Document 1 : La mesure directe de la pression artérielle :

★ En 1732, Stephen Hales fit une incision longitudinale sur l'artère d'une jument, couchée au sol. Il y introduisit un tube de cuivre, relié à un tube vertical de 3m de longueur, pour une largeur de 1.2cm. Le sang monta dans ce tube jusqu'à atteindre une hauteur d'environ 2.7m.

1) Que peut-on déduire de ces observations ?

★ La figure 1, représente la technique de mesure directe de la pression artérielle chez un chien à l'aide du manomètre de Ludwig. La figure 2, représente les résultats de cette mesure directe.

Figure 1

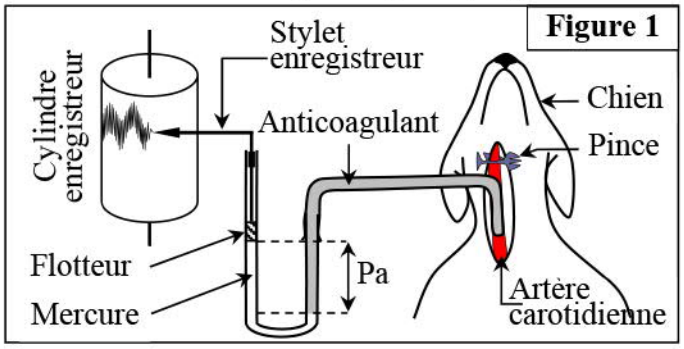
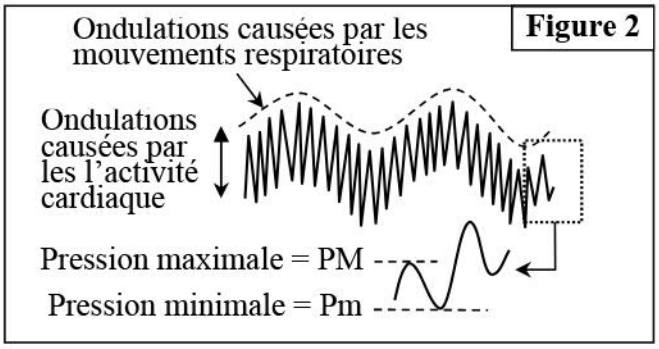


Figure 2

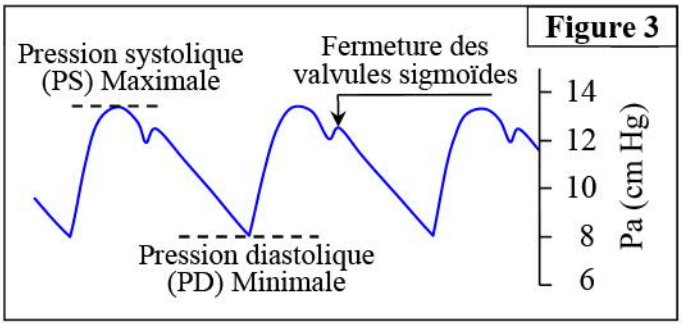


2) Décrire l'enregistrement obtenu.

La figure 3 représente un schéma d'interprétation de l'enregistrement de la pression artérielle dans l'artère aorte par cathétérisme chez l'Homme.

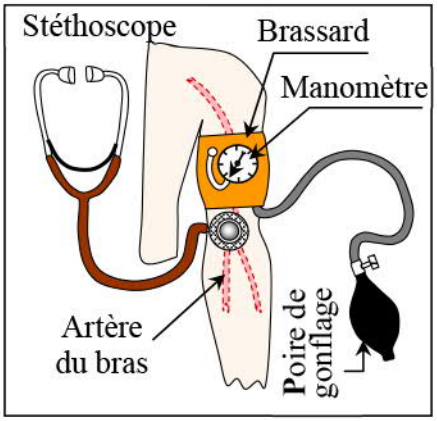
3) Décrire la variation de la pression artérielle dans l'artère aorte au cours du temps chez un sujet normal et déterminer les valeurs des pressions systoliques et diastoliques.

Figure 3



Document 2 : La mesure indirecte de la pression artérielle par le brassard gonflable :

Chez L'Homme, la mesure indirecte de la pression artérielle s'effectue avec un sphygmomanomètre et un stéthoscope (Figure ci-contre).
Le sphygmomanomètre est constitué d'un brassard gonflable relié à une poire et à un manomètre gradué en mm de mercure qui mesure la pression dans le brassard. La poire de gonflage est munie d'une valve permettant à l'air du brassard de s'évacuer. Le stéthoscope sert à détecter le pouls artériel ce qui peut aussi être fait avec le bout des doigts.

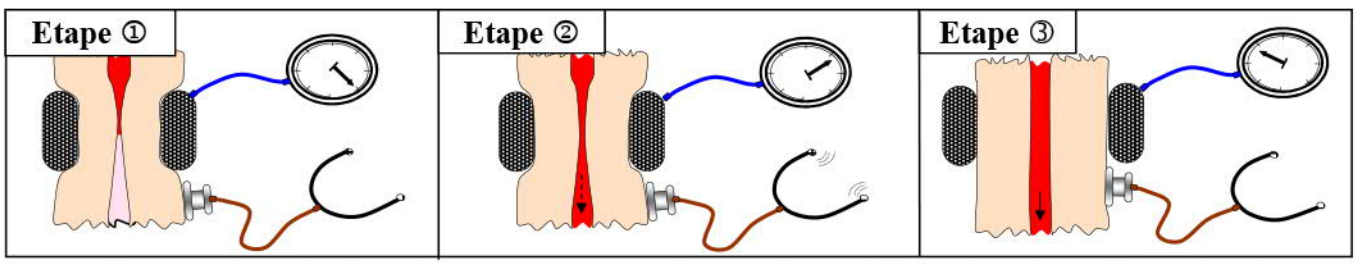


Principe de la mesure : *Le schéma ci-dessous montre la relation entre pression artérielle, pression dans le brassard (PB) et bruits de l'artère :*

Etape 1 : Amener la pression du brassard à une valeur supérieure à la pression systolique pour bloquer la circulation artérielle dans le bras.

