

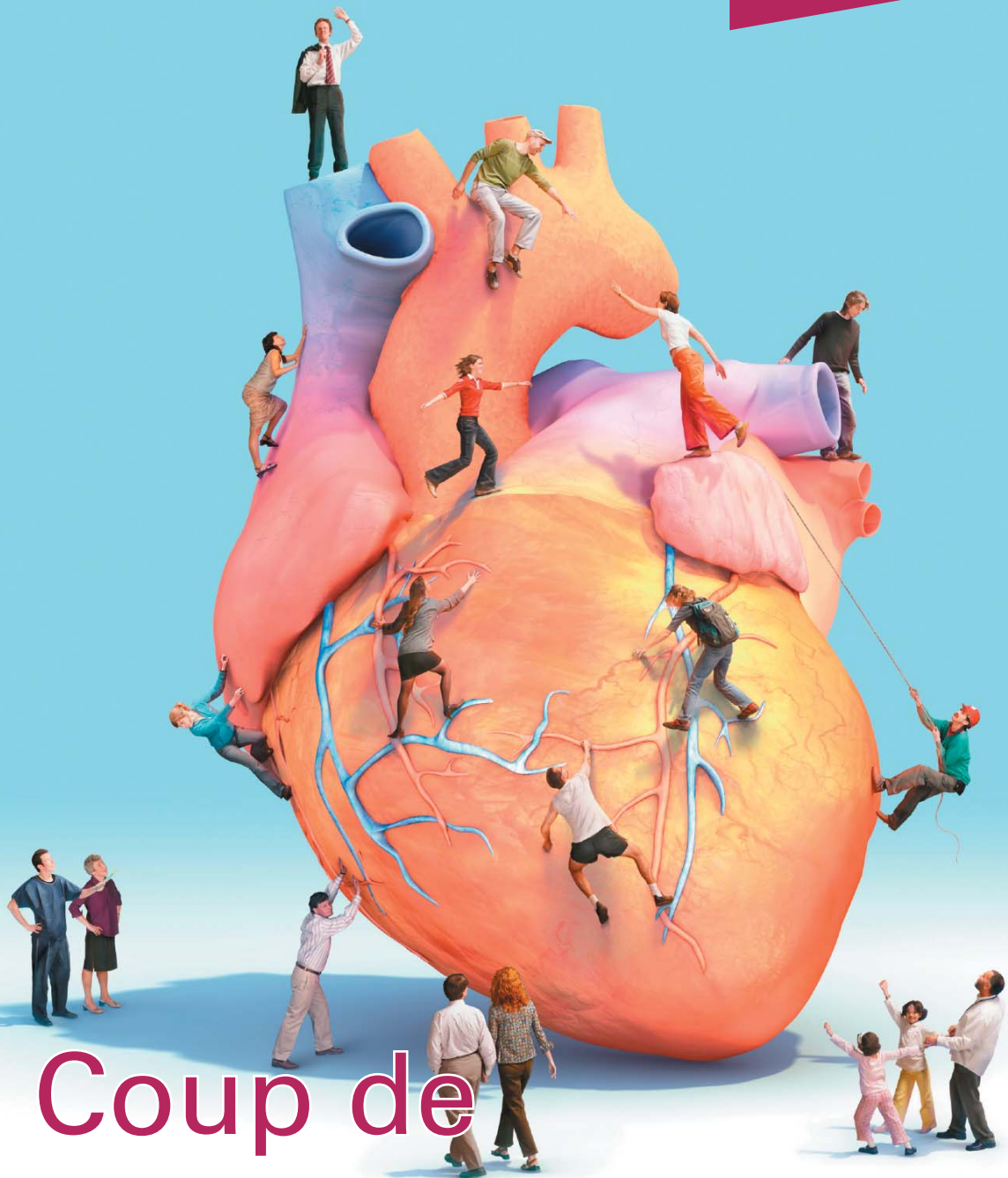
**muséum**



14.12.05 > 05.11.06

**expo**

# Dossier didactique










# Coup de Cœur

**Muséum  
des Sciences naturelles**

Rue Vautier 29 - 1000 Bruxelles  
[www.sciencesnaturelles.be](http://www.sciencesnaturelles.be)



# Table des matières

-  Notre encadrement pour les groupes \_\_\_\_\_ p.5
-  Parcours expo \_\_\_\_\_ p.7
  - 1. Symbolique
  - 2. Le cœur
  - 3. Les vaisseaux sanguins
  - 4. Le sang
  - 5. Les maladies cardio-vasculaires
  - 6. Historique
-  Le cœur humain et la circulation sanguine \_\_\_\_\_ p.10
  - 1. Les différents vaisseaux sanguins et leurs rôles respectifs
  - 2. Le trajet du sang dans l'appareil circulatoire
-  **Coup de Cœur** dans le règne animal \_\_\_\_\_ p.14
  - 1. Le cœur chez les mammifères et les oiseaux
  - 2. Le cœur chez les reptiles
  - 3. Le cœur chez les amphibiens
  - 4. Le cœur chez les poissons
  - 5. Le cœur chez les vers
  - 6. Certains animaux sont dépourvus de cœur
-  Les groupes sanguins \_\_\_\_\_ p.19
  - 1. Quelques notions d'immunologie
  - 2. Le système ABO
  - 3. Le système Rhésus
-  Articles scientifiques \_\_\_\_\_ p.21
  - 1. Le stéthoscope et les anomalies des valvules du cœur
  - 2. Activités physiques et bien-être
-  Quelques livres et sites web \_\_\_\_\_ p.27





## Notre encadrement pour les groupes

Dans un cadre scolaire, l'exposition s'adresse aux élèves de 10 ans et plus. Elle comprend une partie théorique et démonstrative mais aussi une série d'activités à réaliser individuellement ou en petits groupes.

Le service éducatif vous propose une exploitation optimale de votre visite sous forme d'une visite commentée ou d'un atelier.

### ● **Visite guidée « Cœur »**

*Durée : 1h15 – à partir de la 5<sup>ème</sup> primaire*

Notions abordées : l'évolution des cœurs de vertébrés, l'anatomie du cœur humain, la circulation sanguine et les transfusions, les maladies cardio-vasculaires.

### ● **Atelier Nature « Coup de Cœur »**

*Durée : 2h – à partir de la 5<sup>ème</sup> primaire*

La séance commence par une visite de l'exposition et se termine par un test des connaissances récemment acquises sous forme d'un jeu de société original, créé pour l'occasion.

### ● **Atelier Nature « Cœur »**

*Durée : 2h – à partir de la 5<sup>ème</sup> primaire*

Grâce à des expériences, des manipulations, diverses observations et une visite dans les salles permanentes du Muséum, les jeunes sont amenés à découvrir les différents cœurs et systèmes circulatoires dans le règne animal.

## Les documents didactiques à télécharger

Outre le présent dossier, vous pourrez compléter votre visite en utilisant un questionnaire d'aide à la visite préparé par nos animateurs.

Ces documents sont à télécharger sur notre site : [www.sciencesnaturelles.be](http://www.sciencesnaturelles.be)

## ● Tarifs

### Pour les groupes

Entrée exposition + salles permanentes

Adultes : 6 €

Jeunes (2-25ans) : 4,50 €

Un accompagnateur gratuit par 15 personnes

Gratuit pour les enseignants, sur présentation d'un justificatif professionnel

### ● **Visite guidée de l'exposition**

Jeunes (15 pers. max.) : 35 €

Adultes (15 pers. max.) : 62 € en semaine, 75 € le week-end.

### ● **Ateliers Nature « Coup de Cœur »**

7,30 € / enfant (entrées au muséum et à l'exposition comprises)

### ● **Atelier Nature « Cœur »**

4,30 € / enfant (entrée au muséum comprise)

**Réservation obligatoire pour les groupes : 02 627 42 34**





# Parcours de l'expo

## 1. Symbolique

Le cœur frappe l'imagination et illustre bon nombre de proverbes. « Avoir un cœur de pierre » ou « un cœur en or ». « Porter quelqu'un dans son cœur » ou « avoir la rage au cœur ». « Cœur qui soupire n'a pas ce qu'il désire »... Les artistes, quant à eux, y trouvent également leur inspiration. Coup de Cœur présente quelques oeuvres d'art - antiques et modernes - ayant pour thème central le symbolisme du cœur.

## 2. Le cœur

### 2.0 Introduction

Commençons par une vidéo sur la relation entre les cœurs et les différents systèmes vitaux : système nerveux, système immunitaire, système circulatoire...



*Vidéo*

Au centre de la salle, projeté sur un écran, un cœur bat et nous plonge tout de suite dans le vif du sujet.

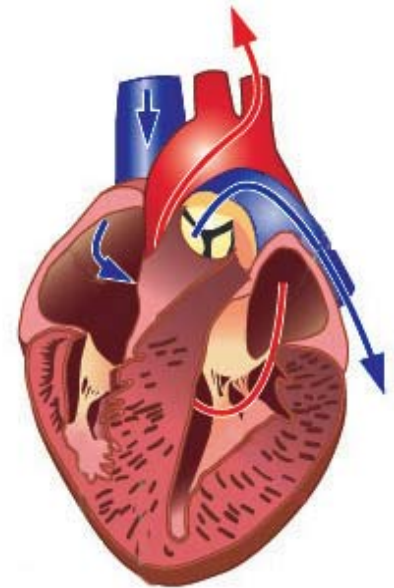
### 2.1 Morphologie du cœur

#### Quelle est la structure de notre cœur ?



*Pièce exposée*

Grande maquette des différentes parties du cœur humain et de la circulation sanguine à l'intérieur du cœur.



