

Chapitre 4 : REGULATION DE LA PRESSION ARTERIELLE

Le système cardio-vasculaire (le cœur, les vaisseaux et les capillaires sanguins) assure en permanence l'ajustement de l'irrigation sanguine des tissus à leurs besoins métaboliques (dioxygène, glucose, autres métabolites et messagers chimiques). Un tel ajustement est contrôlé par un système de régulation.

La pression artérielle est définie comme la pression du sang dans les artères.

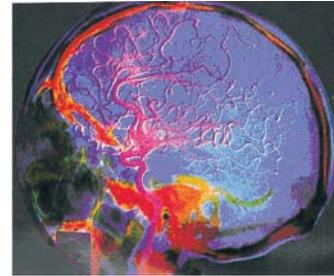
La pression artérielle est conditionnée par les paramètres suivants :

- L'activité de la pompe cardiaque : si le rythme cardiaque augmente, la pression artérielle augmente et inversement si le rythme cardiaque diminue, la pression artérielle diminue.
- La vasomotricité, l'élasticité des grosses artères ou variation du calibre (ou diamètre) des vaisseaux : si le calibre augmente, la pression artérielle diminue et inversement, si le calibre diminue, la pression artérielle augmente.
- La masse sanguine (volume plasmatique pour l'essentiel) : si le volume sanguin augmente, la pression artérielle augmente et inversement, si le volume sanguin diminue, la pression artérielle diminue.

Des situations dites de "stress" (accidents, compétitions sportives, examens,...) font augmenter la pression artérielle avec les risques d'accidents vasculaires (hémorragie cérébrale par exemple).

La régulation doit adapter l'apport de sang aux besoins des différents organes tout en évitant les valeurs extrêmes, avec pour résultat la sauvegarde du cerveau.

Aujourd'hui, les défaillances du système cardio-vasculaire représentent la première cause de mortalité dans les pays industrialisés. Les conditions de vie moderne ont fragilisé ce système: la suralimentation, le manque d'exercice physique, le tabagisme ... sont des facteurs de civilisation auxquels notre cœur n'a pas été préparé. Les décès attribués aux maladies cardio-vasculaires sont deux fois plus nombreux que tous les cancers et leucémies et 20 fois plus que les accidents de la route.



Pratiquée chez les hypertendus l'artériographie cérébrale permet de détecter des hémorragies éventuelles (des ruptures de capillaires)

OBJECTIFS

- Définir la pression artérielle et indiquer les paramètres dont dépend cette variable.
- Identifier l'innervation cardio-vasculaire.
- Expliquer les mécanismes de régulation de la pression artérielle.
- Adopter des règles d'hygiène en vue de préserver le système cardio-vasculaire.

S'INTERROGER

1. Une hémorragie entraîne une diminution brutale du volume sanguin. Dès lors, le débit cardiaque diminue et un état d'hypotension peut apparaître.

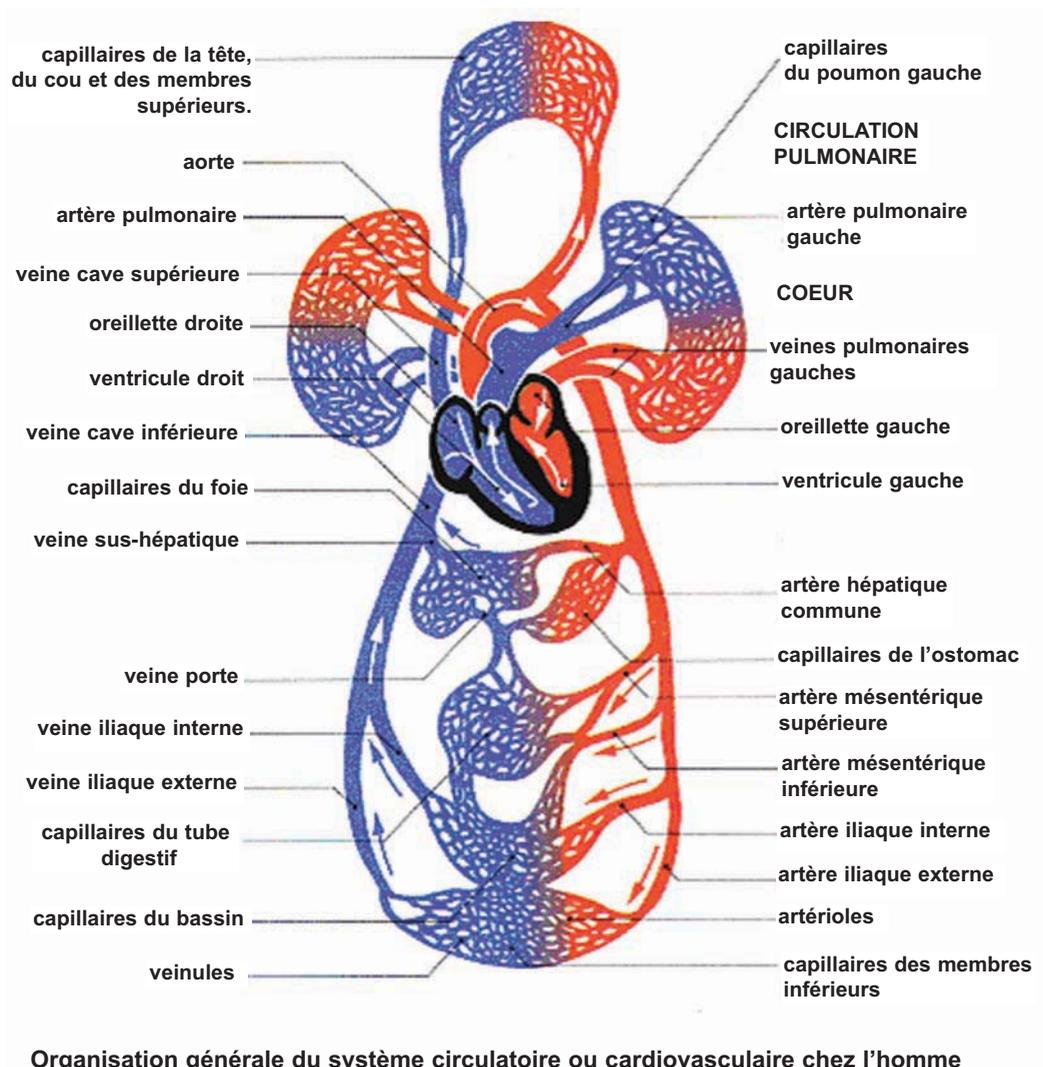


2. Un état d'hémiplégie est une perte contralatérale de motricité. Cet état est consécutif à un accident vasculaire cérébral (AVC) dû à une élévation importante et brusque de la pression artérielle (hypertension).

3. Des situations stressantes et émotionnelles (panique, proclamation des résultats d'examens, etc.) provoquent une accélération du rythme cardiaque (tachycardie) et une élévation de la pression artérielle suite à une vasoconstriction.

4. Les études actuelles ont montré le risque couru par les individus ayant une surcharge pondérale sur la santé du système cardio-vasculaire.

- Qu'est ce que la pression artérielle et quels sont les paramètres qui conditionnent sa variation?
- Quels sont les mécanismes régulateurs de la pression artérielle ?
- Comment préserver l'intégrité du système cardiovasculaire ?



- Le système cardio-vasculaire chez l'homme, comprend le cœur et l'ensemble des vaisseaux (artères et veines) et des capillaires.
- Chez l'homme, le cœur est complètement cloisonné. On y distingue deux oreillettes et deux ventricules.
- Le cœur droit renferme du sang chargé en dioxyde de carbone; le cœur gauche renferme du sang riche en dioxygène.
- Les artères et les artérioles ont une paroi épaisse et élastique; les veines et les veinules ont une paroi mince et extensible.
- Le cœur fonctionne comme une pompe aspirante et refoulante du sang.
- Le sens de la circulation du sang dans le cœur est imposé par les valvules auriculo-ventriculaires et les valvules sigmoïdes.

- **Notion de réflexe** : tout acte involontaire en réponse à un stimulus.

