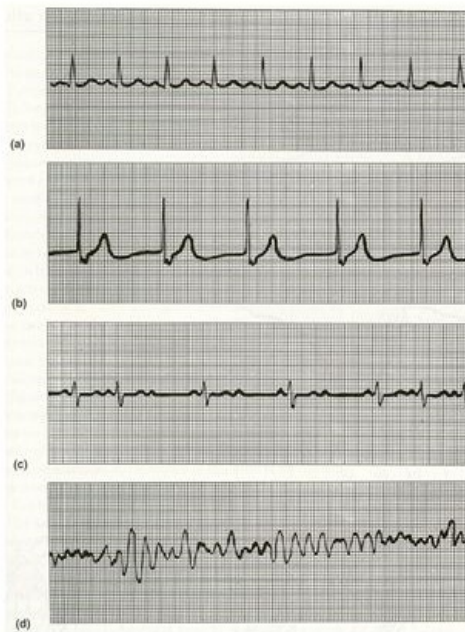


## Fiche

De nombreuses techniques d'imagerie médicale sont adaptées à la recherche d'anomalies morphologiques et/ou physiologiques du cœur et de l'appareil cardiovasculaire. Il est ainsi possible d'agir sur des pathologies cardiovasculaires, comme l'athérosclérose ou l'infarctus du myocarde, tant au niveau préventif que curatif.

### 1. Comment enregistre-t-on l'activité électrique du cœur, comment l'analyser ?

- L'enregistrement de l'activité électrique du cœur est l'électrocardiogramme ou ECG. Un ECG normal est constitué de trois parties :
    - l'onde P, qui montre la dépolarisation des oreillettes, qui précède la systole auriculaire ;
    - le complexe QRS, qui englobe la repolarisation des oreillettes précédant la diastole auriculaire, et la dépolarisation des ventricules à l'origine de la systole ventriculaire ;
    - l'onde T, qui montre la dépolarisation des ventricules qui précède la diastole générale.
  - On peut effectuer un enregistrement en continu, sur vingt-quatre heures, de l'activité électrique du cœur pour détecter une arythmie : c'est l'enregistrement **Holter**.
- L'ECG présente un réel intérêt diagnostique, car les anomalies de l'activité électrique cardiaque permettent de visualiser différents troubles :



(a) : ECG normal

(b) : Rythme jonctionnel. Activité électrique dirigée par le nœud septal, en l'absence de potentiels reçus du nœud sinusal

(c) : Bloc cardiaque. Mauvaise communication entre les nœuds sinusal et septal, il y a peu d'ondes QRS et T, tandis que le nombre d'ondes P est normal.

(d) : Fibrillation ventriculaire. Désynchronisation de l'activité des cellules cardiaques, qui se contracte de manière indépendante. Trouble observé lors d'un infarctus.

 [Exercice n°1](#)

 [Exercice n°2](#)

 [Exercice n°3](#)

