

## TP, 2<sup>nde</sup> : Le cœur et son activité

En vert : des éléments de correction.

Autre remarque : un schéma bilan est construit au fur et à mesure.

Idee biblio : il existe un dossier hors série « Pour la science » sur le cœur (2003)

### Acquis :

5<sup>ème</sup> : le cœur, muscle creux, cloisonné, fonctionnant de façon rythmique met le sang en mouvement.

Problème : Quelles sont les caractéristiques de l'activité cardiaque ?

Remarque : le programme se limite au cœur de Mammifère mais pour des raisons pratiques, on pourra être amené à utiliser d'autres supports.

Méthode non intrusive d'étude du fonctionnement cardiaque : auscultation au stéthoscope qui permet d'entendre les bruits du cœur et ECG qui enregistre l'activité électrique du cœur. Ces méthodes permettent un suivi médical et la détection d'anomalies éventuelles du fonctionnement cardiaque mais pour comprendre le fonctionnement du cœur, il est nécessaire d'étudier l'organe isolé.

### **I L'organisation fonctionnelle du cœur** (titre à éviter)

#### *A La circulation du sang dans le cœur.*

Poste 1 : expériences de simulation de circulation du sang dans le cœur. (titre à éviter)

Poste 2 1<sup>ère</sup> partie: dissection du cœur (coupes longitudinales) (titre à éviter)

#### *B Le cœur, une double pompe. (à transférer dans le II)*

Poste 2 2<sup>ème</sup> partie : dissection du cœur (coupes transversale)

Comment fonctionne cette double pompe ?

### **II L'activité contractile du cœur.**

Poste3

Comment est contrôlé le rythme de la pompe cardiaque ?

### **III La rythmicité de l'activité cardiaque.**

#### *A L'automatisme du cœur*

Poste 4 1<sup>ère</sup> partie

#### *B La modulation du rythme cardiaque*

Poste 4 2<sup>ème</sup> partie

Poste 1 : expériences de simulation de circulation du sang dans le cœur.

**OM** : imaginer, réaliser et exploiter des expériences.

**ON** : le sang circule à sens unique (des veines vers les artères) dans chaque moitié de cœur

*Activité proposée :*

A l'aide du matériel fourni, imaginer une expérience permettant de tester le sens de circulation d'un liquide dans le cœur.

Représentez le protocole de votre expérience par une flèche sur le schéma fourni.

Après mise en commun dans la classe, identifiez les 4 expériences nécessaires pour réaliser une étude complète et complétez la première colonne du tableau ci dessous.

Après concertation, chaque groupe réalise une des expériences (prendre le temps de bien orienter le cœur pour bien identifier les différents vaisseaux). Vous pouvez utiliser les clamps pour condamner les ramifications des vaisseaux testés.

Après réalisation, les observations sont représentées sur le schéma en respectant la légende proposée.

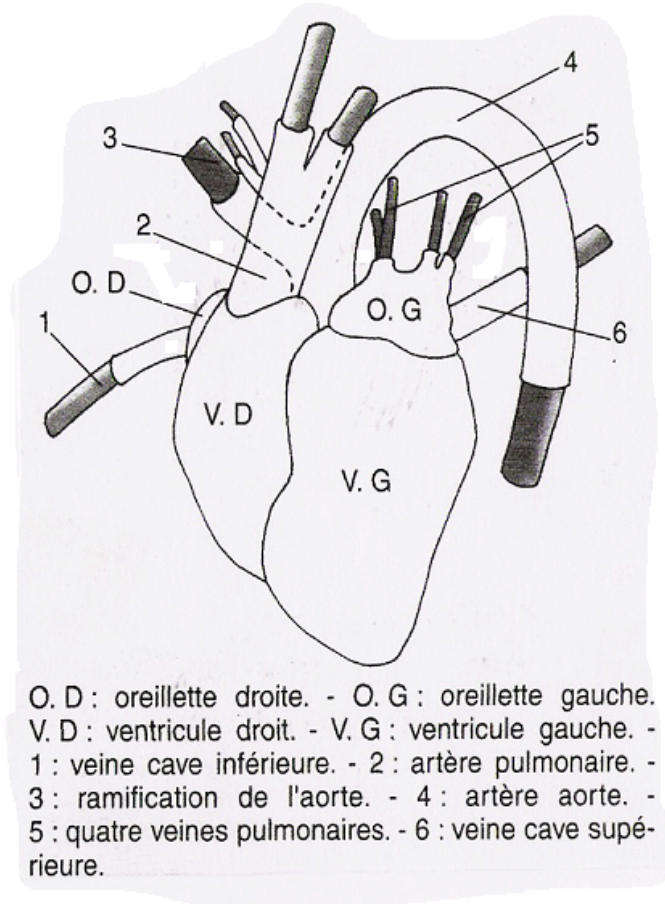
En mettant en commun les résultats de la classe, complétez la deuxième colonne du tableau.

