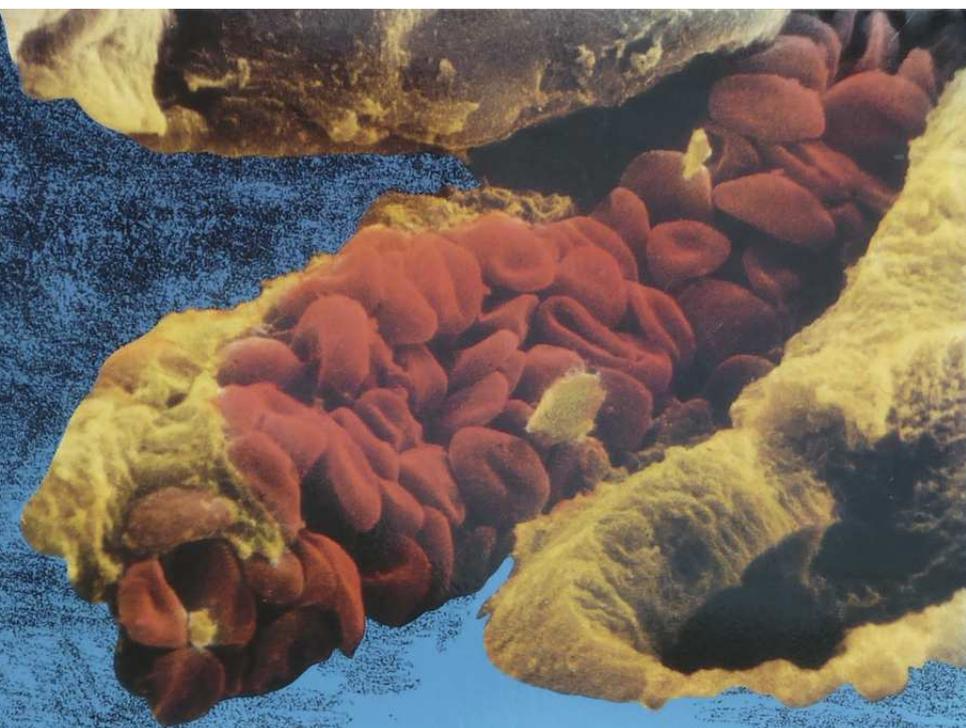


Voyage au centre des artères

Dans cette exposition de 24 affiches plastifiées au format l=70cm x h=100cm, la Biologie et la Médecine se mettent au service du sang et des vaisseaux.

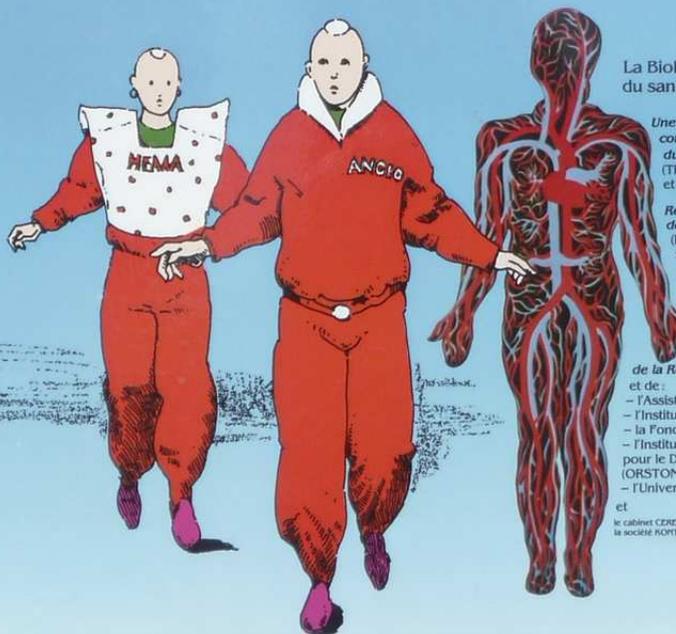
Cette exposition-poster a été conçue par le département Biologie Médecine du Palais de la Découverte et réalisée avec le concours du Ministère de la Recherche et de l'Enseignement supérieur et de l'Institut National de la Santé et de la recherche Médicale.





Le Palais de la Découverte présente

VOYAGE AU CENTRE DES ARTÈRES



La Biologie et la Médecine au service
du sang et des vaisseaux.

Une exposition en 24 affiches
conçue par: Le Département Biologie Médecine
du Palais de la Découverte.
(Th. Aulfret Van der Kemp assisté de J.-M. Aragon
et M.-A. Tran-Thi-Mgnoc).

Réalisée avec le concours du Ministère
de la Recherche et de l'Enseignement supérieur,
(Direction des Bibliothèques, Musées et de l'Infor-
mation Scientifiques et Technique).

et
de l'Institut National de la Santé et de la
Recherche Médicale

illustrée avec la gracieuse participation
iconographique du Centre National
de la Recherche Iconographique Biomédicale,
et de:

- l'Assistance Publique;
- l'Institut Pasteur;
- la Fondation pour la Recherche Médicale;
- l'Institut Français de Recherches Scientifiques
pour le Développement en coopération
(ORSTOM);
- l'Université François Rabelais de Tours;

et
le cabinet CEREN,
la société HORTICON.

PALAIS
DE LA
DÉCOUVERTE
INSERM

UNE MER INTÉRIEURE

Les globules du sang et les autres cellules du corps baignent dans un liquide salé. Surtout formé d'eau (98%) et contenant divers sels minéraux et substances organiques, il constitue une véritable mer intérieure. Celle-ci occupe un volume d'environ 14 l pour un homme de 70 kg : un quart de ce volume circule dans les vaisseaux. En baignant toutes les cellules de l'organisme, la mer intérieure y transporte les éléments nutritifs et en draine les déchets. Elle assure la communication entre cellules en véhiculant les hormones, et la défense des cellules en faisant circuler les anticorps.

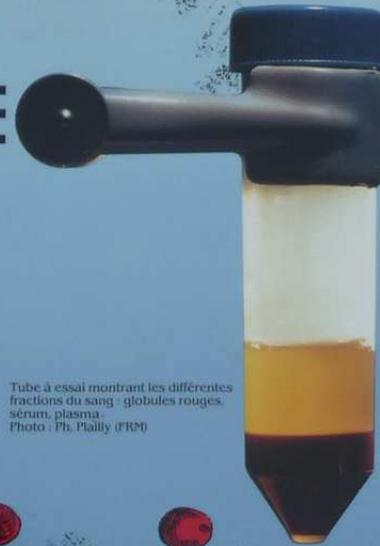
3,5 l de plasma circulent dans les artères et les veines (chez un homme de 70 kg).

Une partie du plasma et de la lymphe quitte les minces vaisseaux capillaires et lymphatiques pour venir baigner les cellules entre lesquelles circulent très lentement 9,5 l de liquide interstitiel. C'est là que sont assurés de constants échanges entre les cellules, dont tous les constituants internes sont constamment renouvelés par des réactions moléculaires se déroulant, elles aussi, dans l'eau.

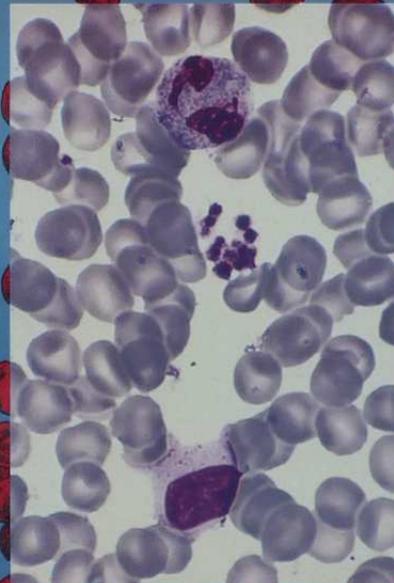
1 l de lymphe, ne véhiculant pas de globules rouges, circule dans les canaux lymphatiques (d'un homme de 70 kg).



Sachets de 1 l. de plasma et de composés sanguins pour transfusion.
Photo : A.P.



Tube à essai montrant les différentes fractions du sang : globules rouges, sérum, plasma.
Photo : Ph. Pally (FRM)



Examen au microscope d'un sang au microscope.
Photo : N. Desbordes (INSERM)

LES HABITANTS DE LA MER INTÉRIEURE

Près de 30 000 milliards de cellules, aux formes, tailles et fonctions très variées sont présents dans les 4 à 5 l de sang qui circulent dans le corps d'un homme de 70 kg.

Les GLOBULES ROUGES (ou érythrocytes ou hématies) contiennent l'hémoglobine qui véhicule les gaz respiratoires. L'hémoglobine donne au sang sa couleur rouge.

Les PLAQUETTES ou thrombocytes sont impliquées dans les processus de la coagulation sanguine.

Les GLOBULES BLANCS ou leucocytes assurent la défense de l'organisme ($7000/\text{mm}^3$). Ils se répartissent en 3 groupes principaux, eux-mêmes hiérarchisés en catégories spécialisées (voir panneaux 12 - 13) comme les soldats d'une armée.

Globules rouges vus au Microscope Électronique à Balayage.
 $5\ 000\ 000/\text{mm}^3$.
 Diamètre : $7/1000^{\text{e}}$ de mm.
 Durée de vie maximum : 4 mois.
 Photo : Institut Pasteur

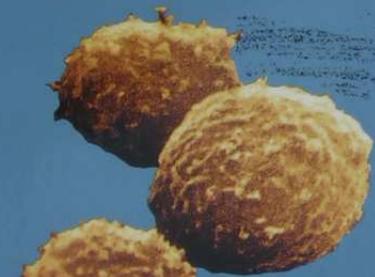


Plaquettes vues au M.E.B.
 $300\ 000/\text{mm}^3$.
 Diamètre : $2\ \text{à}\ 4/1000^{\text{e}}$ de mm.
 Durée de vie maximum : 12 jours.