### 2. Comment mesure-t-on la pression artérielle ?

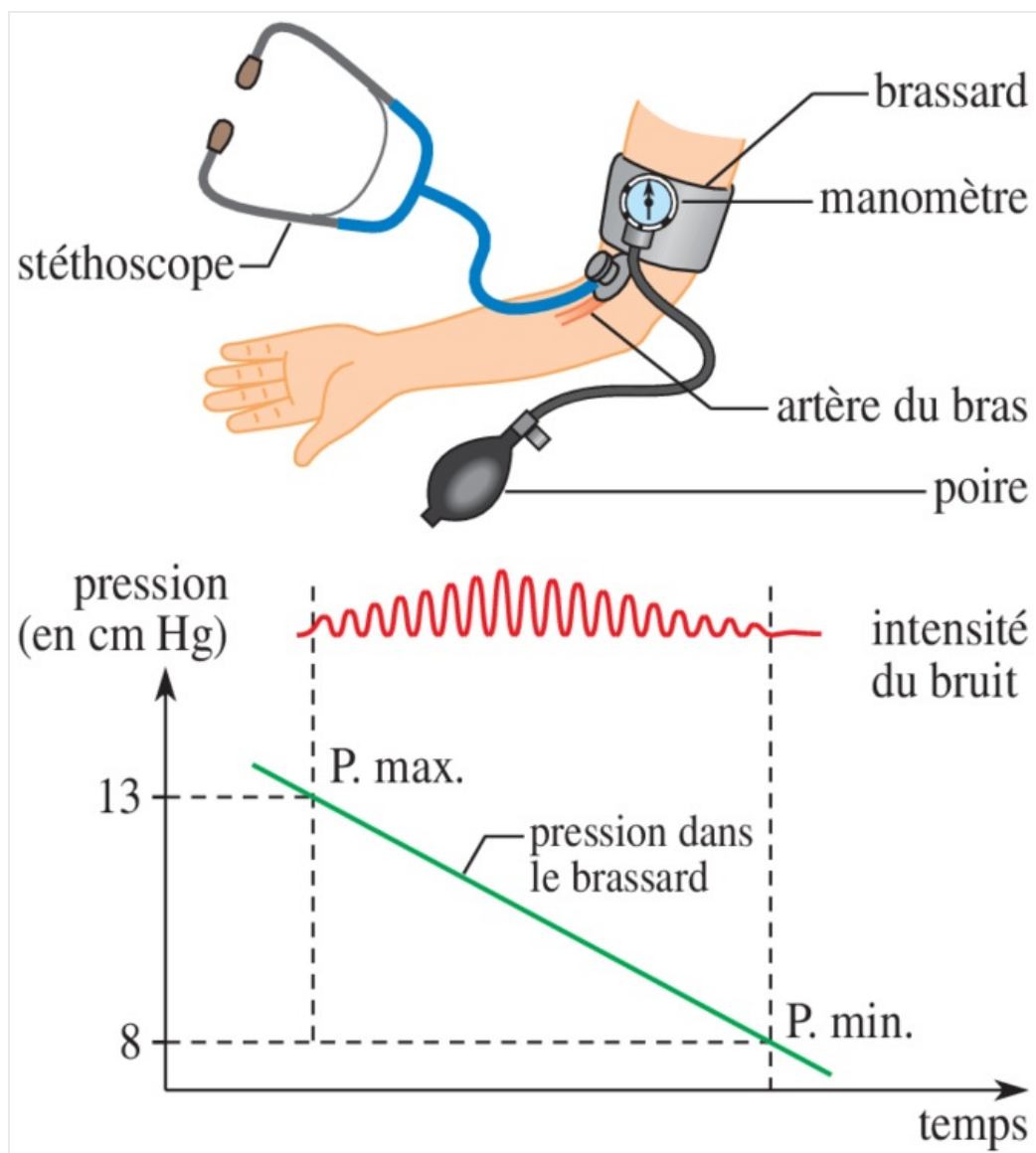
- La pression artérielle est la pression du sang dans les artères ; on distingue deux valeurs, qui correspondent à deux phases du cycle cardiaque :
  - la **pression systolique**, quand la contraction du ventricule éjecte le sang dans l'artère, qui est la pression maximale ;
  - la **pression diastolique**, minimale, quand le ventricule se relâche.

- En 1732, le révérend Stephen Hales sectionne l'artère « d'une vieille jument tenue sur le dos » et fait communiquer le bout cardiaque de cette artère avec un tube vertical de 3 m de haut. Le sang s'élève alors jusqu'à une hauteur de 2,70 m. Hales venait de procéder à la première mesure de pression artérielle.

- Chez l'homme, on effectue cette mesure de la manière suivante : on applique au patient un brassard, muni d'un cadran donnant la pression en mmHg, et relié à une poire que l'on peut obstruer à l'aide d'une vis. Cet appareil se nomme un **sphygmomanomètre** (sphygm(o)- : pouls; man(o)- : pression), car il mesure une pression à partir d'une pulsation. On gonfle le brassard jusqu'à obtenir une pression supérieure à la pression artérielle (on atteint en général 180 mmHg). L'artère est alors totalement obstruée, et on n'entend aucun bruit si on place le capteur d'un stéthoscope juste en-dessous du brassard, au pli du coude. En dégonflant doucement le brassard, on détermine alors deux valeurs :

- La pression maximale : lorsque la pression du brassard devient juste inférieure à la pression systolique, les artères s'ouvrent mais restent encore très comprimées. Le sang s'écoule à grande vitesse mais de façon turbulente en frappant les parois de l'artère, ce qui s'entend très bien au stéthoscope. C'est donc l'apparition du bruit qui détermine la valeur de la pression systolique.
- La pression minimale : en décomprimant les artères, on permet au sang de s'écouler de mieux en mieux, donc le bruit perçu diminue progressivement. Quand la pression du brassard atteint la pression diastolique, les artères ne sont plus du tout comprimées, et le sang s'écoule normalement. C'est donc l'apparition du silence qui détermine la valeur de la pression diastolique.