Confrontez ses résultats puis donnez vos interprétations dans la dernière colonne du tableau.

Rédiger une phrase de bilan sur le sens de circulation du sang dans le cœur.

Production élève :

**Cœur de mouton en face ventrale**



Protocole	Observation	Interprétation
Injection d'eau dans le vaisseau 1 (veine droite)		
Injection d'eau dans le vaisseau 2 (artère droite)	Pas de sortie d'eau.	
Injection d'eau dans le vaisseau 5 (veine gauche)	Sortie d'eau par le vaisseau 4 (artère gauche)	La circulation se fait des veines vers les artères dans le cœur gauche.
Injection d'eau dans le vaisseau 4 (artère gauche)	Pas de sortie d'eau.	

Bilan : le sang circule à sens unique (veine artère) dans chaque moitié de cœur

### Poste 3 : étude de la révolution cardiaque.

**OM :** mettre en relation des documents.

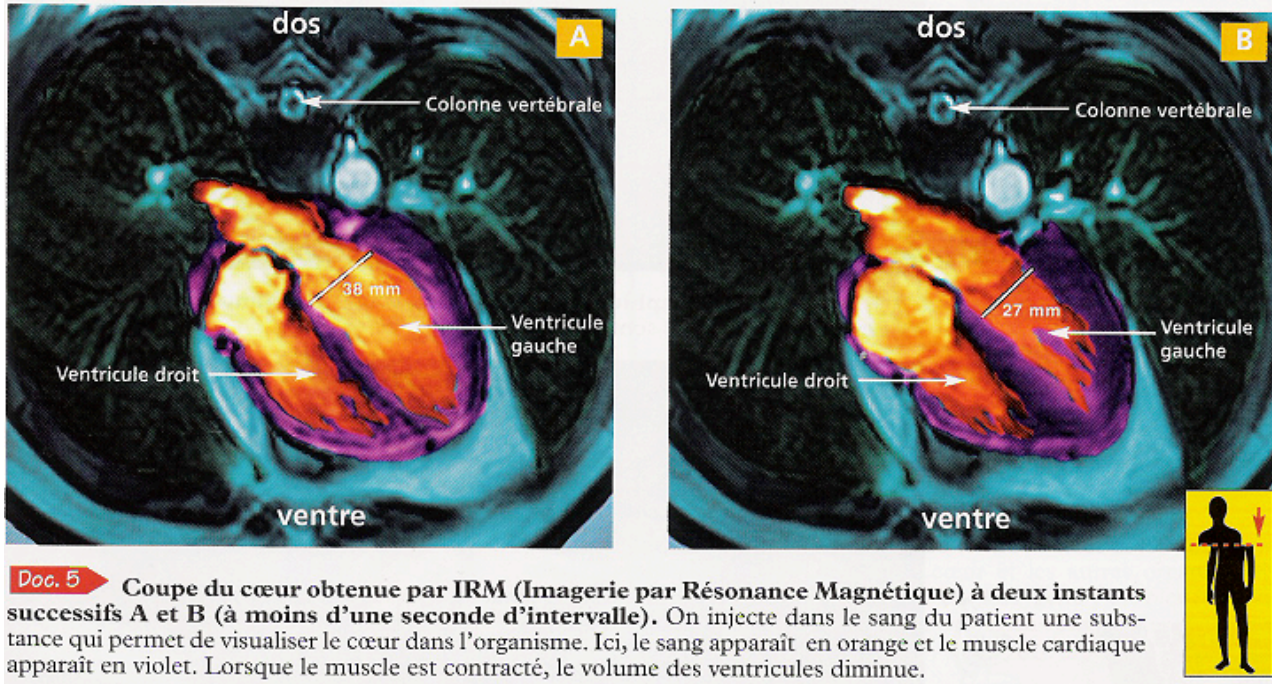
utiliser le logiciel mesurim pour visualiser une animation.

restituer les informations sous forme de schémas.

**ON :** les étapes de la révolution cardiaque.

*Activité :*

1/ Sur le document suivant, dans quel état est le ventricule gauche sur chacune des 2 photographies. Qu'en est-il du ventricule droit ? Que pouvez vous en déduire de l'activité contractile du cœur droit et du cœur gauche ?



2/ On se propose de réaliser un schéma des événements d'un battement ou révolution cardiaque. Les 5 figures proposées représentent chacune une étape. En observant attentivement chacune d'entre elle puis rayez les mentions inutiles dans le tableau.

Proposez dans la dernière ligne un ordre logique pour ces étapes.