Etape 2 : On laisse la pression du brassard diminuer progressivement jusqu'à la valeur limite à partir de laquelle la pression artérielle est suffisante pour laisser de nouveau passer le sang dans l'artère.

Etape 3 : En poursuivant le dégonflage, on amène la pression du brassard à une valeur à partir de laquelle il n'y a plus d'obstacle au flux artériel même lorsque le cœur est en diastole.

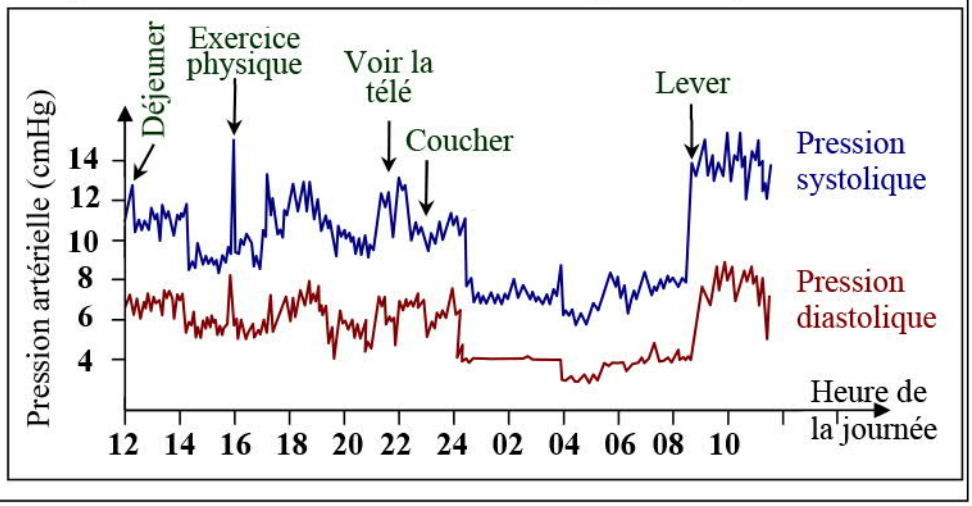


En exploitant les données de ce document, mesurer la pression artérielle chez deux élèves. Conclure.

Document 3 : Variation de la pression artérielle au cours de la journée :

Le graphique ci-contre, représente l'évolution de la pression artérielle d'une personne de 35 ans au cours d'une journée.

A partir de l'analyse de ce document, dégager les facteurs influençant la pression artérielle et justifier que la pression artérielle est une constante biologique.



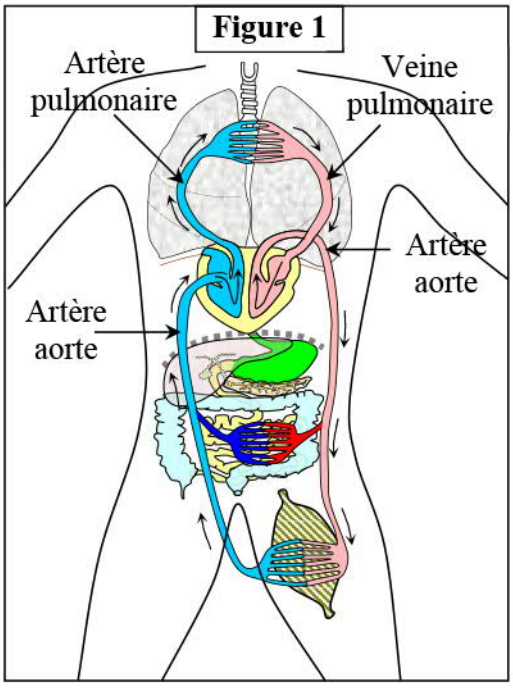
Document 4 : Variation de la pression en fonction de la vitesse de la circulation :

Pour mettre en relation l'activité cardiaque et les valeurs de la pression artérielle, on exploite les données suivantes :

★ La figure 1 représente un schéma simplifié des circulations sanguines : la circulation pulmonaire (achemine le sang entre le cœur et les poumons) et la circulation systémique (achemine le sang entre le cœur et le reste du corps).

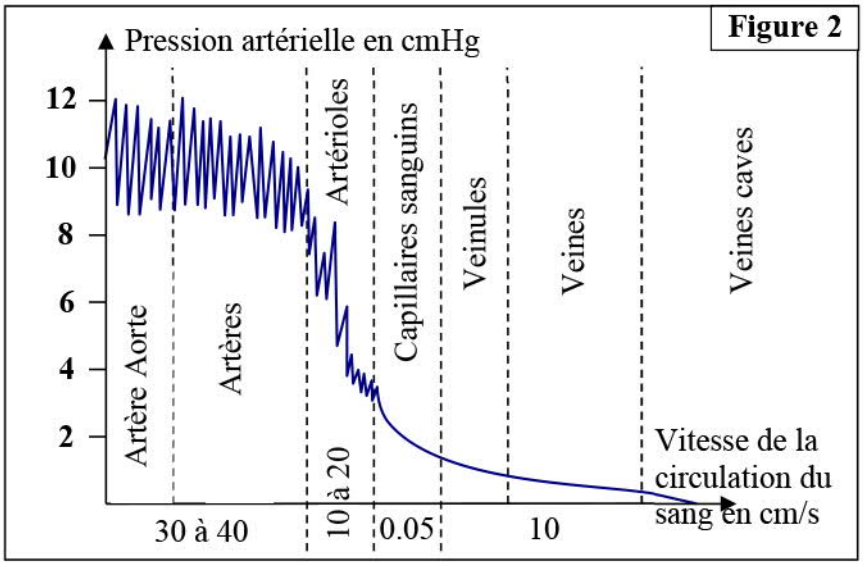
★ Le graphique de la figure 2, représente la variation de la pression du sang dans les différentes parties de l'appareil circulatoire.