#### Combien pèse un cœur ?



*Interactif*

Soupez un cœur humain adulte modélisé (environ 300 grammes).

#### Où se trouve le cœur ?



*Pièce exposée*

Une coupe naturalisée de la cavité thoracique humaine présente la position du cœur. Il se localise entre les poumons et les côtes. Un jeu de manipulation permet aux élèves de deviner l'emplacement du cœur chez différents animaux. Par exemple, trouvez l'emplacement du cœur chez le serpent.



#### Un cœur est un cœur...

La taille du cœur dépend de la masse corporelle.



*Pièces exposées*

Série de 50 cœurs préparés issus de tous les groupes de vertébrés, du labre à l'éléphant.



## Le cœur et l'évolution

Au cours de l'évolution, le cœur devient de plus en plus complexe.



### *Pièces exposées*

- Quelques modèles représentant les structures interne et externe d'un cœur de poisson, d'amphibien, de reptile, d'oiseau et de mammifère.
- Bien des invertébrés possèdent également un cœur : la dissection d'un ver laisse voir les pulsations des vaisseaux sanguins.

*Remarque* : il existe aussi des animaux sans cœur, symbolisés par un emplacement vide.

## 2.2 Performances du cœur

### Une pompe...



#### *Vidéo*

Film réalisé avec une caméra endoscopique, projeté sur grand écran : action de pompage du cœur.



#### *Interactif*

Devinez le volume de sang pompé quotidiennement par un cœur humain. Comparez le volume pompé par le cœur de différents animaux, petits et grands.

### Infatigable !



#### *Interactifs*

- En pressant une poire en caoutchouc, vous actionnez une petite pompe. Essayez de le faire au rythme du cœur. Vous remarquerez qu'il est difficile de maintenir un rythme constant; après un certain temps, la main est douloureuse. Le cœur, quant à lui, est un muscle dont la particularité est de ne jamais se fatiguer.
- Calculez la quantité de battements déjà effectués par votre cœur.

*Remarque* : le cœur d'un jeune de quinze ans aura battu environ 5,5 milliards de fois depuis sa naissance.

### Qu'est-ce qu'un battement cardiaque ?

C'est le principe de contraction et de dilatation du cœur. Écoutez vos battements de cœur diffusés par haut parleur. Découvrez votre électrocardiogramme (ECG) sur un écran d'ordinateur. L'impulsion électrique du rythme cardiaque, le nœud sinusal, le nœud atrio-ventriculaire, le faisceau de His...? Tout cela n'aura bientôt plus de secret pour vous !

### A l'entraînement

Comparons la taille du cœur d'un adulte moyen avec celle du cœur d'un sportif. Un cœur sportif bat plus lentement et s'apaise plus vite après un effort physique intense.



#### *Interactif*

Poussez sur le bouton pour le découvrir.

### Boum boum, boum boum, boum boum

Les valvules empêchent le reflux sanguin.



#### *Pièce exposée*

Intérieur du cœur, fonctionnement des valvules, bruit produit.

## Rythme cardiaque



*Interactif*

Mesurez votre rythme cardiaque, ainsi que celui de différents animaux. Le rythme cardiaque dépend de la masse de l'individu.

## 2.3 La vie d'un cœur

### Développement embryonnaire



*Vidéo*

Comment quelques cellules embryonnaires deviennent-elles un cœur complet ? Vous trouverez la réponse dans la séquence filmée du développement d'un embryon de poule.



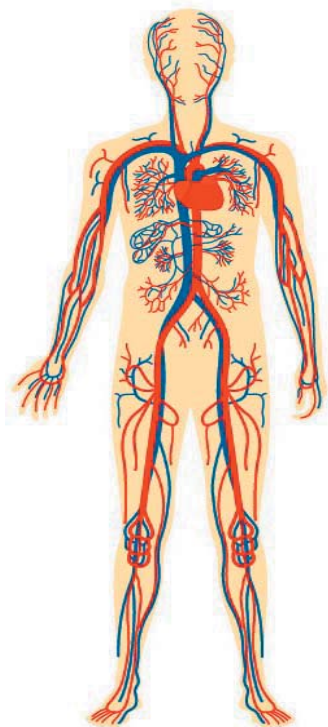
*Pièce exposée*

Complexification du cœur illustré par une série de modèles d'un embryon, à différents stades de développement.

### Vieillessement

Le rythme cardiaque ralentit avec l'âge : de 160 battements par minute chez un fœtus de quatre mois, il passe à 70 battements par minute chez l'adulte.

## 3. Les vaisseaux sanguins



### 100 000 kilomètres

Le cœur de l'homme est relié à 100 000 km de vaisseaux sanguins.



*Pièce exposée*

Systèmes circulatoires plastinés d'un lapin et d'une carpe et leur réseau extrêmement ramifié de veines et d'artères.

### Artères, veines et capillaires



*Pièces exposées*

- Sur une maquette géante d'une veine et d'une artère, présentation de leur fonction et de leur structure distinctes.
- Vaisseaux coronaires plastinés : comment le sang arrive au cœur et comment les capillaires fournissent les tissus et les organes en oxygène et nutriments.



*Interactif*

Explorez le fonctionnement d'une valvule veineuse.

### Pression sanguine

La pression sanguine d'un adulte en bonne santé est d'environ 120/80 mm Hg. Le premier nombre correspond à la pression artérielle au moment de la contraction cardiaque. Le second indique la même pression lors de la dilatation cardiaque.



*Interactifs*

- Palpez le battement d'une artère; écoutez le bruit du flux sanguin.
- Mesurez votre pression sanguine.

## Circulation ouverte ou fermée, simple ou double

Le type de circulation sanguine varie d'un animal à l'autre. Chaque type est présenté dans l'exposition.

## 4. Le sang

### Composition du sang



*Pièce exposée*

Maquette d'une veine et ses différents composants sanguins : globules rouges<sup>1</sup>, globules blancs, plaquettes et plasma; explication de la fonction de chaque composant.

### Des litres et des litres



*Interactif*

Quelle volume de sang chez la souris, l'homme, le lion ou la vache ?

### Groupes sanguins

Appréhendez les groupes sanguins ABO et le facteur rhésus d'une manière ludique et interactive et vous saurez tout sur la génétique des groupes sanguins. Vous découvrirez ainsi qu'il s'agit d'un système de reconnaissance du « soi » et du « non-soi », d'interaction entre antigène et anticorps.

### Donner pour sauver

Tant qu'il y aura des hommes, il y aura des accidents et des maladies ! Il y aura donc toujours un grand besoin de sang. Vous sauverez des vies en donnant votre sang.

Qui, quand, comment, quelle quantité ? Qu'advient-il du sang prélevé, des cellules, du plasma et des plaquettes ? Coup de Cœur répond à toutes vos questions.

### Cellules souches

Les cellules souches présentes dans la moelle osseuse produisent les cellules sanguines. Jadis, la leucémie se traitait par transplantation de moelle osseuse. A présent, des cellules souches sont extraites du sang et transplantées. D'autre part, le don de sang placentaire ou de cordon ombilical, riche en cellules souches, est devenu pratique courante.



*Pièce exposée*

Préparations de moelle et de placenta, sources de cellules souches.

## 5. Les maladies cardio-vasculaires

Les maladies cardio-vasculaires sont évoquées en plusieurs endroits de l'exposition. Les causes et conséquences des varices, de la claudication intermittente, de l'insuffisance cardiaque ainsi que de l'athérosclérose (ou artériosclérose) sont expliquées. Cette affection est la principale cause des infarctus et des accidents vasculaires cérébraux. La plupart des facteurs de risque des maladies cardio-vasculaires sont bien connus et largement étudiés.

<sup>1</sup> Chez les mammifères, les globules rouges sont mal nommés ! Si leur couleur est effectivement due à la présence d'un pigment respiratoire - l'hémoglobine- en revanche, leur forme n'est pas du tout globulaire : suite à l'expulsion du noyau au cours de sa formation, la cellule ressemble à un disque aplati en son centre! Pour cette raison on l'appelle HÉMATIE.

## Parfois, il n'y a rien à faire !

Certains facteurs de risque sont inéluctables : nous n'avons aucune influence sur notre genre (les hommes encourent plus de risque que les femmes), nos antécédents familiaux et notre âge.

## Souvent, il existe des moyens d'action !

D'autres facteurs résultent de notre mode de vie : le tabac, l'alcool, le manque d'exercice physique... sont néfastes. Découvrez l'explication scientifique de chaque facteur de risque.

## Sucres, graisses et cholestérol



Certains facteurs sont directement ou indirectement liés au régime alimentaire. Il va de soi que la nourriture influence les taux de graisses et de cholestérol dans le sang. Plus ces taux sont élevés, plus le cœur est en mauvaise posture. Manger trop et de façon peu équilibrée peut entraîner une surcharge pondérale et constitue un gros risque pour le cœur. Les diabétiques sont plus vulnérables à l'infarctus; ils doivent suivre un régime en conséquence.

Certaines substances contenues dans la nourriture (exemple : le sel) agissent sur la pression sanguine. Une hypertension persistante est dangereuse.



*Interactif*

Mesurez votre tension, vérifiez si vous avez une surcharge pondérale et glanez informations et conseils pour une alimentation bénéfique pour le cœur.

## Comment vous sentez-vous ?

Coup de Cœur accorde aussi une place à la prévention des maladies cardio-vasculaires et donne des conseils pour garder un cœur sain.