3/ Pour vérifier votre proposition, vous allez créer l'animation correspondante grâce au logiciel Mesurim.



**Lancer** le logiciel.

**Ouvrir** (*Fichier Ouvrir*) les 5 fichiers du dossier schéma.

**Choisir** dans le menu *Outils* l'option *Créer une animation*.

**Sélectionner**, l'une après l'autre, chacune des images disponibles et les transférer **selon l'ordre choisi** dans l'activité précédente.

Les boutons  et  permettent de transférer l'image sélectionnée

Les boutons  et  permettent de transférer toutes les images sélectionnées

Les flèches  et  permettent de remonter ou de descendre l'image dans la liste.

**Valider** pour visualiser l'animation.

**Utiliser** la barre d'outils pour ralentir l'animation.

Votre ordre est pertinent si le sang circule bien des veines vers les artères, sinon corrigez vous.

4/ Lorsque votre ordre est correct, réalisez les consignes suivantes pour réaliser votre schéma bilan :

- remplacez les vignettes dans l'ordre sur le diagramme en respectant les phases de systole (phase de contraction) et de diastole (phase de relâchement du cœur),
- coloriez les volumes de sang en déplacement (en bleu pour le sang pauvre en O<sub>2</sub> et en rouge pour le sang riche en O<sub>2</sub>)
- hachurez les parties du myocarde en cours de contraction
- inscrivez sur les flèches, les événements se déroulant entre chaque vignette ;
- construisez une légende et proposez un titre.

