

Mise en œuvre du programme de Chimie (C) Biologie et physiopathologie humaines (BPH) en classe de terminale ST2S

Proposition d'un support d'activité technologique intégrée en Chimie et BPH

ACTIVITE TECHNOLOGIQUE : exploration de l'appareil urinaire

Capacités exigibles :

En chimie :

- Positionner, sur une échelle de longueur d'onde ou de fréquence, le domaine des rayons X.
- Connaître le principe de la radiographie et interpréter un cliché radiographique.
- Identifier les groupes fonctionnels dans un produit de contraste.
- Savoir qu'un produit de contraste améliore la visualisation d'un cliché d'imagerie médicale et que sa durée d'élimination est un critère de choix.

En Biologie et physiopathologie humaines :

- Identifier les principaux éléments de l'appareil urinaire
- Localiser les néphrons au niveau du rein
- Expliquer le principe de la radiographie et présenter son intérêt médical

L'activité technologique proposée pourra être traitée sur un volume horaire total de 3h30 dont 2h30 de BPH et 1h de Chimie. Elle se découpe en 4 parties :

- La première partie est une partie introductive avec étude du contexte général,
- La seconde et la troisième partie correspondent à des activités documentaires ou expérimentales,
- La 4^{ème} partie permet d'effectuer un bilan suite à l'étude menée.

Plusieurs organisations peuvent être envisagées. Deux possibilités sont présentées ci-dessous :

	Chimie	BPH
Proposition 1 : Si les séances d'activités de BPH et Chimie sont alignées		
8h - 9h	Groupe 1 : partie 2 de l'AT	Groupe 2 : Parties 1 et 3 de l'AT
9h - 10h		
10h - 11h	Groupe 2 : partie 2 de l'AT	Groupe 1 : Parties 1 et 3 de l'AT
11h - 12h		
Présentation du contexte général : les 2 profs ensemble		
Conclusion de l'activité (4 ^{ème} partie) : en séance de BPH en classe entière – les 2 profs ensemble		
Proposition 2 : Séances d'activités de BPH et Chimie décalées		
Séance 1 : effectif complet		Présentation rapide du contexte et de l'organisation des séances.
Séances 2 : effectif réduit	Partie 2 de l'AT	Parties 1 et 3 de l'AT
Séance 3 : effectif complet		Partie 4 de l'AT

Contexte général

Ilena, adolescente de 17 ans, se plaint de manière récurrente de douleur lors de la miction. Sa **diurèse** est plus fréquente et, alors que l'envie d'uriner est importante, ce ne sont généralement que quelques gouttes d'urines qui sont émises. Des examens complémentaires confirment le diagnostic de **cystite** et le médecin prescrit à Ilena un **antibiotique** associé à un **antalgique**. Lors d'une visite de contrôle 3 semaines plus tard, l'adolescente évoquant toujours des douleurs pelviennes, le médecin lui demande de faire un examen complémentaire : une urographie intraveineuse afin d'éliminer le risque d'une atteinte rénale.

1^{ERE} PARTIE : ORGANISATION DE L'APPAREIL URINAIRE.

1. (B) **Proposer** une définition aux quatre termes médicaux en gras dans le texte.
2. (B) **Situer** l'appareil urinaire dans l'organisme, à l'aide du tronc démontable.
3. (B) **Compléter**, à partir de la vidéo suivante, le **document A** de l'**annexe 1** et **indiquer** le trajet de l'urine depuis son lieu de formation jusqu'à son émission de l'organisme.

<https://www.youtube.com/watch?v=DkRtHzzK0u0> : 2 premières minutes

Document 1

Urographie normale (document 1a) et l'urographie de Ilena (document 1b).

Document 1a : urographie de référence



Document 1b : urographie de Ilena



4. (B) **Proposer** une définition au mot urographie.

2^{EME} PARTIE : PRINCIPE DE LA RADIOGRAPHIE ET ROLE D'UN PRODUIT DE CONTRASTE.

Une **urographie** ou **urographie intraveineuse** est un examen radiologique qui utilise les rayons X et l'injection d'un produit de contraste iodé. Il permet de diagnostiquer une anomalie de sécrétion des urines, une malformation des reins ou des voies urinaires, ou la présence d'un calcul rénal.

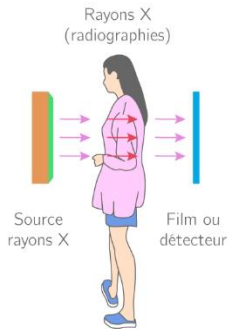
Comment fonctionne la radiographie ? Quel est le rôle d'un produit de contraste dans cette technique d'imagerie ?

