

# Le sang

## Cahier de travail



## **Impressum**

Editeur: Transfusion CRS Suisse, Berne  
Elaboration pédagogique: kiknet.ch / kik AG, 5430 Wettingen  
Conception / graphisme: kikcom AG, 5415 Rieden

Source photos: GlaxoSmithKline, fotolia.de, Fotosearch, Daniela Jakab (màd), Michael Stahl

Impression: Ast & Fischer

Copyright 2014 Transfusion CRS Suisse

Toutes les désignations de personnes ou de fonctions dans la présente brochure englobent les hommes et les femmes.

Pour de plus amples informations sur les thèmes «sang» et «cellules souches du sang» consulter: [www.transfusion.ch](http://www.transfusion.ch), [www.le-sang.ch](http://www.le-sang.ch)

# Sommaire

## LE MYTHE DU SANG

## LE SANG – UN CAHIER DE TRAVAIL

## LE SANG – QUE SAIS-TU?

### 1. LA COMPOSITION DU SANG

Cellules sanguines	7
Plasma sanguin	7
1.1 Globules rouges	8
Aspect et propriétés des érythrocytes	8
Hémoglobine	8
1.2 Globules blancs	9
1.3 Plaquettes sanguines	10
Thrombose	10
Artériosclérose	10
1.4 Plasma sanguin	11
Albumine, immunoglobulines, système du complément et lipoprotéines	11
Brûlures	11

### 2. LES FONCTIONS DU SANG

2.1 Transport de substances	12
Respiration cellulaire	13
Réaction chimique de la respiration cellulaire	13
2.2 Notre système de défense	14
Vaccins	16
2.3 Cicatrisation des blessures	17
Formation d'un caillot	17
Cascade de la coagulation et hémophilie	18

### 3. LES GROUPES SANGUINS

3.1 Le système ABO	19
Caractéristiques des groupes sanguins	19
Qui convient à qui?	20
Hérédité	21
3.2 Facteur Rhésus	22
Grossesse	22

### 4. LE DON DE SANG

Pourquoi donner son sang?	23
Déroulement du don de sang	23
Complications à l'accouchement	24
Conservation et analyse du sang	25
Types de don	25
Composants sanguins	26
Principaux composants	26
Fractionnement du plasma	26

### 5. CELLULES SOUCHES DU SANG: COMMENT LE SANG NAÎT-IL EFFECTIVEMENT?

5.1 Formation du sang	27
5.2 Dysfonctionnement des cellules sanguines	27
5.3 Type tissulaire compatible	27
Deux types de don possibles	28
L'exemple de Roberto	28

### 6. TRANSFUSION CRS SUISSE

Secteur des produits sanguins	29
Secteur des cellules souches du sang	29
Sans les donneuses et donneurs rien ne va	29

## GLOSSAIRE

## PLUS D'INFORMATIONS SUR LE THÈME DU SANG

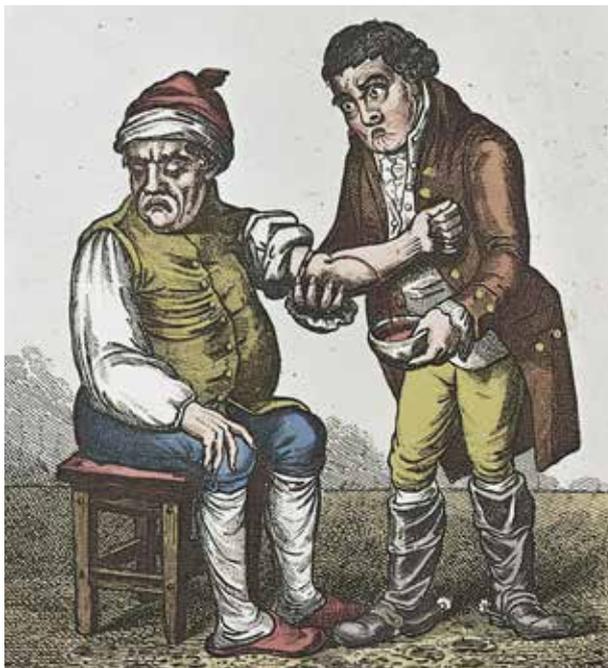
### Documents complémentaires

En complément au cahier de travail, il existe des aides à l'enseignement et des outils didactiques. Ceux-ci peuvent être téléchargés gratuitement depuis la plateforme [www.le-sang.ch](http://www.le-sang.ch).

# Le mythe du sang

L'homme est fasciné par le sang depuis la nuit des temps. L'homme préhistorique savait déjà qu'un animal est condamné à mourir très vite s'il a perdu trop de sang. Le sang était donc le symbole de vie. Dans certaines cultures, on buvait le sang des animaux dans l'espoir d'acquérir leurs vertus: la force et le courage du lion par exemple. On allait même jusqu'à sacrifier des êtres humains pour s'assurer la faveur des dieux par cette «offrande de sang».

Les premières tentatives de traitement par le sang remontent à l'Antiquité, où le sang était considéré comme un remède et une source de jouvence. Les Romains aisés buvaient le sang des gladiateurs tués. Au début du 13<sup>e</sup> siècle, le médecin du pape Innocent III lui fit boire le sang de trois garçons de dix ans, mais en vain: le pape mourut et les garçons aussi.



De nombreuses découvertes successives, comme celle de la circulation du sang en 1628, ont été nécessaires avant que l'on puisse pratiquer la transfusion sanguine avec succès. Après avoir, dans un premier temps, transfusé du sang d'un chien à un autre chien, l'Anglais Richard Lower transfusa le sang d'un animal à un être humain. En général, pourtant, la plupart des transfusions échouaient, provoquant des maladies chez les personnes transfusées, ou même leur décès, ce qui s'explique avant tout par le fait que les systèmes des différentes caractéristiques des groupes sanguins étaient inconnus. Ce n'est qu'en 1901 que l'Autrichien Karl Landsteiner a fait cette découverte, pour laquelle il recevra le prix Nobel de médecine en 1930. En sa mémoire, quatre organisations internationales ont institué en 2004 la Journée mondiale du donneur de sang. Depuis lors, le 14 juin, date de l'anniversaire de Karl Landsteiner, différentes organisations, dont Transfusion CRS Suisse, attirent l'attention du public sur l'importance du don de sang et sur l'engagement des donneuses et donneurs de sang.

Aujourd'hui, les connaissances sur le sang ont beaucoup progressé et permettent de guérir des patients. Le «suc vital» est donc essentiel en médecine, avant tout parce qu'il n'est toujours pas possible à ce jour de fabriquer du sang artificiel. Il est donc d'autant plus important qu'il y ait toujours du sang disponible lorsqu'on en a besoin de toute urgence. Telle est la mission principale de Transfusion CRS Suisse. Cette organisation s'engage pour que la population comprenne qu'un don de sang peut sauver des vies!

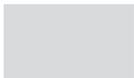
**Quatre personnes sur cinq auront besoin de sang ou d'un médicament à base de sang au moins une fois dans leur vie.**

Le présent cahier de travail t'aide à en apprendre davantage sur le thème du sang:

- Tu décris les différentes fonctions du sang et comprends que le sang est responsable de beaucoup de processus dans ton propre corps.
- Tu expliques la composition du sang. Tu distingues les différents composants du sang selon leur fonction.
- Tu es en mesure d'expliquer le système des groupes sanguins.
- Tu décris correctement le parcours du sang depuis le donneur jusqu'au receveur.
- Tu expliques la notion de «transplantation de cellules souches du sang» et démontres en quoi ce traitement est vital pour beaucoup de patients.

# Le sang – un cahier de travail

Tu tiens entre les mains un cahier de travail qui t'aide à mieux connaître ton suc vital – ton sang. Le cahier de travail est structuré de telle manière que tu acquiers plus ou moins d'informations en fonction de ton niveau scolaire. Trois niveaux ont été prévus:

-  **Niveau «blanc»:** ces informations sont importantes pour tous les écoliers et te fournissent les connaissances de base nécessaires.
-  **Niveau «gris clair»:** ces données te permettent d'approfondir le thème. Une fois que tu as facilement acquis le niveau blanc, tu peux étudier ici d'autres sujets stimulants.
-  **Niveau «gris foncé»:** maintenant ça se complique! Ces textes vont assez loin et te présentent des particularités très spéciales du sang. Ce serait génial que tu abordes cette matière!

Doutes-tu d'avoir tout compris? **Les bulles (rouges / grises)** contiennent des questions ou des remarques se rapportant au texte à côté. Elles peuvent être traitées à titre individuel, en groupe ou comme devoir.

**Quel pourcentage du poids corporel le sang représente-t-il?**

a) 12%  
b) 5%  
c) 8%

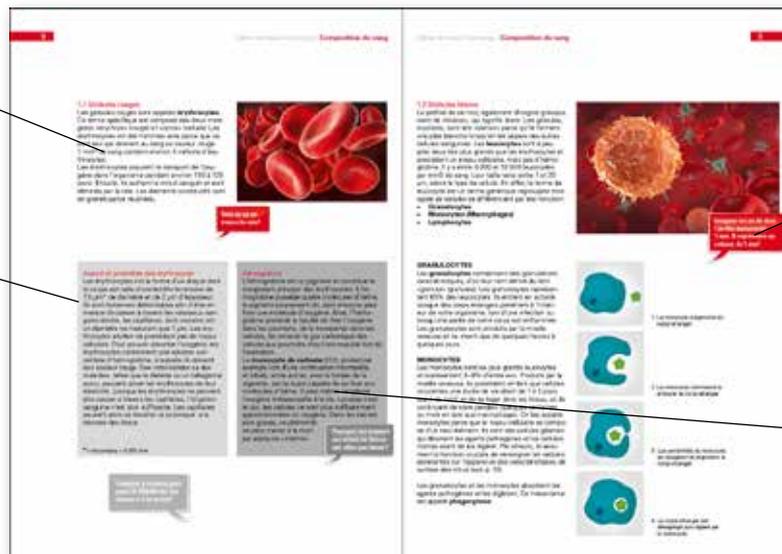
**Combien d'érythrocytes peux-tu aligner sur une distance d'un mètre?**

Information niveau 1 «blanc»

Information niveau 2 «gris clair»

Questions encadrées

Information niveau 3 «gris foncé»



Souhaites-tu d'autres informations sur le thème du sang? Sur notre site Internet [www.le-sang.ch](http://www.le-sang.ch), tu trouveras, outre différentes fiches de travail, des films et des photos ainsi que beaucoup d'autres données. Bonne lecture!