Photos : B. Arbeille et A. Petit
 UER Médecine, Université de Tours

50 à 75%
 Les granulocytes ou polynucléaires.
 Diamètre : $10/1000^{\text{e}}$ de mm.
 Durée de vie maximum : quelques heures.



20 à 40%
 Les lymphocytes.
 Diamètre : $5\ \text{à}\ 8/1000^{\text{e}}$ de mm.
 Durée de vie maximum : quelques mois.
 Photo : CNRS



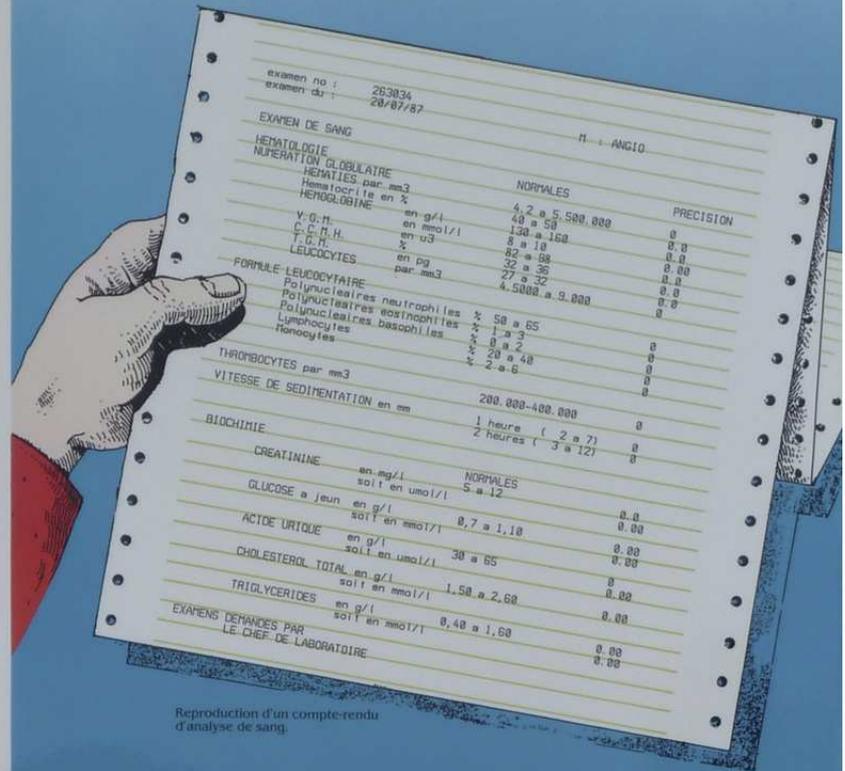
4 à 10%
 Les monocytes ou macrophages.
 Diamètre : $15\ \text{à}\ 25/1000^{\text{e}}$ de mm.
 Durée de vie maximum : quelques années.
 Photo : D. Dantchev (INSERM)

BON SANG ?... MAUVAIS SANG ?

ANALYSEZ VOS ANALYSES

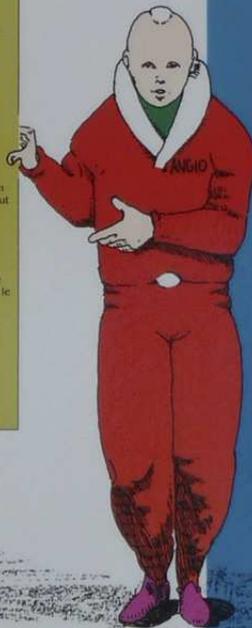
Notre sang, irriguant tout notre organisme, est le meilleur indicateur de notre état de santé.

Nous connaissons tous la traditionnelle analyse de sang. Mais savez-vous qu'aujourd'hui des appareils automatiques comptent les cellules sanguines ou dosent les composés du plasma à partir d'un échantillon de sang ?



Reproduction d'un compte-rendu d'analyse de sang.

Hématies	Globules rouges.
Hématocrite	Pourcentage du volume occupé par les globules rouges dans le sang.
Hémoglobine	Pigment des globules rouges. Il transporte l'oxygène et le gaz carbonique.
Leucocytes	Globules blancs.
Polynucléaires neutrophiles	Globules blancs.
Polynucléaires éosinophiles	Globules blancs.
Polynucléaires basophiles	Globules blancs.
Lymphocytes	Globules blancs.
Monocytes	Globules blancs.
Thrombocytes	Plaquettes.
Vitesse de sédimentation	En présence d'une substance anticoagulante, les globules rouges se déposent au fond d'un tube. Une vitesse trop rapide peut être le signe d'une infection.
Créatinine	Substance azotée dont une concentration excessive peut indiquer un mauvais fonctionnement des reins.
Glucose	Mesure du taux de sucre dans le sang. Un taux excessif peut être le signe d'un diabète.
Acide urique	Résidu de la dégradation des protéines. Son excès est une cause de "Goutte".
Cholestérol	Composants et dérivés des graisses du sang. Une concentration élevée peut provoquer des accidents vasculaires.
Triglycérides	



Appareil de mesure automatique
Photo : M. Depardieu (INSERM)



Appareil de mesure automatique pour analyse sanguine.
Photo : A.P. (Gichat)

NAISSANCES DANS UN OS A MOELLE

Globules et plaquettes sont produits et renouvelés en permanence dans la moëlle des os. Les globules rouges perdent leur noyau. Des cellules géantes perdent aussi leur noyau et se fragmentent en plaquettes. Ils passent tous dans le sang grâce aux vaisseaux qui parcourent la moëlle.

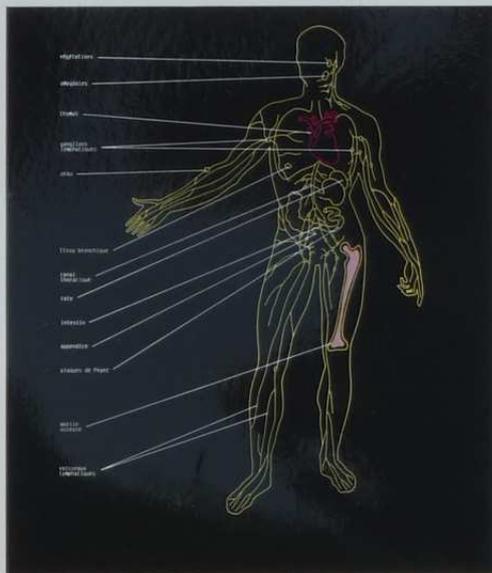
Un globule rouge vit en moyenne 4 mois. Selon les catégories, les globules blancs, par contre, vivent de quelques heures à quelques années.

Au terme de leur vie, les globules rouges sont détruits. Leurs composants sont recyclés par le foie et la rate.

La plupart des lymphocytes mûrissent dans les ganglions lymphatiques, le thymus ou la rate, voire les poumons ou des tissus intestinaux. Leurs propriétés immunitaires se spécialisent dans ces organes (voir panneau 6).

Le manque d'oxygène en montagne stimule la production de globules rouges.

En cas d'infection, la moëlle produira davantage de globules blancs.



Organe et tissus lymphoïdes
photo: Palais de la découverte.



Coupe microscopique de la moëlle osseuse montrant les cellules souches des cellules sanguines.
Photo: M. Depardieu (INSERM)



Coupe d'un os long
photo: M. Depardieu (INSERM)

LES CANAUX DE LA MER INTÉRIEURE

Le corps humain est parcouru par un réseau sanguin de 100 km environ.

Le diamètre des vaisseaux varie entre 5 cm et 0,0005 mm.

ARTÈRES

Cœur → Organe

Leur paroi, formée de plusieurs couches de cellules et de fibres, est épaisse et musclée. Elles participent à la propulsion du sang dans le corps. Le sang y circule à une vitesse parfois supérieure à une dizaine de cm/s.

VEINES

Organe → Cœur

Leur paroi, formée de plusieurs couches est mince et élastique. Des valves empêchent le retour du sang vers l'artère.

Le sang y circule à la vitesse de quelques cm/s.

CAPILLAIRES

Pour irriguer le corps jusque dans ses moindres recoins, les artères et les veines se ramifient. Les capillaires les plus fins sont si étroits que les globules rouges y passent tout juste ! Le sang y circule à une vitesse de quelques mm/s. Ils ruissellent constamment. En effet leur paroi formée d'une seule couche de cellules est si fine qu'elle sert de lieu d'échange entre les liquides baignant les interstices des cellules des organes et le plasma.