*Interactif*

Test : avez-vous un risque élevé de développer une maladie cardio-vasculaire ? Un petit quiz vous incite à réfléchir sur vos habitudes et leur impact sur la santé.

## Traitement

Lorsqu'il est trop tard pour la prévention, une intervention médicale s'avère nécessaire. La cardiologie interventionnelle règle certaines affections (pose d'un stent pour dilater un vaisseau sanguin bouché, par exemple). Par contre, après une crise cardiaque grave et lorsque le cœur est trop altéré, une greffe devient inévitable.



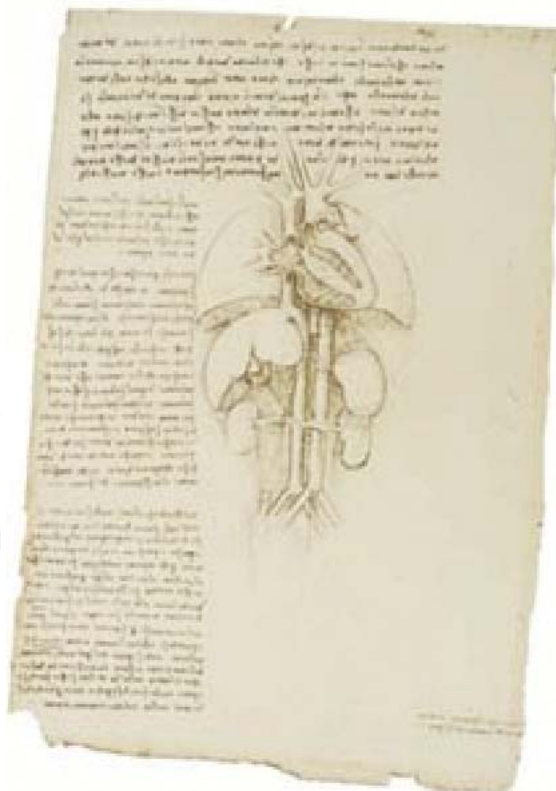
*Vidéo*

Opération à cœur ouvert et matériel chirurgical utilisé lors d'une telle intervention.

## 6. Historique

Représentation, sur une ligne du temps, des chercheurs et des découvertes ayant contribué à la connaissance scientifique actuelle en matière de système cardio-vasculaire.

Découvrez le point de vue des anciens comme les Egyptiens et les Grecs; les oeuvres de Platon, Léonard de Vinci, Vésale, Malpighi, Marey et bien d'autres.





## Le cœur humain

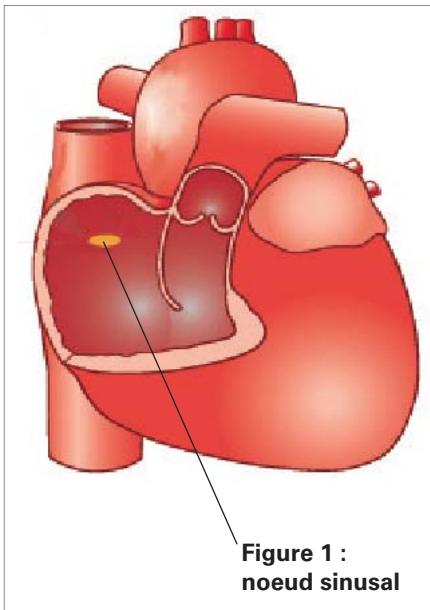


Figure 1 :  
noeud sinusal

Le cœur humain est un organe musculéux contractile qui assure la circulation du sang dans un réseau de vaisseaux, suivant un sens défini et constant. Il est divisé en quatre cavités : deux oreillettes et deux ventricules. Une cloison longitudinale les sépare deux à deux, divisant ainsi le cœur en une partie gauche et une partie droite, sans communication entre elles.

Le cœur n'est pas commandé par notre système nerveux central. Il bat donc indépendamment de notre volonté. C'est le nœud sinusal (figure 1), petite structure située à la jonction entre la veine cave et l'oreillette, qui génère des décharges spontanées entraînant les contractions rythmiques du muscle. A chaque battement, le cœur agit comme une pompe aspirante et foulante. En ce sens, il est le moteur de l'appareil circulatoire.

## ... et la circulation sanguine

L'appareil circulatoire est tout simplement un système de transport. Il est constitué d'artères, de veines et de capillaires qui forment un réseau continu communiquant avec toutes les parties vitales de l'organisme. Le sang, propulsé par les contractions musculaires du cœur, circule de façon ininterrompue dans ce réseau. En passant par les organes et les tissus, le sang assure différentes fonctions : l'apport d'oxygène et de nutriments, l'élimination du CO<sub>2</sub> et d'autres déchets du métabolisme, la distribution des hormones et la répartition de la chaleur dans tout le corps (thermorégulation).

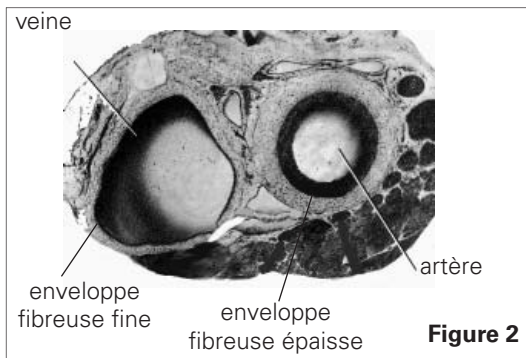


Figure 2

### 1. Les différents vaisseaux sanguins et leurs rôles respectifs

Les artères (figure 2) sont des canaux dont la paroi épaisse et l'élasticité permettent de supporter la forte pression du sang expulsé du cœur. Elles assurent le transport du sang depuis le cœur vers les membres et les organes. Les artères se ramifient en artérioles qui elles-mêmes se divisent en capillaires.

Les capillaires (figure 3) sont des vaisseaux microscopiques qui s'infiltrant dans tous les tissus. Leur

paroi perméable permet l'échange d'oxygène, de gaz carbonique, de substances nutritives dissoutes et de déchets. La densité du réseau capillaire est telle qu'aucune de nos cellules n'est jamais éloignée d'une source de nourriture ou d'oxygène. Les capillaires rejoignent des vaisseaux plus grands, les veinules. A leur tour, les veinules conduisent aux veines.

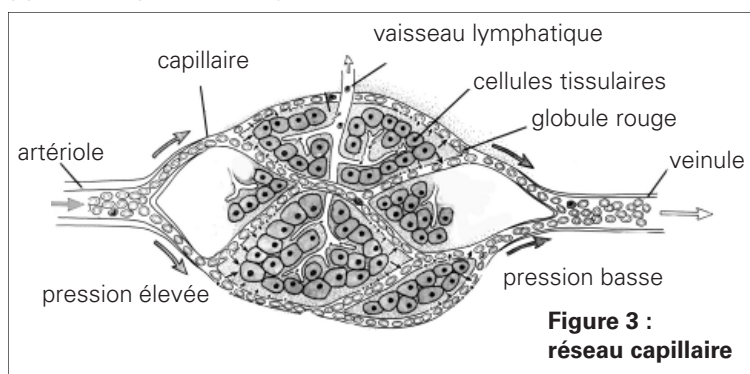


Figure 3 :  
réseau capillaire

Les veines (figure 2) sont les plus gros canaux du système circulatoire. La pression du sang y est régulière et plus faible que dans les artères. Aussi, les parois des veines sont-elles plus fines que celles des artères. Le rôle des veines est d'assurer le retour du sang de la périphérie de l'organisme vers le cœur.

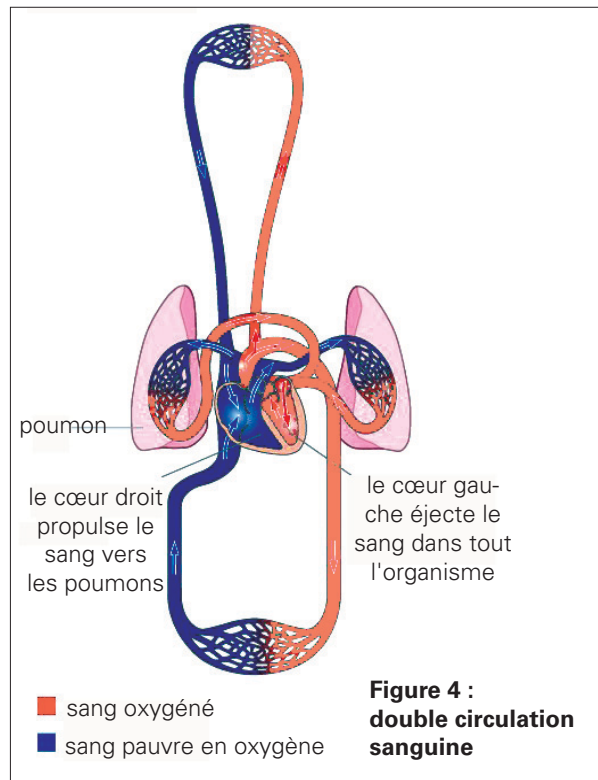
## 2. Le trajet du sang dans l'appareil circulatoire

L'ensemble des vaisseaux sanguins forme un réseau qui permet une double circulation (figure 4) : la circulation pulmonaire et la circulation systémique. Un tel système empêche tout mélange entre le sang riche en  $O_2$  et le sang pauvre en  $O_2$ .