# Le sang – que sais-tu?

Remarquable: il coule dans notre organisme entre 70 et 80 ml de sang par kilo de poids corporel. Nous ne savons pas grand-chose sur le suc vital qui circule dans nos veines. Tu en apprendras beaucoup avec le cahier de travail. Peut-être as-tu déjà quelques connaissances?

Essaie de répondre aux questions suivantes. Si tu n'es pas sûr de tes réponses, vérifie-les après avoir étudié le cahier de travail – les questions ne devraient alors plus poser problème!

**Où se forment les cellules sanguines?**

- a) Dans le sang
- b) Dans le cerveau
- c) Dans la moelle osseuse

**Quel pourcentage du poids corporel le sang représente-t-il?**

- a) 12%
- b) 5%
- c) 8%

**A l'aide de quelles lettres et quels chiffres les groupes sanguins sont-ils désignés?**

- a) ABO
- b) A12
- c) EKG10

**Pour pouvoir donner son sang, il faut...**

- a) ... au minimum être âgé de 20 ans et peser 60 kg
- b) ... au minimum être âgé de 18 ans et peser 50 kg
- c) ... être âgé de 16 ans au min. et peser 110 kg au max.

**Lequel des termes suivants désigne un composant du sang?**

- a) Lymphocytes
- b) Xenoythes
- c) Pharmocytes

**Comment appelle-t-on le pigment rouge du sang?**

- a) Hémoglobine
- b) Rossobilone
- c) Facteur RL (Red Liquid)

**Combien de millilitres de sang sont prélevés sur un donneur lors d'un don?**

- a) 120 ml
- b) 650 ml
- c) 450 ml

**Lorsqu'il se forme une croûte sur une plaie, on dit que:**

- a) le sang «s'agglutine»
- b) le sang «coagule»
- c) le sang «forme des fibres»

**Quels globules sanguins assurent en premier lieu la défense de l'organisme?**

- a) Globules blancs
- b) Plaquettes sanguines
- c) Globules rouges

**Le sang est un «organe de transport»! Quel est l'élément le plus important qui est transporté par le sang?**

- a) L'oxygène
- b) Les vitamines
- c) Les déchets

**Quel est le principal composant du sang?**

- a) L'eau
- b) Le pigment rouge
- c) L'urine

**Combien de globules rouges sont produits par minute dans le corps?**

- a) env. 180 000
- b) env. 1.8 mio
- c) env. 180 mio

Tu n'es pas certain d'avoir répondu correctement à toutes les questions? Vérifie tes réponses après avoir étudié tout le cahier de travail!

# 1. La composition du sang

## Objectifs d'apprentissage

- Tu énumères correctement les différents composants sanguins et peux expliquer quelles fonctions remplissent ces composants dans l'organisme.
- Tu expliques l'origine de deux maladies directement liées au sang ou aux vaisseaux sanguins.

Le sang n'est pas seulement un liquide, mais est constitué de plusieurs composants. Si on laisse du sang frais reposer un certain temps dans une éprouvette, ses différents composants vont commencer à se séparer les uns des autres:

### Cellules sanguines

- Globules rouges
- Globules blancs
- Plaquettes sanguines

### Plasma sanguin

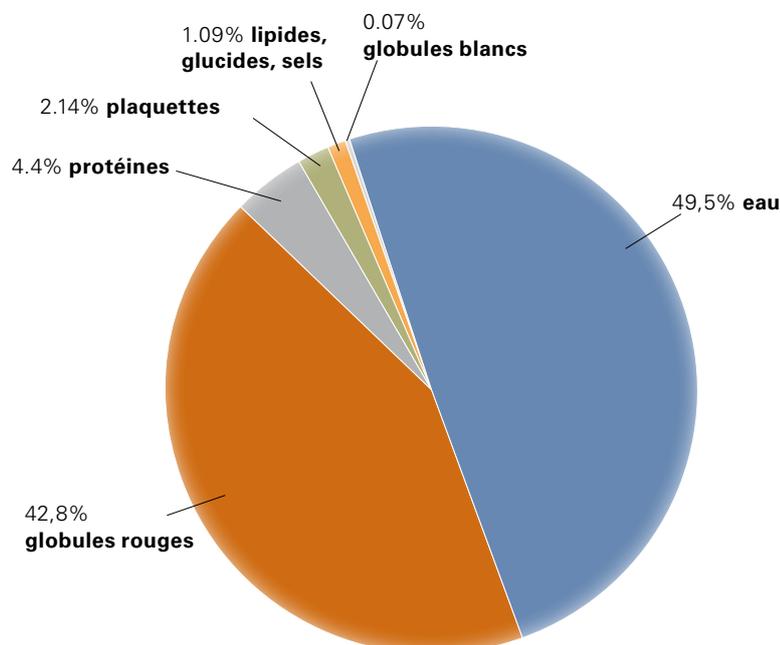
Au fond du récipient, les cellules du sang forment une masse rouge et opaque. Au-dessus se décan-te un liquide jaunâtre et légèrement trouble, le plasma. Entre les deux se trouve une fine couche constituée de globules blancs et de plaquettes sanguines.

Le sang humain se compose comme suit:

Les cellules du sang ne se développent pas dans le sang lui-même mais dans la moelle osseuse: chez l'adulte dans les os plats (sternum et crête iliaque), chez les enfants également dans les os longs (ex.: tibia). Environ 180 millions de globules rouges sont produits chaque minute. Une fois adultes, les cellules parviennent dans le sang pour y accomplir leurs tâches.

**Comment notre sang est-il mis en mouvement dans notre corps?**

**Calcule le nombre de globules rouges produits en une journée.**



### 1.1 Globules rouges

Les globules rouges sont appelés **érythrocytes**. Ce terme spécifique est composé des deux mots grecs «erythros» (rouge) et «cytos» (cellule). Les érythrocytes ont été nommés ainsi parce que ce sont eux qui donnent au sang sa couleur rouge. 1 mm<sup>3</sup> de sang contient environ 5 millions d'érythrocytes.

Les érythrocytes assurent le transport de l'oxygène dans l'organisme pendant environ 100 à 120 jours. Ensuite, ils quittent le circuit sanguin et sont éliminés par la rate. Les éléments constitutifs sont en grande partie réutilisés.



Sais-tu où se trouve la rate?

#### Aspect et propriétés des érythrocytes

Les érythrocytes ont la forme d'un disque dont la coupe est celle d'une lentille biconcave de 7,5 µm\* de diamètre et de 2 µm d'épaisseur. Ils sont fortement déformables afin d'être en mesure de passer à travers les vaisseaux sanguins étroits, les capillaires, dont certains ont un diamètre ne mesurant que 1 µm. Les érythrocytes adultes ne possèdent pas de noyau cellulaire. Pour pouvoir absorber l'oxygène, les érythrocytes contiennent une solution concentrée d'hémoglobine, à laquelle ils doivent leur couleur rouge. Des intoxications ou des maladies, telles que le diabète ou un tabagisme accru, peuvent priver les érythrocytes de leur élasticité. Lorsque les érythrocytes ne peuvent plus passer à travers les capillaires, l'irrigation sanguine n'est plus suffisante. Les capillaires peuvent alors se boucher et provoquer une nécrose des tissus.

\*1 micromètre = 0.001 mm

#### Hémoglobine

L'hémoglobine est un pigment et constitue le composant principal des érythrocytes. L'hémoglobine possède quatre molécules d'hème, le pigment proprement dit, dont chacune peut fixer une molécule d'oxygène. Ainsi, l'hémoglobine possède la faculté de fixer l'oxygène dans les poumons, de le transporter dans les cellules, de ramener le gaz carbonique des cellules aux poumons d'où il est expulsé lors de l'expiration.

Le **monoxyde de carbone** (CO), produit par exemple lors d'une combustion incomplète et inhalé, entre autres, avec la fumée de la cigarette, est lui aussi capable de se fixer aux molécules d'hème. Il peut même remplacer l'oxygène indispensable à la vie. Lorsque c'est le cas, les cellules ne sont plus suffisamment approvisionnées en oxygène. Dans les cas les plus graves, ce phénomène peut mener à la mort par asphyxie «interne».

Pourquoi les femmes enceintes ne devraient-elles pas fumer?

Combien d'érythrocytes peux-tu aligner sur une distance d'un mètre?

## 1.2 Globules blancs

Le préfixe de ce mot, également d'origine grecque, vient de «leukos», qui signifie blanc. Les globules, incolores, sont dits «blancs» parce qu'ils forment une pâte blanche lorsqu'on les sépare des autres cellules sanguines. Les **leucocytes** sont à peu près deux fois plus grands que les érythrocytes et possèdent un noyau cellulaire, mais pas d'hémoglobine. Il y a entre 4 000 et 10 000 leucocytes par mm<sup>3</sup> de sang. Leur taille varie entre 7 et 20 μm, selon le type de cellule. En effet, le terme de leucocyte est un terme générique regroupant trois types de cellules se différenciant par leur fonction:

- **Granulocytes**
- **Monocytes (Macrophages)**
- **Lymphocytes**



Imagine-toi un dé dont l'arrête mesurerait 1 mm. Il représente un volume de 1 mm<sup>3</sup>.

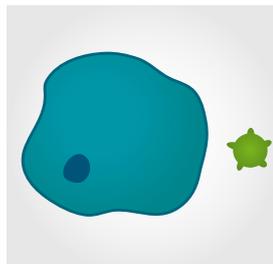
### GRANULOCYTES

Les **granulocytes** contiennent des granulations caractéristiques, d'où leur nom dérivé du latin «granula» (granules). Les granulocytes représentent 65% des leucocytes. Ils entrent en activité lorsque des corps étrangers pénètrent à l'intérieur de notre organisme, lors d'une infection ou lorsqu'une partie de notre corps est enflammée. Les granulocytes sont produits par la moelle osseuse et ne vivent que de quelques heures à quelques jours.

