

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2023

**SCIENCES ET TECHNOLOGIES
DE LA SANTÉ ET DU SOCIAL**

CHIMIE - BIOLOGIE ET PHYSIOPATHOLOGIE HUMAINES

Durée : 4 heures

Coefficient : 16

**Avant de composer, le candidat s'assure que le sujet comporte bien
15 pages numérotées de 1 sur 15 à 15 sur 15.**

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

Aucune annexe n'est à rendre avec la copie de Chimie.

La **page 15 sur 15** 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.

Le Diagnostic préimplantatoire (DPI)

Le diagnostic préimplantatoire (DPI) est proposé aux couples qui ont une forte probabilité de donner naissance à un enfant atteint d'une maladie génétique d'une particulière gravité reconnue comme incurable au moment du diagnostic (article L.2131-4 Code de la Santé Publique). L'intérêt de cette technique est de réaliser un diagnostic génétique sur un embryon - obtenu par fécondation *in vitro* - avant qu'il ne soit implanté dans l'utérus de la femme.

Ceci assure que l'enfant à naître ne sera pas porteur de la maladie recherchée.

Le sujet comporte deux parties indépendantes :

- La partie Chimie : **Suivi de la grossesse après un DPI.**
- La partie BPH : **Le DPI, un espoir pour les familles touchées par la polykystose rénale.**

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

Partie Chimie :

Suivi de la grossesse après un DPI

Les exercices sont indépendants.

Exercice 1 : Dosage du glucose dans les urines (10 points)

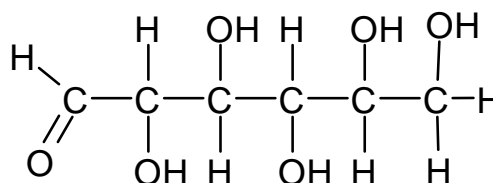
Lors d'un test de routine pendant une grossesse, on détecte la présence de glucose dans les urines d'une patiente.

On considère que le taux de glucose dans les urines est normal s'il est inférieur en $150 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

Document 1 : La molécule de glucose

Formule brute du glucose : $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

Formule développée du glucose :



Masse molaire du glucose : $M = 180 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Solubilité dans l'eau à 20°C : $s = 700 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$

Document 2 : Principe d'un dosage du glucose réalisé en situation scolaire

Pour déterminer la concentration en glucose dans une solution, on peut utiliser une courbe d'étalonnage obtenue par spectrophotométrie.

Pour cela, on constitue une échelle de teintes en préparant plusieurs solutions étalons de concentrations connues en glucose de volume $V = 10,0 \text{ mL}$.

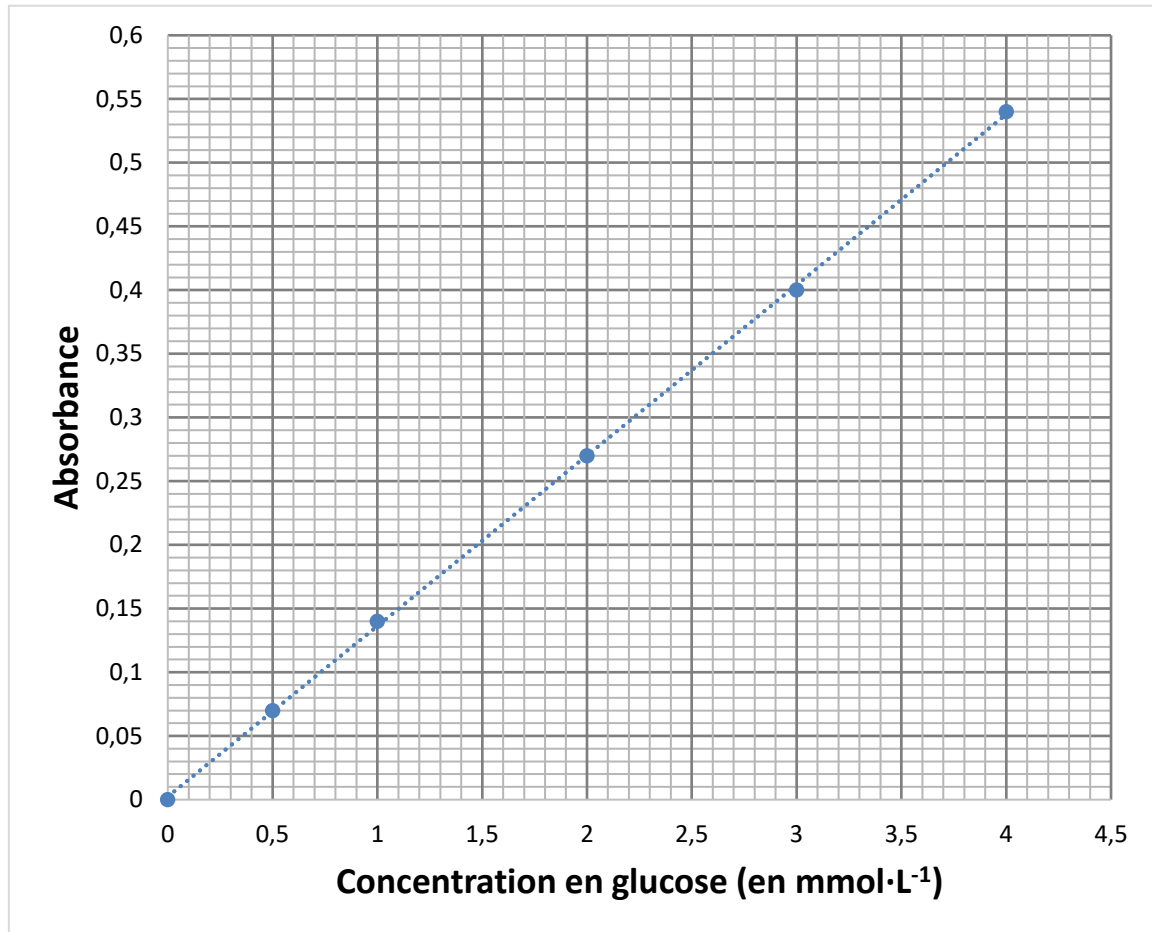
Le glucose étant incolore en solution aqueuse, on ajoute un volume identique d'acide picrique dans chacune des solutions. L'acide picrique réagit avec le glucose pour former une espèce chimique de couleur orange. L'absorbance de cette solution est proportionnelle à la quantité de glucose ayant réagi.