- La circulation pulmonaire (ou petite circulation) oxygène le sang. Propulsé par le ventricule droit dans le tronc pulmonaire (les artères pulmonaires gauche et droite), le sang pauvre en oxygène passe dans les capillaires des poumons. C'est à ce niveau que s'opèrent les échanges gazeux : le sang rejette le dioxyde de carbone et se charge en oxygène. La petite circulation se termine par le retour du sang dans l'oreillette gauche via les veines pulmonaires. A ce moment, le sang est prêt à repartir dans la circulation systémique.
- La circulation systémique (ou grande circulation) apporte l' $O_2$  et les nutriments aux organes et assure l'élimination des déchets, la distribution des hormones ainsi que la thermorégulation. Propulsé par le ventricule gauche dans l'aorte, le sang oxygéné est distribué dans tout le corps par différentes ramifications : les artères. Dans chacun des organes, les artères se ramifient en artérioles puis en capillaires. A ce moment, le sang cède son oxygène et reçoit le  $CO_2$ . Le sang entame alors son retour vers le cœur dans l'oreillette droite, en passant par les veinules, les veines et ensuite par la veine cave.

Les artères principales sont :

- les artères coronaires. : elles apportent le sang au muscle cardiaque lui-même.
- l'artère mésentérique : elle amène le sang à l'estomac et aux intestins où il se charge en nutriments issus de la digestion des aliments. C'est là aussi qu'il fait le plein d'eau.
- l'artère rénale : elle conduit le sang aux reins. Ces organes filtrent 1700 l de sang en 24h, le débarrassant d'une partie de son eau, de l'excès de sel et de tous les déchets cellulaires (à l'exception du  $CO_2$ ).





## Coup de Cœur dans le règne animal

### ● Dans le règne animal, le cœur n'a pas toujours la même structure.

Le cœur permet la circulation du sang. Celui-ci a un rôle de transport et d'échange de substances : nutriments, gaz respiratoires, hormones et déchets. Au cours de l'évolution, l'apparition d'animaux de grande taille et/ou de plus en plus vifs et actifs s'est accompagnée du développement d'un système circulatoire et d'un cœur de plus en plus performants.

Le cœur de mammifère est le plus sophistiqué avec celui des oiseaux auquel il ressemble de près. Les cœurs de reptiles, d'amphibiens et de poissons sont quant à eux très différents. Les invertébrés comme les insectes, les vers, les mollusques et les coelentérés, ont un cœur simple ou en sont dépourvu.

Dans cette partie, vous apprendrez à mieux connaître le cœur des différents groupes d'animaux : du cœur très spécialisé chez le mammifère au cœur simple chez le ver.

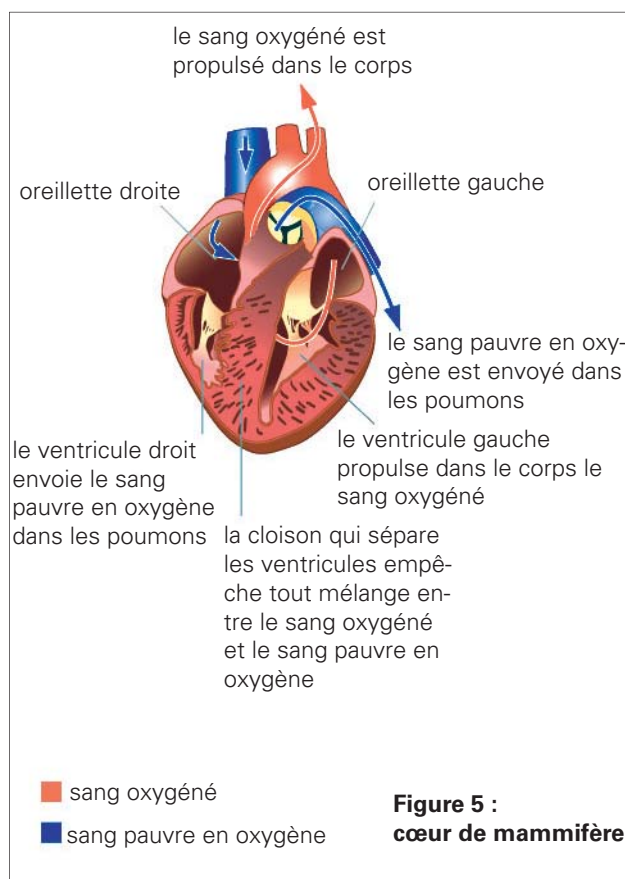
### 1. Le cœur chez les mammifères et les oiseaux

Les mammifères, dont l'homme fait partie, sont pour la plupart des animaux vifs et actifs, de même que les oiseaux. Ce sont des animaux au sang chaud (endothermes). Ils consomment beaucoup d'énergie et produisent beaucoup de déchets. L'efficacité de leur circulation sanguine, et donc de leur cœur, est capitale.

Le cœur véhicule le sang dans l'organisme par les artères. L'apport en sang oxygéné vers les muscles et organes est très rapide. Le sang irrigue les organes et les tissus par de très fins vaisseaux, les capillaires. C'est là qu'a lieu l'échange des substances. Ensuite, les veines ramènent le sang au cœur.

Le cœur de mammifère est divisé en quatre parties : deux à gauche et deux à droite. Chaque côté a une oreillette et un ventricule séparés par une valvule. Celle-ci dirige le sang dans la bonne direction. Il n'y a pas de communication entre les côtés gauche et droit du cœur.

Par cette scission, ce cœur fonctionne comme une double pompe, raccordée à une double circulation sanguine. Une première partie achemine le sang du cœur vers les poumons, puis des poumons vers le cœur ; l'autre irrigue le reste de l'organisme. Vous trouverez une description détaillée de la structure et du fonctionnement du cœur chez les mammifères et les oiseaux dans le chapitre relatif au cœur humain (page 12).



### La double circulation sanguine (voir figure 4 page 13)

C'est le type de circulation rencontré chez les mammifères, oiseaux, reptiles et amphibiens.

Le cœur transporte le sang pauvre en oxygène par les artères pulmonaires vers les poumons où il s'oxygène. Le sang oxygéné repart des poumons vers le cœur par les veines pulmonaires. Il est alors propulsé avec force à travers le corps entier. Le sang pénètre dans les organes par les capillaires où a lieu l'échange des substances : les nutriments, les gaz respiratoires, les hormones et les déchets.

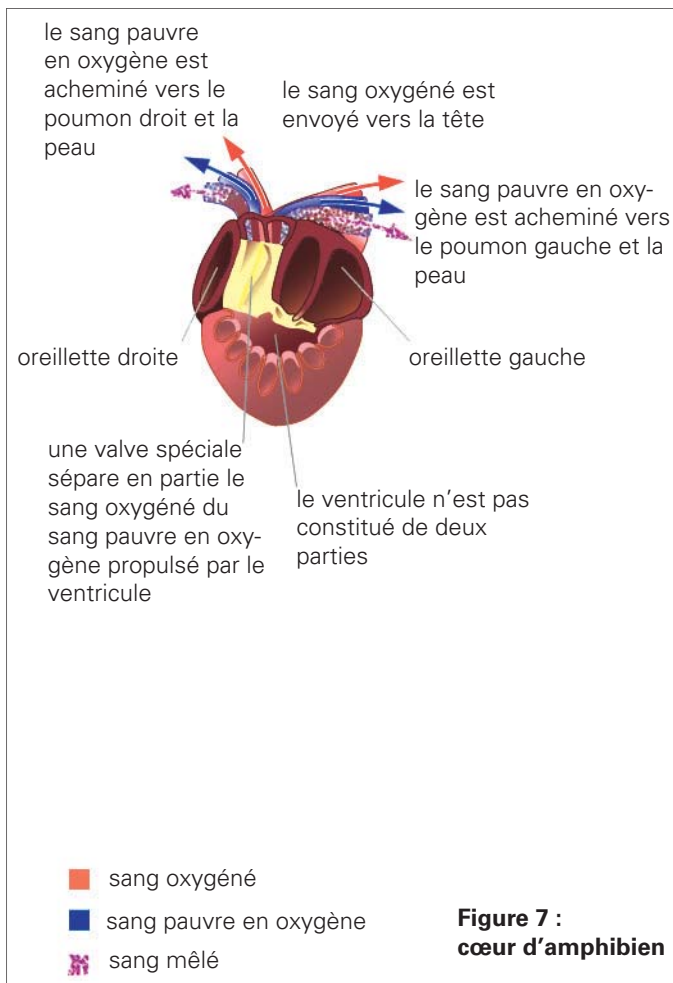
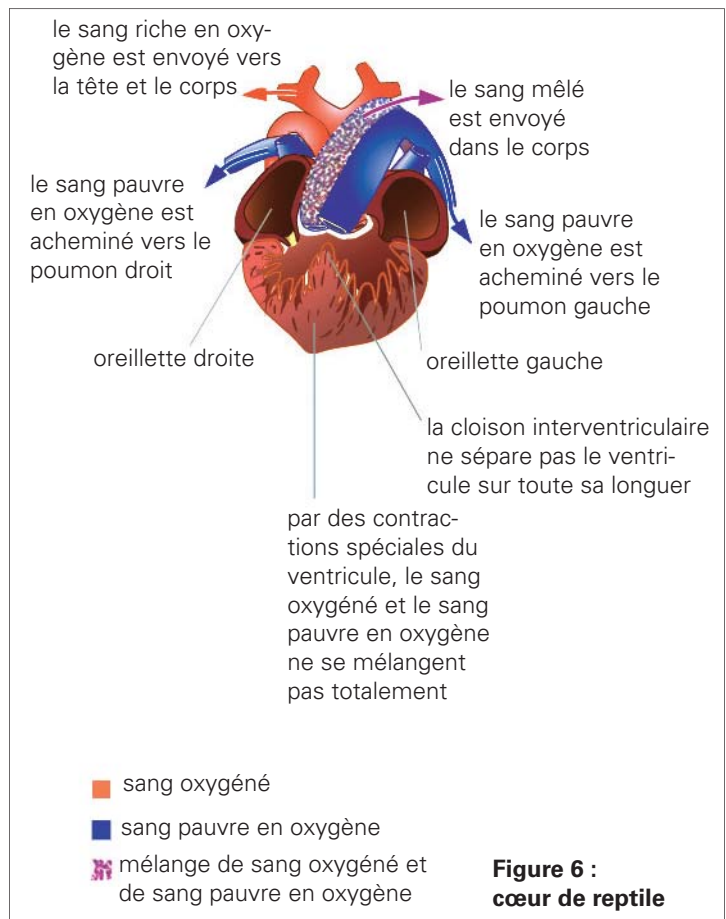
Le double pompage permet au sang d'assurer un transport rapide à travers le corps.