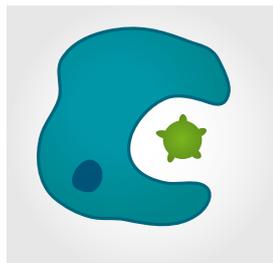
### MONOCYTES

Les monocytes sont les plus grands leucocytes et représentent 3–8% d'entre eux. Produits par la moelle osseuse, ils possèdent en tant que cellules circulantes une durée de vie allant de 1 à 3 jours avant de mûrir et de se loger dans les tissus, où ils continuent de vivre pendant quelques semaines ou mois en tant que macrophages. On les appelle monocytes parce que le noyau cellulaire se compose d'un seul élément. Ils sont des cellules géantes qui dévorent les agents pathogènes et les cellules mortes avant de les digérer. Par ailleurs, ils assument la fonction cruciale de renseigner les cellules assistantes sur l'apparence des caractéristiques de surface des intrus (voir p. 10).

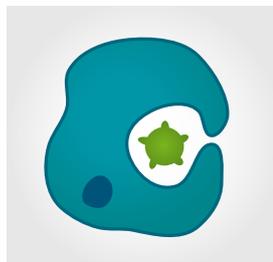
Les granulocytes et les monocytes absorbent les agents pathogènes et les digèrent. Ce mécanisme est appelé **phagocytose**.



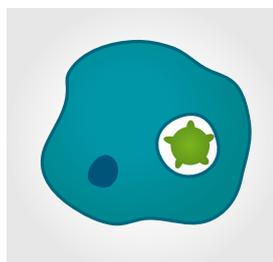
1. Le monocyte s'approche du corps étranger.



2. Le monocyte commence à entourer le corps étranger.



3. Les extrémités du monocyte se rejoignent et englobent le corps étranger.



4. Le corps étranger est désagrégé puis digéré par le monocyte.

## LYMPHOCYTES

Les **lymphocytes** représentent un quart des leucocytes et ne sont que de passage dans le sang. Ils sont produits par la moelle osseuse et également par les ganglions lymphatiques et dans la rate. Ils circulent constamment dans le corps, soit pour se rendre vers un foyer d'inflammation comme les autres leucocytes, soit pour gagner leur dépôt, les ganglions lymphatiques, répartis dans tout le corps. Retranchés dans ces ganglions lymphatiques, les lymphocytes organisent la **défense spécifique**. Ils jouent un rôle central dans le système immunitaire en y remplissant trois tâches essentielles: en tant que **cellules tueuses**, ils éliminent les cellules hôtes dans lesquelles les agents pathogènes ont réussi à pénétrer. En tant que **plasmocytes**, ils produisent des anticorps contre les antigènes (un plasmocyte peut produire jusqu'à 2000 anticorps en une heure). Enfin, ils forment des **cellules mémoire**, capables de vivre des dizaines d'années.

Recherche sur Internet la manière dont une amibe se déplace. Réalise un feuilleteur (ciné-pouce)!

Alors que les érythrocytes demeurent en suspension passive dans le sang, les leucocytes peuvent se déplacer de façon indépendante, à la manière des **amibes**. Cette capacité leur permet de nager à contre-courant, de passer au travers des parois des vaisseaux et de parvenir ainsi aux endroits du corps où ils sont nécessaires.

### 1.3 Plaquettes sanguines

Tout comme les érythrocytes, les **thrombocytes** ont la forme de lentilles, ne possèdent pas de noyau et sont fabriqués par les cellules de la moelle osseuse. D'une taille de 1 à 3  $\mu\text{m}$ , ils sont les plus petites cellules sanguines. Dans 1  $\text{mm}^3$  de sang, il y a entre 150 000 et 400 000 thrombocytes, qui ne vivent qu'entre 8 et 10 jours.

Les plaquettes font en sorte que le sang reste à l'intérieur des vaisseaux sanguins. Les moindres blessures vasculaires, même les fissures dans la paroi des vaisseaux, sont immédiatement colmatées par les thrombocytes. Lors de ce processus d'arrêt du saignement, les thrombocytes perdent leur forme lenticulaire et deviennent sphériques, avec une surface hérissée de pointes. Un amas de thrombocytes (mêlé avec des protéines de la coagulation) s'appelle thrombus. Ces amas de sang

coagulé ne doivent pas devenir trop volumineux, sinon ils bouchent les vaisseaux sanguins.

Quels sont les symptômes d'un infarctus du myocarde ou d'une attaque cérébrale? Sais-tu comment réagir?

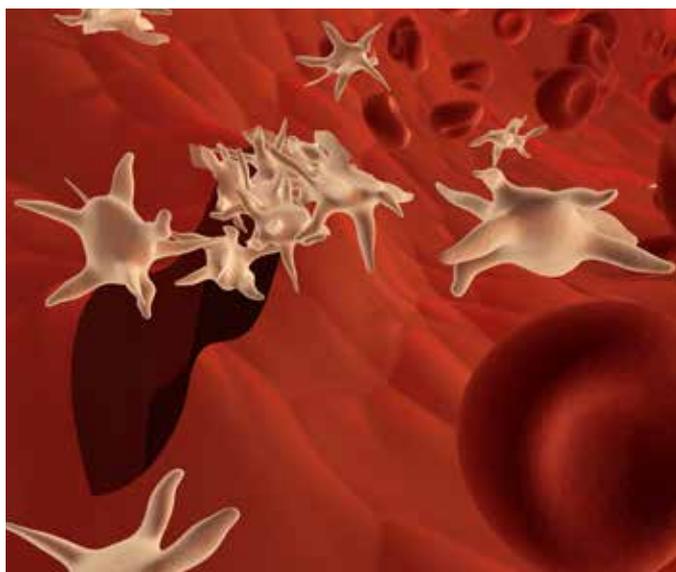
## Thrombose

Une thrombose est l'obturation d'un **vaisseau sanguin** par un thrombus. Plusieurs causes peuvent être à l'origine de la formation d'un thrombus: le ralentissement de la vitesse de la circulation sanguine du fait d'une augmentation de la viscosité du sang, une lésion de la paroi d'un vaisseau ou une modification de la composition du sang, provoquant une augmentation du risque de coagulation. Ainsi, les plaquettes restant accrochées là où la paroi est endommagée, elles s'accumulent et forment un thrombus.

Si le thrombus est emporté dans la circulation, il risque d'aller boucher les capillaires dans d'autres parties du corps et de provoquer une embolie: embolie pulmonaire, infarctus ou apoplexie (embolie cérébrale). L'obturation des vaisseaux sanguins empêchant l'approvisionnement en oxygène et en substances nutritives des cellules, celles-ci ne peuvent plus fonctionner normalement.

## Artériosclérose

L'artériosclérose est une modification pathologique de la paroi des vaisseaux sanguins provoquée par sa fibrose et sa calcification. Le tabac, le stress, l'excès de poids, l'hypertension, le cholestérol, le diabète, l'âge et le manque de mouvement sont autant de facteurs qui favorisent l'artériosclérose. Différentes substances se déposent au fil des années sur les parois des vaisseaux, empêchant de plus en plus le sang de circuler normalement. Les problèmes de circulation ne sont perceptibles que lorsque l'artériosclérose a atteint un stade avancé. Les maladies provoquées par l'artériosclérose, entre autres l'infarctus et l'attaque d'apoplexie, comptent parmi les causes de décès les plus fréquentes.



### 1.4 Plasma sanguin

Sans plasma, les cellules sanguines solides ne pourraient pas être transportées à travers le corps. Le plasma, jaune et transparent, constitue la partie liquide du sang. En plus d'eau (90%) et de sels, le plasma contient des lipides, des hormones et des substances protéiques. Une de ces protéines, le fibrinogène, intervient dans la coagulation. Le liquide restant est appelé le sérum.

Tu as certainement déjà vu ton propre sérum. Quand apparaît-il?



#### Albumine, immunoglobulines, système du complément et lipoprotéines

##### ALBUMINE

L'albumine représente 60% des protéines du plasma, ce qui en fait quantitativement la première protéine du plasma. Outre le transport de substances nutritives, l'albumine remplit la fonction de «porteuse d'eau». Elle a en effet pour mission d'empêcher que le sang ne perde trop d'eau lorsqu'il circule à travers les vaisseaux étroits perméables à l'eau et qu'il s'épaississe. Lorsqu'une alimentation insuffisante conduit à un manque d'albumine, l'eau s'échappe du sang et va s'accumuler dans les tissus, provoquant ce qu'on appelle un œdème de dénutrition.

##### IMMUNOGLOBULINES ET SYSTÈME DU COMPLÉMENT

Les immunoglobulines se forment à partir des lymphocytes et sont les **anticorps** qui, avec les leucocytes, jouent un rôle décisif dans la défense spécifique de l'organisme contre les agents pathogènes. La défense est renforcée dans le plasma par le système du complément. A l'instar de la coagulation sanguine, il s'agit d'une réaction en chaîne qui attaque et détruit les corps étrangers non spécifiques.

##### LIPOPROTÉINES

Les lipoprotéines sont des protéines lipidiques qui transportent les graisses et le cholestérol absorbés avec la nourriture. Les perturbations du métabolisme lipoprotéique peuvent provoquer l'artériosclérose, un infarctus du myocarde ou l'apoplexie.

#### Brûlures

En cas de brûlures, le plasma se concentre sous la peau, provoquant la formation de cloques. Lorsque la peau éclate, le plasma s'écoule.

Il existe plusieurs degrés de brûlure – les connais-tu?

Des brûlures de grande étendue peuvent provoquer une **perte** rapide et importante **de plasma** et entraîner un manque de protéines plasmatiques. Suite à la diminution de la concentration d'albumine, l'eau quitte le sang et s'évapore. La **perte de liquide** doit alors être aussitôt compensée. Pour cela, on donne de l'eau au patient et on lui perfuse une solution d'albumine obtenue à partir du plasma extrait du sang prélevé.

## 2. Les fonctions du sang

### Objectifs d'apprentissage

- Tu expliques correctement les trois principales fonctions du sang.
- Tu es en mesure de montrer comment notre corps se défend contre les agents pathogènes.
- Tu décris sans problème le processus de la cicatrisation.

**Combien de litres de sang possèdes-tu environ? Calcule ton volume sanguin en fonction de ton poids!**

Le sang est considéré comme un «organe liquide» et constitue ainsi l'un des organes les plus grands et importants de notre corps. Un adulte possède entre 5 et 6 litres de sang, ce qui représente à peu près 8% de son poids corporel.