Figure 1



A partir de l'analyse des données de ce document, reliez la relation entre l'activité cardiaque et la variation de la pression artérielle.

Figure 2



Document 5 : Variation de la pression artérielle en fonction de l'activité cardiaque :

Pour connaitre l'influence de l'activité cardiaque sur la pression artérielle, on exploite les données suivantes :

★ Chez un sujet sain, on enregistre simultanément la pression artérielle (PA), le débit cardiaque (DC), le volume d'éjection systolique (VES), et la fréquence cardiaque (FC), avant et après un exercice physique de 10 minutes. La figure 1, représente les résultats de ces mesures.

★ La figure 2, montre les changements de la pression artérielle moyenne après une hémorragie.

★ La figure 3, présente les variations de pression artérielle en fonction des changements de débit sanguin et le diamètre des artérioles :

- a = Dans le cas normal ;
- b = Dans le cas de la vasoconstriction ;
- c = Dans le cas de la vasodilatation.

A partir de l'exploitation des données de ce document, déterminer le lien entre les modifications de la pression artérielle et celles des paramètres de l'activité cardiaque.

Figure 1

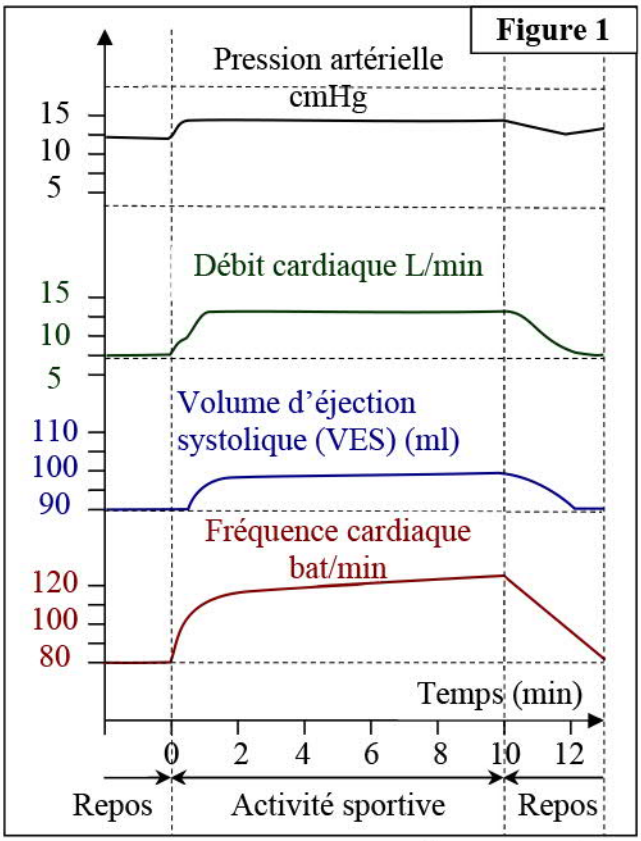


Figure 2

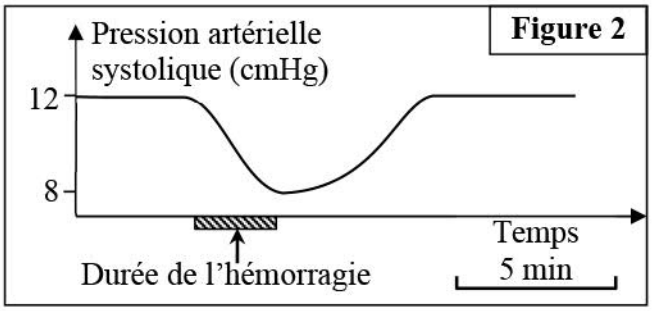
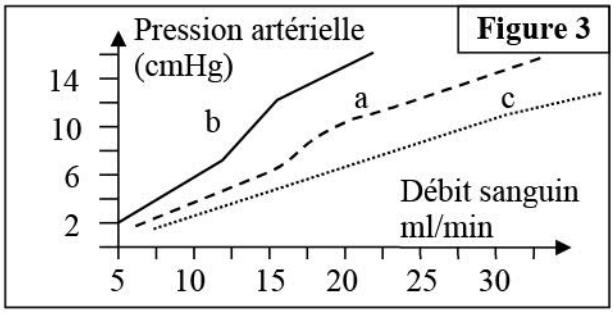


Figure 3



Document 6 : Mise en évidence des récepteurs de la pression artérielle :

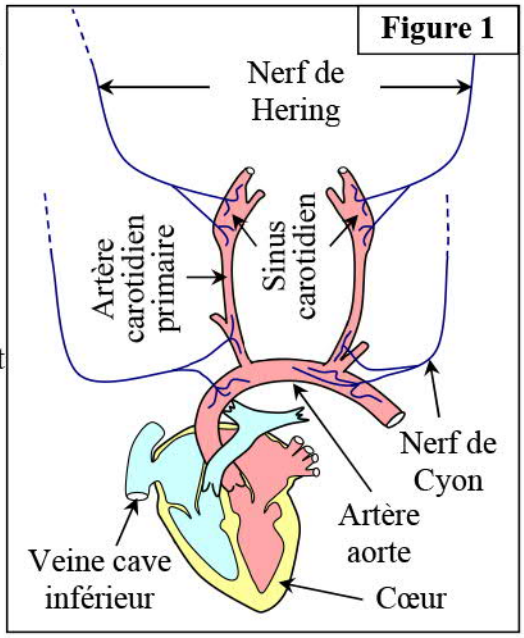
Des observations ont montré que les sinus carotidiens et la crosse aortique, contiennent des terminaisons nerveuses liées à la couche musculaire de la paroi artérielle. La figure 1 est un schéma de l'innervation des artères associées au cœur.