### Mesure de la pression artérielle



- La pression systolique moyenne est d'environ 130 mmHg (13 cmHg), tandis que la pression diastolique est d'environ 80 mmHg (8 cmHg). Ces valeurs sont souvent exprimées ensemble et en cmHg, on dira que la pression artérielle moyenne est de 13/ 8.

- On parle d'**hypertension artérielle** (HTA) lorsqu'elle dépasse régulièrement 14/ 9 sur une durée de plusieurs semaines. On parle d'hypotension artérielle lorsqu'elle est inférieure à 10/6 chez la femme, 11/7 chez l'homme.

Exercice n°4

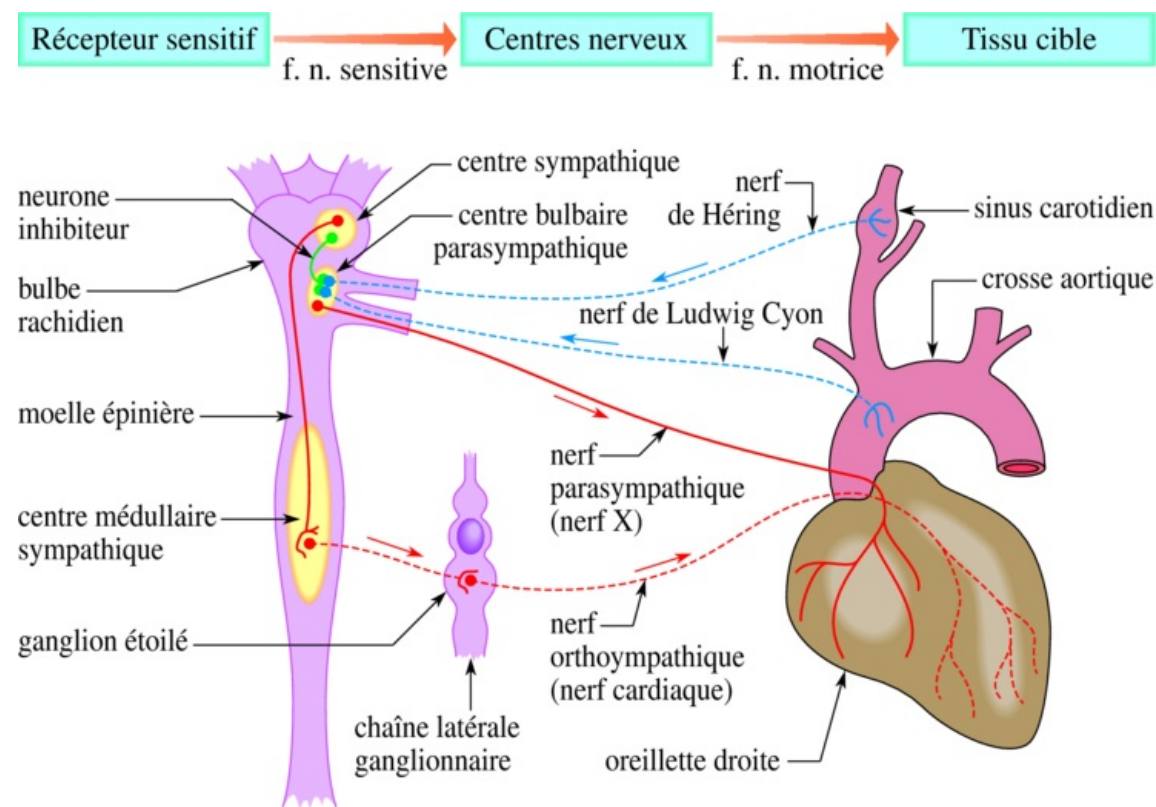
3. Quel est le mode de régulation de l'activité cardiaque ?

- On sait que la fréquence cardiaque (Fc) moyenne est environ de 70 à 75 battements par minute. Or, cette Fc diminue lors des périodes de sommeil, et augmente à la suite d'un stress ou d'un effort physique par exemple. De plus, une personne qui a subi une greffe cardiaque, et dont le cœur est déconnecté des voies nerveuses, a une Fc de 100 battements par minute environ, à la fois au repos et en activité.