Le sang circule dans des vaisseaux formant le plus grand système de transport de notre corps. D'une longueur totale de près de 96 000 kilomètres, le réseau vasculaire relie entre elles toutes les cellules du corps et permet des échanges des éléments nécessaires au métabolisme et à la défense de l'organisme. En constante circulation, le sang approvisionne chaque cellule en énergie et en éléments nécessaires à son fonctionnement. La cornée de l'œil, les cheveux, l'émail des dents et les ongles sont les seules parties du corps à ne pas être irriguées par le sang. Le sang remplit des tâches essentielles:

- Transport de substances
- Défense contre les agents pathogènes
- Cicatrisation des blessures

Le sang, en outre, répartit la chaleur dans le corps humain. Qu'il fasse très froid ou torride dehors, la température à l'intérieur du corps humain devrait toujours se situer aux alentours de 37 degrés Celsius. La chaleur du corps est essentiellement produite par les cellules qui travaillent. Le sang transporte cette chaleur à travers le corps vers tous les organes.

La chaleur excessive est évacuée dans la peau par des vaisseaux sanguins dilatés, puis éliminée. La transpiration (évaporation d'eau) accélère ce processus.

**Quand parle-t-on d'hypothermie, de température légèrement élevée et de fièvre? A partir de quelle température la fièvre devient-elle très dangereuse et pourquoi?**

### 2.1 Transport de substances

Chaque cellule de notre corps a besoin d'énergie pour vivre. Elle se la procure par combustion de glucose et d'oxygène, lesquels se transforment en gaz carbonique et en eau. Ces substances sont transportées par le sang.

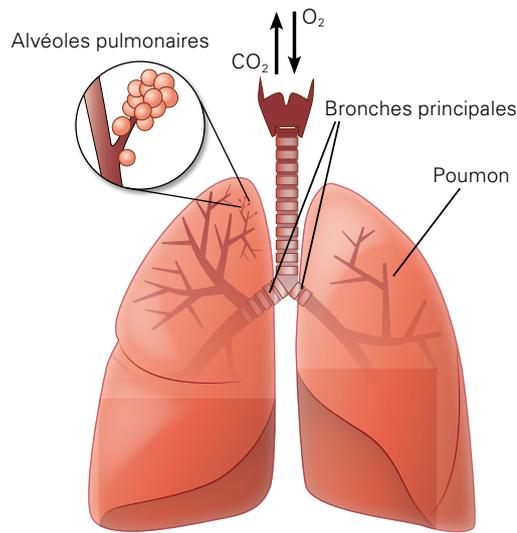
Les substances nutritives comme les sels minéraux et les vitamines passent dans le système circulatoire à travers la paroi intestinale. Transportées par le sang vers toutes les parties de notre corps, elles fournissent aux cellules l'énergie et les matériaux dont celles-ci ont besoin pour se former et se défendre.

Le sang ne contribue pas seulement à l'approvisionnement des cellules, mais élimine aussi les déchets dans les organes d'excré-

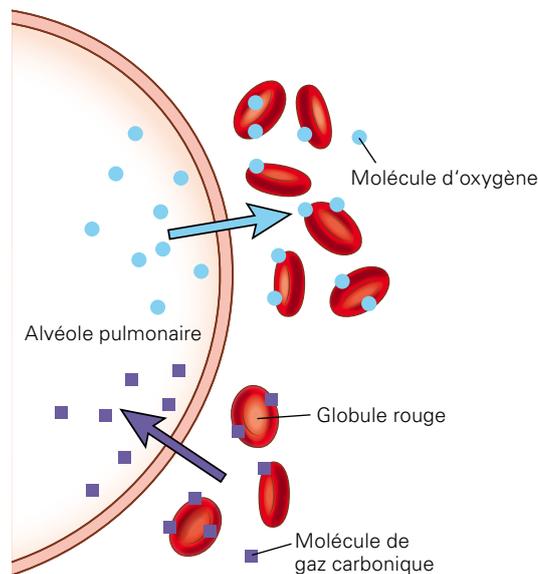
tion, avant tout dans les reins. Les substances toxiques produites par l'organisme ou ayant pénétré à l'intérieur de celui-ci sont transportées par le sang vers les organes chargés de les éliminer, le foie ou les reins.

**Les vitamines sont des substances qui protègent l'organisme. Quelles vitamines connais-tu et quelles sont leurs fonctions?**

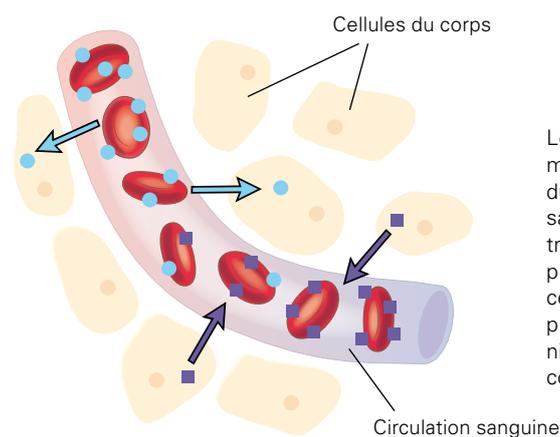
**Quelles substances toxiques connais-tu et comment arrivent-elles dans ton corps?**



Chaque inspiration amène de l'air dans les poumons, au nombre de deux, par une série de tuyaux de plus en plus ramifiés: les bronches, les bronchioles qui débouchent dans les alvéoles pulmonaires.



Les particules d'oxygène de l'air traversent les fines parois des alvéoles pour aller se fixer sur les globules rouges dans le sang.



Les globules rouges alimentent toutes les cellules du corps en oxygène. Le sang assure également le transport du gaz carbonique produit par la respiration cellulaire vers les alvéoles pulmonaires. Le gaz carbonique est ensuite rejeté du corps lors de l'expiration.

**Respiration cellulaire**

La **respiration cellulaire** désigne le processus de combustion du glucose (p.ex. morceaux de sucre) par laquelle la cellule produit de l'énergie. Le sang transporte les substances nécessaires à la respiration cellulaire vers les cellules et les substances rejetées par celles-ci vers les organes chargés de les éliminer. L'oxygène, le gaz nécessaire à la combustion, parvient dans nos poumons quand nous inspirons de l'air. Dans les poumons, l'oxygène traverse la paroi alvéolaire et se fixe sur les **globules rouges**, qui le transportent ensuite vers les cellules des tissus et des muscles. Dans les cellules, l'oxygène se combine au glucose qui, dilué dans le sang, a été transporté vers la cellule par le sang à partir de l'intestin ou d'autres organes de stockage du glucose. L'eau et le gaz carbonique résultant de la combustion sont repris par le sang, qui les achemine vers les organes chargés de leur élimination. Le gaz carbonique est éliminé par les poumons à chaque expiration d'air, tandis que l'eau est éliminée soit, en passant par les reins, sous forme d'urine, soit sous la forme de transpiration sécrétée par les glandes sudoripares.

Pourquoi mange-t-on des morceaux de sucre juste avant ou pendant un effort physique ou lorsque l'on se sent fatigué?

Les êtres humains et les animaux absorbent l'oxygène nécessaire à la respiration cellulaire et rejettent du gaz carbonique. Pour cela, il faut que de l'oxygène soit produit en quantité suffisante. D'où provient cet oxygène et comment est-il produit?

**Réaction chimique de la respiration cellulaire**

La respiration cellulaire est une réaction chimique qui peut être représentée par l'équation suivante:



Les éléments de gauche sont transportés par le sang vers la cellule, les éléments de droite sont évacués par le sang depuis la cellule. L'énergie produite par la respiration cellulaire est stockée dans le corps sous forme d'une substance chimique.

## 2.2 Notre système de défense

Dans notre environnement vivent de nombreux **agents pathogènes** tels que les virus, bactéries, agents parasitaires végétaux (champignons) et animaux (p.ex. agents de la malaria). Lorsque ces éléments étrangers pénètrent dans notre organisme, apparaît une **infection**. Pour se défendre contre ces envahisseurs menaçants, notre organisme a besoin d'un **système de défense**.

Des cellules du sang, les **globules blancs**, participent à ce système de défense. Ils forment la police de notre corps. Dès qu'ils ont dépisté un envahisseur, ils donnent l'alerte et déclenchent une **réaction de défense** de l'organisme.