Pour détecter les zones de surveillance des changements de pression artérielle, nous effectuons les expériences suivantes :

➢ Après suppression des connections nerveuses au niveau du cœur, suite à une greffe cardiaque, la fréquence cardiaque au repos devient plus élevée et ne varie pas en fonction de l'effort physique.

➢ Après isolement du sinus carotidiens chez un animal par des ligatures (Figure 2 – cas ①), on injecte du liquide physiologique pour provoquer une hypertension au niveau du sinus. On constate un ralentissement du rythme cardiaque et une baisse de la pression artérielle dans le système vasculaire de l'animal.

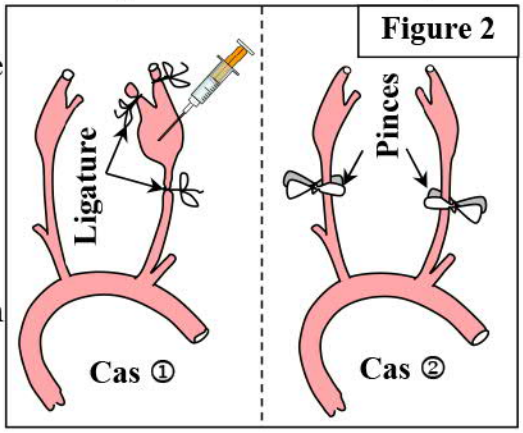
Figure 1



Document 6 : (Suite) : Mise en évidence des récepteurs de la pression artérielle :

- La ligature des deux carotides chez un animal au-dessous du sinus carotidien (Figure 2 – cas ②), entraine une diminution de la pression dans les deux sinus carotidiens et par conséquent une accélération du rythme cardiaque (tachycardie) et donc une augmentation de la pression artérielle dans le système vasculaire.
- La stimulation du nerf de Hering ou du nerf de cyon, entraine une diminution de la fréquence cardiaque. Alors que la section de ces deux nerfs entraine l'accélération de la fréquence cardiaque et aussi l'augmentation de la pression artérielle.

Figure 2



En exploitant ces données expérimentales, expliquer le rôle du sinus carotidien, et en déduire les informations qui permettent de mettre en évidence la présence de récepteurs de la pression (barorécepteurs) dans ce sinus carotidien.

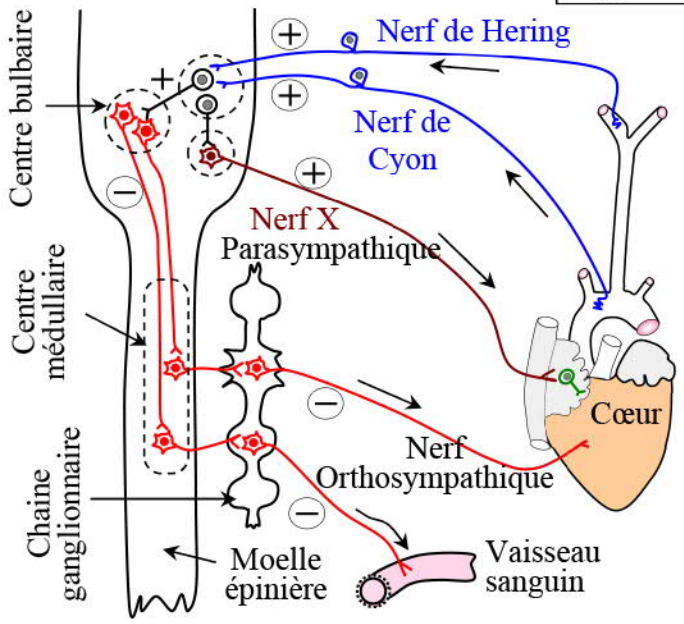
Document 7 : Rôle des réflexes nerveux dans la régulation de la pression artérielle :

Le schéma de la figure 1 représente les centres nerveux et les nerfs contrôlant la pression artérielle.
Le cœur et les vaisseaux sanguins sont innervés par le système nerveux végétatif (ou autonome) (Voir figure ci-contre).
Ce système se présente sous forme de :

- ✓ Centre nerveux : parasympathique, localisé au niveau du bulbe rachidien et sympathique au niveau du bulbe rachidien et au niveau de la moelle épinière.
- ✓ La voie afférente : constituée par les nerfs de Hering et de Cyon.
- ✓ La voie efférente : constituée par les nerfs parasympathiques : Le nerf X ou le nerf vague ou le nerf pneumogastrique. Les nerfs sympathiques ou orthosympathiques.

Pour mettre en évidence le rôle de ce système dans la régulation de la pression artérielle, nous suggérons les expériences suivantes :

Figure 1



+ : stimule ; - : inhibe ; → : Message nerveux sensitif ; ← : Message nerveux moteur

★ ***Localisation des centres nerveux contrôlant la pression artérielle :***

Les zones nerveuses	Les résultats de leur stimulation	Les résultats de leur destruction ou leur section
Bulbe rachidien ventrale	- Diminution de la fréquence cardiaque. - Vasodilatation. - Diminution de la pression artérielle.	- Elévation de la fréquence cardiaque. - Elévation de la pression artérielle.
Bulbe rachidien latérale et moelle épinière	- Elévation de la fréquence cardiaque. - Vasoconstriction. - Elévation de la pression artérielle.	- Diminution de la fréquence cardiaque. - Diminution de la pression artérielle.

Document 7 : (Suite) :

★ ***Détermination du rôle des nerfs parasympathiques et orthosympathiques dans la régulation de la pression artérielle :***

Le nerf	Conséquences de sa stimulation	Conséquences de sa section
Parasympathique : nerf pneumogastrique ou le nerf X	- Diminution de la fréquence cardiaque. - Diminution de la pression artérielle.	- Elévation de la fréquence cardiaque. - Elévation de la pression artérielle.
Orthosympathique ou sympathique	- Elévation de la fréquence cardiaque. - Elévation de la pression artérielle.	- Diminution de la fréquence cardiaque. - Hypotension.

