muté

```
          56
          |
5'  ...  AAGGGAGAACGAGCG  ...  3'     brin non transcrit
3'  ...  TTCCCTCTTGCTCGC  ...  5'     brin transcrit
```

3.7. Localiser et décrire le type de mutation présent sur le brin *BCRA1* muté.

3.8. Déterminer, à l'aide du code génétique ci-dessous, les séquences peptidiques des deux fragments d'ADN du gène *BCRA1*. Expliquer la démarche.

Le tableau du code génétique

		Deuxième lettre									
		U		C		A		G			
Première lettre	U	UUU	Phe	UCU	Ser	UAU	Tyr	UGU	Cys	U	Troisième lettre
		UUC	Phe	UCC	Ser	UAC	Tyr	UGC	Cys	C	
		UUA	Leu	UCA	Ser	UAA	Stop	UGA	Stop	A	
		UUG	Leu	UCG	Ser	UAG	Stop	UGG	Trp	G	
	C	CUU	Leu	CCU	Pro	CAU	His	CGU	Arg	U	
		CUC	Leu	CCC	Pro	CAC	His	CGC	Arg	C	
		CUA	Leu	CCA	Pro	CAA	Gln	CGA	Arg	A	
		CUG	Leu	CCG	Pro	CAG	Gln	CGG	Arg	G	
	A	AUU	Ile	ACU	Thr	AAU	Asn	AGU	Ser	U	
		AUC	Ile	ACC	Thr	AAC	Asn	AGC	Ser	C	
		AUA	Ile	ACA	Thr	AAA	Lys	AGA	Arg	A	
		AUG	Met	ACG	Thr	AAG	Lys	AGG	Arg	G	
	G	GUU	Val	GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gly	U	
		GUC	Val	GCC	Ala	GAC	Asp	GGC	Gly	C	
		GUA	Val	GCA	Ala	GAA	Glu	GGA	Gly	A	
		GUG	Val	GCG	Ala	GAG	Glu	GGG	Gly	G	

3.9. Comparer les séquences peptidiques obtenues, puis en déduire les conséquences sur la fonction de la protéine.

3.10. Expliquer en quoi cette mutation entraine un risque élevé de développer un cancer de la prostate.

En fonction du stade d'évolution du cancer de la prostate, différents types de traitements peuvent être envisagés tel qu'une **prostatectomie** réalisée par un **urologue**, une **chimiothérapie** anticancéreuse ou un traitement anticancéreux par rayonnement.

3.11. Décomposer les trois termes en caractères gras en unités de sens, dont la signification sera précisée, et définir chacun des termes.

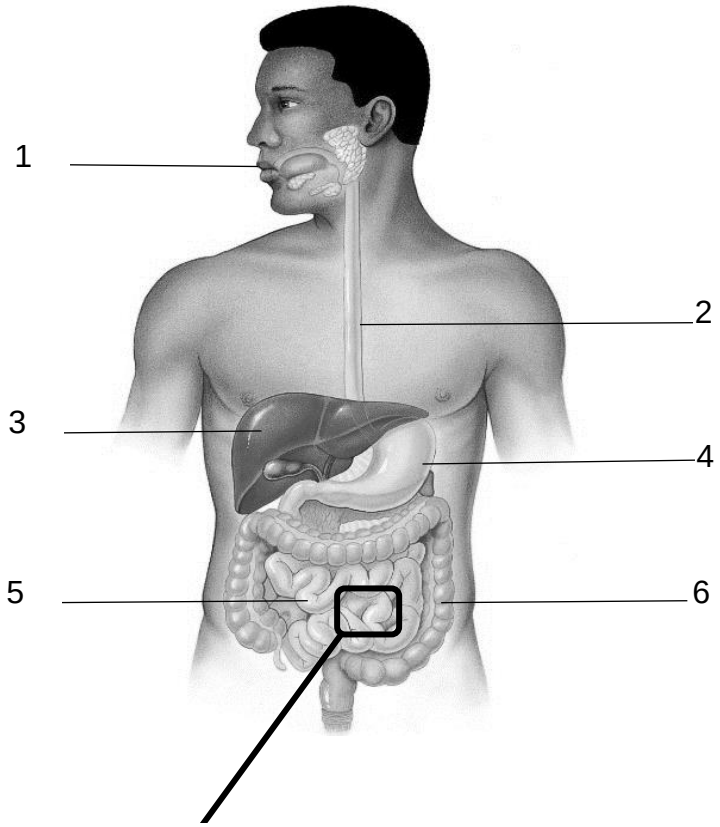
3.12. Donner le terme médical correspondant à l'expression soulignée.