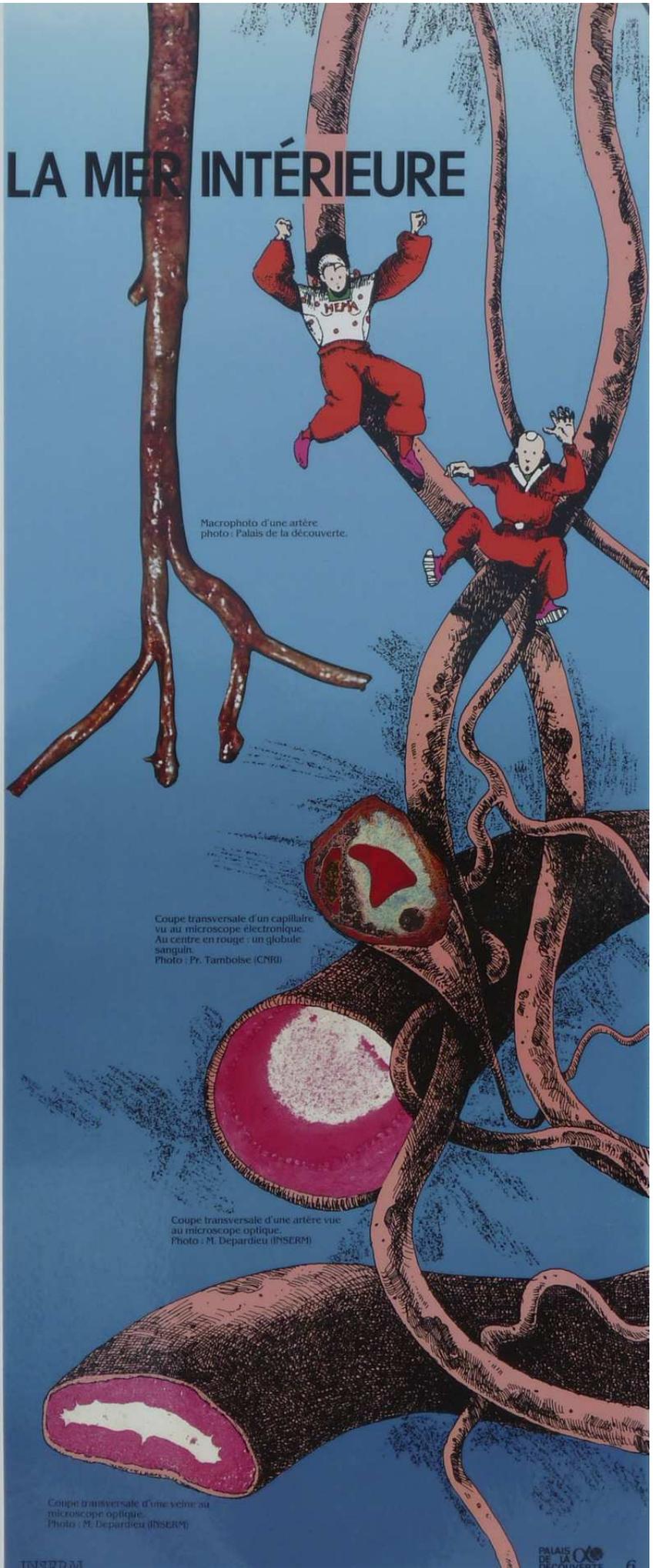
CANAUX LYMPHATIQUES

Les vaisseaux lymphatiques ramènent une partie du liquide baignant les interstices des cellules vers le sang veineux. Dans la paroi de l'intestin les vaisseaux lymphatiques permettent l'absorption des graisses de l'alimentation. Ils irriguent les ganglions et de nombreux organes et tissus lymphoïdes où mûrissent les lymphocytes T : une catégorie spéciale de globules blancs.

La surface totale des parois de tous ces vaisseaux du corps (au nombre de plusieurs dizaines de milliards) dépasse 600 m² : impressionnante surface d'échange entre le sang et les cellules !



Lymphographie de la main.
Photo : Palais de la découverte.



Macrophoto d'une artère
photo : Palais de la découverte.

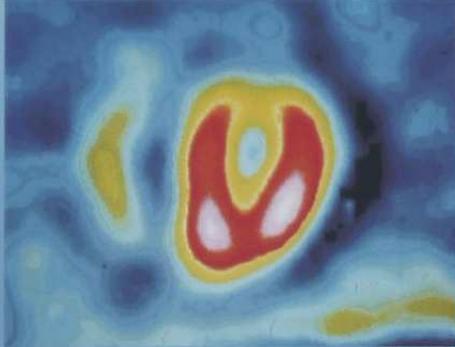
Coupe transversale d'un capillaire
vu au microscope électronique.
Au centre en rouge : un globule
sanguin.
Photo : Pr. Tamboise (CNRS)

Coupe transversale d'une artère vue
au microscope optique.
Photo : M. Depardieu (INSERM)

Coupe transversale d'une veine au
microscope optique.
Photo : M. Depardieu (INSERM)

ATRE POUR TOUS... TOUS POUR UN... QUATRE P

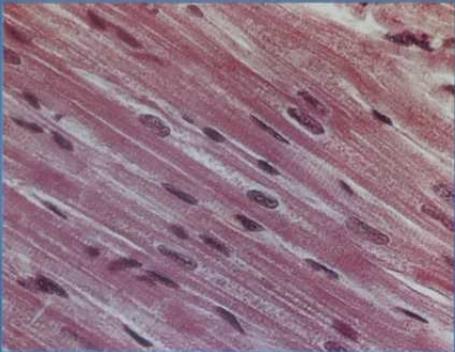
Le cœur est une merveilleuse pompe aspirante-foulante. Il ne pèse que 250 g et bat 40 millions de fois par an. Il propulse en moyenne 6 litres de sang par minute et règle son débit en fonction de l'activité du corps.



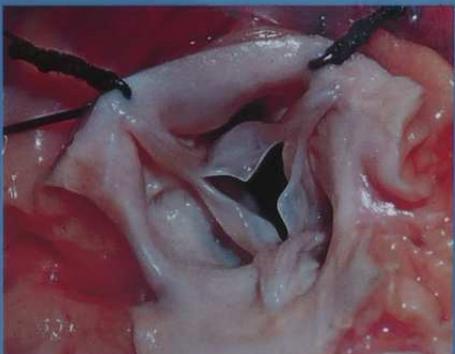
Scintigraphie cardiaque.
Photo : Prof. Moretti (CHRD).



Coronographie.
Coloration photographique par glyphochromie.
Photo : A. Pol (CNR).



Microscopie : fibres cardiaques.
Photo : Palais de la découverte.



Valvule tricuspide.
Photo : Palais de la découverte.

Le muscle du cœur est constamment alimenté et oxygéné par un circuit sanguin spécial - débitant 1/4 de litre de sang à la minute - : les artères coronaires dont les lésions et obstructions sont causes d'infarctus cardiaque.

C'est un muscle creux compartimenté en deux cavités constamment remplies de sang et séparées par une cloison étanche isolant, à droite, le sang carboniqué, du sang oxygéné circulant à gauche.

Le sang reçu à la vitesse de 7 cm/s par les veines est aspiré dans les oreillettes quand le cœur se relâche. Les ventricules en se contractant augmentent la pression et propulsent le sang à des vitesses de l'ordre de 20 cm/s dans les artères, vers les autres organes.

Les contractions automatiques et rythmées des millions de fibres musculaires ventriculaires sont déclenchées et entretenues par un tissu spécial dont la surface change régulièrement de polarité électrique.

A chaque point de passage du sang venant au cœur ou en partant, un système de valvules, analogues à des soupapes membraneuses, empêche le reflux du sang en arrière et impose ainsi le sens de la circulation.

DE LA MER INTÉRIEURE

F LUX, SANS REFLUX AU CŒUR

PALAIS DE LA DÉCOUVERTE
INSERM

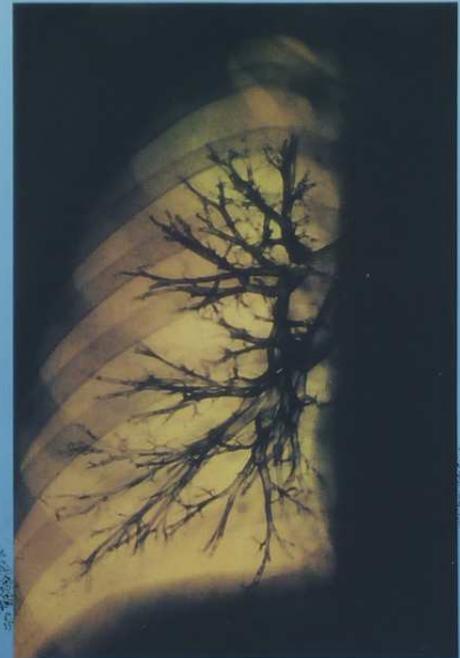


POUR TOUS... TOUS POUR UN... QUATRE POUR T

Notre corps consomme chaque jour 360 l d'oxygène et élimine 290 l de gaz carbonique.

Chez chacun de nous, 300 millions d'alvéoles pulmonaires offrent une surface de 70 m² richement irriguée. C'est ici que les globules rouges se chargent d'oxygène et relâchent le gaz carbonique. Dans nos poumons 7 500 litres de sang sont débités par jour!

Les poumons élaborent par ailleurs, des substances réglant la tension artérielle.



Radiographie arbre bronchique.
Photo : CNRS.

LE SOUFFLE



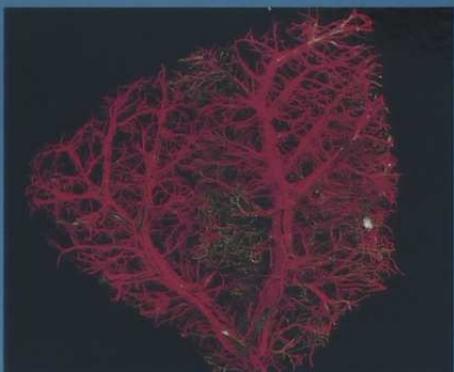
Alvéoles pulmonaires
vue en microscope électronique
à balayage.
Photo : CNRS.