1) ***En exploitant les résultats de ces expériences, déduire le rôle des centres nerveux et des nerfs sympathiques et parasympathiques dans la régulation de la pression artérielle.***

★ ***Activité des fibres nerveuses innervant le cœur et les vaisseaux sanguins :***

Chez un mammifère, on enregistre les influx nerveux dans les fibres nerveuses innervant le cœur et les vaisseaux sanguins, à la suite de changements de la pression artérielle, et on détermine également les changements de fréquence cardiaque et la résistance vasculaire. Les résultats de cette étude sont présentés par le tableau ci-contre.

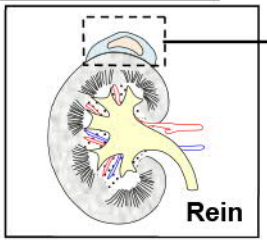
	Hypotension	*Normal*	*Hypertension*
Pression artérielle	mmHg		
Influx Barorécepteur			
Influx Vague (Vers cœur)			
Influx Sympathique			
Fréquence cardiaque	↗	→	↘
Influx Vasoconstricteurs (vers vaisseaux)			
Résistance périphérique	↗	→	↘

2) ***Décrire comment les changements de la pression artérielle affectent l'activité de diverses voies nerveuses.***

3) ***En se basant sur tout ce qui précède, expliquez comment le système nerveux intervient dans la régulation de la pression artérielle***

Document 8 : Régulation à court terme de la pression artérielle :

★ L'adrénaline et la noradrénaline sont deux hormones qui appartiennent au groupe des catécholamines, sécrétées dans le sang par la médullosurrénale, partie centrale de la glande surrénale (②), situées au-dessus des reins et qui présente aussi une partie externe : la corticosurrénale (①) (Voir figures ci-contre).



Coupe de la glande surrénale

★ Les catécholamines sont secrétées dans les conditions normales, à des concentrations très faibles : 0.2µg/Kg/min pour la noradrénaline et 0.05 µg/Kg/min pour l'adrénaline.
Les personnes ayant des taux plasmatiques élevés de catécholamines présentent les signes cliniques suivants : Vasoconstriction, élévation de la fréquence cardiaque et hypertension artérielle.

★ Des expériences menées sur des animaux ont montré que l'émotion provoque une augmentation soudaine de la sécrétion d'adrénaline par la glande surrénale. La figure 1 ci-dessous, montre les enregistrements de la fréquence cardiaque, de la pression artérielle et de la quantité de catécholamines plasmatiques lorsqu'une personne est dans un état d'émotion (Exemples : peur, stress, colère…).

Document 8 : (suite) : Régulation à court terme de la pression artérielle :

★ Après avoir injecté de l'adrénaline ou de la noradrénaline à un chien en bonne santé, nous suivons les changements de pression artérielle. Les résultats obtenus sont représentés sur la figure 2 ci-dessous.

Figure 1

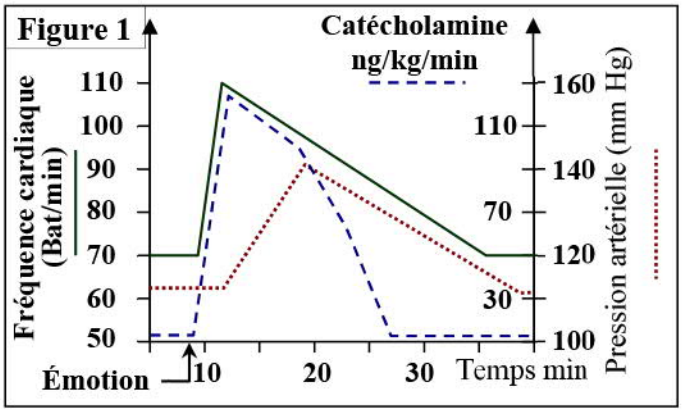
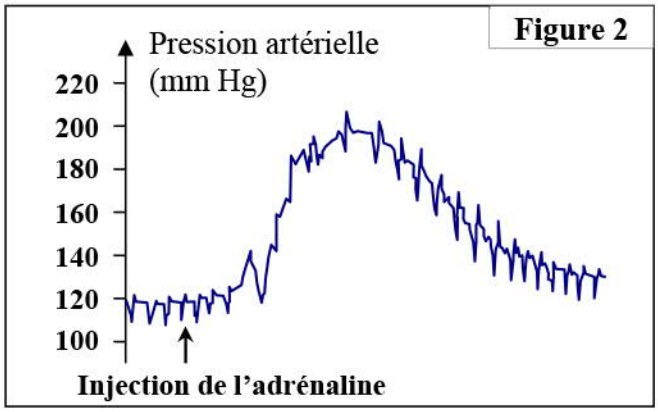


Figure 2



A partir de l'analyse des données de ce document, déterminer l'effet des catécholamines (par exemple l'adrénaline) sur l'activité cardiaque, et son mécanisme impliqué dans la régulation de la pression artérielle.

Document 9 : régulation à moyenne terme de la pression artérielle :

★ L'obturation des artères du rein gauche, chez un individu hypertendu, conduit à une baisse importante de la pression sanguine au niveau du rein gauche et une élévation intense de la pression sanguine au niveau du rein droit.
Le tableau de la figure 1 montre les mesures de la concentration plasmatique de la rénine (enzyme sécrétée par le rein) dans l'artère et la veine rénales.

Figure 1

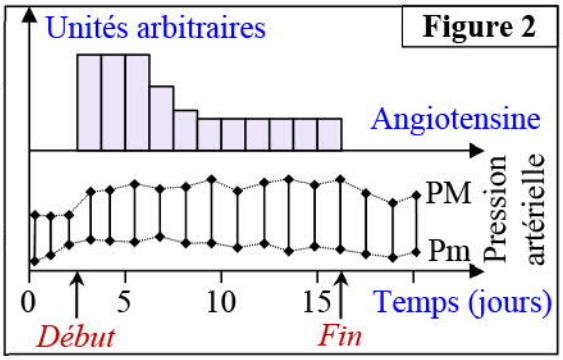
	Concentration plasmatique de la rénine en UA		
	Individu malade		Individu sain
	Rein droit	Rein gauche	
Artère rénale (Sang entrant)	6	6	4
Veine rénale (Sang sortant)	6	12	5

★ L'angiotensine est un protide sécrété par les cellules hépatiques sous forme d'un précurseur appelé :

angiotensinogène. Cette protéine est toujours présente dans le plasma ; mais, elle ne se transforme en angiotensine qu'en présence d'une enzyme : la rénine ; secrétée par les reins.