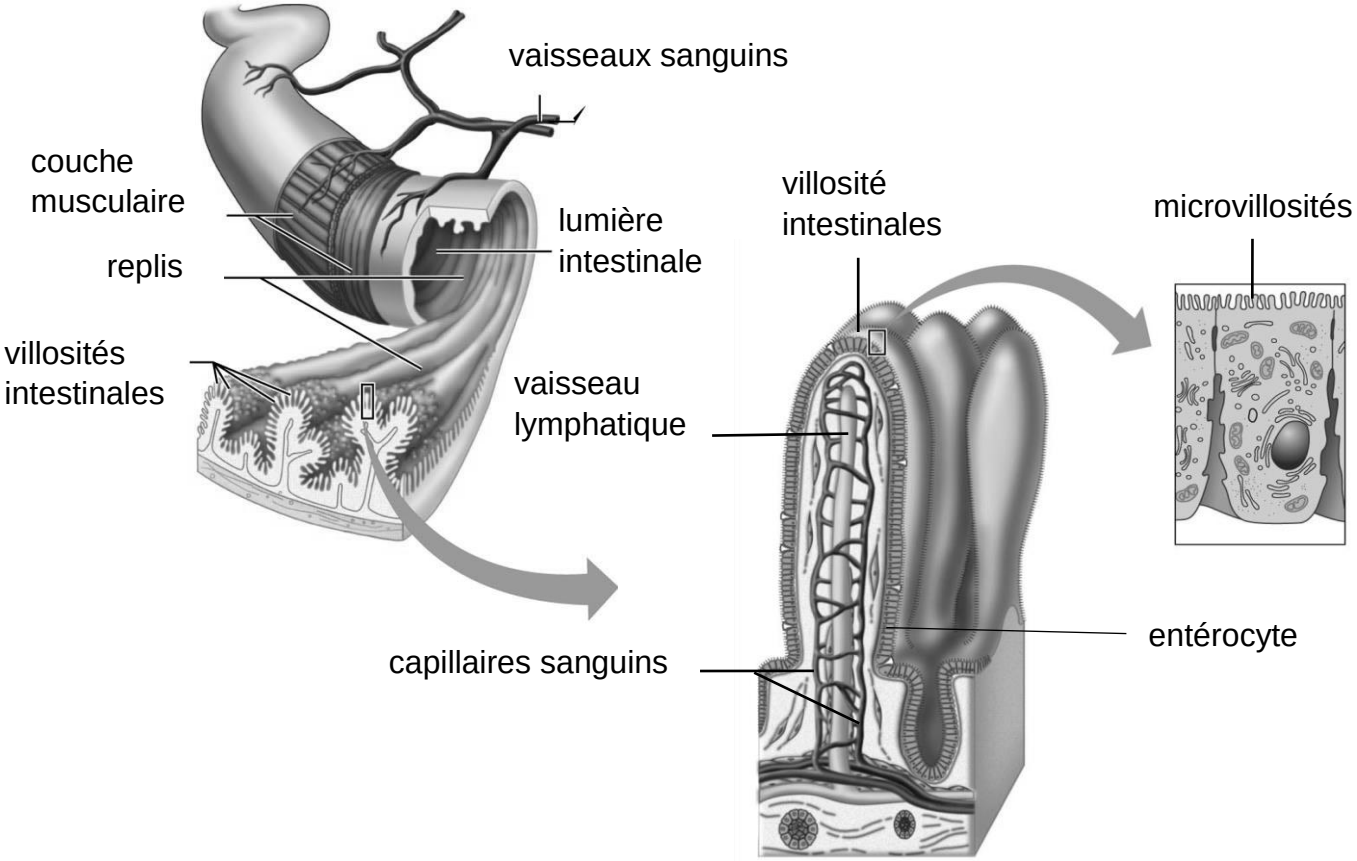
3.13. Présenter le principe de ce traitement.