## 2. Le cœur chez les reptiles

Les reptiles sont des animaux à sang froid (ectothermes) et au mode de vie généralement lent. Leurs organes et muscles consomment considérablement moins d'oxygène que ceux des animaux à sang chaud.

Leur cœur est divisé en trois parties : deux oreillettes et un ventricule. Comme celle chez les mammifères et les oiseaux, l'oreillette droite chez les reptiles reçoit le sang pauvre en oxygène des veines provenant des différents organes du corps. L'oreillette gauche reçoit quant à elle, le sang oxygéné des poumons.

Contrairement au cœur des mammifères et des oiseaux, celui des reptiles n'a qu'un ventricule. Par conséquent, le sang pauvre en oxygène et le sang oxygéné ne circulent pas de manière totalement séparée. Toutefois, lors du pompage, le ventricule est séparé temporairement par une cloison. Ceci empêche en partie le mélange des sangs (figure 6).



## 3. Le cœur chez les amphibiens

Les amphibiens sont des animaux à sang froid (ectothermes) et au mode de vie généralement lent. Leurs organes et muscles n'ont pas besoin d'un apport rapide de sang chargé en oxygène.

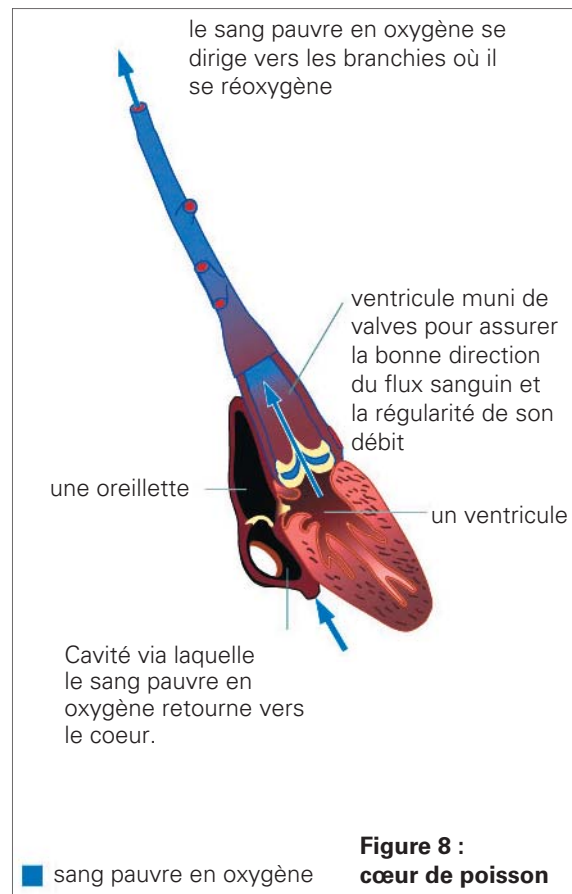
Comme chez les reptiles, le cœur des amphibiens est divisé en trois parties : deux oreillettes et un ventricule. L'oreillette droite reçoit le sang pauvre en oxygène par les veines partant des différents organes du corps. L'oreillette gauche reçoit le sang oxygéné des poumons, mais aussi de la peau (chez la plupart des amphibiens, la peau remplit un rôle respiratoire important). Les deux oreillettes propulsent le sang dans le ventricule. Les valvules et des contractions particulières empêchent le sang oxygéné et le sang pauvre en oxygène de se mélanger complètement (figure 7).

## 4. Le cœur chez les poissons

Les poissons sont des animaux à sang froid (ectothermes), qui consomment généralement peu d'énergie. L'oxygène capté par le sang via les branchies suffit à tout l'organisme.

Le cœur n'est composé que de deux parties : une oreillette et un ventricule. L'oreillette reçoit le sang pauvre en oxygène du corps et le transmet au ventricule. Depuis le ventricule, le sang est pompé vers les branchies, où il est oxygéné. Le sang enrichi est alors distribué dans tout l'organisme.

Ce cœur est une pompe simple, connectée à une circulation sanguine simple. Le sang va du cœur vers les branchies, passe dans l'organisme, puis revient vers le cœur (figure 8).

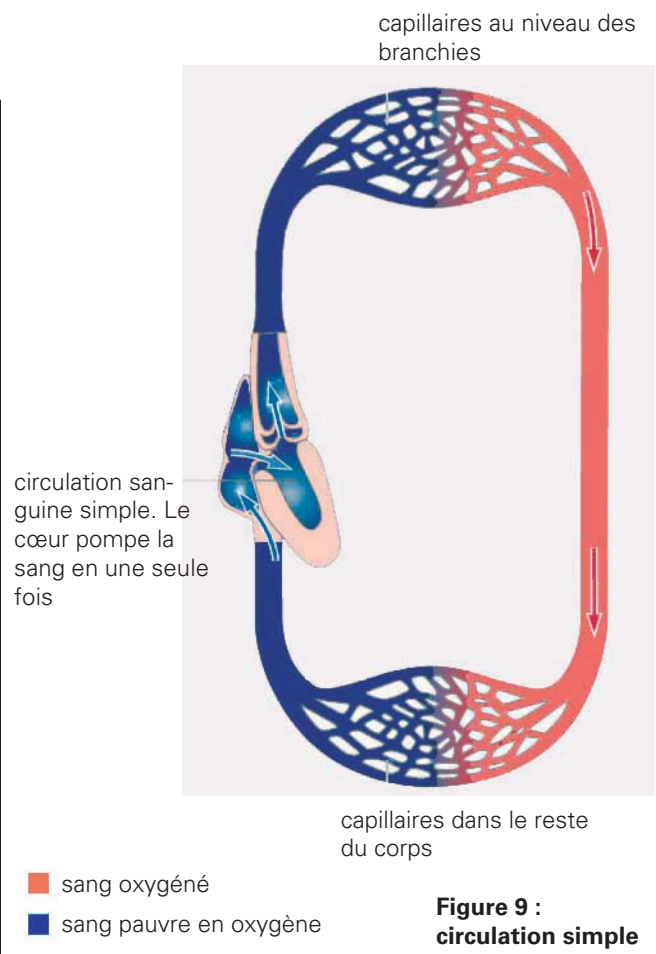


### La circulation sanguine simple

Ce type de circulation se rencontre chez les animaux au mode de vie sédentaire, plus lent et généralement peu mobiles. Ils n'ont pas besoin d'un apport rapide de sang vers les organes et tissus.

Le cœur fonctionne comme une pompe simple dans un système circulatoire simple et fermé.

Le sang pauvre en oxygène est transmis par le cœur vers les branchies où il se charge en oxygène. Ensuite, le sang passe directement dans le reste de l'organisme. Après le passage par les capillaires dans le corps, le sang revient au cœur. Cette dernière partie du trajet s'effectue lentement car la pression sanguine est fortement affaiblie après le passage au travers des organes.

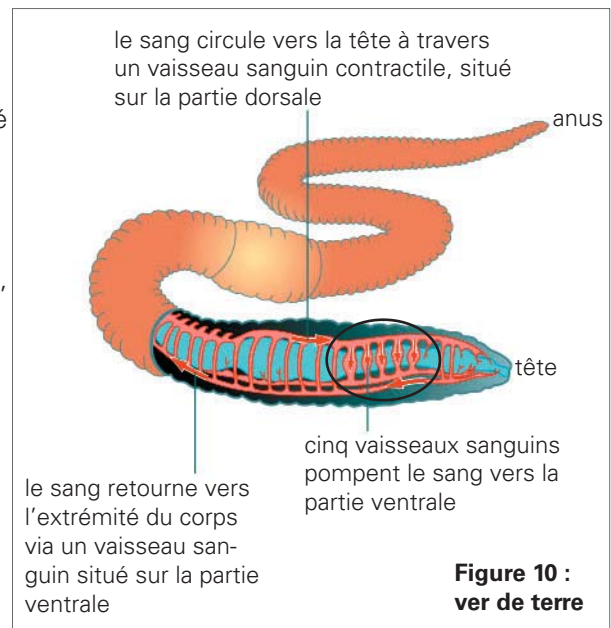


## 5. Le cœur chez les vers

Comme les poissons, les vers de terre ont un système circulatoire simple. Celui-ci n'est composé que de deux vaisseaux sanguins importants : le ventral et le dorsal.

Le **vaisseau ventral** transporte le sang de la tête vers l'extrémité postérieure du corps. Inversement, le **vaisseau dorsal** transporte le sang de l'arrière du corps vers la tête.