★ Chez une personne saine, on injecte de l'angiotensine pendant plusieurs jours ; ensuite, on mesure chaque jour la pression artérielle chez la même personne suivant la quantité de l'angiotensine injectée. La figure 2 représente le résultat de cette étude.

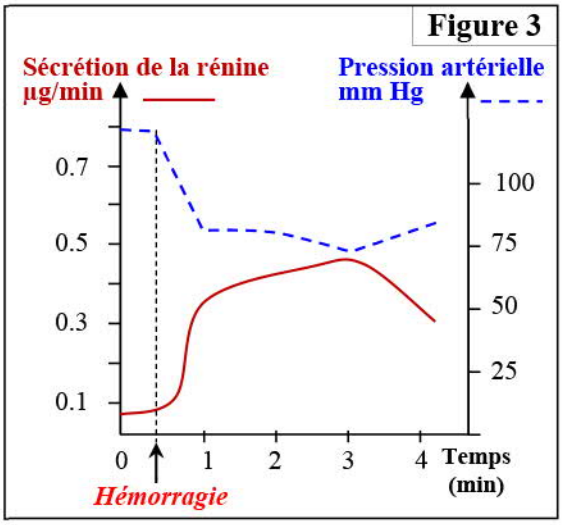
Figure 2



★ Pour connaitre le mode de sécrétion de la rénine, une étude de l'action d'une hémorragie sur la sécrétion de cette enzyme a été réalisée chez le chien :

Après ablation des deux glandes surrénales et de l'un des deux reins d'un chien, et section des nerfs associés au rein restant, on suit l'évolution de la quantité de rénine sécrétée par le rein restant et la variation de la pression artérielle à l'intérieur de celui-ci, avant et après que ce chien a subi une hémorragie. Le graphique de la figure 3 représente les résultats obtenus.

Figure 3



A partir de l'analyse des observations cliniques et des données expérimentales de ce document, déduire le mécanisme contrôlant la sécrétion de la rénine et sa relation avec la régulation de la pression artérielle.

Document 10 : Rôle de l'aldostérone dans la régulation de la pression artérielle :

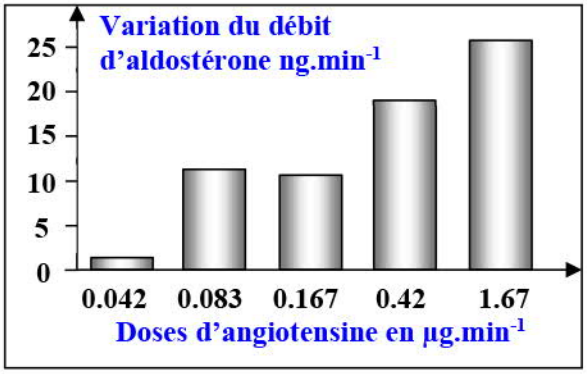
★ Une tumeur de la glande surrénale entraîne une augmentation de la pression artérielle due au fait que le corps retient de grandes quantités de Na^+, et donc une rétention d'eau, tandis que l'atrophie de cette glande, chez certains patients, entraîne une diminution de la pression artérielle résultant de l'excrétion de grandes quantités de Na^+ dans l'urine, perdant ainsi de grandes quantités d'eau.

★ L'injection des extraits hormonaux du cortex surrénal à un animal surrénalectomisé provoque une diminution de la libération de Na^+ dans l'urine. Les analyses ont montré que la substance active des extraits est l'hormone aldostérone.

★ Chez un mammifère qui a subi un régime alimentaire sans Na^+, on observe un excès de sécrétion de l'aldostérone. Dans le cas inverse, il y'a diminution de sécrétion de cette hormone.

★ La perfusion de la surrénale par des solutions de différentes concentrations de NaCl ne provoque aucune modification de la sécrétion de l'aldostérone, mais lorsqu'on perfuse l'artériole afférent du glomérule par une solution diluée de NaCl, on constate une libération de la rénine suivie d'une sécrétion de l'aldostérone.

★ Chez un chien qui a subi la néphrectomie (l'ablation du rein), on suit la variation de la sécrétion d'aldostérone par la corticosurrénale après injection d'angiotensine. Le graphique ci-contre, représente les résultats obtenus.



A partir de l'analyse des données de ce document, déterminer le rôle de l'aldostérone dans la régulation de la pression artérielle.

Document 11 : Rôle de l'ADH dans la régulation de la pression artérielle :

★ Afin de mettre en évidence le rôle de l'hormone ADH (= vasopressine = Hormone Antidiurétique) dans la régulation de la pression artérielle, on mesure chez un chien, à la fois, la concentration d'ADH et le volume d'urine excrétée (diurèse).

Les figures 1 et 2, ci-contre, présentent les résultats obtenus.