RÉGÉNÉRATEUR

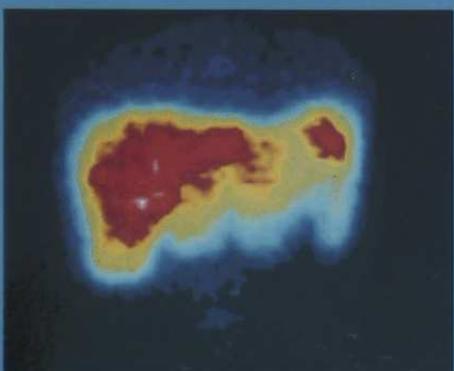
PALAIS
DE LA
DÉCOUVERTE
INSERM



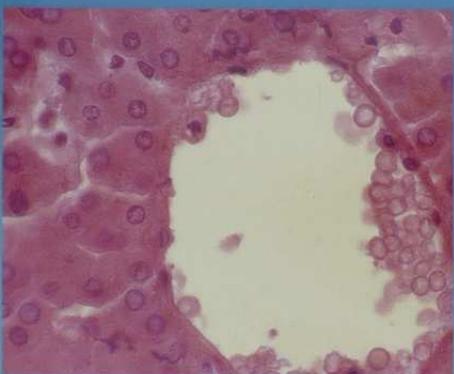
Arteriographie pulmonaire.
Photo : CNRS.



Vaisseaux du foie
vus après injection plastique.
Photo : Pr. Forest, CNRS.



Scintigraphie du foie et de la rate.
Photo : Pr. Moretti, CNRS.



Veine au centre d'un lobule du foie
(vue en microscopie optique).
Photo : M. Depardieu (INSERM)



LA
FACE

PALAIS
DE LA
DÉCOUVERTE
INSERM

CACHÉE DU FOIE

Le foie est le seul organe à recevoir directement le sang du tube digestif. Ce sang lui arrive par la veine porte. La quantité de sang qui le traverse est très élevée : près du quart du débit du cœur.

Le foie excrète la bile et les sels biliaires, sous-produits de recyclage de l'hémoglobine et du fer. Il élabore les facteurs de coagulation. Il transforme les toxines absorbées.

TRE POUR TOUS... TOUS POUR UN... QUATRE P



PALAIS
DE LA
DÉCOUVERTE
INSERM

D DEUX "ÉCOLOGISTES"

Les milliards de cellules qui forment notre corps baignent dans une "mer intérieure" : 14 à 15 l de liquide salé chez un adulte de 70 kg ! Sa composition (quantité d'eau, teneur en sels minéraux) doit être ajustée constamment. Les REINS ont la noble et délicate mission de maintenir cet équilibre vital. Cette mission est assurée par 2 millions d'unités de filtration du sang: les néphrons.

Artère et veine rénales assurent une irrigation intense : 1600 l de sang par jour passent par les 2 millions de néphrons.

Ceux-ci sont constitués chacun d'une partie globuleuse ou glomérule auquel fait suite un long tube fin : le tubule.

Le plasma sanguin commence à être filtré par le glomérule (diamètre $2/10^6$ de mm).

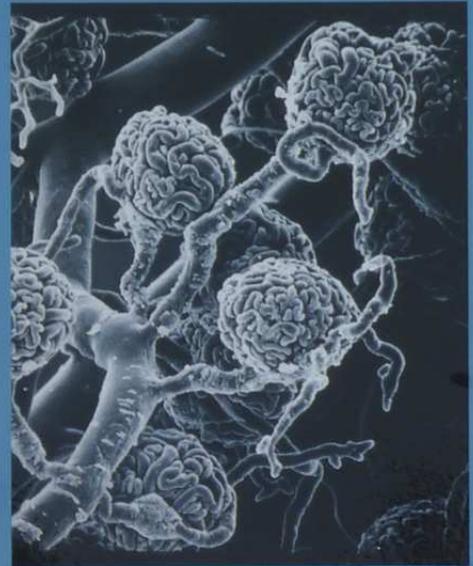
Durant le trajet dans les tubules des néphrons, 99% de l'eau est réabsorbée. Tous les sels, toutes les substances sont réajustés en quantité exactement nécessaire. Il ne sortira à l'extérieur que 1 ou 2 l d'urine.

Outre cette prouesse, les REINS fabriquent des hormones réglant la pression artérielle et d'autres encore stimulant la fabrication des globules rouges par la moëlle osseuse.

EN MER INTÉRIEURE



Angiographie des reins
Photo : CNRS



Glomérules vus au microscope électronique à balayage
Photo : Celio-Darco (INSERM)



Urographie montrant les uretères et la vessie (couleurs par glypochromie).
Photo : CNRS

POUR TOUS... TOUS POUR UN... QUATRE POUR T

ALERTE ROUGE! NE PAS FUIR

Les plaquettes - alertées chimiquement - viennent s'accumuler au niveau de la blessure où elles se collent les unes aux autres. Elles forment un premier bouchon.

Les vaisseaux sanguins se contractent, réduisant ainsi le débit sanguin aux alentours de la blessure.

De nombreuses substances présentes dans le plasma réagissent entre elles. Elles produisent un réseau de fibres qui emprisonnent les globules et forment le caillot.

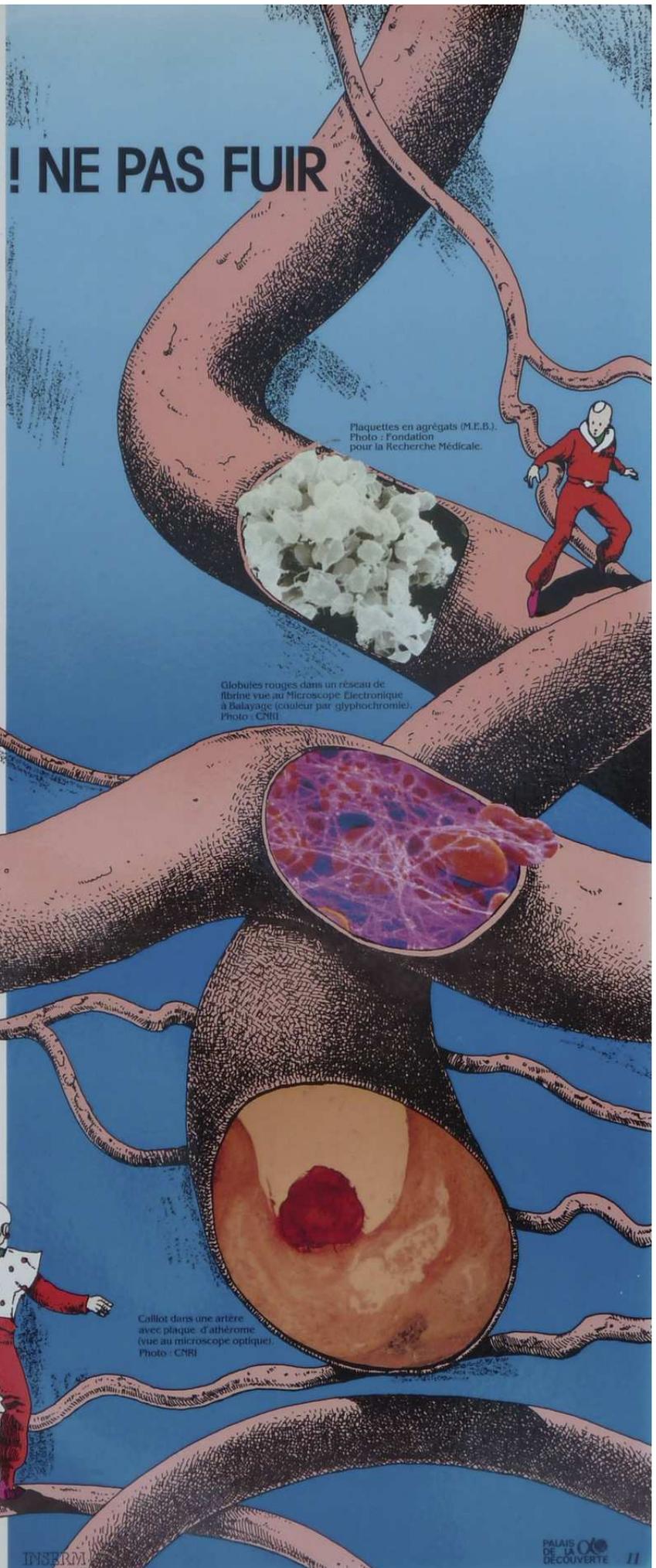
En cas d'accident, la coagulation nous sauve la vie mais, en temps normal, le sang doit rester liquide! Notre organisme produit donc en permanence des substances anticoagulantes.

Des dépôts accidentels se forment parfois sur la paroi interne des vaisseaux (athérosclérose) et conduisent à la formation de caillots accidentels (thrombose). La veine ou l'artère est alors obstruée.

Des traitements préventifs et curatifs luttent efficacement contre ces thromboses.

L'organisme des hémophiles ne fabrique pas certaines substances indispensables à la coagulation.

Aujourd'hui, l'injection de fractions sanguines enrichies en facteurs coagulants (VIII ou IX) a amélioré le confort des hémophiles.



Plaquettes en agrégats (M.E.B.).
Photo : Fondation pour la Recherche Médicale.

Globules rouges dans un réseau de fibrine vue au Microscope Electronique à Balayage (couleur par glyphochromie).
Photo : CNRS

Caillot dans une artère avec plaque d'athérome (vue au microscope optique).
Photo : CNRS

Photo : A. P.