Document 2 Les rayons X.

Les rayons X sont des ondes électromagnétiques de **petites longueurs d'onde et par conséquent de fréquences élevées**. Ils sont également très énergétiques.

Ils sont utilisés en médecine principalement pour l'imagerie (radiographie) et pour soigner les cancers (radiothérapie). Les rayons X sont dangereux et nécessitent d'être manipulés en respectant des consignes de précautions.

Document 3 Principe de la radiographie.



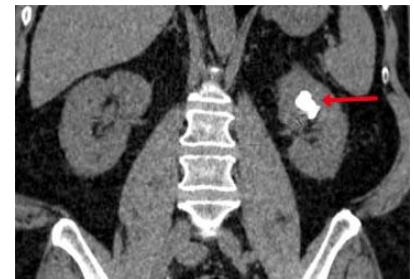
Les rayons X traversent plus ou moins la matière selon son épaisseur et sa nature. Plus une partie du film ou du détecteur reçoit des rayons X et plus elle apparaît sombre ; moins elle en reçoit, et plus elle reste blanche.

<https://www.kartable.fr/ressources/physique-chimie/cours/les-ondes-et-limagerie-medicale-1/12848>

Sur la radiographie d'un rein donné ci-contre :

- Les chairs absorbent peu les rayons X ; ils peuvent alors atteindre le film ou le détecteur. Une zone sombre apparaît, d'autant plus que la quantité de rayons X reçue est importante.
- Le calcul rénal gauche, très riche en calcium comme un os, apparaît en blanc. Il a fortement absorbé les rayons X, le film ou le détecteur en reçoit très peu.

<https://www.urologue-vogt.fr/rein/reinCALC.htm>



Document 4 Principe de la radiographie.

Les rayons X sont d'autant plus absorbés par la matière qu'ils rencontrent un grand nombre d'atomes et que ces atomes correspondent à des éléments de numéro atomique Z élevé.

- La peau et les muscles sont essentiellement constitués des éléments hydrogène H, carbone C, oxygène O et azote N dont les numéros atomiques sont respectivement $Z = 1, 6, 8$ et 7 : ils absorbent peu ou moyennement les rayons X et apparaissent sur le cliché sous la forme d'un gris plus ou moins foncé.
- Les os, les dents, les calculs rénaux constitués essentiellement de phosphore P ($Z = 15$) et de calcium Ca ($Z = 20$) absorbent fortement les rayons X et donnent sur le cliché des zones claires voire blanches.

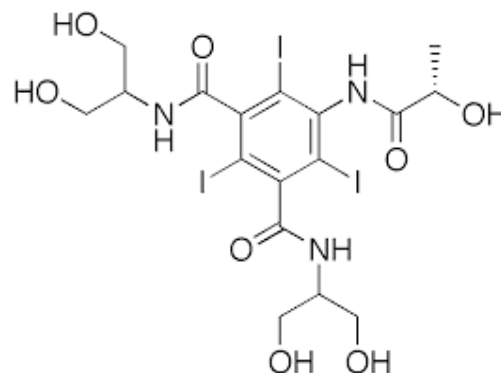
Radiographie d'une main (Nathan – 2020)



Sur une radiographie de l'abdomen, seules les silhouettes des deux reins et de la vessie sont visibles. Les voies urinaires excrétrices ne sont pas visualisées non plus car les uretères se confondent dans la masse des tissus mous.

Comme l'urine est radiotransparente, il faut injecter un produit de contraste iodé, comme l'iopamidol dont la formule semi-développée est donnée ci-contre, par voie veineuse pour visualiser l'arbre urinaire. L'élimination du produit de contraste par les reins va permettre d'opacifier la totalité des voies urinaires excrétrices et la vessie. Celles-ci apparaîtront « blanches » sur une radiographie de l'abdomen.

L'urographie intraveineuse consiste donc simplement en de multiples radiographies standards réalisées lors de l'opacification des systèmes pyélocalicielles des deux reins et des uretères après injection du produit de contraste.