Conclusion : La fréquence cardiaque est en permanence contrôlée par le système nerveux, qui la diminue d'environ 25 %

- La régulation nerveuse de la Fc est basée sur un mécanisme assez simple :
  - Des **récepteurs** sensibles captent la variation d'un facteur qui s'éloigne de la valeur de référence.
  - L'information est transmise aux centres nerveux par l'intermédiaire de **fibres nerveuses sensibles**.
  - Les centres nerveux traitent l'information reçue, et envoient une réponse au tissu cible par l'intermédiaire des **fibres nerveuses motrices**.

La variation est corrigée.



- La fréquence cardiaque est régulée par le système nerveux autonome ou végétatif, de façon involontaire. Il est composé de deux systèmes opposés mais complémentaires, que l'on nomme des systèmes antagonistes : le système parasympathique et le système orthosympathique ou sympathique.
- La régulation demande la coordination de plusieurs acteurs :
  - les récepteurs (**barorécepteurs** et **chimiorécepteurs**) qui captent les variations de pression artérielle ou de composition du sang ;
  - les fibres nerveuses sensibles : dans les **nerfs de Hering** (IX) et de **Cyon Ludwig** (X) pour les sinus, et dans la  **fibre cardiosensible** pour l'oreillette droite ;
  - le centre nerveux parasympathique est situé dans le bulbe rachidien, on le nomme **centre cardiomodérateur** (CCM) ;
  - le centre nerveux sympathique est situé dans la moelle épinière, il est nommé **centre cardio-accélérateur** (CCA). Entre les deux centres nerveux, des neurones inhibiteurs sont chargés d'affaiblir l'un des deux systèmes quand l'autre est stimulé ;
  - les fibres nerveuses motrices sont regroupées dans le **nerf pneumogastrique** (ou nerf vague) qui est connecté au nœud sinusal, et dans le **nerf cardiaque** connecté au nœud sinusal et aux ventricules.
- Au repos, les systèmes nerveux parasympathique et sympathique envoient sans cesse des influx au nœud sinusal, mais comme les fibres parasympathiques en envoient plus fréquemment, globalement la Fc est abaissée à 70-75 battements par minute, c'est le **tonus vagal** (car imposé par le nerf vague).
- Quand il est stimulé, le nerf pneumogastrique libère son neurotransmetteur, l'**acétylcholine**, qui abaisse la fréquence cardiaque.
- Quand les fibres sympathiques sont stimulées, elles libèrent de la **noradrénaline** qui augmente la fréquence cardiaque.

Remarque : une hormone sécrétée après stimulation nerveuse lors d'un stress par la glande médullosurrénale, l'**adrénaline**, joue le même rôle que la noradrénaline sur la Fc. On dit qu'elle exerce une action sympathicomimétique.

Un exemple de régulation : la réponse à une hémorragie. L'hémorragie entraîne une baisse rapide de la volémie et donc de la pression artérielle, qui est détectée par les barorécepteurs. Ceux-ci transmettent l'information au centre sympathique qui est stimulé, il va libérer de la noradrénaline et faire libérer de l'adrénaline, deux neurotransmetteurs qui provoquent une vasoconstriction destinée à augmenter la résistance à l'écoulement des vaisseaux (donc à faire remonter la pression artérielle), et une tachycardie.

#### Exercice n°5

### 4. Quelles sont les techniques d'imagerie médicale d'exploration de l'appareil cardiovasculaire ?

- **L'angiographie numérisée** est une radiographie d'un vaisseau sanguin après injection d'un produit de contraste, dont l'image obtenue est traitée par ordinateur.

Pour cela, on pratique une incision sous anesthésie locale au pli de l'aîne, par exemple au niveau de l'artère fémorale ; on insère sous contrôle radiographique (grâce à un écran placé près de la table d'opération) un cylindre métallique qui servira de guide pour un cathéter, qui peut remonter très loin dans la partie haute du corps. Le cathéter peut servir à envoyer le produit de contraste qui permettra de repérer le rétrécissement, voire à traiter celui-ci.

Cette technique permet de visualiser et de localiser précisément l'anomalie en direct pendant une opération chirurgicale, en urgence ou non.