Figure 1

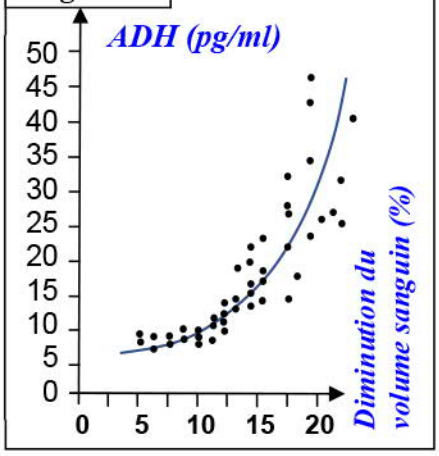
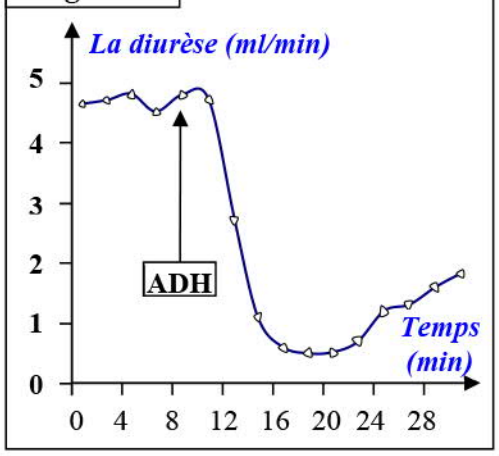


Figure 2

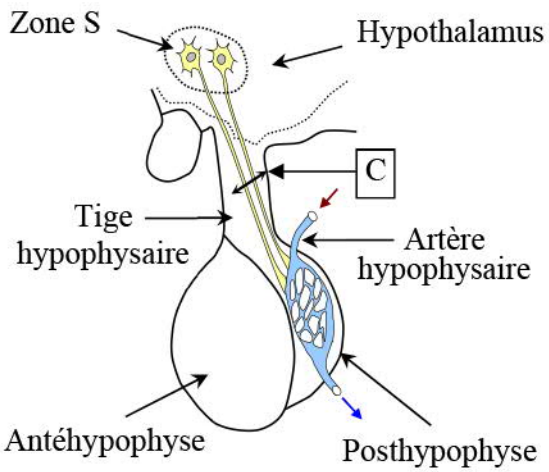


- Figure 1 : L'évolution de la concentration d'ADH dans le sang en fonction de l'évolution du pourcentage de diminution du volume sanguin.
- Figure 2 : Evolution de la diurèse après injection intraveineuse de l'ADH.

★ Afin de mettre en évidence l'origine de l'hormone ADH et les étapes de son intervention dans la régulation de la pression artérielle, on réalise chez le chien les expériences représentées sur le tableau suivant :

Document 11 : (Suite) :

Expériences	*Résultats*
Stimulation de la zone S de l'hypothalamus	- Augmentation d'ADH dans le sang veineux hypophysaire. - Diminution du débit urinaire.
Section des fibres au niveau C puis stimuler la zone S.	- Absence d'ADH dans le sang veineux de l'hypophyse. - Augmentation du débit urinaire.
Ablation de la post - hypophyse	- Augmentation du volume d'urine excrétée
Isoler le rein et l'injecter avec des extraits du post-hypophyse	- Diminution du volume d'urine excrétée.



En exploitant les des données de ce document :

- ***Déterminer la relation entre la concentration d'ADH et la variation du volume sanguin. Puis identifier l'effet de l'injection d'ADH sur le volume d'urine excrétée.***
- ***Identifier l'origine d'ADH et les structures anatomiques impliquées dans la régulation du volume d'urine excrétée.***
- ***Déduire le rôle de l'ADH dans la régulation de la pression artérielle.***

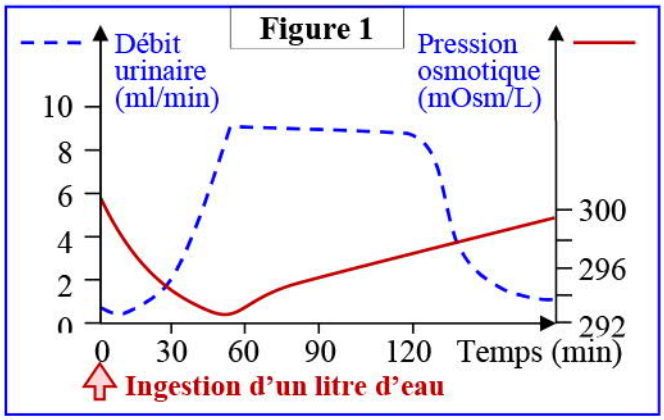
Document 12 : Mise en évidence de l'équilibre hydrominéral du milieu intérieur :

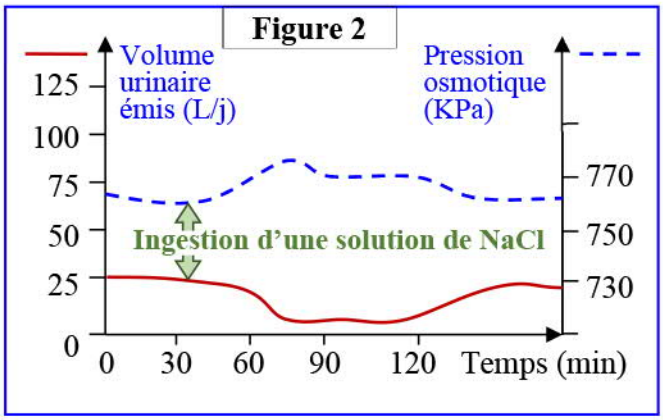
★ ***Observations cliniques :***

- La diminution de la pression osmotique du milieu intérieur, chez les gens qui souffrent de la maladie Schwartz-Bartter, provoque une turgescence des cellules nerveuses. Ceci est accompagné de comas répétitifs qui peuvent causer la mort.
- La diminution de Ca^{++} dans le milieu intérieur provoque une élévation du seuil d'excitabilité des cellules nerveuse et des perturbations de l'activité cardiaque.
- Le déficit de K^{+} dans le milieu intérieur provoque une augmentation de la fréquence cardiaque.

★ ***Données expérimentales :***

- La figure 1, représente la variation de la pression osmotique du plasma et du débit urinaire après ingestion d'un litre d'eau.
- La figure 2, présente la variation de la pression osmotique du plasma et du volume urinaire émis après ingestion d'une solution saline.





L'osmle (Osml) = Pression osmotique d'une solution qui contient un mole gramme par litre d'eau.