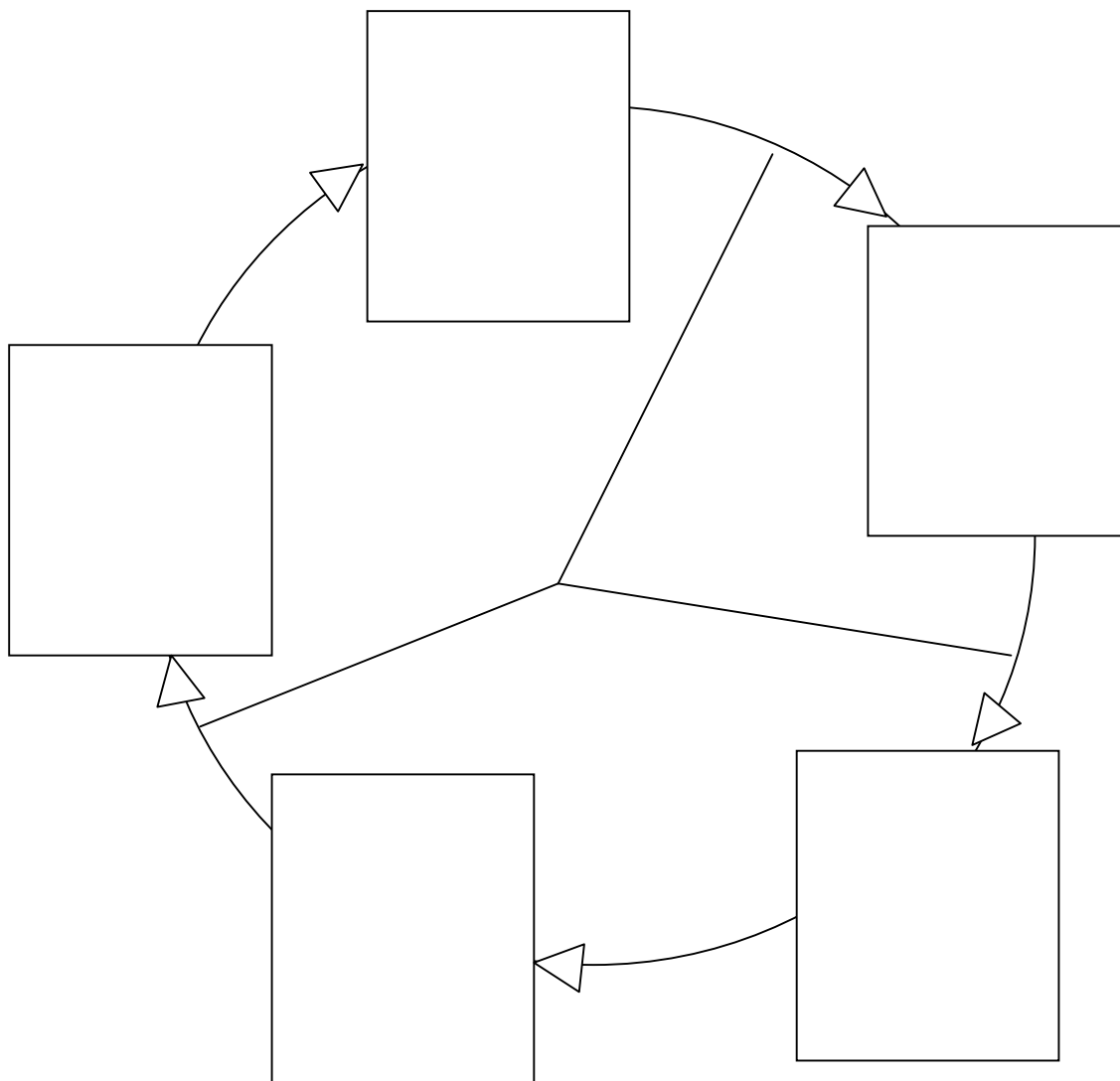
*Production élève*

1/ Sur la photographie A, le ventricule gauche est relâché alors qu'il est contracté sur la photographie B. Le ventricule droit est dans le même état que le ventricule gauche ainsi, la contraction et le relâchement des ventricules sont simultanés.

2/

Figure	A	B	C	D	E
Etat des oreillettes	Relâché Contracté	Relâché Contracté	Relâché Contracté	Relâché Contracté	Relâché Contracté
Etat des ventricules	Relâché Contracté	Relâché Contracté	Relâché Contracté	Relâché Contracté	Relâché Contracté
Valvules auriculo-ventriculaires	Ouvertes Fermées	Ouvertes Fermées	Ouvertes Fermées	Ouvertes Fermées	Ouvertes Fermées
Valvules ventriculo-artérielles	Ouvertes Fermées	Ouvertes Fermées	Ouvertes Fermées	Ouvertes Fermées	Ouvertes Fermées
Ordre chronologique		1			

4/



## Poste 4 : déterminisme du rythme cardiaque.

**OM** : suivre un protocole

utiliser la loupe binoculaire

mettre en relation des informations.

**ON** : le cœur présente une activité automatique modulée par le système nerveux.

*Activité élève :*

*1<sup>ère</sup> partie*

1/ Grâce au document 1 : répondez aux questions suivantes :

a) A combien de semaines, le cœur de l'embryon commence-t-il à battre ?

b) A combien de semaines le système nerveux commence-t-il à se former ?

c) À quelle idée cela vous mène-t-il sur le fonctionnement du cœur dans les premières semaines de vie.

2/ On cherche à vérifier si l'activité cardiaque conserve cette particularité chez l'individu adulte.

Pour cela, on va isoler le cœur d'un organisme adulte chez l'huître en suivant le protocole ci-dessous.

1. *Maintenez l'huître horizontale pour qu'elle ne se vide pas de son eau.*

2. *Localisez à l'aide du document 2 la position du cœur situé à l'avant du muscle adducteur.*

3. *Dégagez à l'aide des pinces et des ciseaux les bords du manteau de façon à voir le cœur (blanc) repérable à ses battements lents. (remarque : le sang de l'huître est incolore)*

4. *Sous la loupe binoculaire, prélevez un fragment d'huître contenant le cœur en découpant les tissus environnants 5 mm autour du cœur. Mettez le dans un verre de montre avec l'eau de mer de votre huître. Qu'observez-vous ?*

3/ En quoi le document 3 vous permet de généraliser ce qui a été vu sur l'huître au cas de l'homme ?

*2<sup>ème</sup> partie*

1/ A l'aide des documents 1 et 4, donnez 2 arguments pour dire que l'activité du cœur est modulée par le système nerveux chez l'homme.

2/ Quels sont les résultats des expériences menées sur la grenouille dans le document 5 ? En partant du principe qu'ils sont transposables à l'Homme, comment cela vous permet-il de compléter ce que vous avez dit précédemment ?

Document 1 : évolution de la fréquence cardiaque de l'embryon humain (avec info sur le développement du système nerveux embryonnaire).

Document 2 : Photographie légendée d'une huître ouverte.

Document 3 : Texte sur la greffe.

Document 4 : Evolution de la fréquence cardiaque lors d'un effort chez un sujet témoin et chez un sujet greffé.

Document 5 : Résultats d'expériences de stimulation de nerfs chez la grenouille.

Activité élève :

1<sup>ère</sup> partie

1/ a) Le cœur de l'embryon commence à battre à 4 semaines.

b) Le système nerveux commence à se former à 7 semaines.

c) Le cœur a un fonctionnement indépendant du système nerveux dans les premières semaines.

2/ On observe que le cœur isolé continue à battre.

3/ Le cœur greffé fonctionne alors qu'il n'établit aucune liaison nerveuse avec l'organisme receveur.

2<sup>ème</sup> partie

1/ Au cours de la formation du système nerveux, la fréquence cardiaque cesse d'augmenter et même diminue avant de se stabiliser. Tout se passe comme si le système nerveux exerçait un effet modérateur sur l'activité cardiaque.