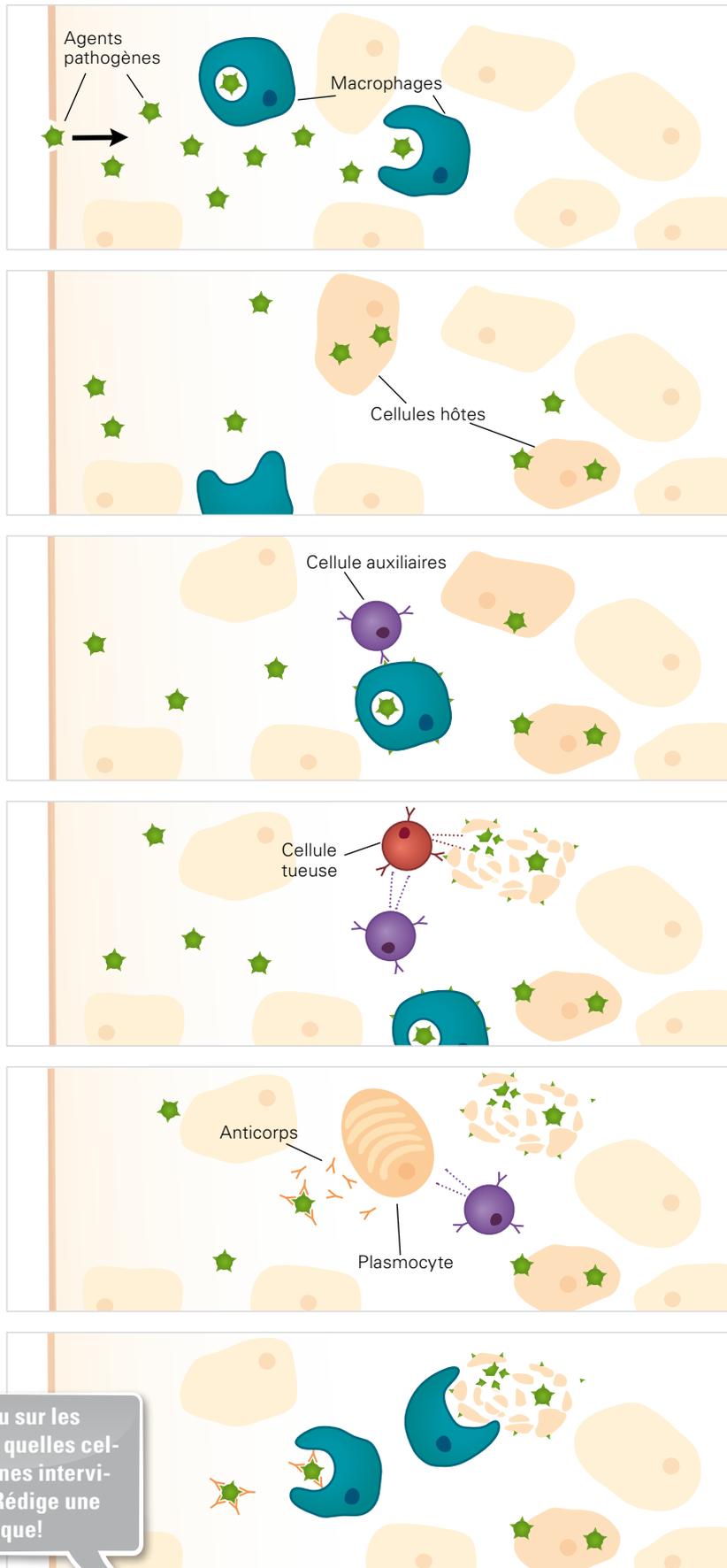
**Les granulocytes**, qui constituent un sous-groupe des globules blancs, première ligne de défense de l'organisme en cas d'agression, sont les plus nombreux. Ces cellules transitent quelques heures dans le sang, avant de traverser la paroi des vaisseaux. Elles prolifèrent rapidement en cas d'infection et combattent sur le lieu même de la blessure, en englobant les particules étrangères, en particulier les bactéries. Elles ont des **propriétés de phagocytose** (capture et digestion de particules vivantes ingérées). Elles libèrent également des protéines qui contribuent à l'apparition de fièvre et des enzymes responsables de lésions des vaisseaux et des tissus. Lorsque ce phénomène est intense, les granulocytes sont eux-mêmes lésés, se nécrosent et donnent lieu à la formation de **pus**.

Une fois leur mission accomplie, ils dégènèrent et sont éliminés par d'autres globules blancs, les **macrophages**: cellules dérivant des monocytes sanguins, ayant également la propriété de phagocytose. Il s'agit là de la **réaction standard de défense** de l'organisme.

Les **lymphocytes** (tels les plasmocytes, les cellules assistantes et les cellules tueuses), un autre type de globules blancs, contribuent à la défense de l'organisme et le défendent de façon très particulière contre les envahisseurs. Ils les reconnaissent à la structure de leur surface et réagissent en produisant des outils de défense spécifiques appelées **anticorps**. On parle alors de **réaction de défense spécifique**. Les anticorps et la structure de surface des agents pathogènes forment un ensemble comme une serrure et sa clé. Se fixant aux envahisseurs, les anticorps permettent leur destruction par les macrophages. Les anticorps sont les principaux piliers de l'immunité contre les maladies.



**Les anticorps sont les principaux piliers de l'immunité contre les maladies!**



### Réaction défensive spécifique – l'exemple de la grippe

Un agent pathogène pénètre dans le corps. Les **macrophages** réagissent aussitôt et englobent autant d'invasisseurs que possible. Ce mécanisme est appelé **phagocytose**.

Les agents pathogènes survivants s'introduisent dans des cellules du corps et s'y reproduisent. Les cellules envahies sont appelées **cellules hôtes**.

Lorsqu'ils sont entrés en contact avec les agents pathogènes, les macrophages envoient un message aux **cellules auxiliaires**, les informant sur la structure de la surface des intrus. Cela permet aux cellules auxiliaires de reconnaître le type d'intrus.

Les cellules auxiliaires activent alors d'une part des **cellules tueuses** qui détruiront les cellules hôtes.

D'autre part, elles activent les **plasmocytes**, qui produiront des substances de défense spécifiques nommées anticorps. Ces anticorps se combinent comme une clé et une serrure avec des caractéristiques de surface spécifiques des agents pathogènes. Ces caractéristiques sont nommées **antigènes**.

Les anticorps se lient alors aux antigènes. Le premier pas vers la destruction des antigènes est fait.

Les macrophages englobent toutes les cellules hôtes mortes de même que les intrus possédant des anticorps. Ainsi, tous les agents pathogènes présents dans le corps – soit directement dans le sang, soit dissimulés dans des cellules hôtes – sont identifiés, marqués et détruits.

Reconnais-tu sur les illustrations quelles cellules sanguines interviennent où? Rédige une légende logique!

Pour être en mesure de réagir rapidement, en cas de nouvelle attaque par les mêmes agents infectieux, les lymphocytes forment des **cellules mémoire**, qui conservent la «recette de fabrication» des anticorps spécifiques. Si les mêmes agents pathogènes s'attaquent à l'organisme après plusieurs années, celui-ci fabriquera très

rapidement, grâce à cette mémoire immunologique, les anticorps appropriés qui détruiront les envahisseurs avant qu'ils ne puissent proliférer. On dit alors que le corps est **immunisé** contre cette maladie, ce qui explique que le sujet ne tombe pas malade, ou seulement très légèrement.

### Vaccins

Dans certains cas, il est nécessaire de renforcer artificiellement la réaction de défense du corps pour lui permettre de résister à l'attaque d'envahisseurs puissants. On utilise pour cela deux types **d'immunisation**.

#### IMMUNISATION ACTIVE

L'immunisation active repose sur le principe de la **réaction de défense spécifique** et consiste à injecter volontairement dans le corps des petites quantités d'agents pathogènes. Ceux-ci n'entraînent pas de maladie, mais déclenchent la réaction en chaîne au cours de laquelle le système de défense apprend à dépister et à détruire les agents pathogènes. Cette forme d'immunisation est dite active, puisque c'est le corps qui produit lui-même les anticorps. On parle aussi de vaccination préventive, puisque la production de cellules mémoire permet de protéger le corps contre des agents infectieux spécifiques. Après une vaccination préventive, par exemple contre le tétanos, il arrive que l'on se sente fatigué, parce que le corps est en train de combattre les intrus injectés.

#### IMMUNISATION PASSIVE

**L'immunisation passive** est utilisée lorsque le corps est déjà malade ou lorsqu'il est directement menacé par une maladie grave. Dans ce cas, on injecte un sérum contenant des anticorps appropriés. Ces anticorps se combinent avec les agents pathogènes et les mènent aux macrophages pour qu'ils les détruisent.

Les anticorps sont obtenus à partir du sang d'animaux, la plupart du temps des chevaux, ou des êtres humains préalablement immunisés.

L'immunisation passive est appelée vaccination curative et n'offre qu'une protection de courte durée.

Recherche sur Internet au moins deux exemples de maladies devant être combattues au moyen d'une immunisation passive.



### 2.3 Cicatrisation des blessures

Lorsqu'une blessure survient, un **caillot** se forme pour **stopper la perte de sang** et empêcher que des impuretés et des agents pathogènes ne pénètrent dans le corps. Sous cette croûte, **la peau** peut alors commencer à **se reformer**. Une fois la peau entièrement reformée, la croûte se résorbe. La croûte est formée de sang coagulé. Les éléments responsables de la coagulation sont: les **plaquettes sanguines** et certaines substances protéiques (**facteurs de la coagulation**) se trouvant dans le plasma, la partie liquide du sang. Si ces facteurs de coagulation manquent, comme c'est le cas chez les personnes souffrant d'hémophilie, la moindre petite blessure peut être très dange-reuse, puisque le sang n'arrête pas de s'écouler de la plaie.

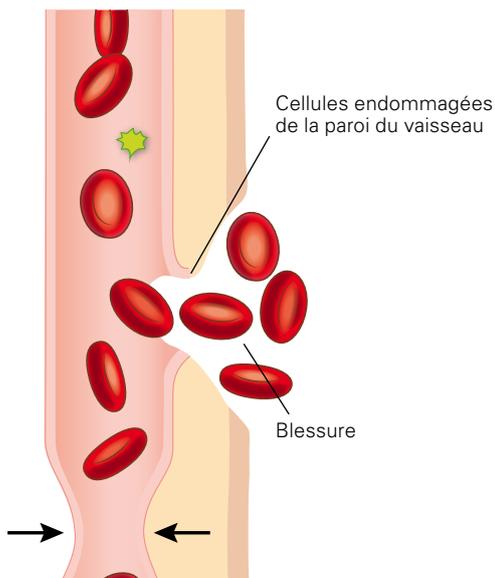
Une perte de plus de deux litres de sang peut entraîner la mort. Dans le cas de blessures importantes provoquant une forte perte de sang, il est nécessaire de bander la blessure. Dans les cas graves, il faut utiliser un bandage compressif. Dans de nombreuses situations, il est ensuite nécessaire d'effectuer des transfusions de sang pour com-penser la perte de liquide sanguin.

**Explique ce qu'est un bandage compressif et appliques-en un à un ami.**

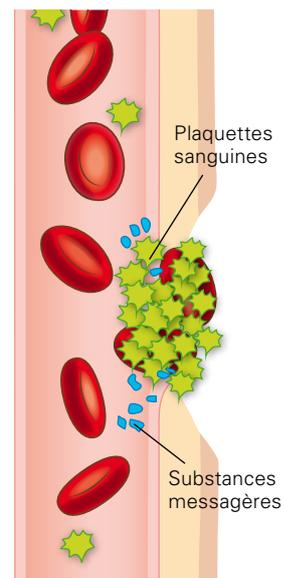
#### Formation d'un caillot

Lors d'une blessure, **les vaisseaux sanguins endommagés se contractent**, provoquant une diminution de la perte de sang. Simultanément, **les plaquettes adhèrent aux bords de la partie lésée** du vaisseau sanguin. Puis elles changent de forme et s'agrègent les unes aux autres de façon à former un premier **caillot**, extrêmement **fragile**. Par ailleurs, les cellules lésées

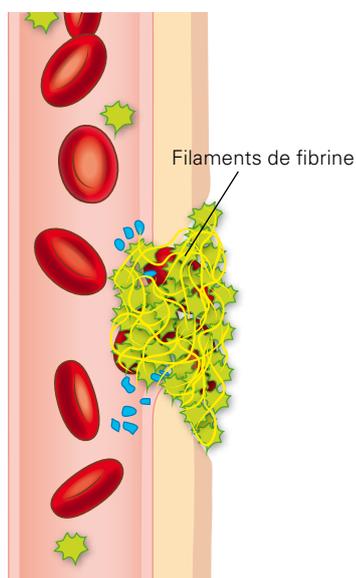
produisent des facteurs protéiques qui activent le système de la coagulation lui-même. C'est le début d'une réaction en chaîne complexe au cours de laquelle est produite une protéine insoluble et filiforme, la **fibrine**, dont les fila-ments forment un filet renforçant la solidité du **caillot**. Ainsi fermée en quelques minutes, la plaie protégée peut commencer à guérir.