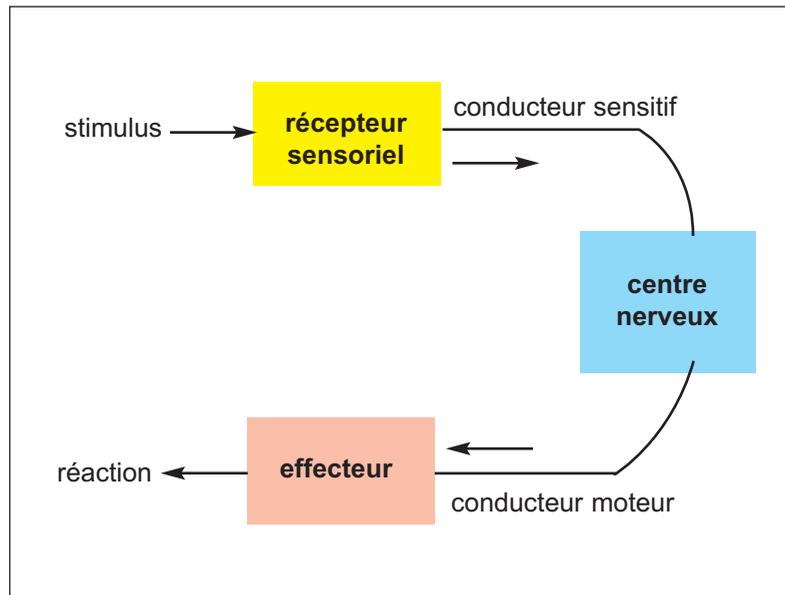


schéma de l'arc réflexe

- **Notion d'hormone** : substance chimique (messager chimique) sécrétée par un tissu ou une glande endocrine, transportée par le sang et agissant à distance sur des cellules cibles en modifiant leur activité.

Rechercher et construire

Lorsqu'une artère est sectionnée, le sang jaillit. Il y circulait donc sous une pression supérieure à la pression atmosphérique. Le flot sanguin exerce sur la paroi des artères une pression appelée pression artérielle. Si l'artère sectionnée est proche du cœur, le jet de sang est saccadé, le courant sanguin se trouve donc sous un régime de pression variable.

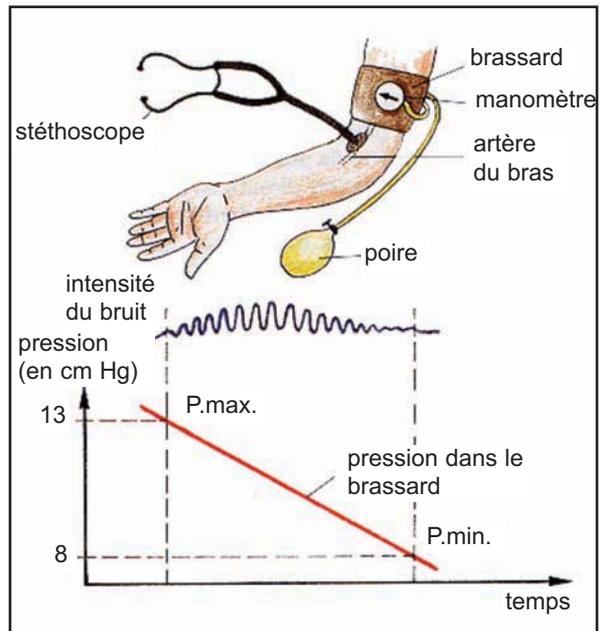
I MESURE DE LA PRESSION ARTERIELLE

Activité 1 : mesurer indirectement la pression artérielle chez l'homme

1) On gonfle le brassard à une pression supérieure à la pression artérielle maximale : la compression de l'artère bloquant le passage du sang, aucun bruit n'est perçu à l'aide du stéthoscope.

2) On décompresse peu à peu l'artère en dégonflant le brassard : dès que la pression sanguine devient supérieure à la pression exercée par le brassard, le sang passe à nouveau et un bruit sourd intermittent est entendu au stéthoscope. la pression donnée alors par le manomètre correspond à la **pression maximale** ou **pression systolique**.

3) En continuant de dégonfler le brassard, le sang s'écoule de manière pulsatile; le bruit perçu est intense et vibrant. Lorsque la pression est minimale, l'écoulement du sang est silencieux. La valeur relevée sur la manomètre au moment de la disparition du bruit correspond à la **pression minimale** ou **pression diastolique**.



Mesure de la pression artérielle

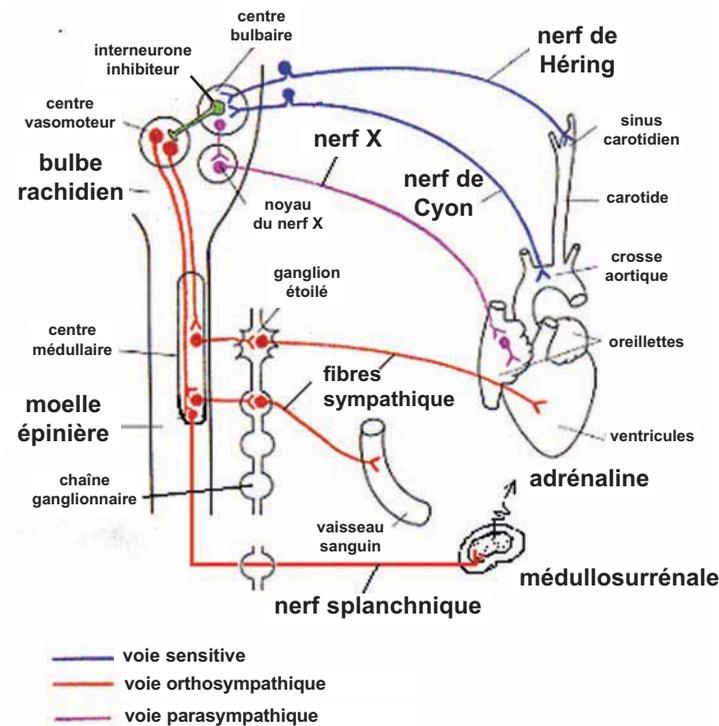
- Faire des mesures de la pression artérielle en classe.
- Repérer les variations.
- Dégager la valeur normale de la pression artérielle.

En dépit des nombreux facteurs qui tendent à modifier la valeur de la pression artérielle, celle-ci varie très peu grâce à l'intervention d'un système de régulation.

II LA REGULATION NERVEUSE

Activité 2 : identifier l'innervation du cœur et des vaisseaux

Le cœur et les vaisseaux sont innervés par le système neurovégétatif (le parasymphatique et l'orthosymphatique). Le document suivant présente schématiquement cette innervation.



• A partir des données du document 1, décrire l'innervation cardiaque, parasymphathique et orthosympathique.

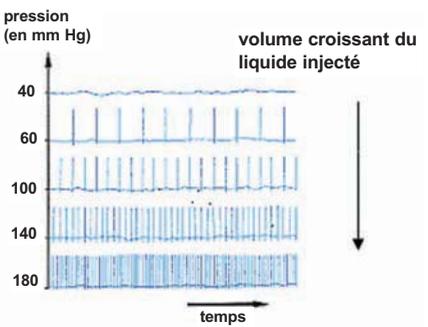
Activité 3 : expliquer le mécanisme nerveux de régulation de la pression artérielle dans le cas d'une hypertension

L'augmentation de la pression artérielle consécutive à un effort physique, à une émotion, etc, n'est que passagère. Aussitôt un mécanisme régulateur rétablit la pression artérielle à sa valeur normale.

On se propose d'identifier, les structures impliquées dans la régulation de la pression artérielle et de déterminer leur rôle.

Le sinus carotidien (où se terminent les fibres nerveuses du nerf de Héring) peut être le lieu où les terminaisons de ces fibres détectent une variation de la pression artérielle. Vérifions-le expérimentalement

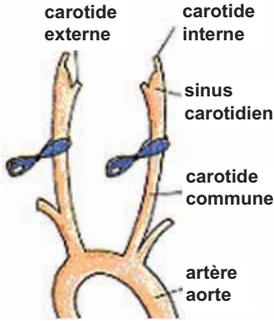
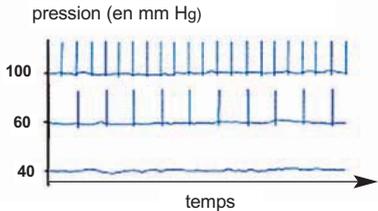
Expériences	Résultats	Conclusions
<p>1. Des ligatures isolent la région du sinus carotidien à la base d'une carotide interne et d'une carotide externe. Du liquide physiologique est injecté dans cette zone isolée.</p> <p>(l'innervation cardiaque est maintenue intacte).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Une hypertension localisée à cette région, • Un ralentissement du rythme cardiaque, • Une baisse de la pression artérielle dans le système circulatoire. 	