Lors d'une activité physique, on constate une accélération du cœur qui est beaucoup moins importante pour un cœur greffé qui n'est pas en relation avec le système nerveux. Le système nerveux a un rôle activateur sur le cœur lors d'une activité physique.

2/ Une stimulation du nerf X entraîne un ralentissement du cœur et une diminution de la force de contraction. Une stimulation des nerfs sympathiques entraîne une accélération du cœur et une augmentation de la force de contraction.

Cela tendrait à montrer que le nerf X exerce un contrôle négatif et que les nerfs sympathiques exercent un contrôle positif sur l'activité du cœur.

## TP 2<sup>nde</sup> : le coeur et son activité

Dans le programme :

**Partie : L'organisme en fonctionnement (7 semaines)**

Objectifs : La référence « Socle commun de connaissances et de compétences (BO juin 2006 N°29) »

- Sensibiliser les élèves à la notion d'intégration des fonctions dans l'organisme

- Support choisi est l'étude des variations des paramètres cardio-respiratoires du corps humain au cours de l'effort physique.

- acquis essentiels du collège comme le rôle des nutriments et du dioxygène, celui des échanges gazeux et de la ventilation pulmonaire.

### // Variation de l'activité cardiaque au cours de l'effort physique

Poste 1 : Enregistrement de la fréquence cardiaque avant, pendant et après des flexions

Support : Cardio-fréquence-mètre

Mesure de la fréquence des battements cardiaques au repos, pendant des exercices d'intensité croissante et pendant la récupération.

Objectifs :

- Méthodologiques : suivre un protocole expérimental, manipuler, utiliser un logiciel informatique (ou un instrument de mesure) (socle, B2i), observer et raisonner.

NC : Le rythme cardiaque augmente avec l'intensité de l'activité musculaire pour satisfaire les besoins du muscle en énergie (comment ?).

Rôle du cœur ? moteur de la circulation sanguine

Acquis du collège : la place du cœur dans la circulation sanguine (5<sup>ième</sup>), rappel double circulation, un globule passe 2 fois par le cœur dans un circuit complet,

=> Problématique :

- Comment le sang circule-t-il dans le cœur ?

- Comment le coeur oriente-t-il la circulation du sang dans l'appareil vasculaire ?
- Quelles sont les structures responsables de ce sens de circulation unique ?
- Comment le muscle cardiaque propulse-t-il le sang dans les artères ?

### III/ La circulation du sang au sein des cavités cardiaques

#### A/ Une circulation orientée

##### Poste 2 : La circulation unidirectionnelle du sang dans le coeur

- Objectifs méthodologiques : suivre un protocole expérimental, manipuler (proprement en rangeant son matériel), utiliser un logiciel informatique (socle, B2i), observer et raisonner.

##### + Observation de la morphologie du coeur et relation avec les vaisseaux

Matériel :

- Un coeur de moutons
- Cuvette + instruments de dissection
- 2 photos ou schémas en face dorsale et en face ventrale + texte descriptif permettant d'orienter le coeur et de reconnaître les cavités (oreillettes à paroi molle et parcheminée et ventricules à paroi rouge vif et résistante) et les vaisseaux (artères ventrales béantes et à paroi blanchâtre, veines dorsales et plus flasques).
- Avec une sonde, on peut constater que les veines débouchent dans les oreillettes et les artères dans les ventricules.

##### + Mise en évidence de la circulation orientée

Protocole expérimental (possibilité de donner un tableau à remplir)

- Injecter de l'eau à l'aide du tuyau (d'une pissette ou d'une grosse seringue) dans la veine cave (ou l'oreillette droite) et observer si l'eau ressort et par où.
- Retourner le coeur pour le vider
- Injecter de l'eau par une artère pulmonaire et observer si l'eau ressort et par où.
- Répéter les mêmes opérations en injectant de l'eau dans les veines pulmonaires (ou le trou de l'oreillette gauche) puis après avoir vidé le coeur, dans l'aorte et observer si l'eau ressort et par où.

Vaisseau dans lequel l'eau est injectée	Vaisseau par lequel elle ressort, si elle ressort
Veine cave (oreillette droite)	Artère pulmonaire
Artère pulmonaire	L'eau ne ressort pas
Veine pulmonaire (oreillette gauche)	Aorte
Aorte	L'eau ne ressort pas

Bilan : texte court ou schéma

##### Poste 3 : L'orientation du sang par les valvules cardiaques

##### + Dissection

Sites intéressants :

<http://www.ac-nancy-metz.fr/enseign/svt/innov/compeda/agreg02/Brecourt/anatomie.htm>

<http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/ATP/coeur.htm#ae>

##### + Valvules et rôles des valvules

- Dessin ou photo des 4 valvules
- Description des valvules auriculo-ventriculaires et artérielles
- En observant l'organisation des valvules, expliquez leurs rôles dans l'orientation du flux sanguin à l'intérieur du coeur.