4. Bilan

Présenter de manière synthétique (texte court, schéma ou carte mentale) l'origine, le devenir dans l'organisme humain et les effets possibles du chlordécone sur la santé.

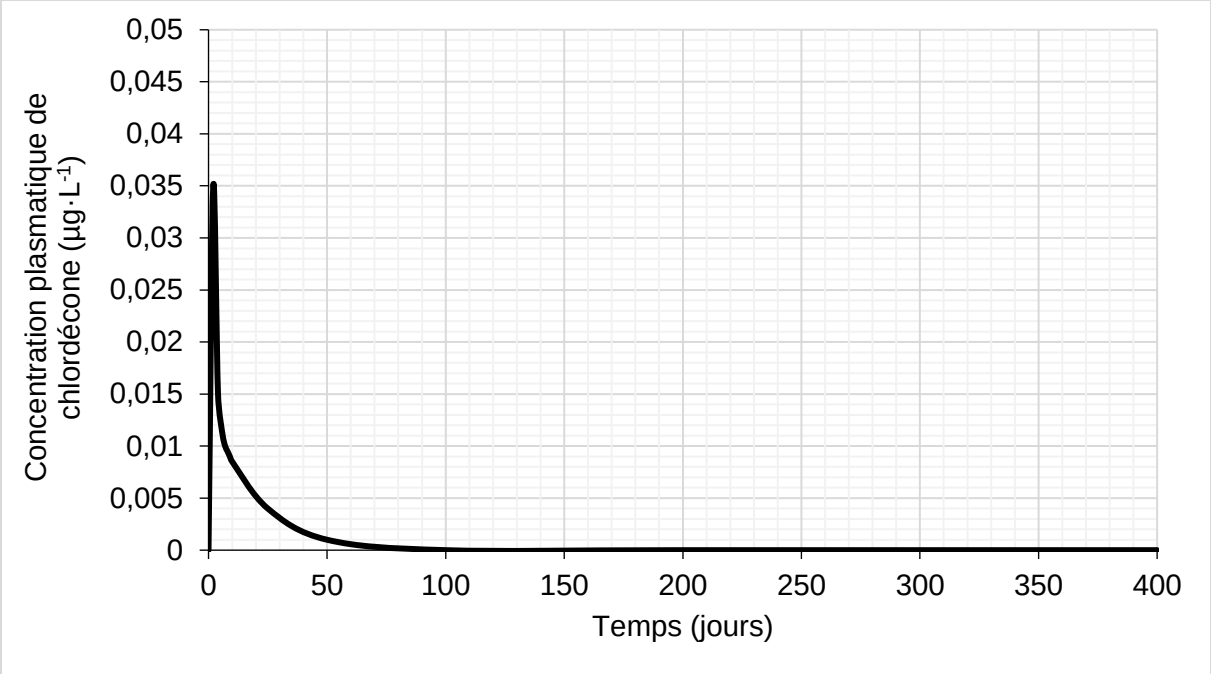
<u>Document 1</u> : Appareil digestif et organisation histologique de l'intestin grêle