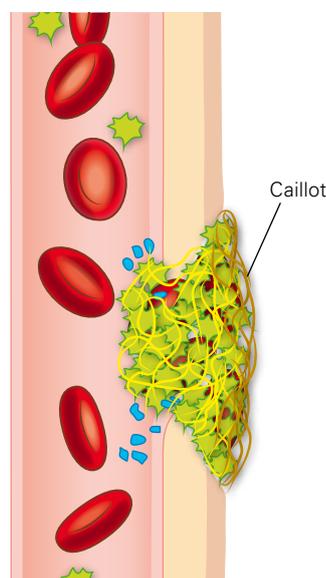
Les vaisseaux sanguins endommagés se contractent, provoquant une diminution de la perte de sang.



Les plaquettes s'accumulent sur les cellules endommagées de la paroi du vaisseau. Simultanément, elles libèrent des facteurs de coagulation. Ces facteurs interagissent avec d'autres protéines activées libérées par les cellules de la paroi du vaisseau.



Les facteurs de coagulation et les substances messagères déclenchent la cascade de la coagulation. Un processus complexe mène à la production de filaments de fibrine qui renforcent la solidité du caillot constitué de plaquettes.



L'ouverture est rapidement bouchée par les plaquettes et les filaments de fibrine. Un caillot se forme.

Observe un caillot au microscope et essaie d'identifier les différents composants de la cascade de la coagulation.

### Cascade de la coagulation et hémophilie

Le processus de cicatrisation des blessures est très compliqué. Il fait appel à la paroi du vaisseau sanguin ou du tissu qui se trouve au-dessous, aux plaquettes sanguines et aux facteurs de coagulation dans le plasma sanguin. Tous ces éléments interagissent étroitement.

Comme chaque activation d'un facteur de coagulation déclenche une nouvelle étape, on parle de **cascade de la coagulation**. Dès que les substances coagulantes sont libérées par les plaquettes et les cellules endommagées de la paroi du vaisseau, un processus mène à la fabrication d'une enzyme, la **thrombine**. Cette thrombine provoque la transformation du fibrinogène dilué dans le plasma sanguin en **fibrine**, une protéine insoluble. Les filaments de fibrine se nouent entre eux et forment un **filet serré** dans lequel les globules rouges du sang sortant de la blessure viennent se prendre, bouchant ainsi la partie endommagée. Chez certaines personnes, la cascade de la coagulation ne fonctionne pas correctement. Pour des raisons héréditaires, il leur manque des facteurs de coagulation. Or plus ce déficit est important, plus la maladie est

dangereuse, puisque les personnes concernées risquent de perdre tout leur sang qui se met à couler sans arrêt, que cela soit hors du corps ou dans les tissus et les articulations. Cette maladie héréditaire est appelée **hémophilie**. Cette maladie se manifeste avant tout chez les hommes, du fait de la combinaison de leurs chromosomes sexuels. En effet, le gène responsable des facteurs de la coagulation et qui, lorsqu'il est défectueux, provoque l'hémophilie, se trouve sur le chromosome X. Or les hommes possèdent un chromosome X et un chromosome Y, alors que les femmes possèdent deux chromosomes X. Si une femme possède un gène défectueux, le manque sera compensé par le deuxième gène. Par contre, comme les hommes ne possèdent pas de deuxième chromosome X, un gène défectueux provoquera l'hémophilie.

Pour traiter les hémophiles, on leur injecte par voie intraveineuse le facteur de coagulation qui leur manque. Les facteurs de coagulation sont obtenus à partir de sang prélevé chez des donneurs ou fabriqués artificiellement.

## 3. Les groupes sanguins

### Objectifs d'apprentissage

- Tu expliques correctement le système des groupes sanguins du corps humain.
- Tu es en mesure de décrire pour quelle raison les groupes sanguins jouent un rôle important dans le don de sang.

Dans la transfusion sanguine, ce qui importe est que les groupes sanguins des donneurs soient compatibles avec ceux des receveurs.

Les groupes sanguins sont déterminés par les facteurs suivants:

- Système AB0 (lire système A-B-zéro)
- Facteur Rhésus

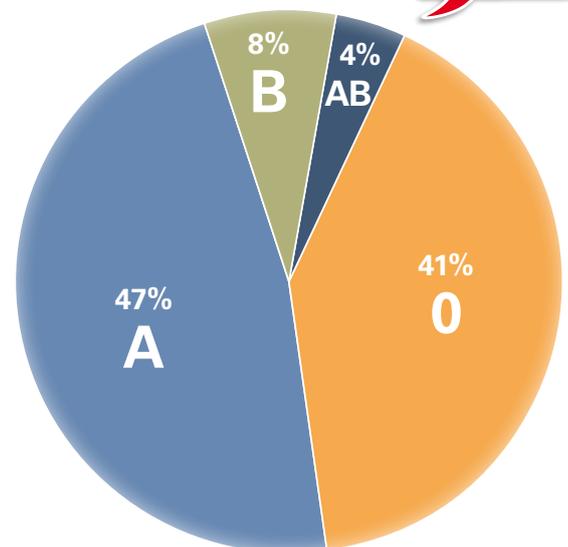
Les transfusions de sang entre deux êtres humains n'ont pas seulement échoué dans le passé par manque d'hygiène, mais surtout parce que l'on ignorait l'existence du **système de groupes sanguins**. En effet, le sang toléré par l'un peut nuire à un autre.

L'expérience qui permit en 1901 la découverte fondamentale des premiers groupes sanguins fut réalisée par un médecin viennois, Karl Landsteiner. Il préleva du sang sur ses collaborateurs et sur lui-même, puis sépara les cellules sanguines et le sérum. Il mit ensuite en contact le sérum de l'un avec les cellules sanguines d'un autre et constata que le sérum de l'un provoque toujours l'agglutination des érythrocytes de certaines autres personnes.

### 3.1 Le système AB0

Chacun appartient à un des **groupes sanguins A, B, AB ou 0 (zéro)**. En Suisse, le groupe sanguin A est le plus répandu. La répartition des groupes sanguins n'est pas la même partout. Ainsi, le groupe sanguin 0 prédomine très nettement chez les Indiens d'Amérique du Nord et du Sud, tandis que les populations d'Asie centrale, de l'Inde septentrionale et des pays voisins appartiennent surtout au groupe sanguin B.

Connais-tu ton groupe sanguin?



Répartition des groupes sanguins en Suisse.

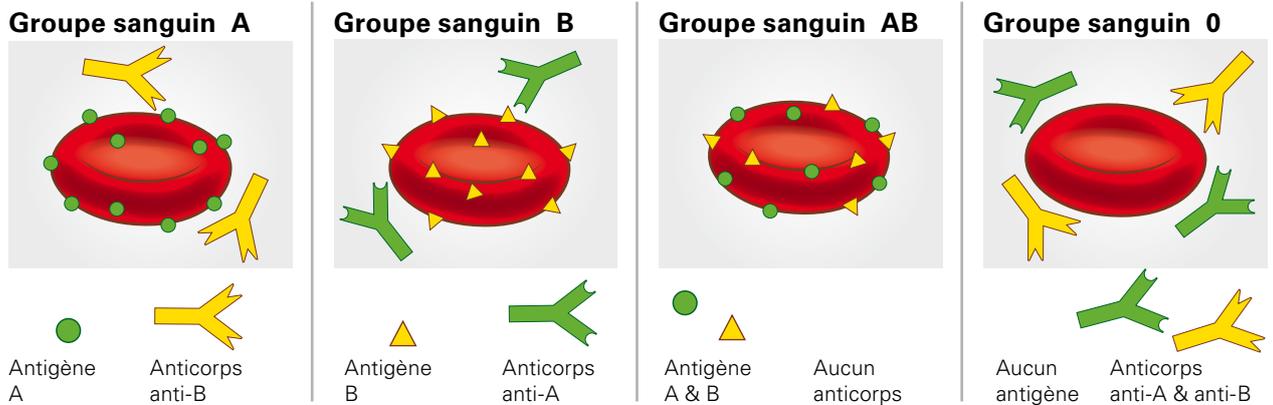
### Caractéristiques des groupes sanguins

Les **antigènes A et B**, situés à la surface des érythrocytes, déterminent les groupes sanguins (A, B, AB et 0) et sont transmis de manière héréditaire.

Le système de défense de l'organisme, reconnaît les antigènes «naturels» qui font partie du «soi», et ne les combat pas; il peut donc distinguer entre «personnel» et «étranger». Au cours des six premiers mois de la vie, apparaissent néanmoins dans le **sérum** des

**anticorps** complémentaires: anti-A chez une personne de groupe B, anti-B chez une personne de groupe A, anti-A et anti-B chez une personne de groupe 0.

Ainsi lorsque ces anticorps entrent en contact avec des érythrocytes non compatibles (p. ex. transfusion de sang B chez une personne de groupe A), les anticorps se fixent sur la membrane des globules rouges étrangers et provoquent leur destruction (hémolyse).



Le terme « antigène » n'est pas seulement utilisé pour désigner les marqueurs d'identité relatifs aux groupes sanguins. Dans quel autre cas ce terme est-il utilisé et que désigne-t-il ?