Soit :

- site
- Physiologie Berne (Mosby)



NC : Les valvules auriculo-ventriculaires interdisent le retour du sang dans les oreillettes lors de la contraction des ventricules. Les valvules artérielles interdisent le reflux du sang contenu dans les artères dans les ventricules.

## B/ La propulsion du sang par les cavités cardiaques

### Poste 3

#### + Caractères du myocarde des 4 cavités et rôles dans la propulsion du sang

Comparer l'aspect et la texture des parois des oreillettes et des ventricules.

Réaliser une CT au niveau des ventricules et comparer leurs parois en les reliant à leur position dans la circulation sanguine.

Cavité cardiaque	Caractères de sa paroi	Fonction dans la circulation
Oreillette droite	Assez fine, flasque, extensible	Propulsion du sang dans le ventricule droit
Oreillette gauche	Assez fine, flasque, extensible	Propulsion du sang dans le ventricule gauche
Ventricule droit	Assez épaisse	Propulsion du sang dans la circulation pulmonaire
Ventricule gauche	La plus épaisse et la moins molle	Propulsion du sang dans la circulation générale

VANDER et al.: Physiologie humaine. 1989 (Mac-Graw-Hill p399) :  
CT du coeur au niveau des ventricules relâché et en contraction

Bilan :

Muscle creux à 4 cavités limitées par des valvules (sauf à l'entrée des oreillettes), séparé en 2 demi coeurs :

- Droit : reçoit le sang désoxygéné venant des organes par les veines caves qui se jettent dans l'oreillette D et le ventricule droit l'envoie au poumon par l'artère pulmonaire
- Gauche : reçoit le sang oxygéné venant des poumons par les veines pulmonaires qui se jettent dans l'oreillette G et le ventricule G l'envoie dans la circulation générale par l'aorte

## III/ L'activité cardiaque

Le coeur est un muscle creux qui propulse le sang dans la circulation pulmonaire et la circulation générale, comment ?

### A/ Le cycle cardiaque

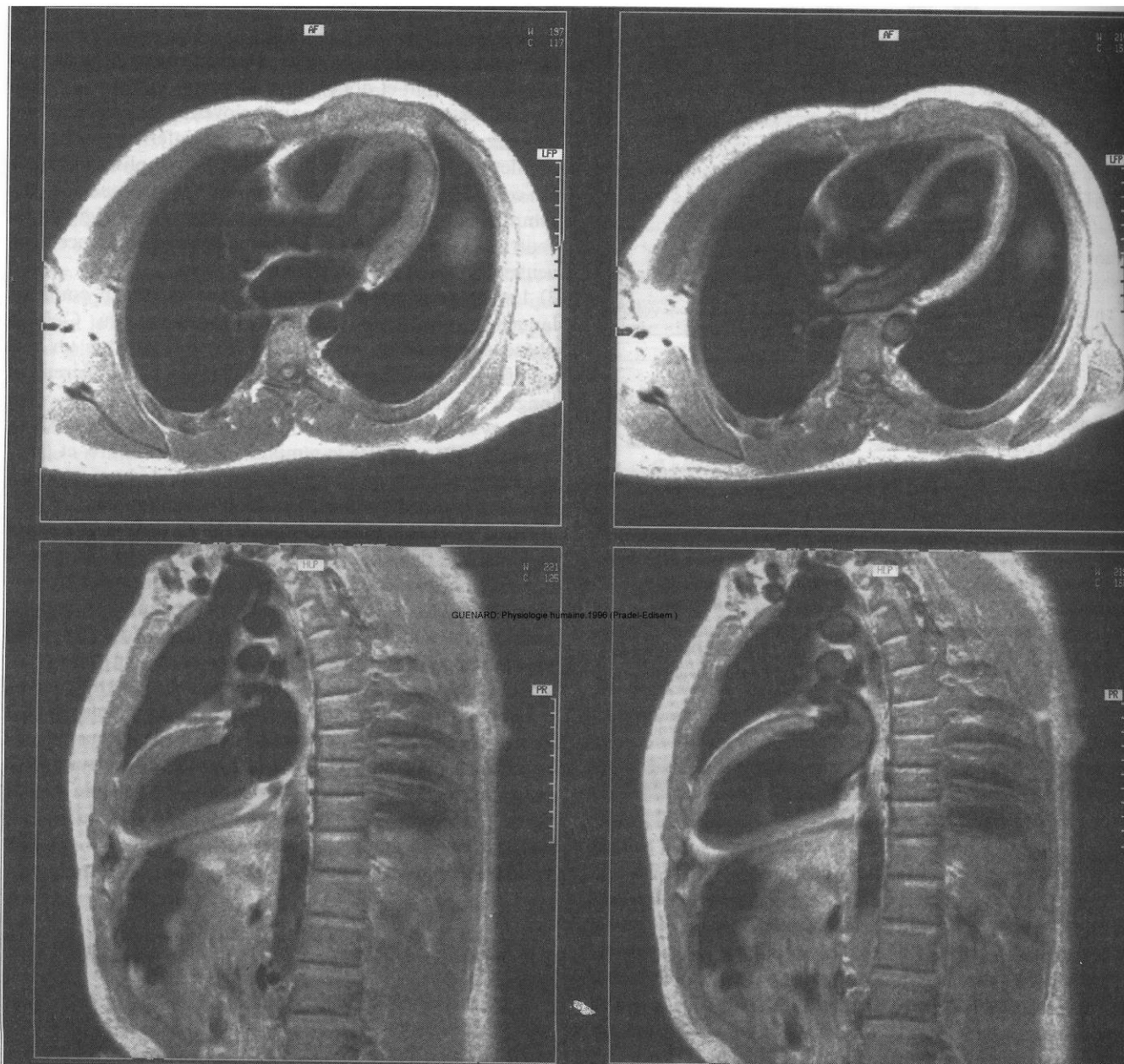
#### Poste 4 Les phases de la révolution cardiaque