À l'aide d'un spectrophotomètre, on mesure alors l'absorbance des différentes solutions de l'échelle de teinte, pour une onde électromagnétique de longueur d'onde $\lambda = 0,570 \mu\text{m}$.

Lors du dosage spectrophotométrique du glucose, les résultats suivants sont obtenus :

| Solution étalon | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|------|------|------|------|------|------|
| Concentration en glucose ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) | 0,0 | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 |
| Absorbance (sans unité) | 0,00 | 0,07 | 0,14 | 0,27 | 0,40 | 0,54 |

Document 3 : Évolution de l'absorbance en fonction de la concentration de la solution en glucose



Données : 1 nm = 10⁻⁹ m ; 1 μm = 10⁻⁶ m ; 1 mmol = 10⁻³ mol ;

Les ondes électromagnétiques appartiennent au domaine du visible si leur longueur d'onde λ est comprise entre 400 nm et 800 nm.

1. À partir du **document 1**, écrire la formule semi-développée du glucose. Entourer les groupes fonctionnels présents dans la molécule et les nommer.
2. Justifier la forte solubilité du glucose dans l'eau en argumentant à partir de la structure de cette molécule.
3. Justifier que l'onde électromagnétique utilisée appartient au domaine du visible.
4. Proposer un protocole expérimental permettant d'obtenir la solution étalon n°3 à partir du matériel disponible ci-dessous :
 - une solution aqueuse de glucose de concentration $C_{mère} = 10,0 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$
 - une fiole jaugée de volume $V = 10,0 \text{ mL}$
 - une pipette jaugée de volume $V = 1,0 \text{ mL}$
 - une pipette jaugée de volume $V = 2,0 \text{ mL}$
 - de l'eau distillée
 - un bécher
 - un erlenmeyer

On procède avec un échantillon de 10,0 mL d'urine de coloration négligeable comme avec les solutions étalons selon le protocole décrit dans le **document 2**. L'absorbance mesurée après l'ajout d'acide picrique est $A = 0,17$ à la longueur d'onde $\lambda = 0,570 \text{ }\mu\text{m}$.

5. À l'aide du **document 3**, déterminer la concentration de glucose dans les urines analysées.
6. Montrer que la concentration en masse de glucose dans ces urines est voisine de $C_m = 0,23 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
7. Indiquer si l'analyse effectuée permet de suspecter une anomalie.

Exercice 2 : Radiographie du bassin (10 points)

Document 1 : La radio-pelvimétrie

Face à certaines situations évoquant un risque de disproportion fœto-pelvienne (risque que le bébé ne puisse passer à travers le bassin), une radio-pelvimétrie peut être prescrite à la future maman en fin de grossesse. Cet examen permet d'apprécier les dimensions du bassin en mesurant différents diamètres osseux.