<p>2. Injection d'un volume croissant de liquide physiologique au niveau du sinus carotidien et enregistrement des potentiels d'action sur le nerf de Héring.</p>	 <p>Potentiels d'action enregistrés sur le nerf de Héring</p>	
<p>3. Section des 2 nerfs de Cyon et des 2 nerfs de Héring.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation du rythme cardiaque, • Une vasoconstriction, • Une augmentation de la pression artérielle. 	
<p>a- Stimulation du bout central du nerf de Héring ou du nerf de Cyon.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution du rythme cardiaque • Vasodilatation • Diminution de la pression artérielle 	
<p>b- Stimulation du bout périphérique du nerf de Héring ou du nerf de Cyon.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun effet sur le rythme cardiaque, sur le calibre des artères et sur la pression artérielle. 	
<p>4. Une destruction localisée d'une zone bulbaire chez les mammifères.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Accélération du rythme cardiaque • Vasoconstriction • Augmentation de la pression artérielle. 	
<p>5. Section des 2 nerfs pneumogastriques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Accélération du rythme cardiaque • Vasoconstriction • Augmentation de la pression artérielle. 	
<p>a- Stimulation du bout central du nerf pneumogastrique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sans effet sur le rythme cardiaque, sur le calibre des artères et sur la pression artérielle. 	
<p>b- Stimulation du bout périphérique du nerf pneumogastrique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse du rythme cardiaque, • Vasodilatation • Diminution de la pression artérielle. 	

- Compléter le tableau précédent en y consignant les conclusions qu'on peut dégager à partir de l'analyse des résultats des différentes expériences.
- En exploitant les conclusions dégagées précédemment et en utilisant des signes et des symboles conventionnels (+, -), compléter le schéma de l'innervation cardiovasculaire page 232 dans le cas d'une hypertension artérielle.
- Expliquer le mécanisme régulateur de l'hypertension. Comment peut-on appeler ce mécanisme ?

Activité 4 : expliquer le mécanisme nerveux de régulation de la pression artérielle dans le cas d'une hypotension

La diminution de la pression artérielle suite à une hémorragie non intense, n'est pas soutenue. Aussitôt, un mécanisme régulateur rétablit cette variable à la normale. On se propose de déterminer la nature de ce mécanisme, les structures y intervenant et leur rôle.

Expériences	Résultats	Conclusions
<p>1. Un pincement au niveau des deux carotides et enregistrement des potentiels d'action au niveau des nerfs de Héring.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Une hypotension au niveau du sinus carotidien. • Une accélération du rythme cardiaque. • Une augmentation de la pression artérielle dans le système circulatoire.  <p>Potentiels d'action enregistrés au niveau des nerfs de Héring</p>	
<p>2. Une destruction localisée d'une zone bulbaire chez les mammifères.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Accélération du rythme cardiaque • Vasoconstriction des artères • Augmentation de la sécrétion d'adrénaline par la médullo-surrénale. • Hypertension artérielle 	
<p>3. Section des 2 nerfs orthosympathiques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution du rythme cardiaque • Vasodilatation • Diminution de la pression artérielle 	
<p>a-Stimulation du bout central de l'un des deux nerfs orthosympathiques</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun effet sur le rythme cardiaque, sur la vasomotricité et sur la pression artérielle. 	
<p>b-Stimulation du bout périphérique</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation du rythme cardiaque • Vasoconstriction et augmentation de la pression artérielle. 	

- Compléter le tableau précédent en y consignant les conclusions qu'on peut dégager à partir de l'analyse des résultats des différentes expériences.
- En exploitant les conclusions dégagées précédemment et en utilisant des signes et des symboles conventionnels (+, -), compléter le schéma de l'innervation cardiovasculaire (page 232) dans le cas d'une hypotension artérielle.
- Expliquer le mécanisme régulateur de l'hypotension. Comment peut-on appeler ce mécanisme ?

Activité 5 : expliquer le mode d'action du système nerveux sur le cœur

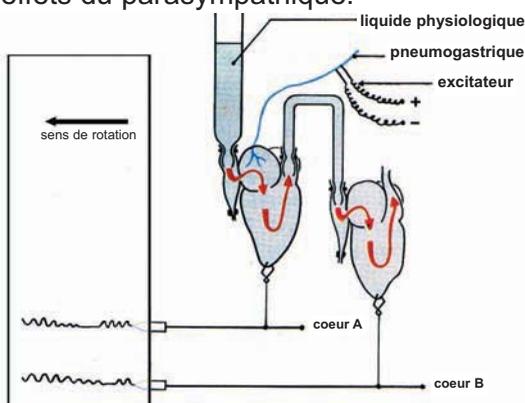
Chez les batraciens, en particulier la grenouille, le nerf pneumogastrique ou vago-sympathique est constitué de filets nerveux appartenant au système parasympathique et de filets nerveux appartenant au système sympathique ou orthosympathique.

On se propose de déterminer expérimentalement les effets des nerfs vago-sympathiques sur l'activité cardiaque et leur mode d'action.

Pour étudier l'effet des seules fibres sympathiques, on traite au préalable l'animal à l'atropine, drogue qui a la propriété de bloquer les effets du parasympathique.

En 1921, Lœwi a opéré sur deux cœurs de grenouilles A et B in situ montés en cascade communiquant par une canule de perfusion et reliés, chacun, à un cardiographe. Le cœur A, perfusé par du liquide physiologique a conservé un fragment du nerf vago-sympathique. Le cœur B est totalement dénervé.

Expérience de Lœwi : dispositif expérimental



Expériences	Résultats	Conclusions
- Stimulations rapprochées du nerf vago-sympathique du cœur A.	- Ralentissement puis arrêt du cœur A - Ralentissement puis arrêt du cœur B avec un retard par rapport au cœur A.	
- Stimulations rapprochées du nerf vago-sympathique du cœur A chez un animal traité à l'atropine (poison qui bloque l'activité des fibres parasympathiques). - Section des 2 nerfs pneumogastriques.	- Accélération du cœur A - Accélération du cœur B avec un retard par rapport au cœur A.	

- A partir de l'analyse des résultats expérimentaux obtenus, dégager les effets des fibres parasympathiques et orthosympathiques sur l'activité cardiaque.
- Formuler une hypothèse explicative quant au mode d'action des fibres para et orthosympathiques sur le cœur.

On a mis en évidence dans le liquide de perfusion deux substances chimiques : l'une à effet accélérateur du cœur : c'est la **noradrénaline** libérée par les terminaisons des fibres orthosympathiques, l'autre à effet modérateur : c'est l'**acétylcholine** libérée par les fibres parasympathiques.



Activité 6 : expliquer la régulation hormonale de la pression artérielle

En plus de la régulation nerveuse, plusieurs hormones interviennent dans la régulation de la pression artérielle. Elles agissent de deux manières :

- soit en modifiant le diamètre des vaisseaux sanguins ;
- soit en modifiant le volume du sang.

Parmi ces hormones, on peut citer :

- les catécholamines (adrénaline et noradrénaline) sécrétées par les médullo-surrénales.
- le système rénine – angiotensine :

l'angiotensine est une hormone de nature peptidique produite par les cellules hépatiques sous forme d'un précurseur inactif, l'angiotensinogène. Ce précurseur ne donne l'hormone active qu'en présence d'une enzyme, la rénine, sécrétée par le rein.

- l'aldostérone: c'est une hormone sécrétée par les corticosurrénales sous l'action de l'angiotensine.

- l'A.D.H. (hormone antidiurétique) ou vasopressine : cette hormone libérée par les terminaisons nerveuses hypothalamiques au niveau de la posthypophyse, favorise la réabsorption de l'eau au niveau du tube collecteur du néphron.

On cherche à déterminer les effets des hormones agissant sur la pression artérielle.