DÉFENSE D'ENTRER

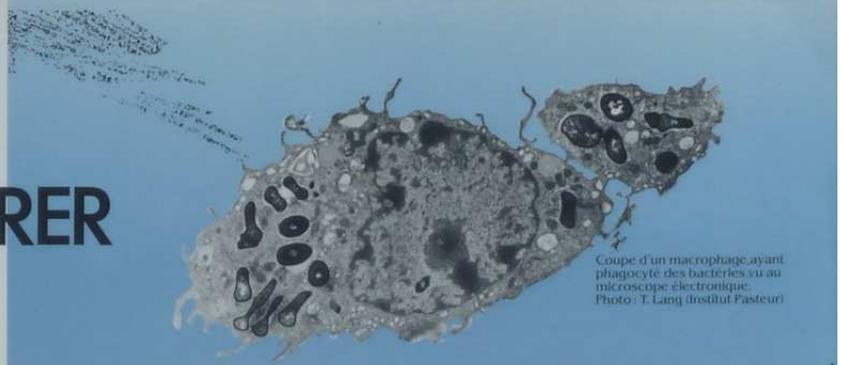
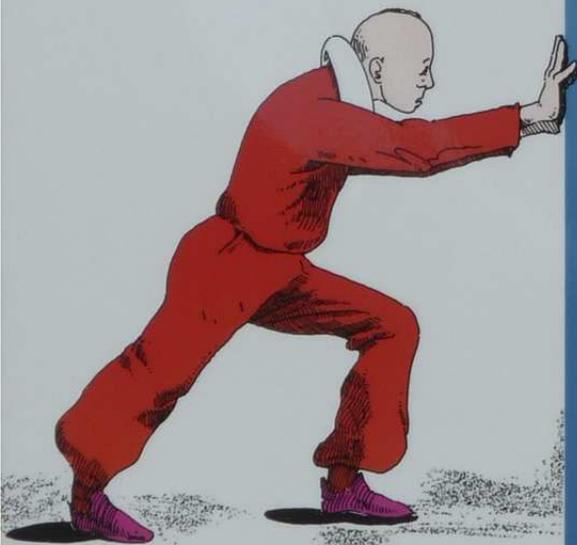
Pour nous défendre contre les infections, une armée de globules blancs spécialisés, les cellules du système immunitaire, circulent dans notre corps.

En première ligne, les macrophages ou monocytes détectent, identifient l'envahisseur ou antigène, tentent de le détruire en l'ingérant.

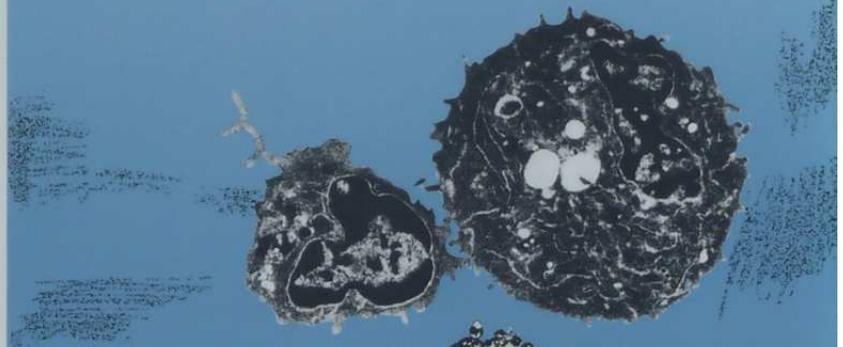
Informés chimiquement par les macrophages les lymphocytes T se multiplient, se spécialisent par exemple en lymphocytes T tueurs qui infligent un coup mortel à l'intrus.

Stimulés chimiquement par les lymphocytes T, les lymphocytes B se multiplient, fabriquent les anticorps qui attaquent et neutralisent l'antigène étranger.

Les anticorps (molécules de protéine ou immunoglobulines) sont fixés sur les lymphocytes B ou circulent dans le sang. Ils s'agglutinent sur les particules génétiquement étrangères à l'organisme (antigènes).



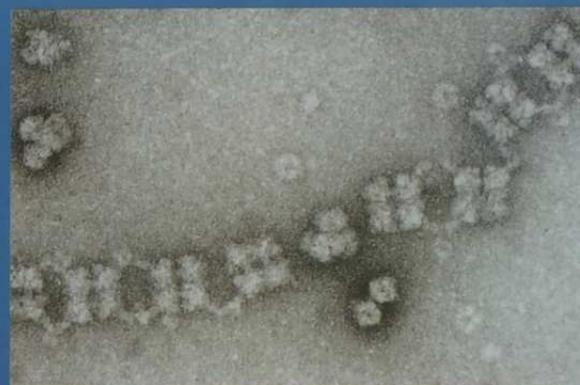
Coupe d'un macrophage ayant phagocyté des bactéries vu au microscope électronique.
Photo: T. Lang (Institut Pasteur)



Lymphocyte T cytotoxique détruisant une cellule cible étrangère.
Photo: Institut Pasteur



Lymphocytes B.
Photo: CNRS



Complexe anticorps monoclonaux-antigènes (hémocyanine).
Photo: P. Lamy et P. Y. Sizanel
Université de Tours (Unité de Biochimie)

DES DÉFENSES PARFOIS DÉFAILLANTES

ALLERGIE : UNE RÉPONSE EXCESSIVE ET INADAPTÉE.

En présence du corps allergisant, il y a production d'anticorps spéciaux (IgE) capables de se fixer sur des cellules (mastocytes) qui vont libérer massivement des substances irritantes.

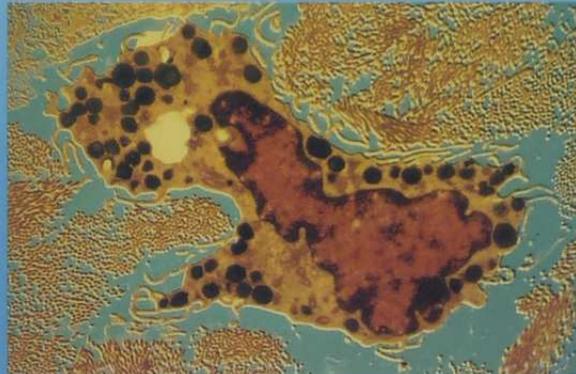
SIDA OU QUAND UN VIRUS MET EN ÉCHEC LE SYSTÈME DE DÉFENSE.

Le virus (HIV) infecte des lymphocytes (T4); après les avoir détruits, il ressort par bourgeonnement des membranes et contamine les lymphocytes voisins. Le système de défense est totalement déprimé, il devient incapable de lutter contre les infections de toute nature.

MALADIES AUTOIMMUNES : TRAHISON DANS LA DÉFENSE.

Chez les sujets génétiquement prédisposés, le système de défense peut parfois se détraquer : l'organisme élabore des anticorps qui s'attaquent à ses propres tissus et déclenchent des maladies comme le diabète, la polyarthrite rhumatoïde, la myasthénie...

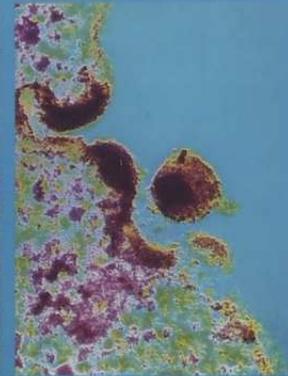
Depuis plusieurs années la meilleure compréhension des origines fondamentales de ces défaillances permet de développer des moyens de lutte préventifs et curatifs.



Mastocyte avec granules irritants.
Microscopie électronique (coloration par glypochromie).
Photo : CHRI



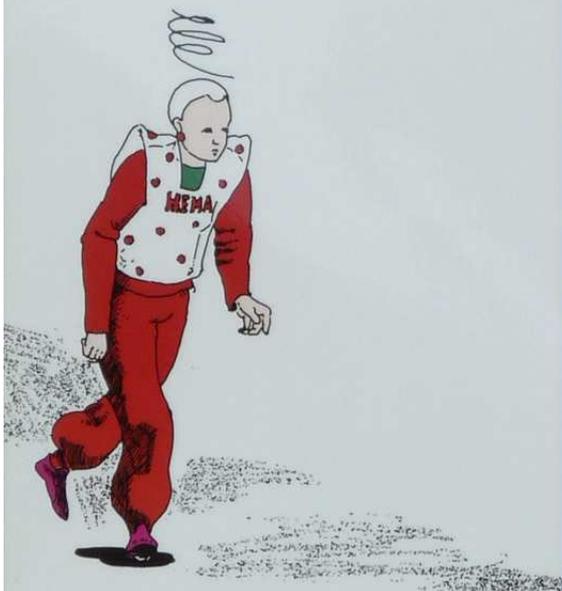
Lymphocyte T4 infecté par le virus HIV.
Les particules virales émergent de la membrane du globule blanc qui "bourgeonne".
Photo : Institut Pasteur.



Virus du SIDA.
Microscopie électronique.
Photo : Pr. Montagnier (Institut Pasteur)



Cellules pancréatiques sécrétant l'insuline marquées en jaune vert par des anticorps fluorescents.
La destruction auto-immune de ces îlots de cellules provoque le diabète juvénile insulinodépendant.
Photo : V. Drosch et Assan (INSERM).



ROUGES OU BLANCS... GLOBULES MALADES

ANÉMIE FALCIFORME

Chez certains individus, les globules rouges sont déformés en faucille. Cette maladie héréditaire, comme d'autres formes d'anémies congénitales, est due à une hémoglobine anormalement constituée.

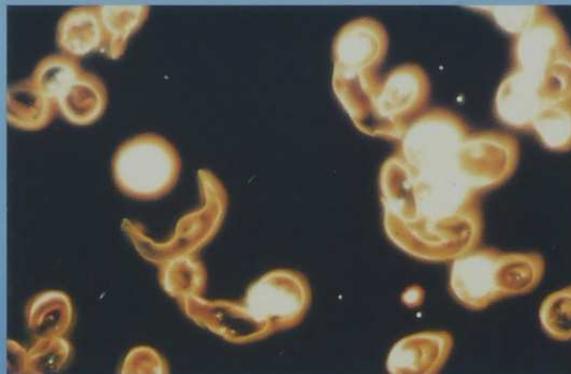
De nouvelles techniques permettent de diagnostiquer ces maladies avant même la naissance.