D'après <https://www.passeportsante.net>

Document 2 : Radiographie fœto-pelvienne



<https://forum.doctissimo.fr/>

Document 3 : Composition des tissus corporels

Les principaux éléments constitutifs des tissus mous (la peau, les muscles, la graisse, les tendons, les vaisseaux sanguins et les nerfs) sont l'hydrogène, le carbone, l'azote, l'oxygène.

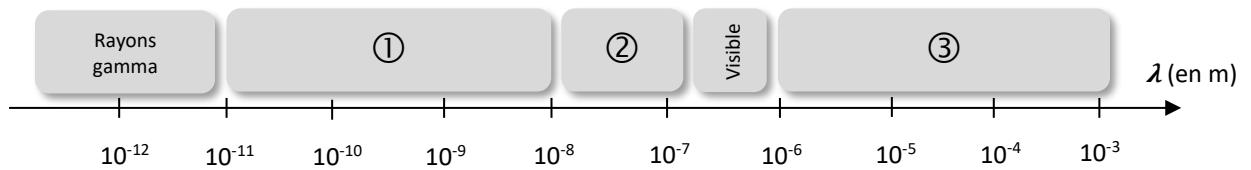
Les os sont constitués d'eau (pour environ 25 % de leur masse), de matières organiques (environ 33 % de leur masse) et de sels minéraux inorganiques où le calcium, le phosphore et le magnésium prédominent.

Données : Vitesse de la lumière dans le vide ou dans l'air $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Numéros atomiques de quelques atomes :

| Atome | Hydrogène | Carbone | Azote | Oxygène | Magnésium | Phosphore | calcium |
|-----------------|-----------|---------|-------|---------|-----------|-----------|---------|
| Symbole | H | C | N | O | Mg | P | Ca |
| Numéro atomique | 1 | 6 | 7 | 8 | 12 | 15 | 20 |

1. Choisir parmi les ondes suivantes celles qui sont utilisées pour la radiographie : ondes sonores, ondes mécaniques, ondes ultra-sonores, ondes électromagnétiques. Indiquer de même le type d'ondes utilisées en échographie.
2. En utilisant l'échelle de longueurs d'ondes ci-dessous, indiquer à quel numéro correspond le domaine des rayons X.



3. Rappeler la relation entre fréquence et longueur d'onde, préciser les unités des grandeurs.
4. En utilisant l'échelle présentée à la **question 2**, déterminer par calcul l'intervalle de fréquences des rayons X.
5. Expliquer le principe de la radiographie en interprétant les contrastes d'un cliché radiographique en termes d'absorption des rayons X.
6. À l'aide des **documents 2 et 3**, identifier les tissus corporels visualisés sur une radiographie. En déduire les éléments chimiques responsables de l'absorption des rayons X dans une radiographie.
7. Expliquer pourquoi le magnésium absorbe davantage les rayons X que l'hydrogène.

Partie Biologie et physiopathologie humaines :

Le DPI, un espoir pour les familles touchées par la polykystose rénale

Après plusieurs années de vie commune, monsieur et madame X. désirent avoir un enfant. Le mari de madame X. est atteint de polykystose rénale. Inquiets de l'éventuelle transmission de la maladie à leur futur enfant, ils consultent leur médecin qui les oriente vers un conseil génétique. Après information et discussion avec le couple, il est proposé une aide médicale à la procréation avec Diagnostic préimplantatoire (DPI).

Le DPI est une technique médicale qui permet, à partir d'une cellule embryonnaire obtenue par Fécondation *in vitro* (FIV), de rechercher, dans le génome de cette cellule, la présence éventuelle de l'anomalie génétique.

1. Physiopathologie de la polykystose rénale

La polykystose rénale est une **néphropathie** héréditaire caractérisée par la formation de kystes rénaux entraînant une **hypertrophie** progressive des deux reins. Des troubles de la fonction urinaire comme la présence de sang dans les urines apparaissent au cours du temps. Dans certains cas, on observe des complications telles que l'infection d'un kyste accompagnée d'une augmentation de la température corporelle. La pathologie évolue vers l'insuffisance rénale chronique qui nécessite un recours à la dialyse ou à la transplantation.

La polykystose rénale peut avoir des répercussions sur différents appareils. Ainsi, la plupart des patients présentent de façon chronique, une augmentation de la pression artérielle et des dilatations anormales de la paroi de vaisseaux sanguins (artères coronaires ou cérébrales). Par ailleurs, des kystes hépatiques peuvent également se développer.