Expériences et observations cliniques	Résultats et conséquences	Conclusions
Une injection d'adrénaline à une concentration de 4 µg(microgrammes) par Kg chez un lapin.	- Augmentation de la fréquence cardiaque, - Une vasoconstriction, - Une hypertension artérielle.	
Injection intraveineuse d'angiotensine à très faible dose (5 à 10 ng/Kg)	- Vasoconstriction généralisée des artérols, - Augmentation de la pression artérielle.	
Une tumeur ou une hypertrophie des glandes corticosurrénales.	Accumulation excessive d'ions Na ⁺ dans l'organisme entraînant une forte hypertension.	
Des injections d'extraits posthypophysaires à un lapin.	- Augmentation de la rétention d'eau dans l'appareil circulatoire. -Élévation de la pression artérielle.	

- A partir de l'analyse des résultats expérimentaux, déduire les effets des hormones mises en jeu dans la régulation de la pression artérielle.
- Réaliser un schéma fonctionnel résumant la régulation nerveuse et la régulation hormonale de la pression artérielle.

VI LES MALADIES CARDIOVASCULAIRES

Activité 7 : se documenter sur les maladies cardiovasculaires, leurs causes et leur prévention

- Exploiter les documents suivants pour reconnaître les principales maladies cardio-vasculaires. Indiquer leurs causes, leurs dangers et dégager les règles de prévention.

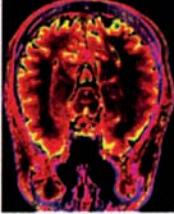
Maladies	Causes	Dangers	Prévention
1).....			
2).....			

L'athérosclérose la plus grave des menaces



A l'origine des maladies cardio-vasculaires, il y a, l'athérosclérose: du cholestérol et autres matières grasses se déposent sur la paroi des artères, les obstruant peu à peu... Le sang circule moins bien. Puis des caillots se forment. Les conséquences varient selon la zone du corps touchée.

- **Artères coronaires** (alimentant le cœur). Si l'une d'elles est rétrécie, le cœur ne reçoit plus assez d'oxygène, c'est l'angine de poitrine qui provoque des douleurs à l'effort. Au stade plus grave, une artère se bouche, provoquant un infarctus du myocarde: faute d'apport en sang, une partie du muscle cardiaque est détruite. Si la lésion est massive, le cœur s'arrête.
- **Artères cérébrales**. Le cerveau n'est plus assez irrigué, c'est l'accident vasculaire cérébral. Séquelles possibles: troubles du langage, paralysie, voire coma.
- **Artères des jambes**. Les muscles souffrent d'un manque d'oxygène, c'est l'artérite (lésion artérielle), limitant la marche.

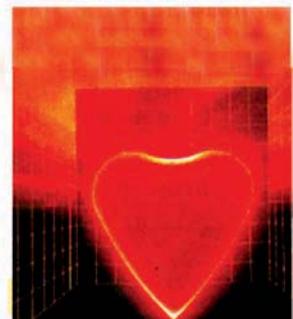



- **Jambe touchée = artérite**
- **Coronaires atteintes = infarctus.**
- **Cerveau mal irrigué = attaque cérébrale**

Les troubles cardio-vasculaires

Organe sensible, le cœur réagit vivement aux tensions qui affectent tant le corps que l'esprit: une émotion augmente la fréquence cardiaque et contracte légèrement les vaisseaux sanguins. Une plus grande quantité de sang passant alors dans les vaisseaux rétrécis, la tension artérielle monte aussi. Nul ne conteste aujourd'hui l'influence des angoisses dans cette pathologie cardio-vasculaire. Par quels mécanismes? On a découvert que lors de situations stressantes, le cerveau sécrète des hormones, appelées adrénaline et catécholamines. Celles-ci sont libérées dans les vaisseaux sanguins, et ont pour effet d'épaissir le sang. De plus, elles favorisent l'augmentation du taux de cholestérol LDL (le "mauvais"), la baisse du taux de cholestérol HDL (le "bon"), ainsi que l'agrégation des plaquettes sanguines (coagulation anormale du sang). Autant de phénomènes insidieux qui peuvent aboutir à la formation d'un caillot. Et si celui-ci obstrue une artère coronaire irriguant une partie vitale du muscle cardiaque, c'est l'infarctus. Sur un

organe déjà lésé, un choc important (l'annonce d'un décès par exemple) peut ainsi, par effet de stress, provoquer une thrombose conduisant à la mort subite. Par ailleurs, le stress, s'il est fréquent ou trop intense, soumet les artères à des contractions répétées qui finissent par les épuiser et entraîner des lésions de leur paroi interne, facilitant la constitution de plaques d'athérome. Quant aux palpitations, elles peuvent traduire une angoisse ou un conflit latent, sans anomalie organique particulière. Mais ce symptôme doit toutefois amener à consulter pour rechercher d'éventuels troubles du rythme cardiaque.



Les sept facteurs de risque



1 Principal ennemi de notre cœur : le tabac. La nicotine accélère le rythme cardiaque, contracte les artères, augmente la pression artérielle, diminue le taux de bon cholestérol. L'oxyde de carbone appauvrit le sang en oxygène et, comme la nicotine, altère la paroi interne des artères, favorisant le dépôt de cholestérol et le développement de l'athérosclérose. Autant d'éléments pourvoyeurs d'angine de poitrine, infarctus, artérite et accident cérébral. Dès quelques cigarettes quotidiennes, le risque augmente. Mais au-delà d'un paquet par jour, il est multiplié par six avant 55 ans.

2 La pilule, associée aux cigarettes. Bien qu'elle puisse favoriser l'hypertension chez certaines, la pilule contraceptive n'est pas un grand facteur de risque en soi aux doses aujourd'hui utilisées. En revanche, il est établi que si on l'associe au tabac, le cocktail devient réellement explosif : il



multiplie par douze le risque de thrombose (caillot qui bouche une artère), donc d'infarctus ou d'accident cérébral. Même chez les femmes jeunes. Que deviendra la première génération de femmes qui suit une contraception depuis deux décennies en fumant. On ne peut le dire.

3 L'excès de cholestérol menace les artères. En principe jusqu'à 45 ans, grâce à

leurs hormones, les femmes gardent un taux raisonnable. Néanmoins, pour celles sous pilule contraceptive, un contrôle annuel s'impose. Même chose pour celles qui fument, souffrent d'hypertension, diabète ou obésité. Les bons chiffres ? Ne pas dépasser 2 g/l est parfait. Au-delà de 2,50 g, on entre dans la zone rouge. Mais outre ce taux global, il est capital de doser le bon cholestérol LDL et le mauvais LDL. Par ailleurs, il faut surveiller les triglycérides, autres graisses qui encrassent les artères (plus de 2 g/l prédispose nettement à l'athérosclérose). L'association d'un taux bas de bon cholestérol et d'un taux élevé de triglycérides constitue un risque important pour la femme.

4 Elle correspond à une trop forte pression du sang dans les artères. Conséquences: le cœur se fatigue prématurément et la paroi des artères devient rigide... Ce qui favorise les dépôts de cholestérol. La tension doit être contrôlée une fois par an dès 30 ans. L'idéal: rester en dessous de 14/9. Au-dessus de 16/9,5, c'est l'hypertension donc le risque accru d'accident cardiaque.



5 L'excès de poids. S'il prédomine sur les hanches et les fesses, pas d'inquiétude. En revanche, s'il se situe sur la partie supérieure du corps, le surpoids s'accompagne souvent d'hypertension,



d'excès de cholestérol, ou de diabète. Perdre ses kilos superflus peut suffire à normaliser la tension et stabiliser le diabète.



6 Le diabète multiplie le danger par trois. L'excès de sucre dans le sang abîme également la paroi artérielle. A lui seul, il triple le risque d'affection cardio-vasculaire. Or, il cohabite souvent avec une hypertension et un excès de graisses... Sans qu'on puisse l'expliquer, les femmes diabétiques décèdent presque trois fois plus d'infarctus que les hommes pareillement atteints. Il faut donc être vigilante, d'autant que le diabète demeure une fois sur deux ignoré. Il est indispensable d'effectuer un bilan si l'on a un parent diabétique (40 % de risques d'être atteint) et de toute façon après la quarantaine.



7 A combattre : le stress et la sédentarité. Le premier accélère le rythme cardiaque, fait monter la tension artérielle, et abîme à la longue la paroi des artères. Les personnes coléreuses ou ressentant un sentiment de frustration dans leur vie sont les plus menacées. Enfin, sans sport, le muscle cardiaque perd de sa puissance de contraction. Il renvoie de moins en moins de sang, donc d'oxygène, dans le corps et récupère moins vite.