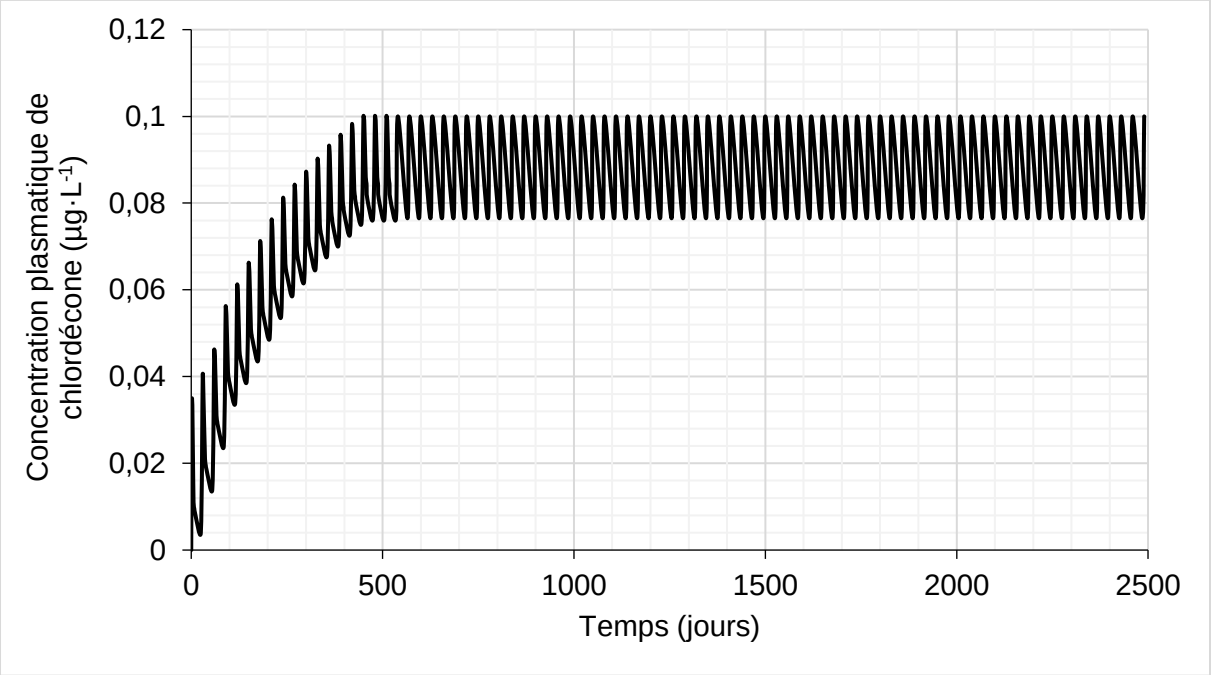


<u>Document 3</u> : Variation de la concentration plasmatique du chlordécone au cours du temps

<u>Document 3A</u> : Variation de la concentration plasmatique du chlordécone au cours du temps suite à la prise unique par voie orale de 150 g d'aliments contenant 3 µg de chlordécone

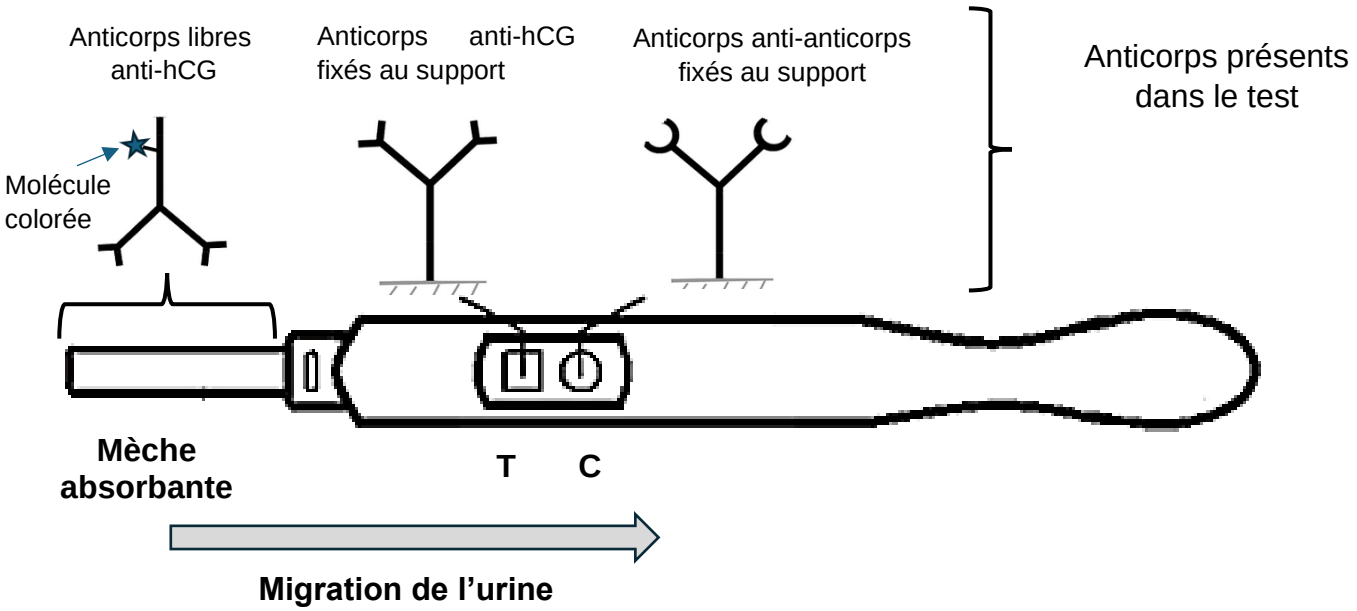


<u>Document 3B</u> : Concentration plasmatique du chlordécone au cours du temps suite à la prise par voie orale de 150 g d'aliments contenant 3 µg de chlordécone à raison d'une fois par mois tous les mois.