- 1.1. Décomposer, en unités de sens, les deux termes en caractères gras. Préciser la signification de chacune des unités ainsi formées puis proposer une définition de chaque terme.
- 1.2. Indiquer le terme médical qui correspond à chacune des trois expressions soulignées dans le texte ci-dessus.
- 1.3. Dédurre à partir des signes cliniques et paracliniques énumérés dans le texte ci-dessus, les organes touchés par la polykystose rénale et les appareils correspondants. Présenter la réponse sous forme de tableau.

Le **document 1** présente un schéma de l'appareil urinaire ainsi qu'un schéma simplifié d'un néphron et de sa vascularisation.

- 1.4. Reporter sur la copie les annotations correspondant aux repères 1 à 4 du **document 1**.

Le néphron est l'unité fonctionnelle du rein. Le **tableau ci-dessous** indique la composition des liquides présents au niveau du néphron :

- le plasma présent au niveau du glomérule ;
- l'urine primitive présente au niveau de la capsule de Bowman.

| Constituants | Concentration dans le plasma | Concentration dans l'urine primitive |
|--------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| Glucose | 1 g·L ⁻¹ | 1 g·L ⁻¹ |
| Urée (déchet cellulaire) | 5 mmol·L ⁻¹ | 5 mmol·L ⁻¹ |
| Protéines | 75 g·L ⁻¹ | 0 g·L ⁻¹ |

Données concernant la taille des molécules :

glucose (0,25 nanomètre), urée (0,16 nanomètre) et protéines (> 3,6 nanomètres).

- 1.5.** Analyser les résultats du **tableau ci-dessus** et les données concernant la taille des molécules pour en déduire une fonction du néphron.

Le **tableau suivant** présente la composition de l'urine primitive et de l'urine définitive.

| Constituants | Quantité dans l'urine primitive produite en 24 h | Quantité dans l'urine définitive produite en 24 h |
|--|--|---|
| Eau | 170 L | 1,5 L |
| Ion sodium (Na ⁺) | 25 mol | 0,20 mol |
| Glucose | 180 g | 0 |
| Ion ammonium (NH ₄ ⁺) | 5 mmol | 55 mmol |

- 1.6.** Comparer la composition de l'urine primitive et de l'urine définitive pour en déduire deux autres fonctions du néphron.
- 1.7.** Reproduire sur la copie le schéma du néphron et de sa vascularisation. Localiser sur le schéma les fonctions mises en évidence dans les réponses aux questions 1.5 et 1.6 Préciser le sens de déplacement des molécules pour chacune des fonctions.

Lors de la polykystose rénale, les kystes rénaux, qui se développent, altèrent la fonction rénale.

- 1.8.** Proposer une conséquence possible de la polykystose sur la composition du plasma.

2. Origine génétique de la polykystose rénale

La polykystose rénale résulte d'une mutation du gène *pkd1* qui code une protéine appelée polycystine. Celle-ci est composée de 4302 acides aminés et elle est présente dans la membrane des cellules épithéliales des tubules rénaux.

Le **document 2 (à rendre avec la copie de BPH)** présente un schéma des mécanismes de transcription et de traduction qui permettent la synthèse d'une protéine à partir d'un gène. Le code génétique est donné dans le document ci-dessous.

- 2.1. Identifier, sur le **document 2 (à rendre avec la copie de BPH)**, les structures et les mécanismes correspondant aux annotations 1 à 8.
- 2.2. Compléter les molécules 1 et 5 en cours de synthèse représentées sur le **document 2 (à rendre avec la copie de BPH)** à l'aide du code génétique ci-dessous. Argumenter les réponses.

| | | Deuxième lettre | | | | | | | | | |
|-----------------|-----|-----------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|------------------|---|
| | | U | | C | | A | | G | | | |
| Première lettre | U | UUU | Phe | UCU | Ser | UAU | Tyr | UGU | Cys | Troisième lettre | U |
| | | 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 | | |

L'une des mutations du gène *pkd1* a pour conséquence l'apparition prématurée d'un codon stop au niveau de l'ARN messager.

- 2.3. Déduire les conséquences d'une telle mutation sur la structure et la fonction de la polycystine 1.

La transmission de la polykystose rénale touchant monsieur X. est autosomale dominante. Le **document 3** présente l'arbre généalogique de la famille de monsieur X.