OM : Raisonner et communiquer

Support : des photos d'angiocardigraphie ou d'IRM ou schémas (VANDER et al.: Physiologie humaine. 1989 (Mac-Graw-Hill p396)

NC: les temps de la révolution cardiaque, comparaison des durées, le coeur se repose plus qu'il ne travaille, muscle infatigable.

NC : Le sang arrive toujours au coeur par des veines dans les oreillettes. La contraction des oreillettes (systole auriculaire) dirige le sang dans les ventricules. Les valvules auriculo-ventriculaires interdisent le retour du sang dans les oreillettes lors de la contraction des ventricules (systole ventriculaire). En fin de systole ventriculaire et pendant la diastole ventriculaire, les valvules artérielles interdisent le reflux du sang contenu dans les artères dans les ventricules.



*Images cardiaques obtenues en imagerie par résonance magnétique (IRM). À gauche : cœur en systole. Le ventricule est contracté et l'oreillette dilatée. À droite : diastole. L'oreillette se vide dans un ventricule dilaté. En haut : coupe selon un plan horizontal montrant les deux ventricules et les deux oreillettes. La paroi du ventricule gauche est plus épaisse et l'oreillette droite est moins bien visible que la gauche. En bas : plan vertical. On voit le ventricule gauche et l'oreillette gauche avec au-dessus en coupe et de bas en haut l'artère pulmonaire gauche et la partie horizontale de la crosse aortique. Document de l'unité IRM du CHU de Dijon, dû à l'obligeance du Pr. F. Brunotte et du Dr. P. Walker.*