Les techniques du génie génétique permettent d'espérer pour demain de nouveaux traitements.

LES LEUCÉMIES...

... se caractérisent par la prolifération désordonnée et anarchique des leucocytes. Les cellules malignes s'infiltrent dans la moëlle osseuse et provoquent la diminution de la production des cellules-mères des globules normaux.

La greffe de moëlle osseuse est un nouveau traitement chirurgical dont les résultats sont déjà très prometteurs.



Globules rouges falciformes.
Photo : Pr. Orsini (CNRS)



Prélèvement de sang dans le cordon ombilical sous contrôle échographique.
Photos : Ph. Plailly/FRM et CNRS



Greffe de moëlle osseuse.
Photos : A. F.



LES CONSÉQUENCES PARASITES D'UN REPAS DE SANG

Le paludisme ou malaria et la maladie du sommeil sont encore les principales maladies parasitaires des pays tropicaux. Elles se transmettent comme beaucoup d'autres maladies parasitaires ou virales tropicales, entre hommes et insectes au cours du repas du sang de ces derniers.

1,5 milliard d'êtres humains dans le monde sont exposés au paludisme. 2 millions en meurent chaque année.

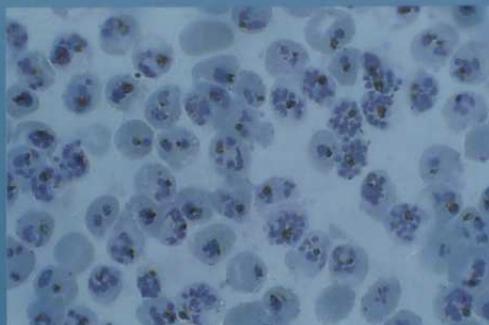
Lorsqu'une femelle du moustique Anophèle, contaminée, pique l'homme, le parasite, un animal unicellulaire, le plasmodium, passe de la salive de l'insecte dans le sang de l'homme. Chez ce dernier il se développe d'abord dans les cellules du foie puis repasse dans la circulation sanguine. Il pénètre alors dans les globules rouges où il se multiplie et provoque leur éclatement. Des substances libérées lors de ces éclatements sont responsables des poussées de fièvre.

Les mouches glossines ou tsé-tsé, mâles ou femelles, sont capables d'innoculer à l'homme lors de leur repas de sang, un dangereux protozoaire. Il s'agit d'un parasite du plasma et de la lymphe : le trypanosome, agent de la maladie du sommeil.

Un vaccin est en cours d'expérimentation mais les différentes variétés de parasites qui causent le paludisme rendent difficile sa mise au point.



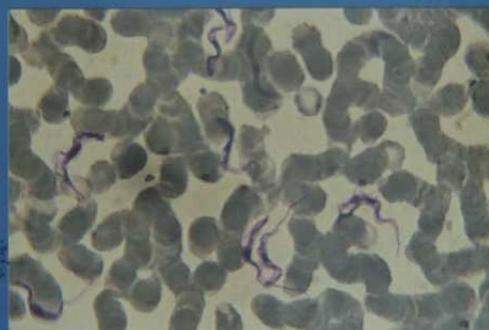
Moustique femelle Anophèles en train de piquer.
Photo : J.-P. Hervy (I.F.R.S.D.C. - ORSTOM)



Globules sanguins parasités par le protozoaire du paludisme.
Photo : INSERM



Mouche tsé-tsé en train de piquer.
photo : J.-P. Hervy (I.F.R.S.D.C. - ORSTOM)



Trypanosomes circulant dans le plasma entre les globules sanguins.
Photo : Noiriau (I.F.R.S.D.C. - ORSTOM)

UN FAUX SANG...

LE SANG

Transporte l'oxygène vers les cellules.
Évacue le gaz carbonique et les déchets qu'elles produisent.
Apporte les éléments nutritifs aux cellules.
Transporte les hormones.
Assure la défense de l'organisme.

Il sera bien difficile de mettre au point un produit assurant toutes ces fonctions.

Par contre, on expérimente aujourd'hui des substituts de l'hémoglobine.

Les FLUOROCARBONES semblent être les transporteurs artificiels d'oxygène les plus performants. Mais ils n'égalent pas l'hémoglobine et sont rapidement éliminés par l'organisme.

Ne provoquant pas de réactions immunitaires, ces produits artificiels pourraient simplifier certains problèmes de transfusion.

Des transporteurs artificiels d'oxygène...

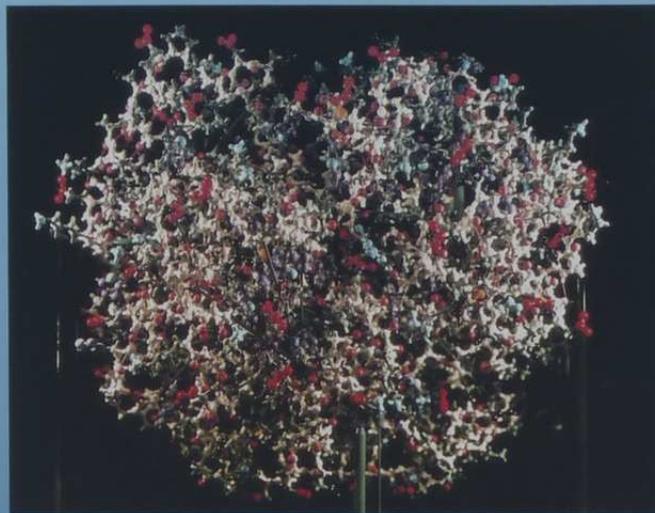
PEUT-ÊTRE

Du sang artificiel...

NON



Les substituts du sang peuvent être employés lorsque le sang est indisponible ou risque d'être mal conservé ou contaminé par des virus, (hépatite, HIV du SIDA). Ils peuvent surtout être avantageusement employés pour la chirurgie cardiaque, la récupération de tissus où la microcirculation a été interrompue, la circulation extra-corporelle, la perfusion d'organes isolés... Près de 700 patients dans le monde ont déjà reçu de tels *substituts de l'hémoglobine*.



Modèle moléculaire d'hémoglobine.
Photo : Palais de la découverte.



Tubes à essai avec sang artificiel.
Photo : Palais de la Découverte.

Modèles moléculaires (SASM) représentant quelques-uns des fluorocarbures entrant dans la composition des émulsions utilisées comme substituts à l'hémoglobine (au Japon : a, b ; aux USA : c ; en France : d).



b



c



d

Les molécules sont 4 000 fois plus petites que l'hémoglobine. En émulsion les gouttelettes de fluorocarbures sont 70 fois plus petites que les globules sanguins. Elles peuvent ainsi avantageusement faciliter le transport d'oxygène dans les micro-capillaires. Si elles solubilisent moins d'oxygène que le sang à la pression normale, elles peuvent libérer et fixer les gaz respiratoires à des vitesses et avec des surfaces d'échange plus grandes que le sang.

PASSEPORT POUR UN TRANSFUSÉ

NOTRE CARTE D'IDENTITÉ MOLÉCULAIRE...

... est portée à la surface de toutes nos cellules sous forme de différentes combinaisons de motifs chimiques.

Par exemple...

Les groupes sanguins des globules rouges.
Les groupes tissulaires ou HLA des globules blancs.

Ils constituent les mots de passe de notre "moi" biologique. Aussi toute transfusion, toute greffe d'organe, pour passer la frontière entre deux organismes étrangers, nécessite que groupes sanguins ou groupes tissulaires entre donneur et receveur soient les plus proches possibles.

L'évolution des techniques de séparation des éléments du sang permet de transfuser exclusivement ce dont le malade a besoin : hématies, leucocytes, plaquettes, anticorps... compatibles.

Des médicaments comme la cyclosporine limitent le rejet des greffes.



Antigène HLA (en rose) à la surface d'un globule blanc, vu en microscopie électronique. (coloration par glypochromie.)
Photo : CNRS.



Groupage sanguin ABO et don de sang.
Photos : A. P.



Séparateur ou appareil de fractionnement automatique des composants du sang.
Photo : A. P.



Intervention pour greffe.
Photos : A. P.

MORTELS DOMMAGES

Les maladies des vaisseaux et du sang constituent la première cause de mortalité en France.

Ces 5 dernières années, près de 39% des décès étaient dus à des maladies de l'appareil circulatoire et du sang.

Accidents vasculaires cérébraux: 19% des décès.

Accidents cardiaques vasculaires aigus: 9,5% des décès.

Autres maladies du cœur: 10,5% des décès.

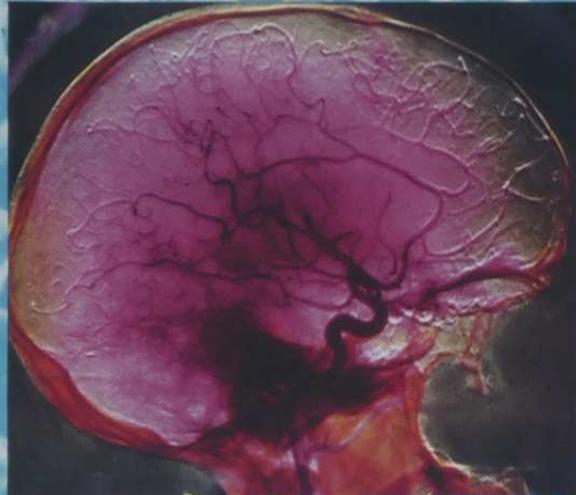
Affection de la paroi des vaisseaux autres que ceux du cœur et du cerveau: 3% des décès.