- 2.4. Justifier la transmission autosomale de la maladie à l'aide d'un développement construit.
- 2.5. Donner les génotypes de monsieur X. et madame X. en utilisant les conventions d'écriture appropriées. Argumenter les réponses.
- 2.6. Démontrer, à l'aide d'un échiquier de croisement, que le recours au diagnostic préimplantatoire est tout à fait indiqué pour la grossesse souhaitée par monsieur et madame X.

3. Diagnostic préimplantatoire (DPI) et transmission de la polykystose rénale

Afin de s'assurer qu'un embryon n'est pas susceptible de développer une polykystose rénale, un diagnostic préimplantatoire (DPI) peut être réalisé. Il s'agit d'un diagnostic reposant sur l'utilisation de techniques qui recherchent la présence d'une anomalie génétique sur l'ADN des cellules embryonnaires prélevées.

Le DPI comprend deux phases : la phase de préparation et la phase de réalisation.

- **Phase de préparation**

Le couple est pris en charge par le centre de DPI. Durant cette phase, des examens sont réalisés afin de déterminer si les méthodes d'aide médicale à la procréation (FIV, ICSI...), nécessaires au DPI, peuvent être mises en œuvre.

Un examen de sperme est notamment prescrit à monsieur X. Un extrait des résultats obtenus est présenté dans le tableau ci-dessous.

| Analyses effectuées | Valeurs de monsieur X. | Valeurs de référence (OMS, 2010) |
|--|---------------------------------|-----------------------------------|
| Volume d'éjaculat | 1,9 mL | > 1,5 mL |
| pH | 7,3 | > 7,1 |
| Concentration en spermatozoïdes | $25 \cdot 10^6 \text{ mL}^{-1}$ | $> 20 \cdot 10^6 \text{ mL}^{-1}$ |
| Mobilité des spermatozoïdes | 40 % | > 32 % |
| Morphologie (pourcentage de formes normales) | 60 % | > 50 % |

3.1. Démontrer, à l'aide du tableau ci-dessus, que le sperme de M. X ne présente ni oligospermie, ni asthénospermie, ni tératospermie, et qu'il permettra, ainsi, la réalisation d'une FIV ou d'une ICSI (*IntraCytoplasmic Sperm Injection*).

- **Phase de réalisation**

La phase de réalisation comprend plusieurs étapes.

La première étape consiste en une procréation médicalement assistée : une stimulation ovarienne permet de préparer un prélèvement des ovocytes de madame X. En parallèle, les spermatozoïdes de monsieur X. sont recueillis. Une ICSI et une mise en culture des embryons sont ensuite réalisées.

Le traitement de stimulation ovarienne prescrit à madame X. consiste à bloquer la régulation hormonale de la fonction reproductrice pour contrôler les concentrations hormonales.

Ce traitement comprend :

- des injections répétées de Décapeptyl, une molécule qui bloque l'action de la GnRH.
- des injections répétées de FSH ;
- une injection ponctuelle de hCG (qui mime le pic naturel de LH en milieu de cycle).

Le **document 4** présente un schéma simplifié de la régulation de la fonction reproductrice féminine.

3.2 Établir le lien, à l'aide du **document 4**, entre l'injection de Décapeptyl et le blocage de la régulation hormonale.

La surveillance du traitement de madame X. comprend des examens échographiques des ovaires, dont les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

- 3.3.** Expliquer l'intérêt médical des injections répétées de FSH, à l'aide de l'analyse du tableau ci-dessous et du **document 4**.

| Jours du cycle de stimulation | | Jours 1 à 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | |
|---|---|---------------|-----------------------------|---|---|----|----|-----------------|----|------------------------|--|
| Traitement | Décapeptyl (UA) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | Prélèvement ovocytaire | |
| | FSH (UA) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | | |
| | hCG (UA) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 ³ | 0 | | |
| Surveillance du traitement : Échographie des ovaires | Nombre de follicules en fonction de la taille en mm | <i>Taille</i> | <i>Nombre de follicules</i> | | | | | | | | |
| | | <10 | | 6 | | 2 | | 0 | 0 | | |
| | | 10-11 | | 1 | | 5 | | 3 | 3 | | |
| | | 12-13 | | 0 | | 3 | | 4 | 5 | | |
| | | 14-15 | | 0 | | 0 | | 4 | 3 | | |
| | | 16-17 | | 0 | | 0 | | 4 | 2 | | |
| | | 18-19 | | 0 | | 0 | | 1 | 5 | | |
| | | 20-21 | | 0 | | 0 | | 0 | 1 | | |
| | | 22-23 | | 0 | | 0 | | 0 | 0 | | |
| | | | | | | | | | | | |

Afin de permettre une ICSI, trente-six heures après l'injection de hCG, madame X. est soumise à un prélèvement ovocytaire, réalisé sous contrôle échographique.