A partir de l'analyse des données de ce document,

- ***Déduire l'importance de l'équilibre hydrominéral du milieu intérieur dans le fonctionnement de l'organisme.***
- ***Montrer que l'équilibre hydrominéral est un paramètre régulé.***

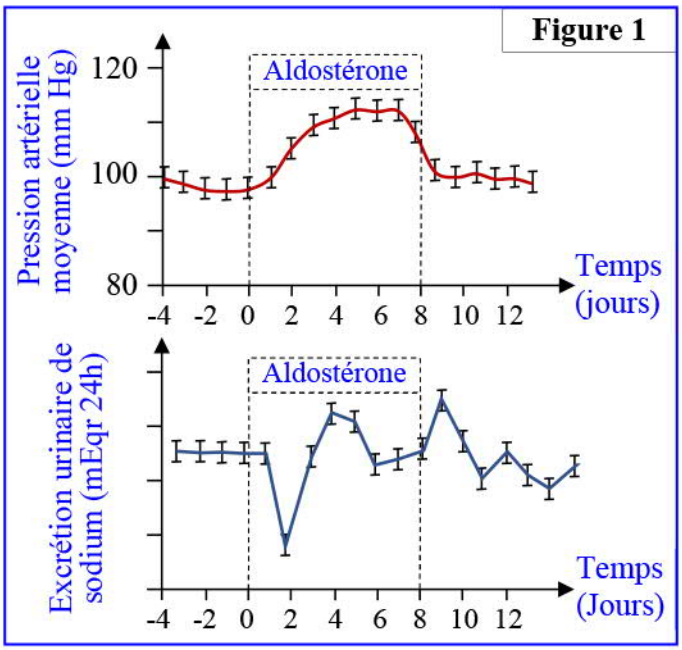
Document 13 : Rôle de l'ADH et de l'aldostérone dans l'équilibre hydrominéral :

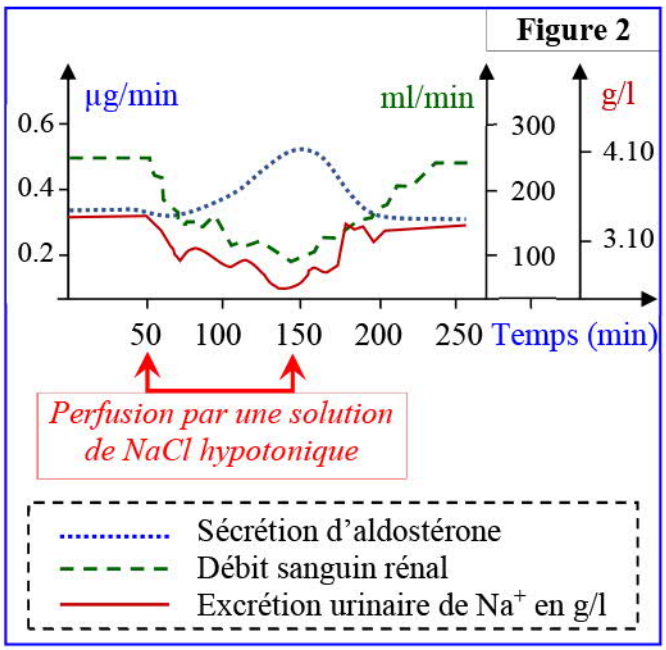
★ ***Observations cliniques :***

- L'ablation de la posthypophyse provoque une diurèse excessive. L'urine est très diluée. Le même résultat est observé en cas d'une faible sécrétion d'ADH.
- Certaines tumeurs, apparues au niveau de l'hypothalamus, peuvent conduire à une sécrétion excessive d'ADH qui engendre une baisse de concentration plasmatique de Na^+ et une augmentation de l'élimination de cet ion dans l'urine.
- Chez les malades dont la surrénale est atrophiée, on observe l'excrétion d'une grande quantité de Na^+ dans l'urine.
- La section ou la destruction du corticosurrénal chez un animal est accompagnée de perturbations de l'équilibre hydrominéral.

★ ***Données expérimentales :***

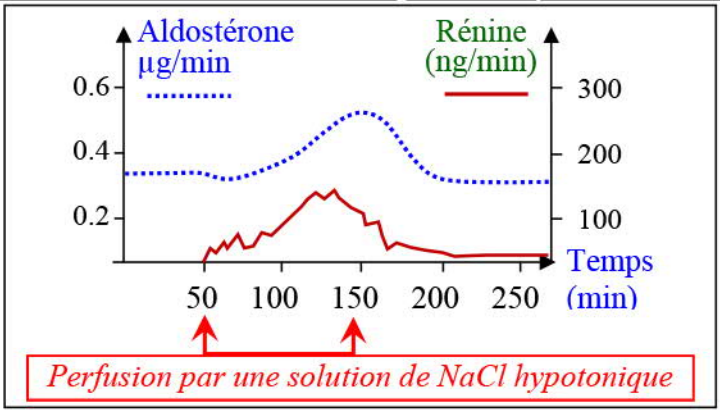
- Les graphiques de la figure 1 présente l'effets physiologiques après injection d'aldostérone sur la pression artérielle et l'excrétion urinaire de Na^+.
- La figure 2 présente l'effets de l'aldostérone dans le maintien de l'équilibre hydrominéral.





En exploitant les données de ce document, déduire le rôle de l'ADH dans le maintien de l'équilibre hydrominéral.

Document 14 : Rôle de la rénine-angiotensine dans le maintien de l'équilibre hydrominéral :

Pour déterminer le rôle du système rénine-angiotensine dans le maintien de l'équilibre hydrominéral, on détermine les variations de la sécrétion de l'aldostérone et la rénine, suite à une perfusion par une solution NaCl hypotonique. Le graphique ci-contre représente les résultats de cette étude.

A partir de l'analyse de ces données, déduire le rôle du système rénine-angiotensine dans le maintien de l'équilibre hydrominéral.