Maladies vasculaires causées par la présence de caillots: 4% des décès.

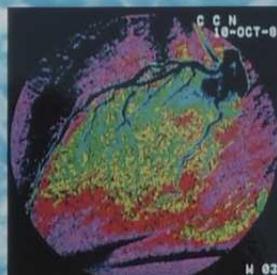
Leucémies et tumeurs des tissus lymphatiques et de la moëlle osseuse: 1,5% des décès.

Maladies non cancéreuses du sang et des organes de production et de maturation des cellules sanguines: 0,5%.

TABAC, ALCOOL, SURALIMENTATION EN GRAISSES ANIMALES ET VIE SÉDENTAIRE, comptent parmi les premiers coupables.



Angiographie cérébrale (coloration par glypochromie)
Photo: CNRS



Angiographie numérisée des artères du cœur
Photo: CNRS



Dilatation (Anévrisme) de l'aorte abdominale.
Photo: A. Pol. (CNRS)



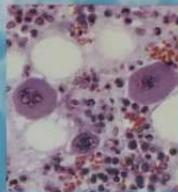
Globule rouge et lymphocytes vus au microscope électronique à balayage. (coloration par glypochromie)
Photo: CNRS



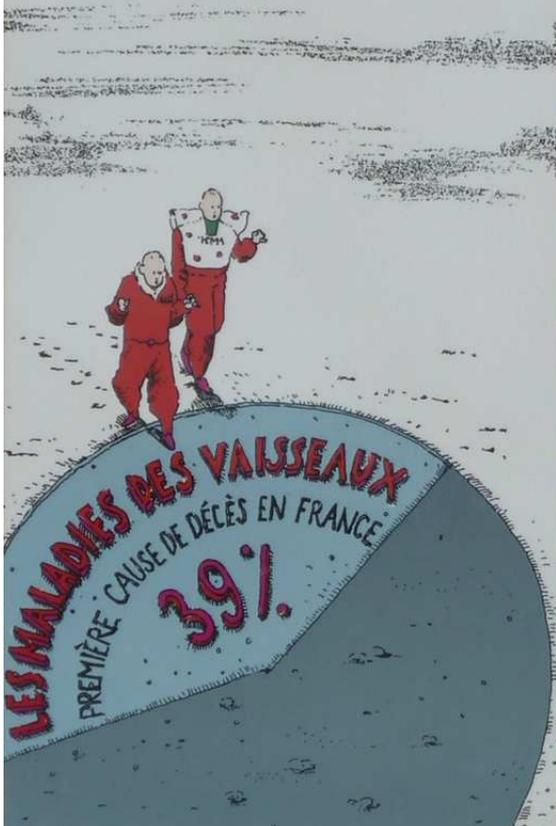
Globules rouges, globules blancs, plaquettes vus au microscope optique
Photo: M. Depardieu (INSERM)



Globule rouge dans les fibres d'un caillot en formation vu au microscope optique interférentiel
Photo: CNRS



Coupe de moëlle osseuse vue en microscopie optique montrant des mégacaryocytes au milieu des cellules souches sanguines
Photo: M. Depardieu (INSERM)



DANGER : HAUTE TENSION

LES DEUX CHIFFRES

Lorsqu'il mesure votre tension artérielle, le médecin annonce deux chiffres. Le premier, le plus élevé, correspond à la pression artérielle quand le cœur vient de se contracter. Le second indique la pression minimum quand le muscle du cœur s'est relâché. La tension est mesurée en cm comme dans un baromètre. La hauteur de la colonne de mercure correspondante, est de 13 cm et 8 cm en moyenne chez l'adulte. Elle varie en fonction de l'âge et de l'activité du corps.

RÉGULATION

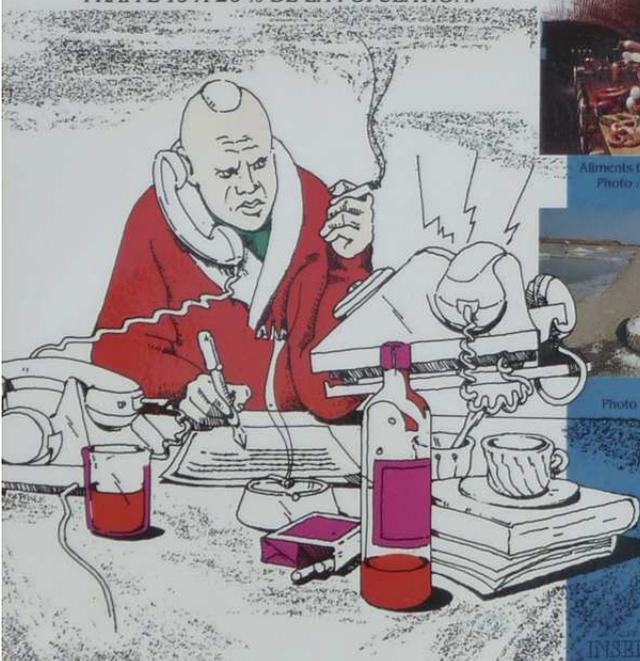
La pression artérielle est contrôlée par différentes substances élaborées par plusieurs organes. Celles-ci sont capables d'agir sur le volume d'eau circulant notamment par l'intermédiaire des reins et sur le diamètre des vaisseaux par l'intermédiaire des fibres musculaires de leur paroi. Les parois des artères comportent des cellules sensibles à la pression. En cas de chutes ou d'élévations brutales, des mécanismes nerveux et hormonaux permettent le retour à une pression normale.

A chaque battement, le cœur envoie du sang sous pression dans les artères. Cette pression tend la paroi des vaisseaux. Si elle devient trop faible, le cerveau grand consommateur d'oxygène et de sucre souffre du manque d'apport sanguin. Si elle devient trop forte, les vaisseaux ne peuvent résister. Ils risquent alors de se rompre.

Chez les hommes et les femmes génétiquement prédisposés :

- Rétention d'eau et alimentation trop riche en sel.
- Accélération du rythme cardiaque suivant des émotions agressives et chroniques.
- Durcissement et rétrécissement des artères provoqués par le vieillissement ou une alimentation trop riche en graisse, sont les principaux mécanismes physiologiques d'hypertension chronique.

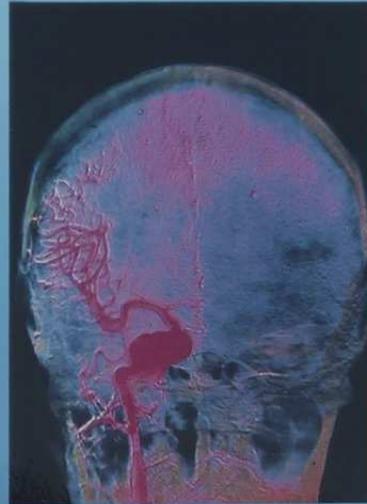
L'HYPERTENSION CHRONIQUE FRAPPE 10 A 20% DE LA POPULATION.



Aliments trop riches en graisses...
Photo : Palais de la Découverte



Trop riches en sels...
Photo : M. Depardieu (INSERM)



Anevrisme cérébral.
Photo : CNRS



Prise de la tension.
Photo : CNRS

Ce qui favorise l'hypertension...



Chromosomes humains.
Photo : Palais de la Découverte

QUI VOIT SES VEINES—ET SES ARTÈRES— VOIT SES PEINES

Les techniques de diagnostic par imagerie ont beaucoup évolué, surtout grâce à l'informatique. Les examens sont aujourd'hui plus précis, plus rapides... et plus confortables pour le patient.

ANGIOGRAPHIE NUMÉRISÉE

L'ordinateur renforce les contrastes de l'image radiologique et fait apparaître plus nettement le contour des vaisseaux. Ce procédé permet de réduire fortement les doses de produit opaque aux rayons X, injecté au patient.

SCINTIGRAPHIE

Après injection d'une faible dose de substance radioactive dans le sang, on enregistre le rayonnement à la surface du corps. L'image qui se forme permet de mesurer le volume des cavités ou encore le débit sanguin dans un organe (ici les poumons).

ECHOGRAPHIE

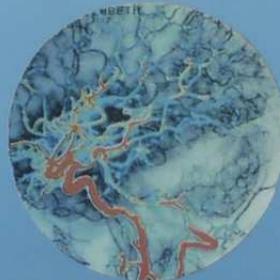
On peut visualiser les cavités vasculaires et y mesurer la vitesse du flux sanguin.

SCANOGRAPHIE

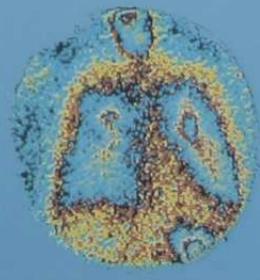
Les images radiologiques de haute précision sont obtenues après traitement informatique. Elles représentent des coupes et sont très utiles pour déceler des hémorragies internes peu visibles par d'autres techniques, par exemple dans le cerveau.



Phlébographie de la main.
Photo : Palais de la découverte.



Rétrécissement (sténose) de l'artère
cérébrale vu par angiographie numérisée.
Photo : A. Pol (CNRS)



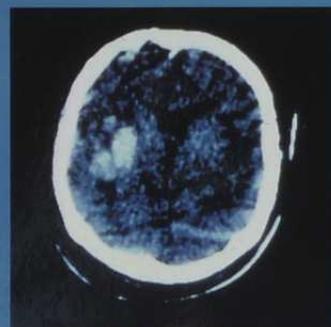
Scintigraphie du poumon.
Photo : CNRS.