Le **document 5** présente le schéma du prélèvement ovocytaire et le **document 6**, le résultat de l'échographie d'un ovaire de madame X.

- 3.4.** Reporter, sur la copie, les annotations correspondant aux numéros 1 à 5 du **document 5**.
- 3.5.** Présenter le principe de l'échographie.
- 3.6.** Indiquer, à l'aide des **documents 5 et 6**, un intérêt médical de l'échographie lors du prélèvement des ovocytes de madame X.

Le **document 7** est une représentation schématique de cette technique.

- 3.7.** Présenter, à l'aide du **document 7**, le principe de l'ICSI.

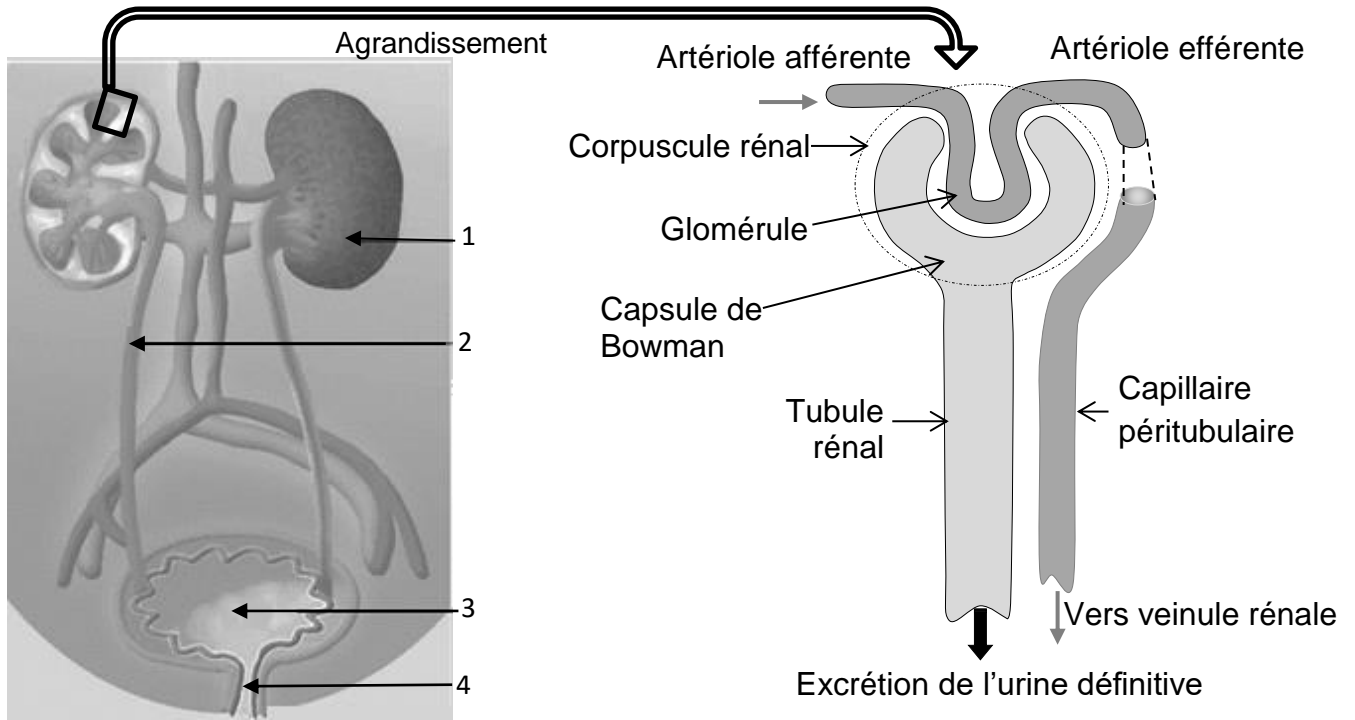
La seconde étape de la phase de réalisation correspond au recueil et à l'identification des embryons non porteurs de la maladie génétique. Cette étape a permis d'identifier deux embryons, indemnes de la maladie, qui vont donc pouvoir être transférés.

- 3.8.** Expliquer pourquoi le prélèvement d'une seule cellule de l'embryon, pour réaliser le DPI, suffit à écarter le risque, pour l'enfant à naître, d'être atteint de la pathologie recherchée.

4. Synthèse

Proposer une synthèse (texte court, schéma, tableau ou carte mentale), exposant la cause de la polykystose rénale, l'intérêt du DPI dans le cas de cette phase dominante ainsi que les étapes de sa réalisation.