5. (C) Les rayons X sont des ondes électromagnétiques de même nature que la lumière.
- 5.1. **Rappeler** le domaine des longueurs d'onde correspondants aux radiations visibles.
 - 5.2. **Situer** les ultraviolets UV par rapport au domaine visible.
 - 5.3. **Positionner** sur une échelle des longueurs d'onde, le domaine visible, les ultraviolets et les rayons X sachant que les rayons X ont des longueurs d'onde plus faibles que les ultraviolets.
6. (C) La fréquence ν d'une radiation en hertz (Hz) est liée à sa longueur d'onde λ en mètres (m) par la relation :
- $$\nu = \frac{c}{\lambda}$$
- 6.1. **Indiquer** ce que représente la lettre c dans cette relation. **Donner** sa valeur et son unité.
 - 6.2. **Justifier** que cette relation est bien en accord avec la phrase en gras du **document 2**.
7. (C) **Expliquer** pourquoi un calcul rénal (**documents 3 et 4**) apparaît en blanc sur un cliché radiographique.
8. (C) **Rechercher** le numéro atomique de l'or (Au) et **expliquer** pourquoi il est nécessaire de ne pas laisser un bijou en or dans le champ de la zone à radiographier.
9. (C) Produit de contraste et radiographie.
- 9.1. **Indiquer** le rôle du produit de contraste lors d'une urographie.
 - 9.2. **Justifier**, en vous inspirant de la question 8., l'intérêt d'un produit iodé comme produit de contraste.
 - 9.3. **Entourer** et **nommer** les groupes caractéristiques que vous reconnaissez dans la formule semi-développée de l'iopamidol donnée dans le **document 5**.

3^{EME} PARTIE : ORGANISATION DU REIN ET DE SON UNITE FONCTIONNELLE.

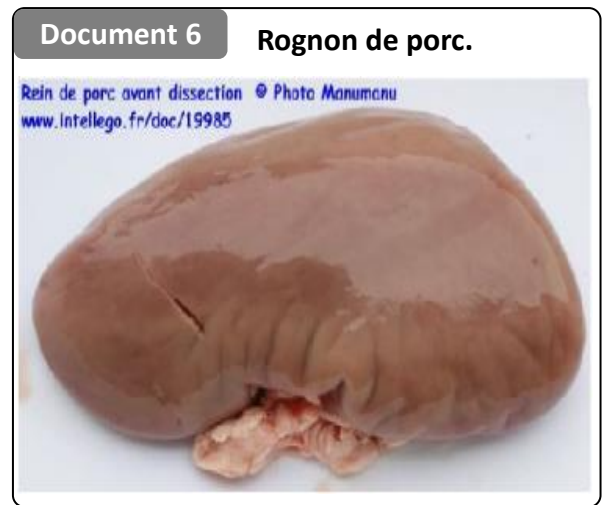
L'étude de la structure du rein se fera par dissection d'un rognon de porc.

10. (B) Observation de la morphologie externe du rein.

10.1. **Orienter** l'organe en légendant le **document 6** avec les mots suivants : partie antérieure, partie postérieure, partie supérieure, partie inférieure, hile.

10.2. **Indiquer** la couleur de l'organe et imaginer une justification à cette couleur.

10.3. **Repérer** l'uretère. Des conduits sont localisés à proximité, les **identifier**.



11. (B) Étude de l'organisation interne du rein.

Déposer le rein dans le bac à dissection de telle sorte que la face antérieure soit disposée vers le manipulateur et la partie supérieure vers le haut. À l'aide d'un scalpel, réaliser, le plus proprement possible, une coupe frontale en passant par le milieu de l'organe.

11.1. **Rechercher** et **décrire** l'aspect des 3 grandes zones internes du rein à l'aide des informations du **document 7**.

Document 7 **Organisation interne du rein.**

Le rein est un organe avec une organisation interne complexe. Il est divisé en 3 grandes zones qui se différencient d'un point de vue anatomique et d'un point de vue fonctionnel :

- Le **cortex rénal** est localisé dans la partie périphérique de l'organe ;
- La **médulla rénale** se situe dans la partie centrale. Elle comprend 8 à 12 pyramides de Malpighi striées ;
- Le **bassin** communique avec l'uretère. Il se prolonge vers l'intérieur du rein par 2 ou 3 calices majeurs, qui se ramifient à leur tour en calices mineurs débouchant au niveau des papilles des pyramides.

11.2. **Compléter** les légendes 1 à 9 du **document B** de l'**ANNEXE 1**.

12. (B) Étude du néphron.

La vidéo suivante détaille la structure du néphron, unité fonctionnelle du rein :

https://www.youtube.com/watch?v=DD_amhXdxay

12.1. **Compléter** les légendes 1 à 9 du **document C** de l'**ANNEXE 1**.

12.2. **Positionner**, sur le **document B** de l'**ANNEXE 1**, le néphron dans la zone corticale et médullaire de la coupe longitudinale du rein.

4^{EME} PARTIE : INTERET DE L'UROGRAPHIE DANS LE DIAGNOSTIC MEDICAL DE LA PATIENTE.