De petits canaux transversaux, situés dans chaque segment du ver, relient les deux vaisseaux principaux. Les petits canaux transversaux situés autour de l'œsophage sont contractiles ; ils sont dès lors appelés **cœurs latéraux**. Le ver de terre en a dix (figure 10).



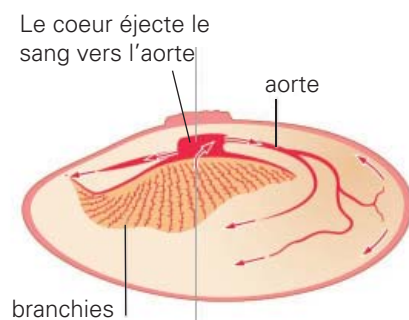
## Le système sanguin en circuit ouvert

Les groupes d'animaux que nous avons traités jusqu'à présent, ont tous un système sanguin en circuit fermé : le sang circule toujours à travers des vaisseaux. Dans un système sanguin en circuit ouvert, le sang ne circule pas dans un réseau de capillaires, mais librement dans l'organisme. Il en résulte que l'apport et/ou l'évacuation du sang ne peut s'accélérer rapidement.

Les invertébrés, comme les Mollusques et les Arthropodes, possèdent ce type de système. Le cœur transporte le sang par l'aorte vers des cavités corporelles. Chez les Mollusques, le sang pauvre en oxygène transite via un système veineux à travers les organes respiratoires (les branchies), y capte l'oxygène et repart vers le cœur.

Les Arthropodes, par exemple les Insectes, ont un cœur tubulaire qui s'étend sur la presque totalité de la longueur du corps. Il comprend un ventricule pour chaque segment. Il pompe le sang de l'aorte vers des cavités réparties tout au long du corps. Finalement, le sang revient dans le cœur via des ouvertures.

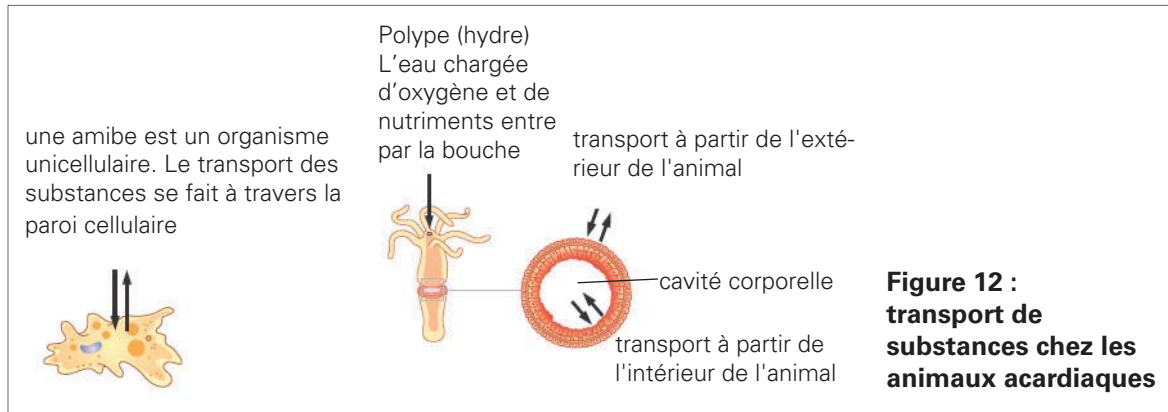
Cette figure montre le système sanguin en circulation ouverte chez un mollusque bivalve (anodonte).

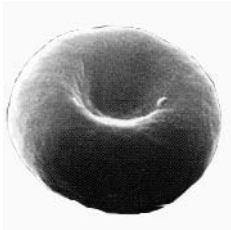


**Figure 11 : anodonte**

## 6. Certains animaux sont dépourvus de cœur.

Les éponges et les cœlentérés sont composés de simples cellules. Chaque cellule est en contact direct avec le milieu d'où oxygène et nutriments sont extraits. Le transport se fait de cellule en cellule, par diffusion. Ces animaux n'ont ni cœur, ni système circulatoire différencié. (figure 12).





# Les groupes sanguins

## ● Quelques notions d'immunologie

### Reconnaissance du soi et du non-soi

Pour maintenir son intégrité, l'organisme développe un certain nombre de défenses. L'une des plus importantes, et surtout des plus spécifiques, est la réponse immunitaire. Il s'agit de la capacité qu'a notre corps de reconnaître et d'éliminer certains micro-organismes et molécules considérés comme étrangers. Autrement dit la capacité de reconnaître le **soi** du **non-soi**.

Les « substances » reconnues comme étrangères déclenchent une réaction de rejet et sont appelées **antigènes**. Les protéines spécifiques produites par le système immunitaire pour défendre l'organisme sont appelées **anticorps**. A chaque antigène particulier correspond un anticorps spécifique. Il en est ainsi lorsqu'un sang étranger pénètre dans notre corps.

Les découvertes de systèmes antigéniques sanguins, tels que le système ABO, ont permis de sécuriser, dans l'histoire des transfusions sanguines, les dons de sang en limitant considérablement les risques mortels rencontrés autrefois (mélanges de sangs incompatibles).

## ● Le système ABO

Le système ABO a été découvert en 1901 par le docteur Karl Landsteiner. Il permet de différencier quatre groupes sanguins selon la présence ou non d'antigènes A ou B à la surface des érythrocytes (globules rouges). Ainsi :

- Les érythrocytes des individus du groupe sanguin A possèdent des antigènes A.
- Les érythrocytes des individus du groupe sanguin B possèdent des antigènes B.
- Les érythrocytes des individus du groupe sanguin AB possèdent des antigènes A et B.
- Les érythrocytes des individus du groupe O ne possèdent ni antigènes A, ni antigènes B.

D'une manière naturelle, et ce dès les premiers mois de son enfance, chaque individu produit des anticorps dirigés contre les antigènes de groupe sanguin dont il est lui-même dépourvu (anticorps anti-A ou anticorps anti-B). Dans ce cas :

- Les individus de groupe A produisent des anticorps anti-B.
- Les individus de groupe B produisent des anticorps anti-A.
- Les individus de groupe AB ne produisent ni anticorps anti-A, ni anticorps anti-B.
- Les individus de groupe O produisent des anticorps anti-A et des anticorps anti-B.

Si l'on transfuse du sang d'un individu de groupe B à un individu appartenant au groupe A, les globules rouges du donneur, porteurs d'antigène B, seront identifiés comme étrangers et neutralisés par les anticorps anti-B du receveur. La réaction immunitaire observée sera une réaction d'agglutination.

D'une manière générale, les transfusions possibles sont :

- Les individus du groupe AB sont dits « receveurs universels ».
- Les individus du groupe O sont dits « donneurs universels ».

		RECEVEUR				
		A	B	AB	O	
D O N N E U R	A	oui	non	oui	non	
	B	non	oui	oui	non	
	AB	non	non	oui	non	
	O	oui	oui	oui	oui	
	O	oui	oui	oui	oui	

## ● Le système Rhésus

Le système Rhésus est un second système antigénique attaché aux globules rouges. 85% des européens possèdent un antigène D et sont appelés Rh+. Inversement, il existe 15% de sujets dits Rh-. Les individus qui ne possèdent pas d'antigène D peuvent produire des anticorps anti-D lors de transfusion de sang d'un donneur Rh+, entraînant alors une réaction d'agglutination.

Les deux systèmes antigéniques nous permettent de dresser le tableau des transfusions suivant :

		RECEVEUR							
		A+	A-	B+	B-	AB+	AB-	O+	O-
D O N N E U R	A+	<b>oui</b>	non	non	non	<b>oui</b>	non	non	non
	A-	<b>oui</b>	<b>oui</b>	non	non	<b>oui</b>	<b>oui</b>	non	non
	B+	non	non	<b>oui</b>	non	<b>oui</b>	non	non	non
	B-	non	non	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	non	non
	AB+	non	non	non	non	<b>oui</b>	non	non	non
	AB-	non	non	non	non	<b>oui</b>	<b>oui</b>	non	non
	O+	<b>oui</b>	non	<b>oui</b>	non	<b>oui</b>	non	<b>oui</b>	non
	O-	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>



### Le stéthoscope et les anomalies des valvules du cœur\*

Philippe LAVAIVRE

Médiateur scientifique au département des sciences de la vie du Palais de la découverte

Évaluer la fréquence cardiaque, déceler les troubles du rythme, détecter des anomalies des valvules... l'auscultation au stéthoscope est une technique de choix en cardiologie. Si dans les deux premiers cas il faut s'appuyer sur un examen complémentaire, dans le cas des valvules elle permet de poser un diagnostic très précis.

### La circulation du sang dans le cœur

Le sang circule à sens unique dans le cœur grâce à la présence des valvules cardiaques. Ces « portes battantes » lui imposent de parcourir successivement oreillettes, ventricules et artères (figure 1). Les valvules cardiaques sont au nombre de quatre.

Les deux valves auriculo-ventriculaires (tricuspide et mitrale), tout d'abord, placées entre oreillettes et ventricules. Elles se ferment au début de la contraction simultanée des deux ventricules. Le sang propulsé dans l'artère pulmonaire et dans l'aorte ne peut refluer dans les oreillettes. Un premier bruit est alors produit, sourd et grave, ou « **toum** », aisément décelable au stéthoscope. « **toum** » signe donc le début de la **systole** (contraction) ventriculaire.