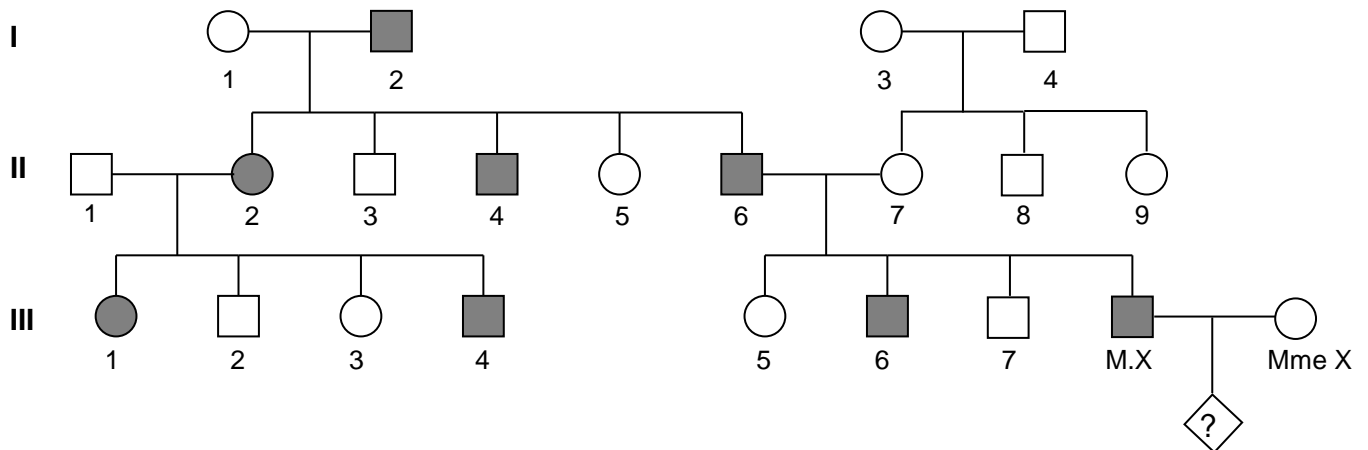
Document 1 : Représentations de l'appareil urinaire et du néphron



Représentation de l'appareil urinaire

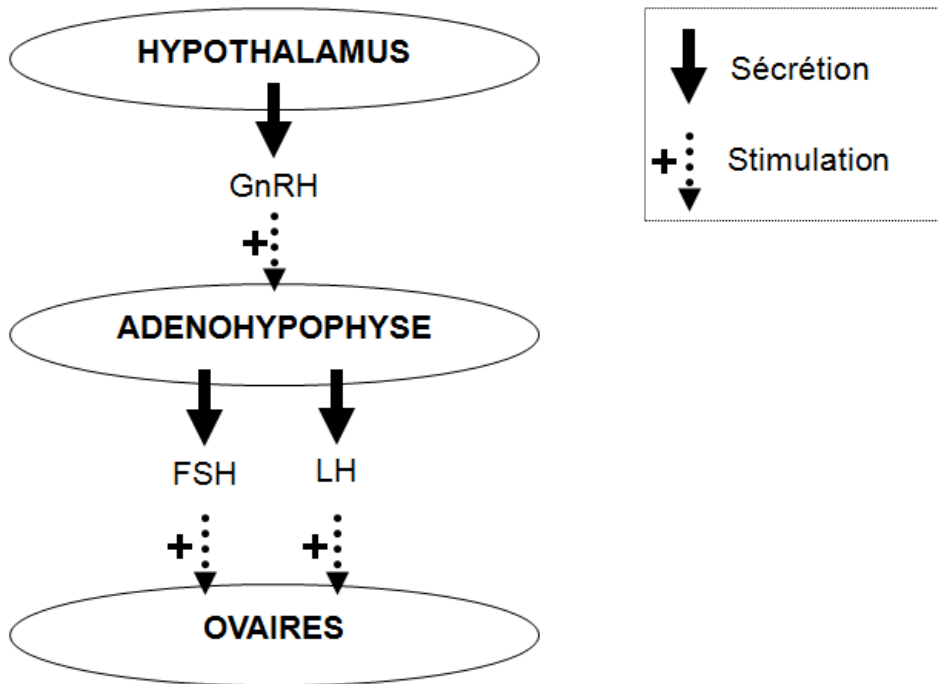
Schéma d'un néphron

Document 3 : Arbre généalogique de la famille de monsieur X.