Echographie montrant les carotides
internes et externes.
Photo : Dr. P.-J. Touboul (CEREN).



Une plaque athéromateuse
en gros plan.
Photo : Dr. P.-J. Touboul (CEREN).



Hémorragie cérébrale
vue au Scanner.
Photo : Pr. J. Borjes (CNRS).

DES MAINS "QUI N'ONT PAS DIT LEUR DERNIER MOT"

Quelle serait l'utilité des techniques les plus avancées sans l'habileté et le "savoir-faire" des chirurgiens...

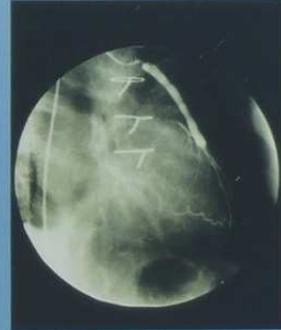
- pour enlever une plaque d'athérosclérose ou un caillot dans une artère (athérombose),
- pour rétablir la circulation dans une artère bouchée du cœur par un pont avec un autre vaisseau (pontage coronarien),
- pour dilater un rétrécissement artériel (sténose),
- pour recoudre un vaisseau sectionné.



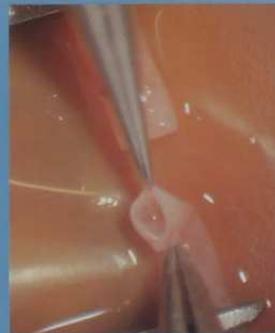
Chirurgiens en opération de microchirurgie.
Photo : M. Depardieu (INSERM)



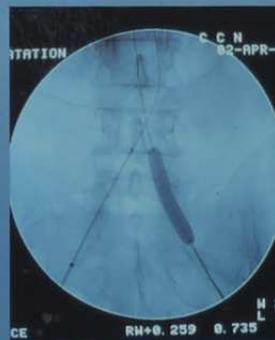
Athérombose de l'artère iliaque primitive
Photo : A. Pol (CNRL)



Radiographie montrant un pontage coronarien.
Photo : CNRL



Microchirurgie sur un vaisseau.
Photos : M. Depardieu (INSERM)



Radiographie montrant la dilatation d'une sténose par ballonnet dans l'artère iliaque primitive.
Photo : CNRL



L'UNION DU VIF ET DE L'ARTIFICIEL

LE CŒUR ARTIFICIEL qui pourrait remplacer facilement et durablement un cœur humain n'existe pas encore. Il devrait être :

- léger,
- très fiable,
- alimenté facilement en énergie par une source non encombrante,
- adaptable aux besoins variables de l'organisme.

En France, les cœurs artificiels ne sont implantés que pour de courtes durées. Le plus rapidement possible, un cœur humain est greffé sur le malade.

VALVES ARTIFICIELLES

Les valves du cœur sont indispensables au maintien d'une pression et d'une direction de circulation sanguines normales (voir affiche n° 7)

Différentes maladies peuvent les endommager, mais aujourd'hui les greffes de valves artificielles sont courantes.

ET CIRCUITS CŒUR-POUMONS ARTIFICIELS

Pompes à galets et circuits artificiels, dérivant le sang à l'extérieur du corps sur des oxygénateurs, permettent d'opérer sur le cœur sans arrêter la circulation!



Cœur artificiel Jarvik.
Photo : A.-P.



Cœur artificiel Carpentier.
Photo : Palais de la Découverte



Valvule tricuspide malade.
Photo : Palais de la Découverte



Valvule à bille de Starr.
Photo : CNRS



Valvule tricuspide artificielle.
Photo : Palais de la Découverte



Mise en place d'une valvule de Starr.
Photo : Palais de la découverte



Pompe d'un circuit cœur-poumon.
Photo : Palais de la Découverte

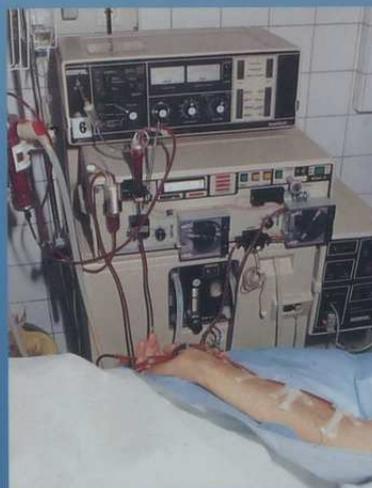
MER INTÉRIEURE EN PÉRIL: UNE MACHINE POUR SON SAUVETAGE

Les maladies détruisant les reins étaient mortelles. Elles ne le sont plus aujourd'hui grâce au rein artificiel.

Comme le rein normal, le rein artificiel doit rendre aux liquides qui imprègnent et baignent les cellules de l'organisme leur composition normale.

Le sang du malade, prélevé par exemple au pli du coude, est dirigé par une pompe vers un dispositif de "dialyse". Celui-ci comporte, dans une cartouche, une membrane perméable qui laisse diffuser, hors du sang, toutes les substances à éliminer vers une solution salée (le liquide de dialyse).

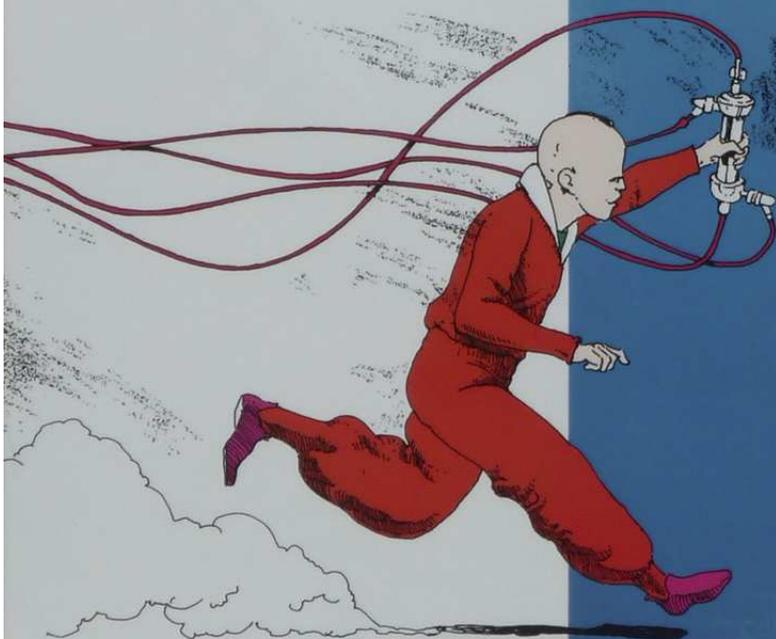
Plus de 200 000 hommes, femmes et enfants vivent en ce moment dans le monde grâce à 3 séances de dialyse par semaine. Celles-ci peuvent même être effectuées à domicile.



Malade avec appareillage de dialyse.
15 000 personnes en France sont hémodialysées.
4 500 sont traitées à domicile.
Photos : M. Depardieu (INSERM)



Cartouche de dialyse
Photo : M. Depardieu (INSERM)



LA RECHERCHE A LE SANG VIF ET LE CŒUR A L'OUVRAGE

Nouveaux traitements.
Nouveaux médicaments.
Nouveaux vaccins.
Greffes.
Vaisseaux et organes artificiels.
Diagnostics plus sûrs...

LA MÉDECINE ET LA CHIRURGIE PROGRESSED.

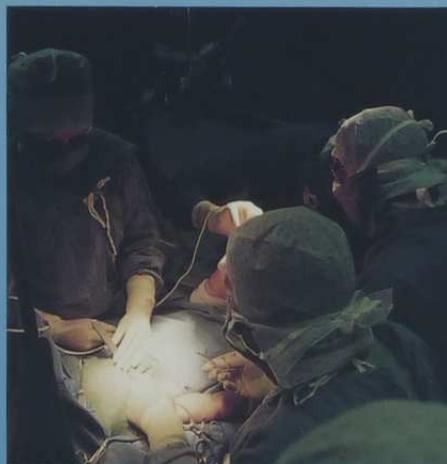
Malgré ces avancées importantes, les maladies cardio-vasculaires restent les premières causes de mortalité en France. Si, régulièrement, chacun surveillait son régime alimentaire et pratiquait une activité physique, ces maladies seraient moins fréquentes.

Quant à ceux qui abusent de l'alcool et du tabac ou d'une alimentation trop grasse... ils savent ce qu'il leur reste à faire!

En 30 ans les découvertes de la recherche biomédicale ont fait régresser de plusieurs % la mortalité causée par les maladies sanguines et vasculaires.

La diversité, la précision, l'efficacité, le confort, la rapidité des examens et des traitements se sont améliorés de manière considérable.

La recherche doit poursuivre et accroître encore ses efforts pour réduire la mortalité, augmenter le nombre de guérisons et vaincre les maladies des vaisseaux et du sang.



Intervention chirurgicale.
Photo : M. Depardieu (INSERM).



Examen cardio-échographique avec module doppler contenu et pulsé.
Photo : F. Pagnon-Kontron.



Examen de culture de lymphocytes dans un laboratoire d'étude du SIDA.
Photo : Institut Pasteur.



Extraction d'ADN porteur des gènes des groupes tissulaires et sanguins.
Photo : Ph. Plailly (IRM).



Examen immunologique groupes tissulaires du sang.
Photo : Ph. Plailly (IRM).