Les deux valves sigmoïdes (aortique et pulmonaire) se ferment au début du relâchement des ventricules. Elles empêchent le sang qui vient de quitter le cœur par les artères de revenir dans les ventricules. Un deuxième bruit est produit, facilement audible au stéthoscope, aigu, court et vif ou « **tac** ». Ce bruit indique le début de la phase de relâchement des ventricules, aussi appelée **diastole**.

A noter que les valvules sigmoïdes se ferment avec un petit décalage, la fermeture de la valve aortique précédant celle de la valve pulmonaire. Une inspiration profonde augmente le temps de passage du sang dans la valve pulmonaire et permet d'accentuer ce décalage.

L'auscultation du cœur se traduit par la succession de ces deux bruits principaux : **toum tac, toum tac, toum tac...** Même le néophyte les entend parfaitement.

### Les anomalies des valvules du cœur

D'autres claquements peuvent se surajouter, cette fois-ci seulement décelables par une oreille avertie.

Par exemple, un claquement grave, fréquemment entendu chez l'enfant, correspond au remplissage rapide des ventricules. Ou bien un claquement bref, qui correspond au bruit du jet de sang entendu à travers une valve rétrécie.

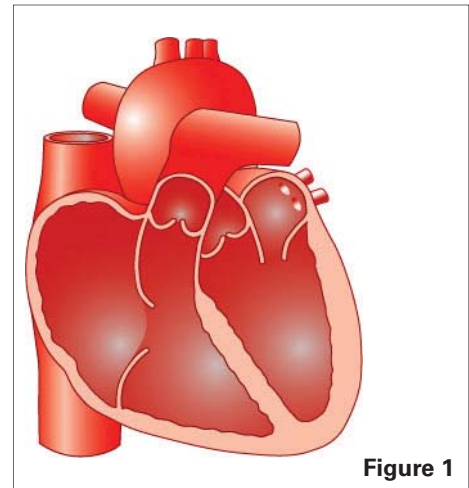


Figure 1

\*Article paru dans *DECOUVERTE* (revue du Palais de la découverte), n° 331, octobre 2005, pp. 19-21, 24.

À côté de ces bruits secs et pouvant se combiner à eux, on peut parfois déceler des sons plus longs, des frémissements inopportuns, des roulements. Ils sont dus à des anomalies dans la fermeture ou l'ouverture des valves qui provoquent des fuites et des tourbillons. Ces derniers se traduisent au stéthoscope par des bruits de souffle d'où leur nom commun de « souffles au cœur ». Toutes les valves peuvent être atteintes par de telles anomalies, mais ce sont souvent celles du cœur gauche, la valve mitrale (entre l'oreillette gauche et le ventricule gauche) et la valve aortique (entre le ventricule gauche et l'aorte) qui sont en cause.

Si les valves sont rétrécies ou obstruées (on parle de sténose valvulaire), elles s'ouvrent mal et forment un obstacle au passage du sang : le souffle produit est qualifié de souffle éjectionnel. Pour compenser, le cœur se contracte alors plus fortement qu'il ne devrait. Ses parois s'épaississent.

À l'opposé si les valves ne se ferment pas complètement (on parle d'insuffisance valvulaire), un filet de sang reflue en arrière : le souffle est qualifié de régurgitation. Le cœur pompe sans cesse le même sang. Il se dilate.

Cinq paramètres précisent les caractéristiques d'un souffle : le moment où le souffle est entendu dans le cycle cardiaque, sa localisation sur le thorax, les irradiations éventuelles du souffle, son intensité qui peut refléter la gravité de l'anomalie et enfin, sa tonalité.

La combinaison de tous ces éléments est la signature sonore du souffle et permet en général un diagnostic, lequel pourra être confirmé et affiné ensuite par une échographie.

Tous les souffles ne sont pas pathologiques.

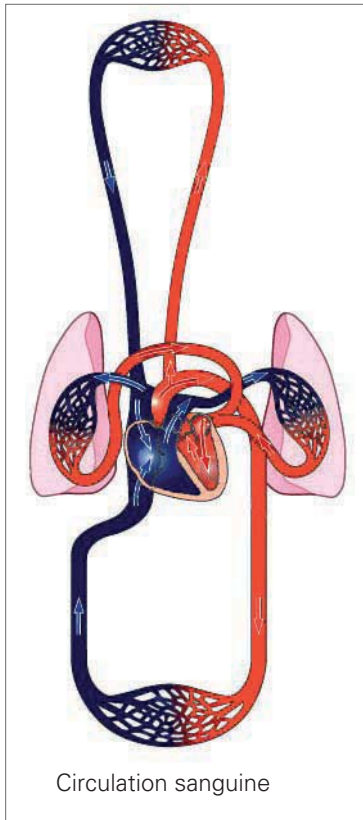
Leur fréquence est très élevée chez les enfants. Ainsi, 50 % des enfants normaux présentent un souffle à l'auscultation à un moment donné de leur croissance, alors que seulement 0,5 % des enfants d'âge scolaire sont atteints de souffles organiques.



P.L.

Philippe Lavaivre est licencié en biologie des organismes et médiateur scientifique dans le département des sciences de la vie (Palais de la Découverte, Paris).

## ● Activité physique et bien-être\*



Le mode de vie contemporain (déplacements en voiture, télévision...) réduit progressivement l'activité physique. De même, dans le monde du travail, l'utilisation d'automates et d'engins de manipulations a considérablement réduit l'importance des efforts physiques consentis au cours d'une journée de travail. C'est pourquoi les sociétés contemporaines des pays industrialisés éprouvent le besoin de mettre en place des structures (terrains de sport, piscines, vacances sportives...) qui permettent une activité physique sportive de loisir.

L'activité physique répond à un besoin de notre organisme. Elle est nécessaire à son bon fonctionnement et engendre un sentiment de bien-être qui justifie le fameux « Mens sana in corpore sano ».

Schématiquement, nos déplacements sont assurés par l'activation d'éléments osseux reliés entre eux par des articulations et mobilisés par des muscles qui s'insèrent de part et d'autre de ces articulations sur ces segments osseux. Ces muscles peuvent se raccourcir (se contracter) et se détendre grâce à un système de commande sophistiqué, le système nerveux.

Pour se contracter et donc réaliser un travail, ils ont besoin de carburants. Ceux-ci (sucres et graisses) sont fournis par l'alimentation (rôle du système digestif) et stockés dans le muscle et dans des tissus spécialisés (foie, tissus adipeux). Ces carburants doivent être raffinés avant de pouvoir être utilisés (sous forme d'adénosine

tri-phosphate ou ATP) par le système contractile du muscle. Le raffinage, réalisé dans les cellules musculaires (essentiellement au niveau des mitochondries) consomme de l'oxygène ( $O_2$ ) qui doit être amené aux muscles et produit du dioxyde de carbone ( $CO_2$ ) qui doit être éliminé.

C'est ici qu'entre en jeu le système poumons - coeur - vaisseaux : l' $O_2$  capté dans l'air respiré au niveau des poumons, est pris en charge par les globules rouges et envoyé vers les muscles au travers du système artériel par la pompe cardiaque. Le  $CO_2$  est repris par le sang au niveau des muscles et envoyé aux poumons via le système veineux.

L'exercice physique favorise l'utilisation de tous ces systèmes dont l'activité est nécessaire à leur entretien, à leur bonne performance. Sans prétendre être exhaustif, voici quelques exemples d'effets bénéfiques de l'exercice physique sur notre système locomoteur et sur quelques fonctions vitales de notre organisme :

- l'exercice et les contraintes de gravité sur les os favorisent la construction osseuse. C'est essentiel dans la lutte contre la décalcification des os (l'ostéoporose) ;
- l'exercice entretient les articulations en stimulant la sécrétion du liquide synovial qui les lubrifie. Il maintient également la souplesse des ligaments et capsules articulaires. C'est essentiel pour la prévention des raideurs articulaires et du rhumatisme ;
- l'exercice entretient la puissance, l'endurance et la souplesse des muscles et maintient leurs capacités de raffinage (systèmes enzymatiques des mitochondries) des carburants bruts au niveau optimal ;
- l'exercice entretient les connections neuro-musculaires nécessaires à une bonne commande de nos muscles: la précision et la vitesse du geste se perdent par non-utilisation, d'où le danger pour les personnes âgées de réduire la marche ;

\* Textes extraits de «La sédentarité. un risque à ne pas courir», édité par la Fondation pour la Chirurgie cardiaque dans sa collection «Votre coeur apprivoisé»

- l'exercice entretient le réseau vasculaire artériel et veineux et est notamment essentiel dans la lutte contre l'hypertension artérielle, contre les thromboses (formation d'un caillot dans une veine) et contre les phlébites (inflammation d'une veine) ;
- l'exercice optimise le système cardio-pulmonaire. Il permet notamment au cœur d'assurer un débit donné (au repos,  $\pm$  5 litres/minute) en battant moins rapidement mais plus fort ;
- l'exercice assure un massage des intestins, ce qui contribue à faciliter le transit intestinal et donc à prévenir la constipation ;
- l'exercice libère des hormones nécessaires au bon fonctionnement de notre organisme . Certaines de ces hormones participent à la sensation de bien-être que l'on éprouve pendant et après un effort intense.

On peut conclure qu'être actif est indispensable à une bonne condition physique et améliore notre confort de vie. Un effort donné sera réalisé d'autant plus aisément qu'il correspond à un pourcentage moindre de nos capacités maximales. La montée d'une volée d'escaliers par exemple sera plus aisée si elle représente 50 % et non 90 % de nos capacités maximales d'effort. Une activité physique régulière diminue donc la sensation de fatigue pour un effort donné.