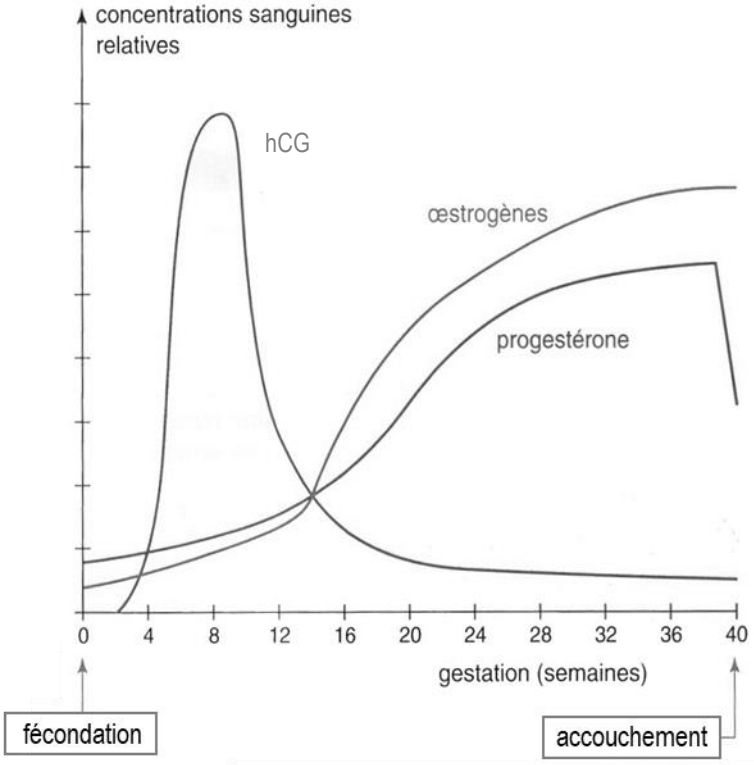
<u>Document 4</u> : Détection d'une grossesse et suivi hormonal

<u>Document 4A</u> : Test urinaire de grossesse

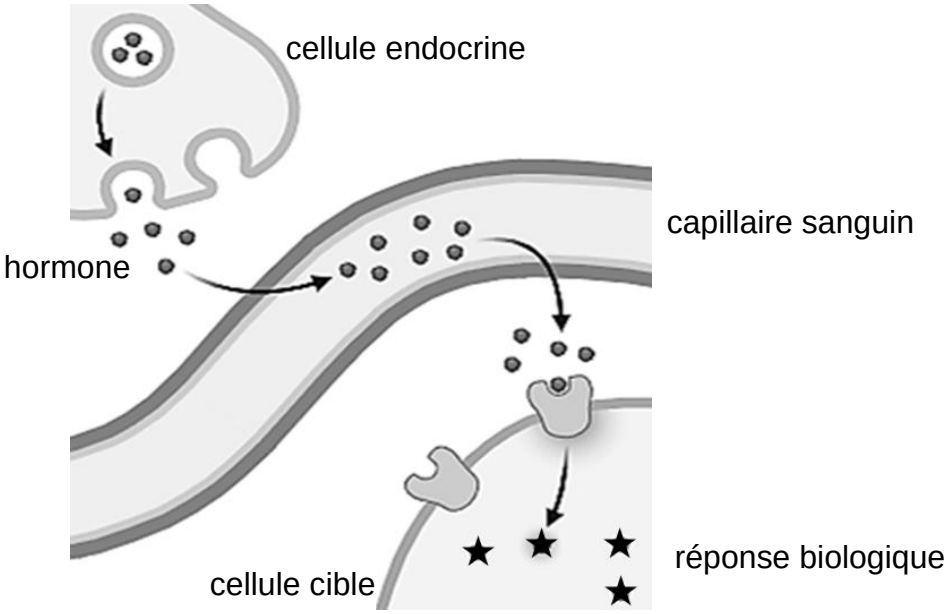


L'urine est déposée sur une mèche absorbante puis migre le long du test. Au cours de cette migration, l'urine passe au niveau de deux fenêtres : la fenêtre de test (T) et la fenêtre de contrôle (C). La présence d'hCG se matérialise par l'apparition d'une bande colorée.
Lorsque le test est positif, une bande apparait à la fois dans la fenêtre test et dans la fenêtre contrôle.