Pour se prémunir, trois mots d'ordre : arrêt du tabac, alimentation équilibrée, exercice physique régulier.

En effet, nous mangeons mal. Combien de corps gras cachés dans les pâtisseries et autres plats cuisinés avalés à la va-vite! Sur le plan cardio-vasculaire, la ration de graisses ne doit pas dépasser 30 % de l'apport calorique quotidien. Et respecter cette répartition : un tiers de graisses saturées (que l'on trouve par exemple dans les produits laitiers, la viande rouge), un tiers de mono insaturées (huile d'olive, volailles...), et un tiers de poly-insaturées (margarine et huile de tournesol, poissons...). Il faut également éviter l'excès de sucre (sous peine de diabète, mais aussi parce que le sucre se transforme en graisses dans le sang). Et privilégier les aliments riches en

vitamines A et E (carottes, légumes verts, fruits, céréales complètes, oléagineux) qui, c'est désormais prouvé, aident à dégrader le mauvais cholestérol et protègent de l'infarctus.

Dans cette vie trépidante qui est devenue la nôtre ; nous ne trouvons guère le temps de pratiquer un sport. Pourtant, l'exercice physique est très important. Il muscle le cœur, dilate les artères, augmente le bon cholestérol, régularise la tension et lutte contre le diabète. Les sports d'endurance sont les plus efficaces: marche rapide, jogging, bicyclette. L'idéal serait de les pratiquer au moins une demi-heure trois fois par semaine. À ce régime, on réduirait d'environ 30% ses risques de maladies cardio-vasculaires sans parler bien entendu du plaisir...

Bilan des activités et synthèse

Régulation de la pression artérielle

I Notion de pression artérielle :

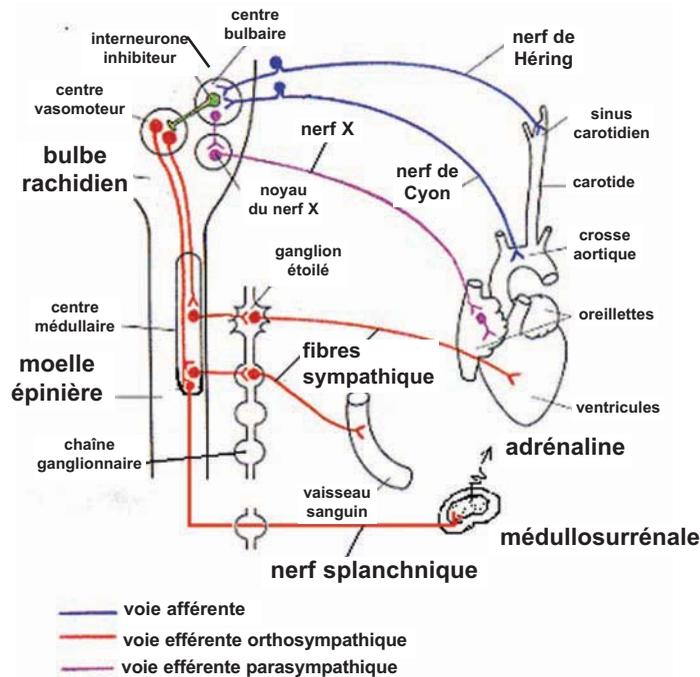
La pression artérielle est la pression exercée par le sang sur la paroi des artères. Au cours d'un battement cardiaque, elle oscille entre deux valeurs : la pression maximale ou systolique obtenue au cours de la contraction des ventricules (valeur normale : 12-13 mm Hg) et la pression minimale diastolique obtenue au cours de la diastole (relâchement) générale (valeur normale : 8 mm Hg).

La pression artérielle assure l'irrigation des organes et les échanges vitaux entre les cellules et le sang. Au delà des valeurs normales(13-8), il y a hypertension qui risque de provoquer des accidents vasculaires cérébraux (AVC), En deçà des valeurs normales, il y a hypotension qui peut entraîner l'évanouissement et même la syncope (perte de connaissance). La pression artérielle est une constante biologique, qui doit être étroitement contrôlée. Deux mécanismes régulateurs complémentaires, nerveux et hormonal, sont mis en jeu.

(activité 1)

II LES MECANISMES NERVEUX REGULATEURS DE LA PRESSION ARTERIELLE :

1- L'innervation cardiovasculaire :



(activité 2)

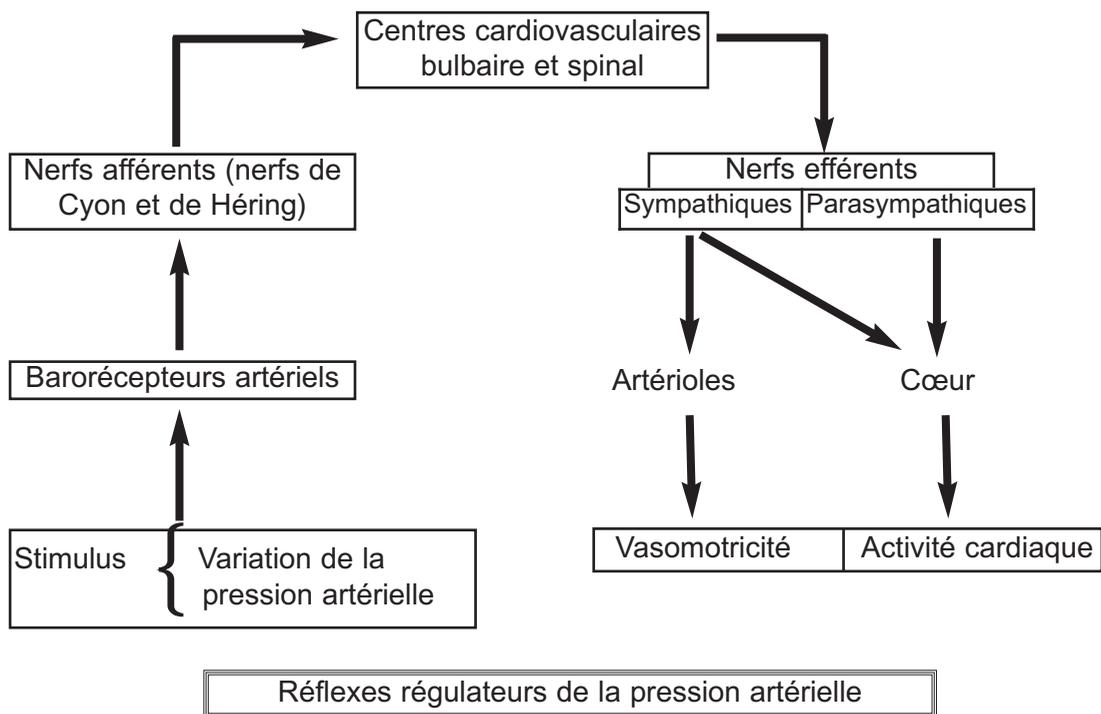
2- La régulation nerveuse de la pression artérielle :

Le contrôle de la pression artérielle s'effectue par un mécanisme de type réflexe.

Ce réflexe comprend :

- **des récepteurs** : ce sont des barorécepteurs situés au niveau de la crosse aortique et des sinus carotidiens. Ils enregistrent les variations de la pression artérielle et codent ces informations sous forme de message nerveux. Ils déchargent à une fréquence d'autant plus grande que la pression est élevée.

- **des voies afférentes** constituées par les nerfs de Cyon et de Héring. Elles transmettent les influx respectivement de la crosse aortique et des sinus carotidiens vers les centres nerveux.
- **des centres nerveux** qui intègrent les informations en provenance des barorécepteurs. Ils sont localisés dans le bulbe rachidien et dans la moelle épinière.
- **des voies efférentes** : elles sont de deux types :
 - des fibres parasympathiques qui exercent un effet modérateur et diminuent le rythme cardiaque.
 - des fibres orthosympathiques ayant une action accélératrice du rythme cardiaque et une action vasoconstrictrice sur les vaisseaux.