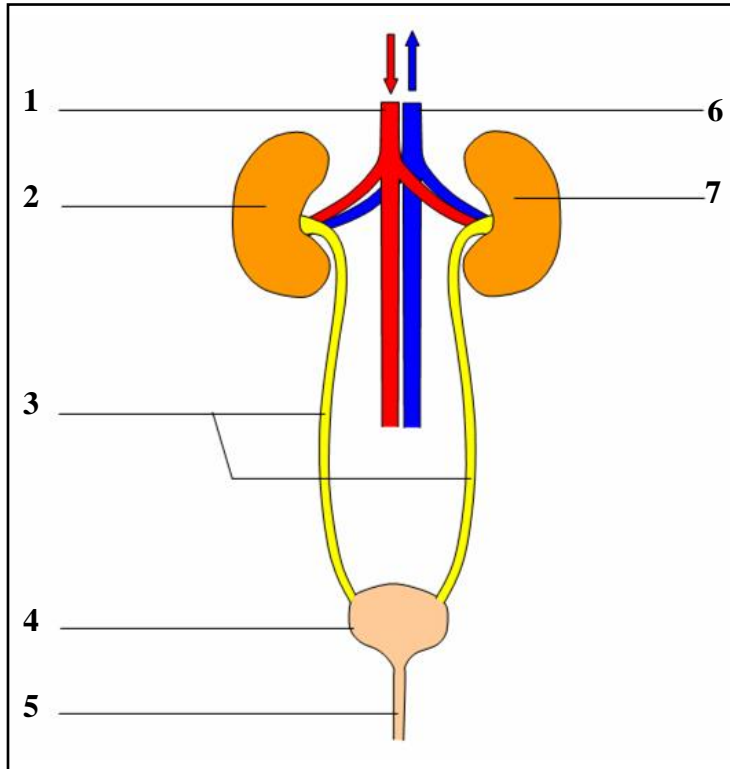
13. (B) Interprétation de l'urographie de la patiente.

13.1. Décrire l'urographie de la patiente comparativement à celle de référence.

13.2. Expliquer, à l'aide du principe de l'urographie, l'anomalie ainsi mise en évidence.

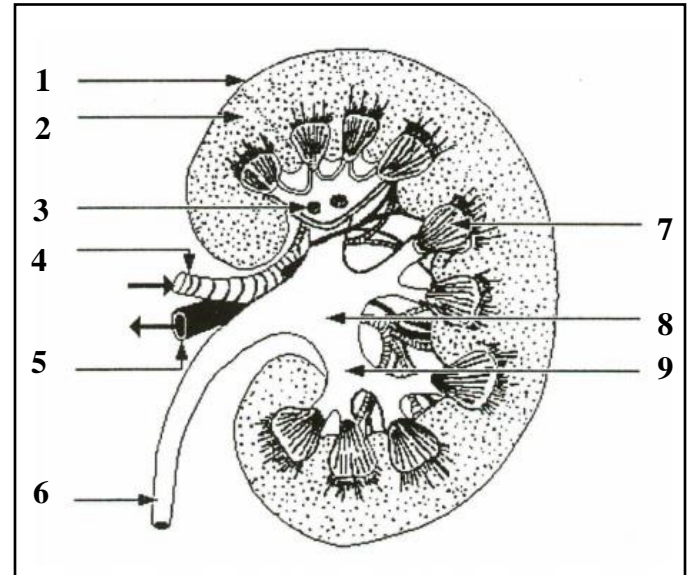
ANNEXE 1 : ORGANISATION DE L'APPAREIL URINAIRE ET DE SON UNITE FONCTIONNELLE LE NEPHRON

Document A : Représentation schématique de l'appareil urinaire



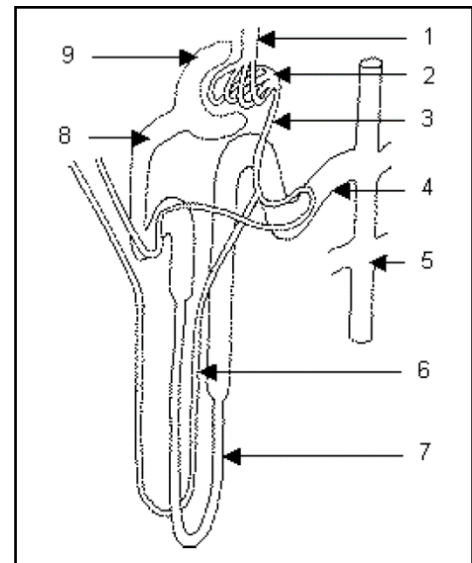
http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/IMG/rein_vessi.gif

Document B : Coupe frontale du rein



<http://www.vivelessvt.com/wp-content/uploads/2012/01/rein.jpg>

Document C : Organisation du néphron



Source : musibiol