Elle présente de sérieux inconvénients liés à l'utilisation des rayons X, mutagènes, et de l'utilisation d'un produit de contraste, parfois allergénique ; l'intervention, invasive, peut entraîner le détachement d'un fragment de caillot et causer une embolie, qui sera traitée au plus vite car le patient est sous surveillance pendant toute l'intervention.

- **L'examen Doppler**, appelé également **vélocimétrie**, utilise des ultrasons pour mesurer la vitesse d'éléments solides. Il est basé sur le même principe que l'**échographie** : le retour des ultrasons envoyés par une sonde se fait différemment en fonction des caractéristiques du tissu qu'ils frappent. Ici, le Doppler permet de mesurer la vitesse de déplacement des hématies dans les vaisseaux sanguins. Une vitesse trop élevée signale une sténose, une chute de la vitesse une thrombose en amont. Couplé à une échographie classique, le Doppler permet d'étudier la circulation fœtale ou une insuffisance valvulaire. L'échographie seule visualise le bon état morphologique et l'activité cardiaque.

- **La scintigraphie** est un examen paraclinique d'imagerie médicale utilisant un isotope faiblement radioactif.

Principe : on injecte l'isotope par voie intraveineuse et on le laisse diffuser dans le corps du patient. Une caméra spéciale (gamma caméra) reçoit les rayons gamma émis par les isotopes, ce qui permet de tracer une cartographie de l'organe ou du tissu examiné.

Intérêts médicaux : cette technique permet de repérer le mauvais fonctionnement du myocarde grâce à l'hypofixation de l'isotope, pour mettre en évidence une sténose, un infarctus. Elle peut également servir à évaluer l'efficacité d'un traitement.

Avantages : une scintigraphie est en général facile à interpréter, elle permet également de mettre en évidence une ischémie temporaire ou permanente, non visible sur une radiographie. L'isotope est peu dangereux, il est rapidement éliminé dans l'urine.

Inconvénients : l'examen est long, il demande une demi-journée d'hospitalisation, et il est contre-indiqué aux femmes enceintes. Il ne permet pas d'obtenir une image de l'organe ou du tissu, mais juste une cartographie, on ne peut donc pas repérer d'anomalie morphologique.

#### Exercice n°6

#### Exercice n°7

#### Exercice n°8

### 5. Qu'est-ce que l'athérosclérose ?

- **L'athérosclérose** est la dégénérescence d'une artère due à la formation de plaques d'**athérome** sur sa paroi interne (athérome = dépôt lipidique sur la paroi des artères qui peut se calcifier pour former une plaque). Elle est surtout mise en évidence à la suite d'une complication grave : insuffisance coronarienne, accident vasculaire cérébral (AVC), artérite des membres inférieurs. L'athérosclérose est principalement localisée au niveau des artères coronaires, des artères des membres inférieurs, des artères cérébrales.

- Les principaux facteurs favorisants de l'athérosclérose sont une **hyperlipidémie** et / ou une **hypertension artérielle** et / ou une **hypercholestérolémie**, dues à une prédisposition génétique ou à de mauvais comportements alimentaires ; la consommation d'alcool, de tabac ; un diabète ; l'âge (augmentation des risques à partir de 40 ans) ; le sexe (les hommes et les femmes ménopausées sont des populations à risque).

- Le cholestérol peut être transporté dans le sang par deux types de lipoprotéines : les **HDL**, qui permettent la dégradation de l'excès de cholestérol par le foie, et les **LDL**, qui distribuent le cholestérol aux tissus périphériques. Quand les LDL sont en quantité excessive dans le sang, et quand elles doivent transporter du cholestérol excédentaire, le risque d'apparition de l'athérosclérose est fortement augmenté.

- Les moyens de prévention de l'athérosclérose sont simples : pratiquer une activité physique modérée et régulière, avoir une alimentation variée et équilibrée, faire contrôler régulièrement sa tension, ne pas fumer ni abuser de la consommation d'alcool (le maximum conseillé pour le vin rouge est d'un à deux verres de vin rouge par jour pour les femmes, et deux à trois par jour pour les hommes).

### Exercice n°9

- Bien que le cholestérol soit à l'origine de l'apparition de l'athérosclérose, ce sont les macrophages remplis de cholestérol qui se déposent dans la media et forment les plaques d'athérome. Un caillot n'apparaît dans l'artère que si la plaque est lésée.