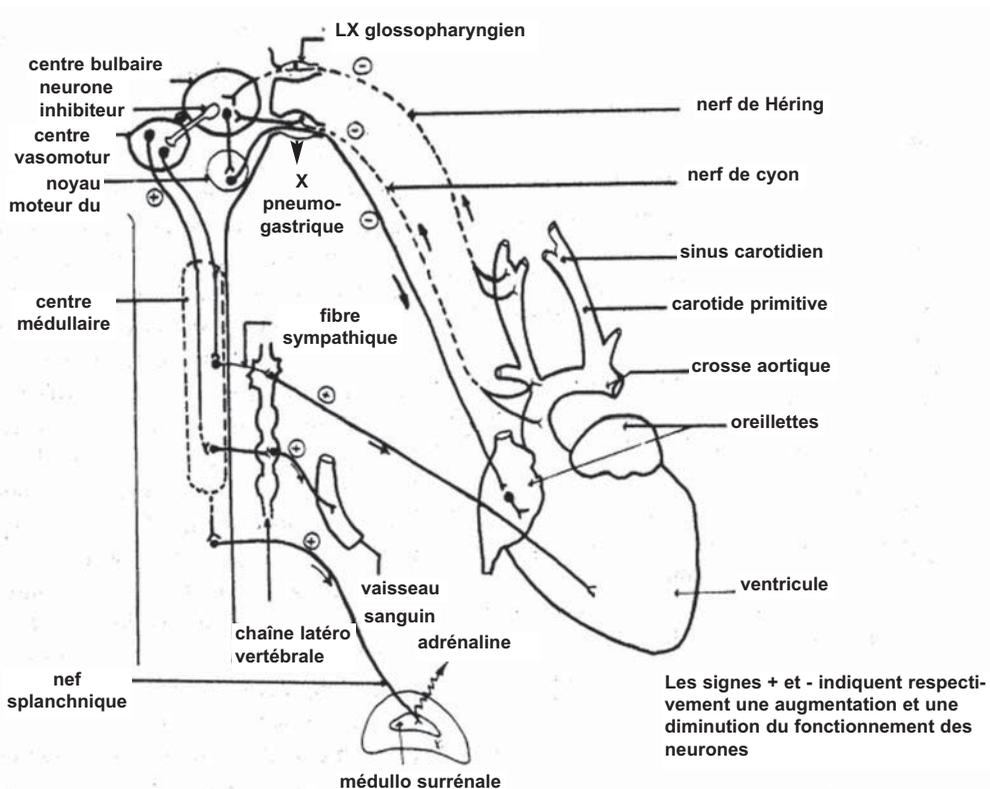
a- Réflexe correcteur de l'hypertension

L'augmentation de la pression artérielle au niveau du sinus carotidien et de la crosse aortique est détectée par les barorécepteurs ce qui augmente la fréquence des potentiels d'action dans les nerfs de Cyon et de Héring. Ce message sensitif active le centre bulbaire cardiomodérateur qui envoie un message modérateur vers le cœur par l'intermédiaire du nerf X, ce qui entraîne un ralentissement cardiaque. Le même message sensitif inhibe les neurones du centre vasomoteur par l'intermédiaire d'un interneurone inhibiteur ce qui entraîne l'inhibition des neurones orthosympathiques et une vasodilatation. Le ralentissement cardiaque et la vasodilatation corrigent l'hypertension et ramènent la pression artérielle à sa valeur normale.

(activité 3)

b- Réflexe correcteur de l'hypotension

Dans le cas d'une baisse de la pression artérielle, dans le sinus carotidien et de la crosse aortique, suite à une hémorragie par exemple, la fréquence des potentiels d'action parcourant les nerfs dépresseurs devient très faible. L'inhibition du centre vasomoteur par le centre cardiomodérateur est levée. Il envoie alors, par les fibres orthosympathiques un message stimulateur au coeur qui accélère son rythme et provoque également la vasoconstriction. Il stimule aussi la médullosurrénale par l'intermédiaire du nerf splanchnique. Cette glande libère une hormone, l'adrénaline qui provoque la vasoconstriction et l'accélération du rythme cardiaque. Ces deux effets, vasoconstriction et accélération du rythme cardiaque, corrigent l'hypotension initiale et ramènent la pression artérielle à sa valeur normale.



(activité 4)

3- Mécanisme d'action des fibres parasymphathiques et des fibres orthosymphathiques :

Les stimulations des fibres parasymphathiques entraînent un ralentissement de l'activité cardiaque (diminution de la fréquence et de l'amplitude) et même l'arrêt du cœur en diastole: elles exercent donc un effet cardiomodérateur, inhibiteur ce qui fait diminuer la pression artérielle. Cette action se fait par l'intermédiaire d'une substance chimique: **l'acétylcholine**, libérée au niveau des terminaisons nerveuses du nerf X.

Les stimulations des fibres orthosymphathiques entraînent une accélération du rythme cardiaque (augmentation de la fréquence et de l'amplitude). Elles exercent donc un effet accélérateur sur le cœur, ce qui fait augmenter la pression artérielle.

Cette action se fait par l'intermédiaire d'une substance chimique: **la noradrénaline**, libérée au niveau des terminaisons nerveuses des fibres orthosymphathiques.

L'action des neurotransmetteurs est transitoire, car aussitôt libérés, ils sont inactivés par des enzymes de dégradation spécifiques.

(activité 5)

II

LA REGULATION HORMONALE DE LA PRESSION ARTERIELLE :

Dans des conditions physiologiques particulières (stress, colère, émotion, etc.), il y a une décharge d'**adrénaline** par les médullosurrénales. Cette hormone, véhiculée par le sang, entraîne une accélération du rythme cardiaque et généralement une vasoconstriction des artérioles, d'où une augmentation de la pression artérielle. Ceci constitue une régulation hormonale à court terme.

D'autres systèmes hormonaux interviennent à moyen et à long terme :

° Le système rénine – angiotensine joue un rôle prépondérant dans la régulation de la pression artérielle. En premier lieu, il agit sur la vasomotricité des vaisseaux entraînant leur vasoconstriction donc l'augmentation de la pression artérielle.

De plus, l'angiotensine stimule la sécrétion d'aldostérone par les corticosurrénales. Or, cette hormone agit au niveau des reins; elle augmente la réabsorption du sodium et, par voie de conséquence, elle entraîne un accroissement de la volémie, donc une élévation de la pression artérielle.

° L'ADH, hormone antidiurétique ou vasopressine, libérée par les terminaisons nerveuses hypothalamiques au niveau de la posthypophyse, accroît la pression artérielle en augmentant la réabsorption de l'eau au niveau des reins.

Conclusion :

La régulation de la pression artérielle: un exemple d'intégration neurohormonale

Les divers mécanismes de régulation ne sont pas totalement indépendants les uns des autres. Ils interviennent le plus souvent ensemble dans une réponse intégrée.

Cependant, la régulation à court terme qui assure un contrôle immédiat des variations de pression, met surtout en jeu le système nerveux. Le système humoral, qui prend ensuite le relais, n'entre en jeu que si la variation de pression se maintient pendant un certain temps ; c'est un système de régulation à moyen ou à long terme. On notera le rôle clé joué par certains centres nerveux, et en particulier par l'hypothalamus, dans l'intégration des divers messages provenant non seulement de l'appareil circulatoire lui-même mais, aussi de l'environnement extérieur à l'organisme.