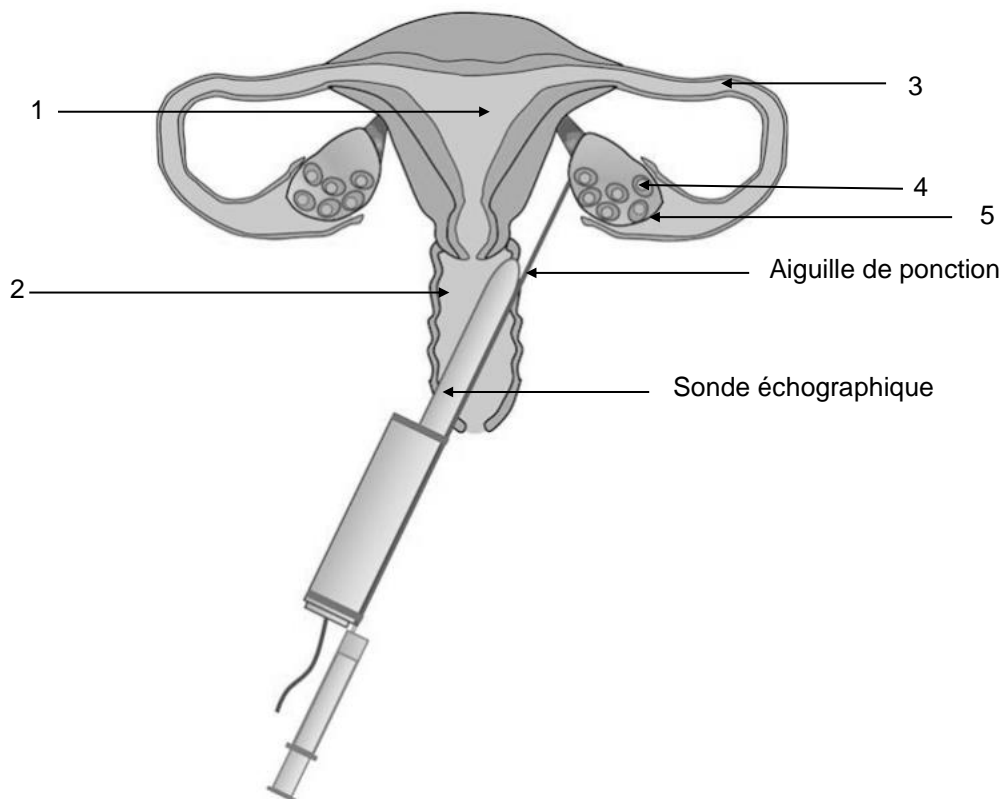


- Homme non malade ○ Femme non malade
- Homme malade ● Femme malade

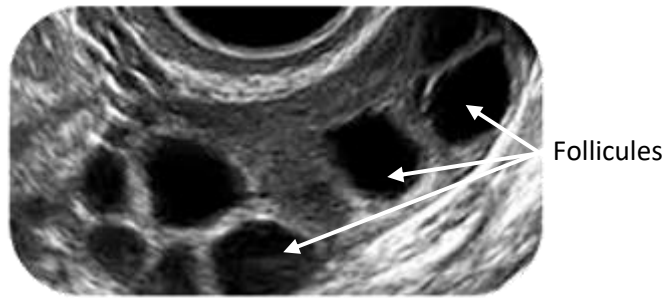
Document 4 : Schéma simplifié de la régulation de la fonction reproductrice féminine



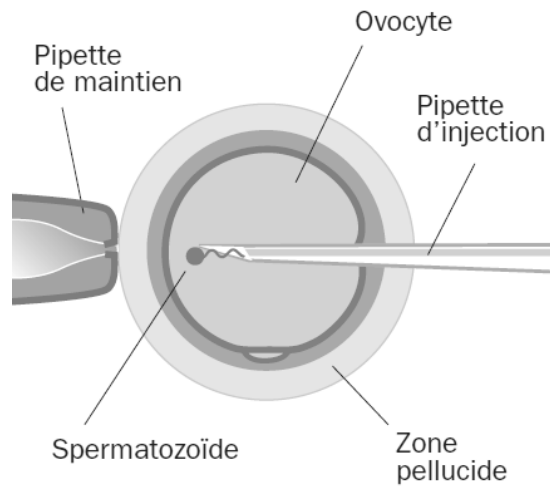
Document 5 : Prélèvement ovocytaire réalisé sous contrôle échographique



Document 6 : Résultat de l'échographie d'un ovaire suite à une stimulation



Document 7 : Principe de l'ICSI



Document 2 : Schéma des mécanismes de transcription et de traduction