## Activité physique et espérance de vie en bonne santé

La pratique régulière d'une activité physique contribue à la prévention de maladies cardio-vasculaires comme :

- la maladie coronaire (angine de poitrine, infarctus du myocarde...) ;
- les accidents vasculaires cérébraux (hémiparésie ...) ;
- l'hypertension ou pression artérielle trop élevée (supérieure à 140/90 mmHg) ;
- de l'ostéoporose (réduction de la masse osseuse qui survient avec l'immobilité et/ou l'âge) ;
- de certains cancers (cancer du colon ...) ;
- de maladies infectieuses.

## Prévention primaire de la maladie cardio-vasculaire.

On entend par prévention primaire, les mesures prises afin d'éviter une maladie. Les maladies coronaires sont responsables d'un tiers des décès dans les pays industrialisés. Les bienfaits de l'activité physique sur la maladie coronaire sont universellement reconnus : la pratique régulière d'une activité physique freine le développement de la maladie coronarienne, réduit sa sévérité quand elle se développe et donc augmente la longévité.

L'analyse des résultats de nombreuses études épidémiologiques couvrant un grand nombre de personnes médicalement suivies pendant une durée suffisamment longue le démontre. Il est très difficile, dans ce type d'étude à long terme d'établir avec précision l'importance relative de la pratique sportive, du tabagisme, du statut pondéral, de l'hypertension artérielle...

Ainsi, une étude démontrant que les sujets les plus actifs sont à la fois les moins exposés aux maladies coronaires et les moins gros, ne peut pas affirmer si la moindre atteinte est liée à l'activité physique ou au poids !

De même, il est délicat d'affirmer que les sujets les moins actifs sont plus susceptibles de développer une maladie coronarienne si l'on ne peut pas exclure formellement que ces sujets n'ont pas en fait une maladie coronarienne non encore déclarée qui les amène inconsciemment à réduire leur activité physique.

**Il ressort des statistiques que le risque de développer la maladie coronaire est multiplié par 2,5 chez un fumeur, 2,4 chez une personne dont le taux de cholestérol est trop élevé, 2,1 chez un hypertendu et par 1,9 chez un sédentaire.**

Pour avoir un effet protecteur contre les maladies cardio-vasculaires et donc assurer une plus grande longévité, l'activité physique de loisir doit répondre à certains critères :

- **être de nature aérobie** : effort prolongé pour lequel l'organisme utilise l'oxygène ambiant ;
- **être d'intensité et de durée suffisantes**... il y aurait un seuil en-dessous duquel il n'y aurait pas d'effet protecteur et au dessus duquel l'effet protecteur serait proportionnel à l'intensité à condition de ne pas dépasser certaines limites ;
- **être régulière**, à raison de deux à trois fois par semaine au moins ;
- **être habituelle**... le bénéfice se perd avec l'arrêt de l'activité physique.

On estime que, dans nos sociétés industrialisées, moins de 20 % des individus ont un niveau d'activité suffisant pour prévenir les maladies cardio-vasculaires.

L'intensité de l'activité physique peut se mesurer par la consommation d'oxygène. Pour que l'activité ait un effet bénéfique, cette consommation doit être de 3 à 6 fois plus importante que celle d'un individu éveillé et au repos (3,5 ml/min x le poids en kg = 1 MET).

La dépense hebdomadaire en calories due à l'activité physique doit être comprise entre 1000 et 2000 kilocalories pour un homme de 75 kg. Mille kilocalories représentent une bonne heure de marche (5km/h) quotidienne, une demi-heure de trottement (9Km/h) un jour sur deux ou encore un bonne heure de cyclisme à 12-13 km/h sur un parcours relativement plane trois fois par semaine.

**Les bienfaits de l'activité physique dans la prévention de la maladie cardio-vasculaire sont établis et acceptés.** Néanmoins l'exercice physique peut provoquer des accidents coronariens comme une première crise d'angine de poitrine douloureuse, un infarctus voire le décès subit. **Il faut comprendre que dans ces circonstances, l'exercice physique n'est que le révélateur d'une maladie coronarienne préexistante.**

L'activité physique ne joue pas un rôle comparable dans la prévention d'autres pathologies cardiaques acquises comme les maladies des valves cardiaques.

HISTOIRE

COEUR  
(orange)

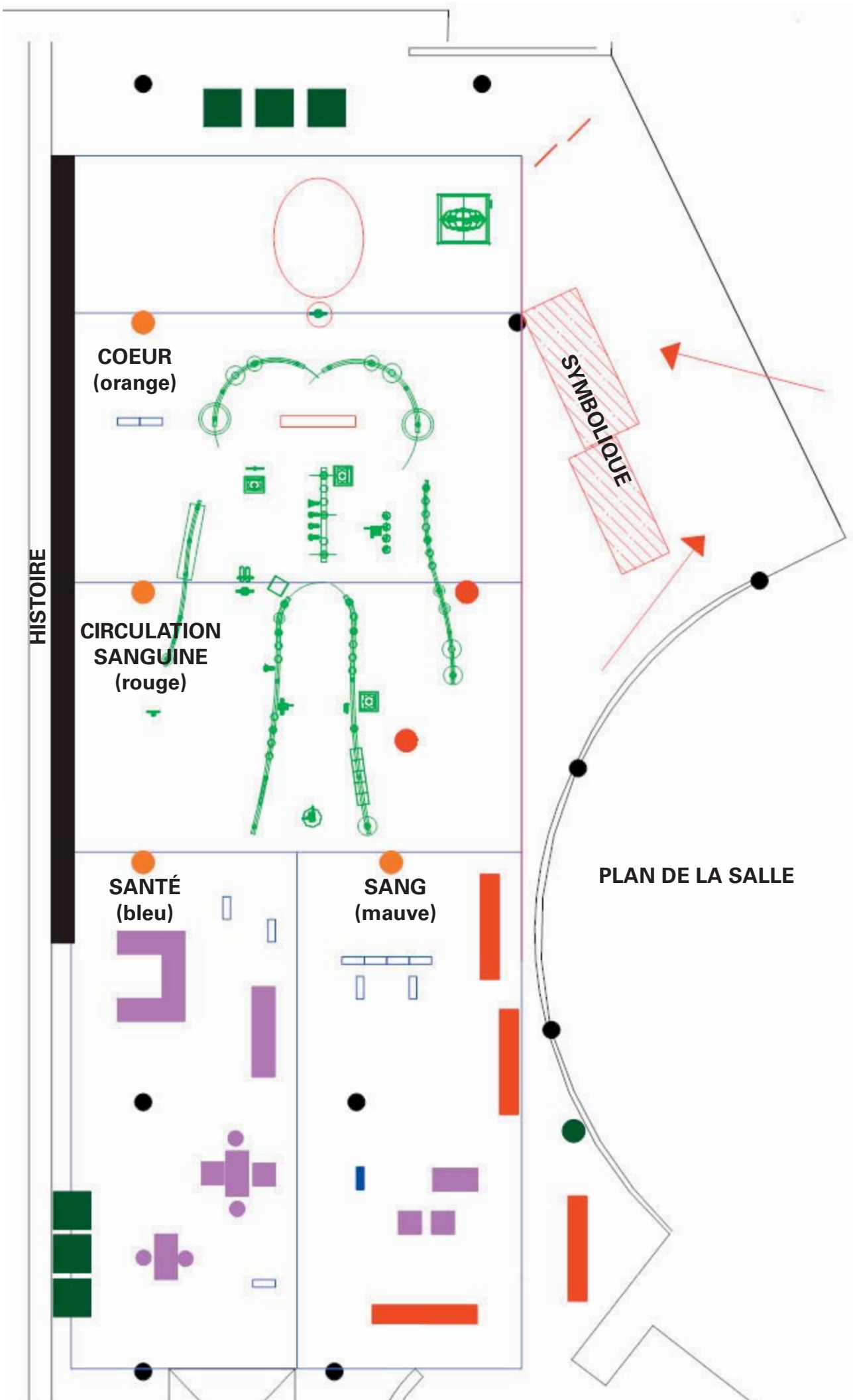
CIRCULATION  
SANGUINE  
(rouge)

SANTÉ  
(bleu)

SANG  
(mauve)

SYMBOLIQUE

PLAN DE LA SALLE





## Livres

A.BEAUMONT ; P. CASSIER (1972). Biologie animale. Les Cordés, anatomie comparée des vertébrés. Dunod université.

D.G. MACKEAN (1973). Initiation à la biologie. Seghers

Poche Vu Junior (2003). Corps humain. Gallimard Jeunesse

CAMPBELL ; REECE (2004). Biologie. de boeck

Dossier hors-série (juil/sept 2003). Le Coeur. Revue Pour la Science

## ● Sites internet

(Presque) tout savoir sur le coeur : merci, Guidant !  
[www.guidant.fr/Patient/Heart-BV-Basics/index.aspx](http://www.guidant.fr/Patient/Heart-BV-Basics/index.aspx)

Sang et don de sang : la Croix Rouge vous informe.  
[www.croixrouge.be](http://www.croixrouge.be)

Risques et prévention : c'est l'affaire de la Ligue cardiologique.  
[www.liguecardiologique.be](http://www.liguecardiologique.be)

Coeur et opérations : voyez le Fond pour la chirurgie cardiaque.  
[www.fcc-svh.org/](http://www.fcc-svh.org/)

Anatomie du coeur humain : c'est ici !  
[www.chups.jussieu.fr/polys/cardio/anat/index.html](http://www.chups.jussieu.fr/polys/cardio/anat/index.html)