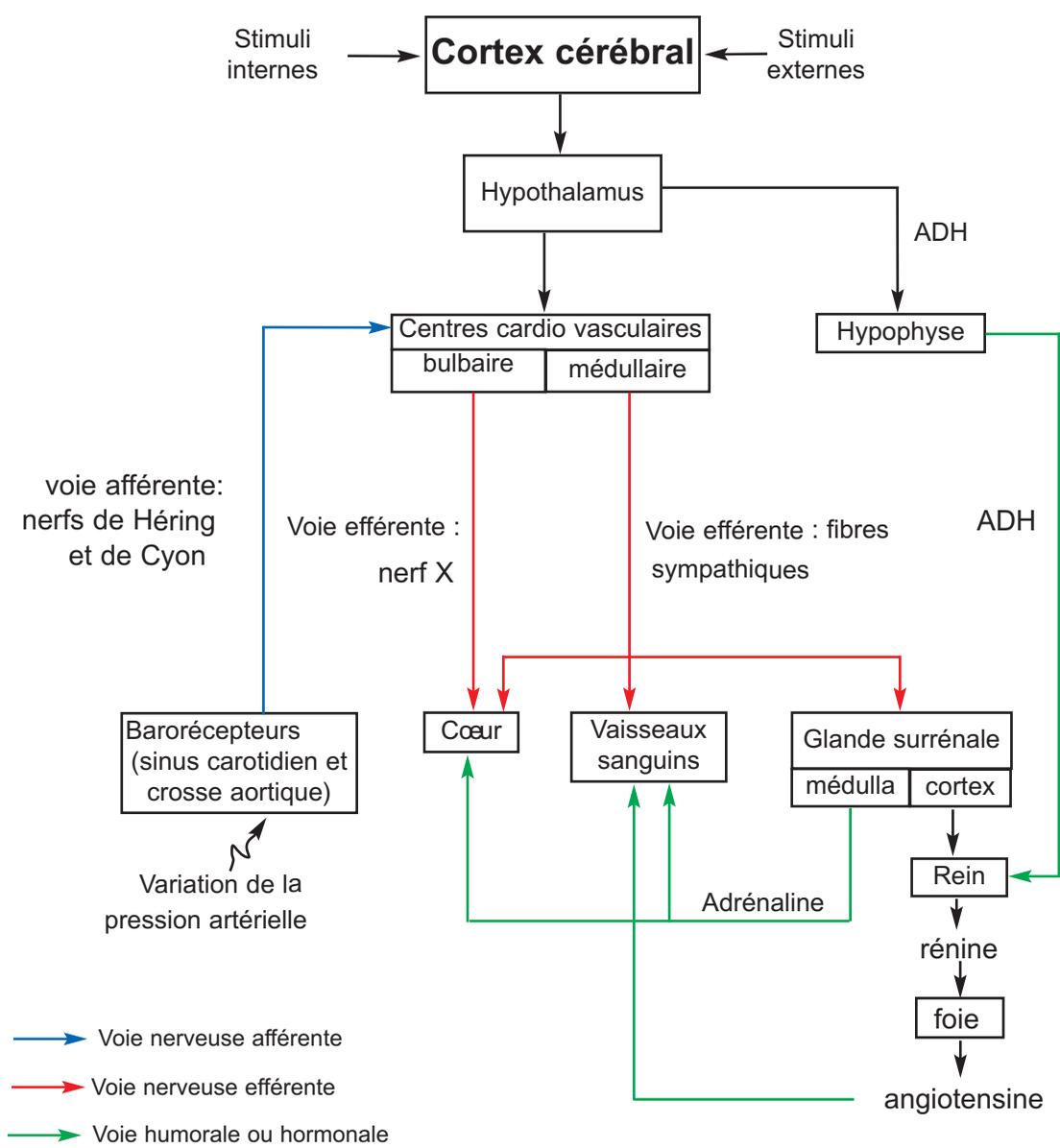


Schéma de synthèse résumant la régulation neuro-hormonale de la pression artérielle

(activité 6)

III LES MALADIES CARDIOVASCULAIRES :

Les maladies cardiovasculaires sont liées à un dérèglement du fonctionnement cardiaque et au rétrécissement des artères. Elles peuvent prendre des formes diverses: infarctus du myocarde, angine de poitrine, artérite, ...) et sont responsables de la moitié des décès dans les pays industrialisés.

On distingue les affections cardiaques et les affections vasculaires.

1- Exemples de maladies cardiovasculaires

Affections cardiaques		Caractéristiques	Causes
Les cardiopathies congénitales		Communication entre oreillettes ou ventricules due à l'existence d'un orifice anormal.	<ul style="list-style-type: none"> ° Affections infectieuses de la mère au début de la grossesse ° Anomalies génétiques.
Les cardiopathies rhumatismales		Valvulopathies rhumatismales (insuffisance mitrale, rétrécissement mitral, insuffisance aortique, rétrécissement aortique, ...)	Rhumatisme articulaire aigu suite à des infections streptococciques (angines, ...)
Les cardiopathies ischémiques	L'angine de poitrine	Douleurs aiguës à la poitrine.	Rétrécissement de la lumière des coronaires.
	L'infarctus du myocarde	Douleurs thoraciques prolongées	Occlusion coronarienne aiguë due à l'évolution d'une plaque athéroscléreuse.
Les cardiomyopathies		Atteintes du myocarde se traduisant par : <ul style="list-style-type: none"> ° Une altération de la contractilité du myocarde. ° Une hypertrophie du myocarde; ° Une rigidité de la paroi ventriculaire. 	Généralement inconnues

Affections vasculaires	Caractéristiques	Causes
L'athérosclérose: atteintes de l'aorte abdominale, des artères coronaires, des artères des membres inférieurs (artérites) et des artères carotides.	Accumulation de graisses amorphes, de cellules dégénérées et de débris de tissus formant des plaques (athérome) dans les parois internes des artères (intima)	<ul style="list-style-type: none"> ° Traumatisme de la paroi artérielle, ° Substances mutagènes contenues dans le tabac, ° Graisses saturées d'origine animale.
La phlébite	Se manifestent par une douleur au niveau du mollet et au niveau de la base du thorax.	Oblitération veineuse par un caillot sanguin.
L'embolie pulmonaire		
Les varices des membres inférieurs.	Se traduisent par une lourdeur des jambes avec parfois des œdèmes, dilatation permanente des veines associée à une altération de leur paroi.	<ul style="list-style-type: none"> - Insuffisance veineuse - Position debout prolongée.

NB : les cases du tableau colorées en jaune font partie de la rubrique : "Pour en savoir plus".

2- La prévention des maladies cardiovasculaires :

La genèse et l'évolution des maladies cardiovasculaires leur confèrent une spécificité qui oriente les stratégies de prévention. Il s'agit de maladies multifactorielles où l'hérédité, l'environnement et le comportement individuel interagissent et conjuguent leurs effets. La prévention consistera donc à minimiser l'impact de chacun de ces déterminants surtout que l'action sur un des facteurs a des effets positifs pour la prévention de plusieurs pathologies.

En effet, une alimentation déséquilibrée, un mode de vie sédentaire et l'obésité contribuent dans une grande mesure, à la genèse et à l'évolution de l'hypertension artérielle, du diabète et de l'hypercholestérolémie. A leur tour, le tabagisme, l'hypertension artérielle et le diabète sont des facteurs de risque des maladies cardiovasculaires.

Le stress et la mauvaise gestion du temps potentialisent ces facteurs et contribuent à accroître l'incidence et la gravité des maladies cardiovasculaires.

La promotion de la santé du cœur et des vaisseaux passe par le renforcement des comportements positifs regroupés autour de quatre axes :

- **Adopter de bonnes habitudes alimentaires** : alimentation diversifiée à base d'huile d'olive, légumes, crudités et fruits.
- **Eradiquer le tabagisme**: une meilleure information sur les dangers du tabac permettrait de faire adopter un meilleur mode de vie valorisant l'abstinence tabagique.
- **Pratiquer régulièrement une activité physique qui permet de :**
 - o développer la capacité respiratoire et la tolérance cardiaque à l'effort,
 - o ne pas prendre du poids et de se débarrasser de l'excès des apports alimentaires,
 - o bien dormir,
- **Gérer son stress et apaiser ses tensions** : les moyens de détente sportifs ou culturels, individuels ou collectifs et les techniques modernes de relaxation, permettent de relativiser toutes les formes d'agression environnementales, facilitent l'intégration sociale et contribuent à l'épanouissement de tout individu.

(activité 7)

EXERCICE 1 Q.C.M :

Choisir pour chacun des items suivants, la (ou les) réponse(s) correcte(s) :

1- Une augmentation de la pression artérielle dans le sinus carotidien est suivie d'une :

- a- cardioaccélération,
- b- cardiomodération,
- c- hypotension,
- d- hypertension

2- La stimulation du nerf de Héring exerce, par l'intermédiaire du centre bulbaire;

- a- une vasodilatation,
- b- une vasoconstriction,
- c- une hypertension,
- d- une hypotension.

3- L'acétylcholine, libérée au niveau de la plaque motrice cardiaque :

- a- est un neurotransmetteur excitateur,
- b- est un neurotransmetteur inhibiteur,
- c- provoque une accélération du rythme cardiaque,
- d- provoque une diminution du rythme cardiaque.

4- Le réflexe correcteur de l'hypotension fait intervenir:

- a- le nerf X,
- b- les fibres sympathiques,
- c- le centre bulbaire cardiomodérateur,
- d- le centre médullaire cardioaccélérateur.