GUENARD: Physiologie humaine.1996 (Pradel-Edisem ) p.184

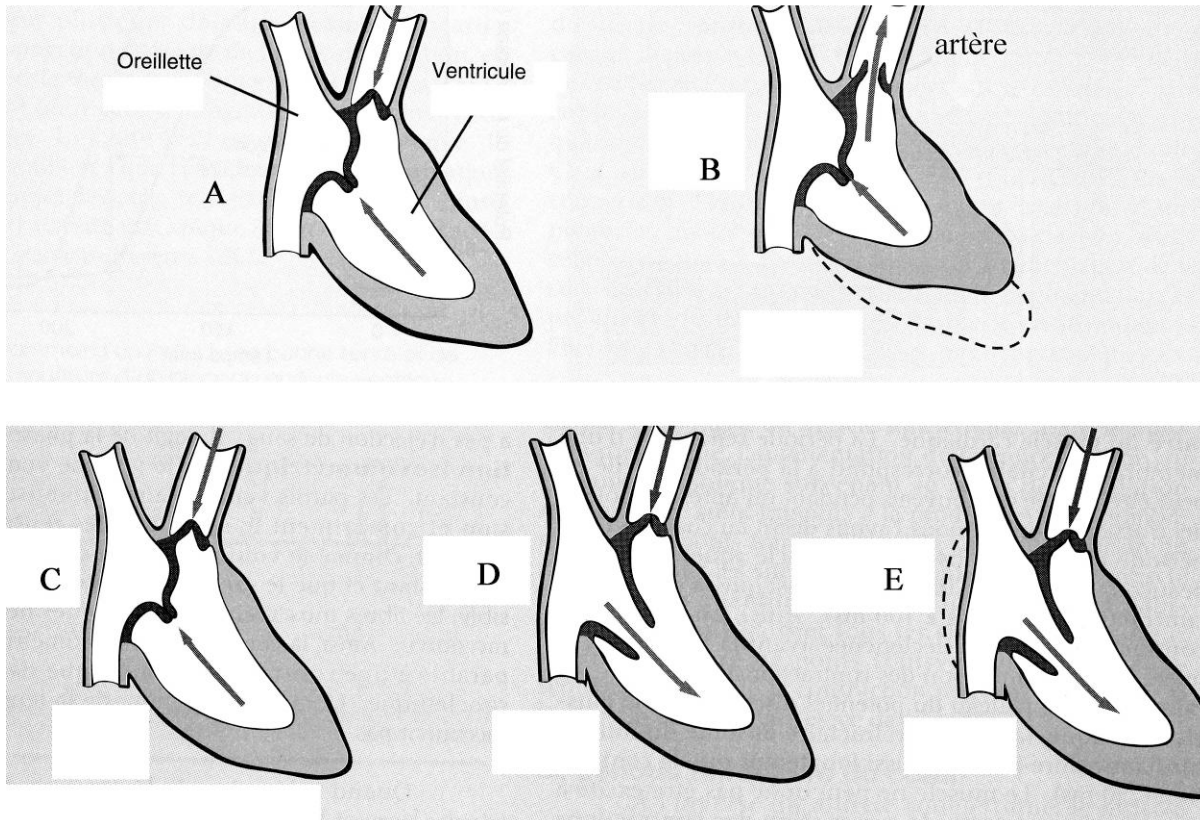
La période durant laquelle une cavité cardiaque est contractée appelée systole et relâchée diastole, on parle ainsi de systole auriculaire et ventriculaire, de diastole auriculaire et ventriculaire et de diastole générale lorsque tout le myocarde est relâché.

D'après les 2 images du bas, réaliser un schéma légendé de la coupe longitudinale du coeur gauche et de l'aorte en y plaçant les légendes suivantes : oreillette gauche contractée ou dilatée, ventricule gauche contracté ou dilaté et aorte.

Y placer la valvule auriculo-ventriculaire gauche soit ouverte soit fermée.

Compléter le tableau suivant pour l'hémicoeur gauche (l'hémicoeur droit réalisant une révolution identique et synchrone) à l'aide des figures proposées ci-dessous :

Figures	État de l'oreillette contractée ou relâchée	État du ventricule Contracté ou relâché	État de la valvule auriculo-ventriculaire	État de la valvule artérielle	Nom de la phase du cycle cardiaque
A	Relâchée	Contracté	F	F	Systole V isovolumétrique
B	Relâchée	Contracté	F	O	Systole V
C	Relâchée	Relâché	F	F	Diastole V isovolumétrique
D	Relâchée	Relâché	O	F	Diastole générale
E	Contractée	Relâché	O	F	Systole O



VANDER et al.: Physiologie humaine. 1989 (Mac-Graw-Hill) p 396

Bilan : les étapes de la révolution cardiaque

Comment sont commandées les contractions rythmiques et synchrones des différentes cavités ?

### B/ L'automatisme cardiaque

**Observations** : Le coeur bat chez l'embryon au 21<sup>ème</sup> jour alors qu'il n'est pas innervé, un coeur de grenouille isolé et placé dans du liquide physiologique continue à battre, les coeurs isolés lors d'une transplantation cardiaque, s'ils sont bien irrigués continuent à battre.

Que peut-on en conclure sur la commande des contractions des cavités cardiaques ?

#### + Observation et isolement du coeur de l'huître :

À l'aide du schéma proposé, repérer le coeur qui se trouve dans une cavité aqueuse près du muscle fermant la coquille. Observer ses battements et en mesurer la fréquence en nb de battements par minute.

Mise en évidence de l'action de neurotransmetteurs sur la fréquence des battements :

Verser sur le coeur une goutte de noradrénaline et mesurer à nouveau la fréquence cardiaque.

Après avoir bien rincé l'animal à l'eau de mer, répéter l'opération avec de l'acétylcholine.

L'acétylcholine et la noradrénaline sont les neurotransmetteurs libérés par les neurones qui innervent le coeur.

*Respect des règles de sécurité : porter des gants pour manipuler les huîtres après l'ajout des NT et verser l'eau de mer souillée dans un bidon pour l'évacuation des déchets toxiques.*

Isolement du coeur :

Découper au scalpel les tissus autour du coeur de manière à ne conserver dans la coquille que le coeur entouré de 5 mm de tissus environ.

Bilan : Utiliser les résultats et les observations précédents pour proposer une explication de la commande des contractions des cavités cardiaques.

**C/ La modulation du rythme cardiaque par le système nerveux**