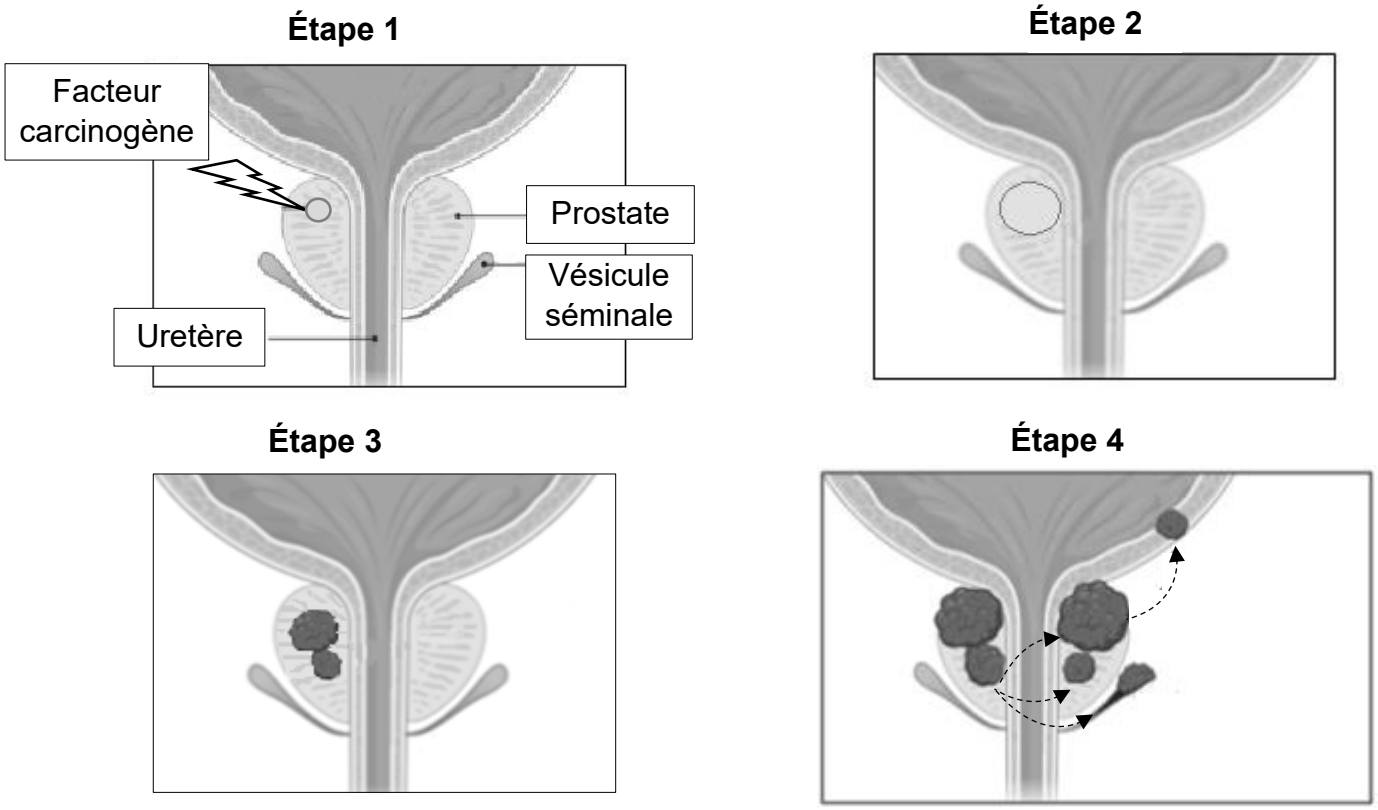
<u>Document 4B</u> : Évolution des concentrations sanguines hormonales au cours de la grossesse