5- Une injection d'adrénaline dans le système veineux entraîne :

- a- une cardioaccélération,
- b- une cardiomodération,
- c- une vasodilatation,
- d- une vasoconstriction,

6- Une élévation de la pression artérielle au niveau de la crosse aortique entraîne :

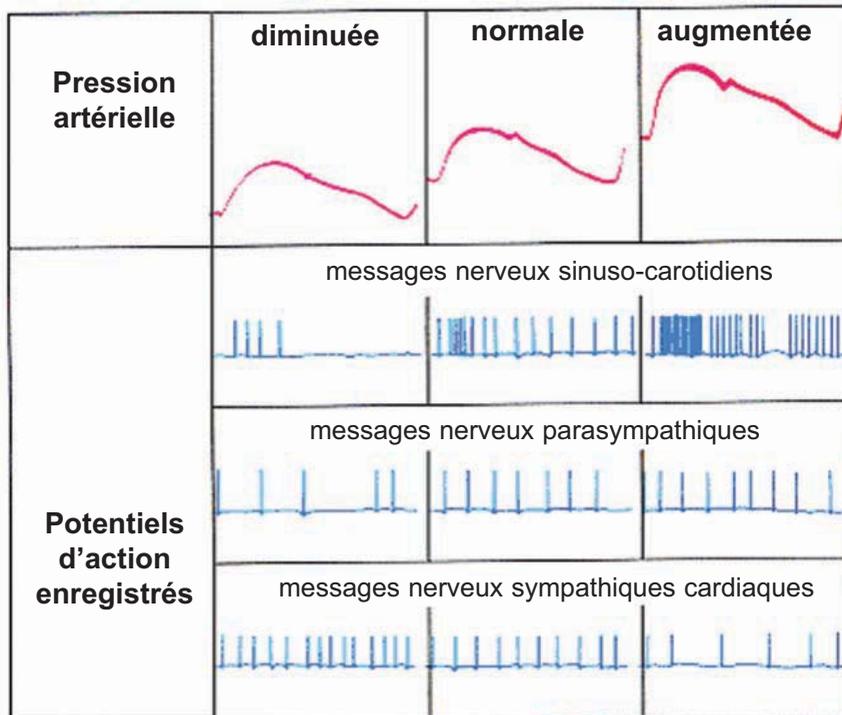
- a- l'activation des barorécepteurs,
- b- l'augmentation de la fréquence des potentiels d'action au niveau du nerf de Cyon,
- c- une diminution de la fréquence des potentiels d'action au niveau du nerf X,
- d- une accélération du rythme cardiaque.

EXERCICE 2

En dépit de très nombreuses modifications dans les besoins des organes, les variations de pression artérielle restent brèves et limitées; cette relative stabilité est la conséquence d'une régulation.

Le document suivant présente sous forme de tableau des enregistrements de messages nerveux parcourant:

- Les fibres nerveuses sinuso-carotidiennes
- Les fibres para et orthosympathiques cardiaques dans trois situations différentes :
 - Pression artérielle normale,
 - Pression artérielle inférieure à la normale,
 - Pression artérielle supérieure à la normale.



Partie A : A partir de vos connaissances et des informations fournies par le document ci-dessus, vous indiquerez de quelle façon ces différentes catégories de fibres interviennent sur le fonctionnement cardiaque, quel est le résultat de ces actions et la conséquence sur la régulation de la pression artérielle.

Partie B : Faire un schéma de synthèse annoté, représentant les circuits nerveux mis en jeu, en précisant le sens des messages nerveux

Corrigé de l'exercice 2

Partie A : Régulation nerveuse de la pression artérielle :

Nous savons que les fibres nerveuses sinuso-carotidiennes sont sensibles et que les fibres para et orthosympathiques sont motrices.

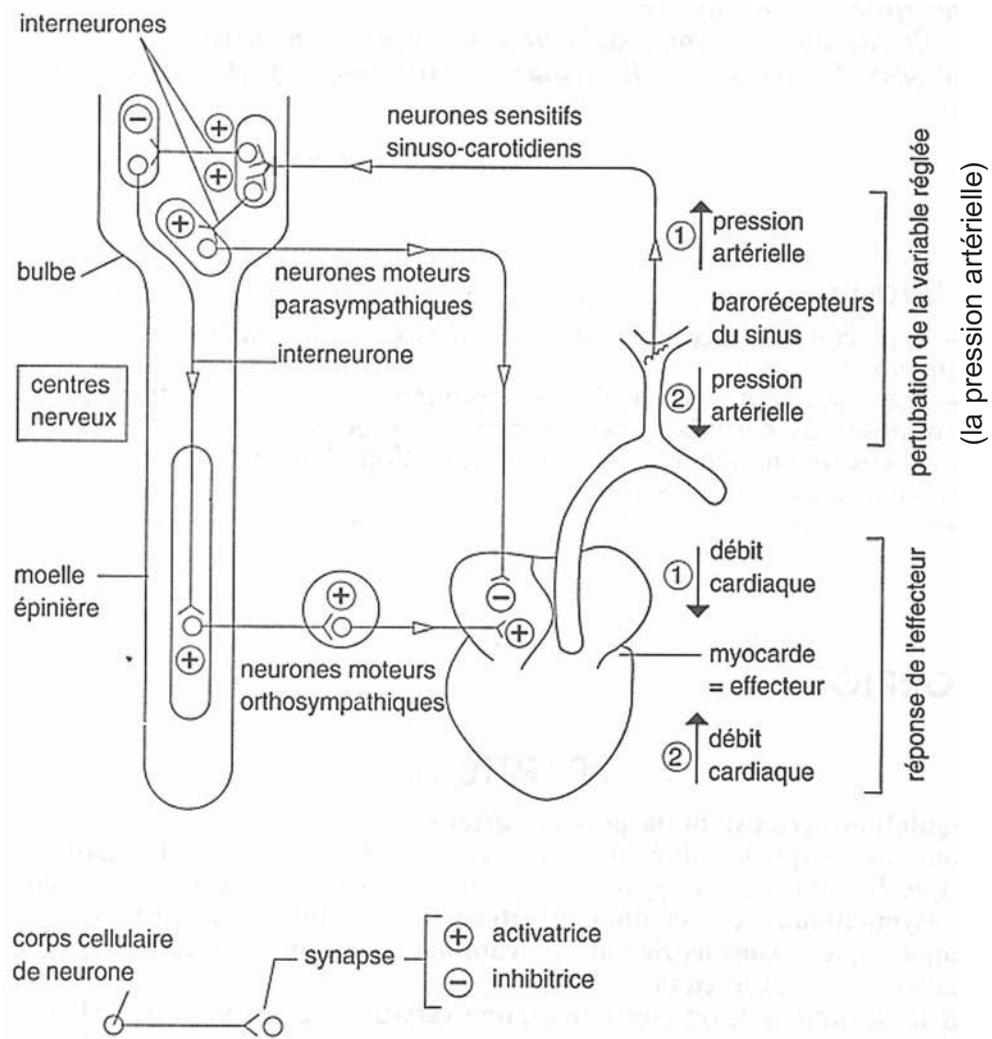
Le système parasympathique est cardiomodérateur, le système antagoniste orthosympathique vasoconstricteur est cardioaccélérateur (l'effecteur de la régulation est ici le cœur).

Sur le document, on constate qu'une variation de tension artérielle est détectée par les sinus carotidiens qui contiennent des barorécepteurs. L'information nerveuse véhiculée vers les centres bulbaires est codée en nombre et fréquence des potentiels d'action : une fréquence faible indiquant une hypotension, une fréquence élevée indiquant une hypertension.

Dans le premier cas, on constate une inhibition des fibres motrices parasympathiques (diminution de la fréquence des potentiels d'action) et une activation des fibres orthosympathiques: cela va donc se traduire par une accélération cardiaque (et une vasoconstriction), c'est-à-dire une augmentation de la pression artérielle.

Dans le deuxième cas, l'activité opposée des fibres nerveuses entraîne une baisse de la pression artérielle. Le réflexe mis en évidence s'oppose donc aux variations de la pression artérielle qui est un paramètre réglé du milieu intérieur. Il est soumis à une régulation participant ainsi à la constance du milieu intérieur ou homéostasie.

Partie B : Trajet du message nerveux dans les réflexes de régulation de la pression artérielle.



Arcs réflexes cardiomodérateur et cardioaccélérateur