## 6. Comment distinguer l'angor et l'infarctus du myocarde ?

- On appelle **cardiomyopathie ischémique** toute pathologie du muscle cardiaque qui a pour origine un défaut d'irrigation du muscle cardiaque, par sclérose partielle ou totale d'une artère coronaire (artère nourricière du cœur). Les facteurs de risque sont ceux de l'athérosclérose.

L'**angor** et l'**infarctus du myocarde** (IDM) sont deux cardiomyopathies ischémiques ; elles sont très différentes, bien qu'elles aient beaucoup de points communs.

- L'angor est une douleur angoissante due à une **ischémie transitoire** du myocarde (sténose coronaire suite à une athérosclérose). Il survient en général pendant un effort physique ou à la suite d'un stress, quand le cœur est plus sollicité qu'à la normale, et que la sténose coronaire l'empêche de récupérer suffisamment d'oxygène. L'artère n'étant pas complètement obstruée, l'angor n'est que transitoire et disparaît après la prise d'un vasodilatateur comme la trinitrine, ou la fin de l'effort ou du stress qui l'a causé.
- Au contraire, l'infarctus du myocarde est la nécrose du myocarde due à une **ischémie permanente** (thrombose coronaire suite à une athérosclérose, embolie). Il peut survenir au repos, et la douleur n'est pas éliminée par la prise d'un vasodilatateur car une partie du myocarde n'est plus du tout irriguée, et nécrose rapidement. De plus, certaines cellules peuvent se désynchroniser de l'ensemble et battre à leur propre rythme, ce qui va rapidement créer l'anarchie dans le cœur entier : c'est la **fibrillation ventriculaire**.
- Dans l'angor comme dans l'IDM, les signes cliniques observés sont les suivants :
  - pâleur, hypotension ;
  - douleur rétrosternale oppressante et constrictive qui irradie dans le bras gauche, le cou et la mâchoire ;
  - troubles du rythme cardiaque ;
  - nausées et vomissements.

### Exercice n°10

## À retenir

- L'ECG permet de mesurer l'activité électrique du cœur.
- La pression artérielle normale est de 13/ 8.
- On parle d'hypertension artérielle quand la pression dépasse régulièrement 14/ 9, et d'hypotension artérielle pour une tension inférieure à 10/6 chez la femme, 11/7 chez l'homme.
- La fréquence cardiaque est régulée par le système nerveux végétatif, au travers d'un centre cardiomodérateur et d'un centre cardioaccélérateur.
- Au repos, le centre cardiomodérateur freine la fréquence cardiaque en permanence.
- En réponse à une hémorragie, le système nerveux sympathique provoque une vasoconstriction et une tachycardie.
- L'appareil cardiovasculaire est composé de la circulation générale, qui sert à distribuer le sang aux tissus, et de la circulation pulmonaire, qui permet l'hématose du sang.
- Le système porte hépatique, par le biais d'une veine porte, apporte au foie le glucose issu de la digestion pour qu'il puisse réguler la glycémie.
- Les artères systémiques sont des vaisseaux résistants et élastiques, qui peuvent se déformer et supporter une forte pression sanguine.
- Les artéioles contrôlent le débit sanguin de chaque organe.
- Les capillaires assurent les échanges respiratoires et nutritionnels entre le sang et les tissus.
- Les veines assurent le retour du sang au cœur, notamment grâce à des valvules anti-reflux.
- On utilise l'angiographie numérisée pour explorer les vaisseaux sanguins.
- On utilise l'examen Doppler ou vélocimétrie pour mesurer la vitesse et la qualité de circulation du sang dans les vaisseaux.

- On utilise la scintigraphie pour mesurer l'activité des compartiments cardiaques.
- Un excès de cholestérol provoque l'apparition de plaques d'athérome qui épaissit la paroi des artères et réduit leur calibre.
- La rupture de la plaque d'athérome provoque une coagulation responsable de l'obstruction totale d'une artère ou du déplacement d'un caillot circulant (embolie).
- L'angor est due à une ischémie temporaire, elle est causée par un fort rétrécissement d'une artère coronaire et est le signe avant-coureur d'un infarctus du myocarde ; on la traite à l'aide d'un vasodilatateur.
- L'infarctus du myocarde est la nécrose d'une portion du tissu cardiaque, suite à l'obstruction totale par un caillot de l'artère qui dessert normalement cette zone ; on le traite chirurgicalement en pratiquant un pontage coronarien ou une angioplastie.