### Qui convient à qui ?

Si, à la suite d'une transfusion de sang, des antigènes et des anticorps incompatibles entrent en contact, le transfusé sera en danger. Lors de la transfusion sanguine, il faut donc impérativement que les groupes sanguins du donneur et du receveur soient pris en compte. Pour savoir qui peut donner son sang à qui, il suffit d'étudier la liste suivante :

		DONNEUR			
		0	AB	B	A
RECEVEUR	A	✓	✗	✗	✓
	B	✓	✗	✓	✗
	AB	✓	✓	✓	✓
	0	✓	✗	✗	✗

Il s'ensuit que les personnes possédant le groupe AB ne peuvent donner leur sang que pour des receveurs avec le même groupe sanguin. Par ailleurs, les personnes dotées du groupe zéro peuvent donner leur sang pour tout le monde. Celles-ci sont donc des donneurs particulièrement appropriés.

**Hérédité**

Les groupes sanguins sont transmis héréditairement. Le noyau de chaque cellule de l'organisme humain contient une double série de chromosomes, formée chacune de 23 chromosomes. L'enfant hérite une série de chromosomes de son père et l'autre de sa mère.

Les **facteurs héréditaires**, appelés **gènes**, sont situés sur les chromosomes et déterminent tous les caractères d'un individu, et donc également le groupe sanguin. On appelle **génotype** l'ensemble des gènes constituant le patrimoine génétique d'un individu, et **phénotype** l'ensemble des caractères individuels correspondant à la manifestation visible du génotype.

Un gène peut se présenter sous différentes formes, appelées allèles. Puisqu'un individu hérite un allèle de chacun de ses parents, il possède, pour chaque gène, deux allèles.

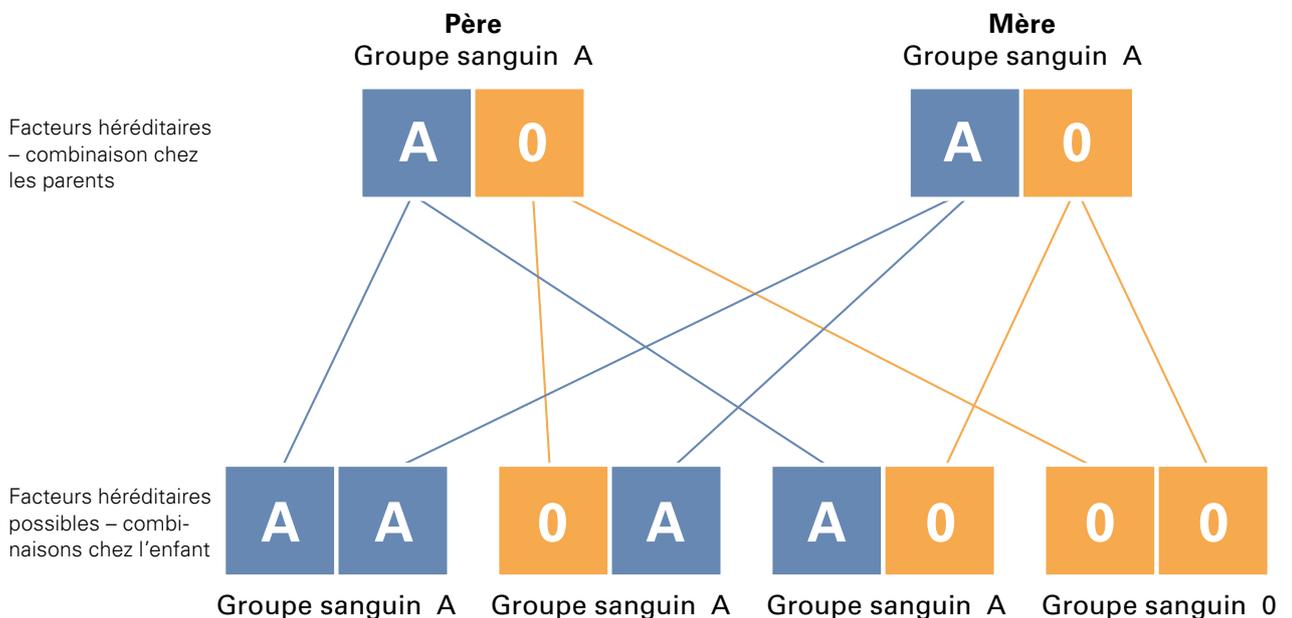
Le gène du système AB0 est localisé sur le chromosome n° 9. Il existe des allèles A, B et 0. Alors que les allèles A et B sont de force équivalente, ils sont tous les deux plus forts que l'allèle 0, raison pour laquelle on dit que A et B sont **dominants** par rapport à 0. Cette dominance est responsable de l'expression phénotypique des groupes sanguins.

Exemple: un enfant hérite de son père l'allèle A et de sa mère l'allèle 0. La combinaison génétique A0 fait que l'enfant sera de groupe sanguin A, puisque l'allèle A domine l'allèle 0.

De nombreux caractères sont transmis par hérédité. Qu'as-tu reçu de ton père et qu'as-tu reçu de ta mère?

Groupe sanguin (phénotype)	Génotype possible (combinaison génétique)
A	AA ou A0
B	BB ou B0
AB	AB
0	00

Les caractéristiques héréditaires des groupes sanguins peuvent être utilisées lors de recherches de **paternité**.



### 3.2 Facteur Rhésus

Lors d'une transfusion sanguine, la seule connaissance du groupe sanguin AB0 ne suffit pas, et d'autres facteurs doivent être pris en compte. L'un d'entre eux est le **facteur Rhésus**. Il s'agit d'un groupe sanguin transmis par hérédité et découvert chez un singe, le macaque rhésus par Karl Landsteiner et Alexander Wiener en 1940. Le facteur Rhésus est un antigène situé à la surface des **érythrocytes**. Lorsque des érythrocytes porteurs du facteur Rhésus sont transfusés à un patient ne

Cite 4 organes qui peuvent être transplantés.

possédant pas cet antigène (= «Rhésus négatif»), l'organisme fabrique des anticorps qui vont les attaquer et les détruire. Lorsque des érythrocytes d'un individu possèdent cet antigène, on dit qu'il est «Rhésus positif», les autres étant «Rhésus négatif». Le facteur Rhésus est déterminé conjointement avec le groupe sanguin AB0. On dira par exemple que Monsieur Rochat possède un groupe sanguin «A positif», ce qui signifie que Monsieur Rochat est du groupe sanguin A et de Rhésus positif.

Connais-tu ton facteur Rhésus?

Que peut-il arriver si une femme au Rhésus négatif est enceinte d'un bébé au Rhésus positif?

#### Facteur Rhésus

Le facteur Rhésus désigne **l'antigène Rhésus D**. Environ 85% des Européens sont **Rhésus positifs** (Rh+) pour 15% de **Rhésus négatifs** (Rh-). Lors d'une transfusion sanguine, il faut

veiller à ce qu'un receveur Rhésus négatif ne reçoive pas de sang Rhésus positif. Le receveur qui ne possède pas l'antigène Rhésus D produirait alors en effet des anticorps qui, dans le cas d'une nouvelle transfusion de sang Rhésus positif, pourraient provoquer des réactions dangereuses.

Les facteurs Rhésus du donneur et du receveur doivent donc être compatibles, de même que le groupe sanguin AB0.

#### Grossesse

Le facteur Rhésus doit aussi être déterminé pendant une grossesse. En effet, si **l'embryon est Rhésus positif et la mère Rhésus négatif**, cela peut provoquer des complications.

Vers la fin de la grossesse et à l'accouchement, il arrive en effet que le placenta se déchire par endroits et que du sang de l'embryon pénètre dans la circulation sanguine de la mère.

Lors d'une première grossesse, la **réaction immunologique** de

l'organisme maternel contre le sang de l'embryon survient tardivement et le risque pour l'enfant est réduit. Par contre, en cas de nouvelle grossesse incompatible (mère Rhésus négatif, embryon Rhésus positif), la réaction sera plus précoce, l'organisme maternel gardant le souvenir de la première grossesse (cellules mémoire). La concentration en anticorps augmente très vite et les anticorps se fixent alors en grand nombre sur les érythrocytes de l'embryon. Le **risque de mort** de l'enfant par anémie (**destruction des érythrocytes**) est alors important. Dans ce cas, il faut administrer si possible et très rapidement au fœtus (embryon jusqu'à la 9<sup>e</sup> semaine puis fœtus) du sang de donneur approprié à l'aide d'une aiguille à travers la paroi abdominale de la mère. Ensuite, il faut déclencher sans attendre un accouchement prématuré par césarienne de manière à procéder le plus rapidement possible à une transfusion ou une **exsanguino-transfusion** (remplacement de la totalité du sang de l'enfant).

Que se passe-t-il si un patient rhésus positif reçoit du sang Rhésus négatif?

## 4. Le don de sang

### Objectifs d'apprentissage

- Tu décris correctement le déroulement d'un don de sang.
- Tu expliques avec tes propres mots les différents types de don et le système des composants.

### Pourquoi donner son sang?

Il n'est toujours pas possible à ce jour de fabriquer du sang artificiel. Lors d'accidents, pour le traitement de cancéreux ou de maladies cardiaques, il faut du sang. La médecine la plus avancée n'est rien sans donneur de sang. Chaque jour, il faut près de 1250 dons de sang en Suisse pour couvrir les besoins des hôpitaux. Quatre personnes sur cinq auront besoin de sang au moins une fois dans leur vie. Nombre de personnes ne survivent que grâce à des préparations sanguines. Or, beaucoup de préparations sanguines ne se conservent que très peu de temps, par exemple sept jours pour les plaquettes sanguines. Par ailleurs, lors d'une transfusion sanguine, il est impératif que le groupe sanguin et le facteur Rhésus du donneur et du receveur concordent. Certaines opérations délicates peuvent nécessiter soudainement jusqu'à une centaine de poches de sang, voire plus. C'est pourquoi il est essentiel que le plus grand nombre possible de personnes se décident à s'inscrire au registre des donneurs de sang volontaires. Toute personne en bonne santé, âgée d'au moins 18 ans et pesant plus de 50 kg peut en principe donner son sang. Mais il faut encore remplir d'autres critères d'aptitude.

Sais-tu où sont organisées les collectes de sang dans ta commune?