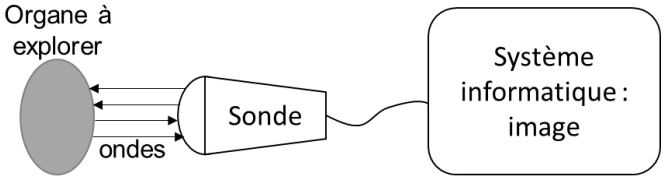
<u>Document 5</u> : Étapes de la communication hormonale



<u>Document 7</u> : Étapes de la cancérogénèse

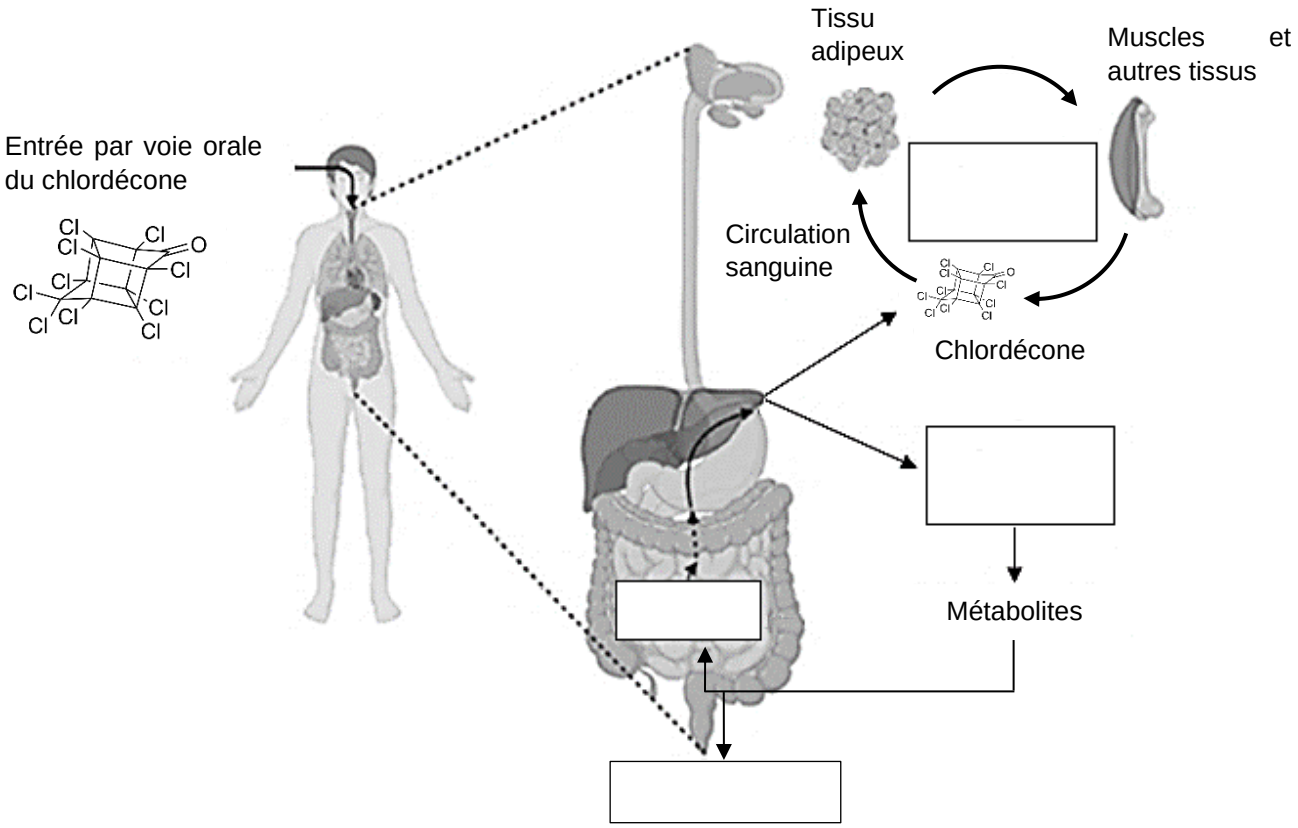


<u>Document 8</u> : Principe de l'échographie



PAGE À RENDRE AVEC LA PARTIE BPH

<u>Document 2</u> : Devenir du chlordécone dans l'organisme



<u>Document 6</u> : Représentation schématique de l'appareil uro-génital masculin