### Déroulement du don de sang

Le premier pas dans le centre de transfusion sanguine mène à l'accueil. Après l'annonce et l'enregistrement, le candidat au don doit remplir un **formulaire**. En répondant en toute sincérité, le donneur aide à garantir une sécurité maximale des produits sanguins. Puis le questionnaire fait l'objet d'un entretien avec du personnel médical spécialisé. On mesure ensuite la **pression artérielle** et le **pouls** ainsi que le taux **d'hémoglobine**.

Si tout est en ordre, le don de sang peut avoir lieu. Le donneur est assis ou allongé sur un fauteuil de prélèvement et la procédure dure une dizaine de minutes. Après une piqûre à peine perceptible, le donneur se voit prélever environ **450 ml de sang**. L'organisme peut remplacer ce volume sans problème en très peu de temps.

Après le prélèvement, il est recommandé au donneur de se reposer. Pour lui permettre de récupérer, on lui offre une petite **collation**.

Connais-tu quelqu'un qui donne son sang? Demande-lui de te raconter comment cela se passe.



Question après question – rien n'est laissé au hasard.



La tension et le pouls sont-ils normaux?



Il faut presser – malaxer la balle stimule la circulation du sang.



Se détendre et s'allonger!



Daniela Jakab n'a survécu que grâce à des transfusions sanguines.

#### Complications à l'accouchement

Le sang des donneurs est administré à des personnes qui ont subi de grosses pertes de sang après un accident ou pendant une opération. Les femmes enceintes font partie des patients à risque.

L'une de ces femmes est Daniela Jakab. L'accouchement de son premier enfant a été difficile, le placenta ne se détachant pas tout seul. L'opération d'urgence a duré quatre heures pour sauver la jeune femme de 37 ans. Elle n'a survécu que grâce à plusieurs transfusions sanguines.

Après l'accouchement difficile de son premier enfant, les médecins se sont préparés à une urgence pour le deuxième accouchement. Le risque était accru parce que plusieurs troubles placentaires laissaient craindre une perte de sang encore plus importante. Au moins Daniela Jakab savait-elle que l'hôpital ne manquerait pas de poches de sang.

**Il faut 1250 dons de sang par jour.**

**4 personnes sur 5 auront besoin de sang au moins une fois dans leur vie.**

**Le sang ne peut pas être fabriqué artificiellement.**

**Le don de sang effectif ne dure que 10 minutes.**

**Chaque don de sang est analysé à la recherche d'agents infectieux.**

**Sans sang, même la meilleure médecine n'arrive à rien.**

**Conservation et analyse du sang**

Dès l'instant où le sang s'écoule de la veine du donneur dans la poche de prélèvement, il doit être traité et conservé de façon adéquate. Un peu comme pour les denrées alimentaires, il s'agit d'éviter une **contamination par des bactéries**. On introduit dans la poche vide une **solution aqueuse** de sels empêchant la coagulation et approvisionnant les cellules du sang en substances nutritives. Afin d'éviter une contamination pendant le don proprement dit, le bras est minutieusement **désinfecté** à l'endroit de la ponction. Mais le sang prélevé peut aussi être contaminé du fait du donneur lui-même, par exemple s'il souffre d'une hépatite ou est porteur du VIH sans le savoir. Les agents pathogènes de ces maladies dangereuses se trouvant dans son sang, ils pourraient être transmis à un autre individu par l'intermédiaire des transfusions. Pour éviter toute infection transfusionnelle, les personnes s'étant exposées à des situations à risque sont exclues du don. En outre, **chaque poche de sang** est soumise à des tests très sensibles de dépistage des **virus de l'hépatites, des anticorps VIH** et de la syphilis (maladie sexuellement transmissible).

Ces tests permettent de s'assurer que seul un sang de qualité irréprochable sera utilisé et garantissent au receveur un maximum de sécurité même s'il n'est pas possible de garantir le dépistage des dons de sang infectés à 100%.

En quoi consiste le processus de désinfection? Quand et comment une partie du corps doit-elle être désinfectée?

Comment peut-on contracter des maladies sexuellement transmissibles? Quelles mesures de protection connais-tu?

**Types de don****DON DE SANG COMPLET**

Le **don «classique»** consiste à prélever 450 millilitres de sang complet chez un donneur. Une fois le prélèvement effectué, le sang est séparé en ses différents composants.

**DON DE SANG AUTOLOGUE**

Le **don de sang autologue** peut s'avérer judicieux, par exemple lorsqu'une opération peut être planifiée plusieurs semaines à l'avance, comme la pose d'une prothèse de hanche, et que le patient est jugé apte par son médecin à subir deux à quatre prélèvements sanguins en peu de temps. On estime que 10% au maximum des transfusions de sang homologues peuvent être remplacées par du sang autologue.

**DON PAR APHÉRÈSE**

Lors du don par aphérèse, le sang prélevé chez le donneur est séparé en ses différents composants par un appareil. Seuls les composants souhaités sont conservés, les autres étant réinjectés immédiatement dans la circulation sanguine du donneur. La durée de ce type de don varie entre une et deux heures et demie. Les deux plus importants types de dons par aphérèse sont la **plasmaphérèse** et la **thrombocytophérèse**.

Toi ou une connaissance avez-vous déjà reçu une transfusion sanguine? Si oui, de quel type?



### Composants sanguins

Les poches de sang complet prélevées chez le donneur ne sont plus utilisées de nos jours. Le sang **est séparé en ses différents composants** (érythrocytes, plasma, plaquettes) qui présentent l'avantage de pouvoir être administrés spécifiquement aux patients qui ont en besoin.

Réfléchis aux avantages que pourrait présenter la production synthétique des composants sanguins.

Les composants sanguins permettent un **traitement spécifique** en fonction des besoins du patient et présentent plusieurs **avantages**:

- Traitement plus efficace de la maladie
- Utilisation plus économique des dons de sang
- Plusieurs patients peuvent profiter d'un seul don de sang
- Stockage adapté de façon optimale pour chacun des composants

### Principaux composants

#### CONCENTRÉ ÉRYTHROCYTAIRE

Les concentrés érythrocytaires sont constitués presque uniquement de globules rouges dans une solution nutritive et représentent le produit sanguin standard le plus important. Il peut être conservé entre 42 et 49 jours à une température comprise entre 2 et 6 degrés Celsius. Les concentrés d'érythrocytes sont utilisés lorsqu'il faut compenser un déficit de globules rouges.

#### CONCENTRÉ THROMBOCYTAIRE

Lors de maladies du sang (leucémies) ou à la suite de traitements anti-cancéreux, le patient présente non seulement un déficit en érythrocytes mais également en plaquettes. Les concentrés thrombocytaires peuvent se conserver 7 jours à température ambiante. Depuis 2011, les concentrés thrombocytaires sont traités à l'aide d'un procédé spécial qui détruit la majorité des virus, des bactéries et d'autres agents pathogènes et augmente ainsi leur sécurité.

#### PLASMA FRAIS CONGELÉ

Le plasma est congelé dans les vingt-quatre heures suivant le prélèvement de sang. Il contient toutes les protéines plasmatiques et les facteurs de coagulation en état de fonctionner. Stocké à  $-30^{\circ}\text{C}$ , le plasma peut être conservé deux ans.

### Fractionnement du plasma

Le plasma n'est pas seulement transfusé, mais également utilisé pour la fabrication de médicaments importants. Le plasma non utilisé pour des transfusions est cédé à des entreprises spécialisées. Celles-ci se chargent de le soumettre à un processus de fractionnement très sophistiqué destiné à séparer les plus de 100 protéines plasmatiques qui serviront ensuite à la fabrication de plus d'une vingtaine de médicaments. Parmi les protéines particulièrement importantes, on peut citer:

- l'albumine, qui peut remplacer provisoirement le sang et est utilisée avant tout en cas de pertes telles que brûlures et de fortes hémorragies provoquées par des interventions chirurgicales
- les immunoglobulines, qui sont utilisées pour le traitement et la prévention de nombreuses maladies infectieuses
- les facteurs de coagulation, utilisés généralement dans le traitement de l'hémophilie héréditaire

Connais-tu, hors du domaine médical, des produits qui peuvent aussi être tirés d'une substance puis concentrés?

## 5. Cellules souches du sang: comment le sang naît-il effectivement?

### Objectifs d'apprentissage

- Tu es en mesure de comprendre l'importance de la transplantation de cellules souches du sang.
- Tu parviens à expliquer comment et où se forme le sang.
- Tu décris la procédure de la transplantation de cellules souches du sang (moelle osseuse / cellules souches du sang périphérique).

Nous en savons désormais beaucoup sur le sang et ses fonctions. Mais comment et où se forme effectivement le sang?

Le sang est comme la vie: il naît et il meurt. Les cellules sanguines traversent un cycle de vie. Le volume microscopique d'un millionième de litre de sang contient plusieurs millions de cellules sanguines.

### 5.1 Formation du sang

C'est le système hématopoïétique dans la moelle osseuse qui est à l'origine du sang. Les globules rouges, les globules blancs et les plaquettes sanguines naissent tous des cellules souches hématopoïétiques ou cellules souches du sang.

**Touche les parties de ton corps où se trouve la moelle osseuse importante pour la formation des cellules sanguines.**

La moelle osseuse responsable de la formation des cellules sanguines se trouve dans le crâne et certains os du squelette, comme le sternum, les côtes et la crête iliaque. La moelle osseuse ne doit donc pas être confondue avec

la moelle épinière.

### 5.2 Dysfonctionnement des cellules sanguines

Lorsque le système hématopoïétique dans la moelle osseuse ne fonctionne plus pour cause de maladie, qu'il se forme des cellules malades, la production des cellules sanguines vitales n'est plus garantie. Apparaissent alors rapidement des maladies potentiellement mortelles:

- Troubles graves du système immunitaire dus à une carence en globules blancs
- Hémorragies dues à une carence en plaquettes sanguines
- Anémie due à une carence en globules rouges

Parmi ces maladies figure la leucémie, une maladie maligne dans laquelle les globules blancs se multiplient sans limite. Chaque année, un millier

d'enfants et d'adultes sont frappés en Suisse par la leucémie ou une autre maladie sanguine potentiellement mortelle.

Pour nombre de ces patients, la transplantation de cellules souches du sang représente la seule chance de guérison.

### 5.3 Type tissulaire compatible

La transplantation de cellules souches du sang nécessite une grosse quantité de cellules souches du sang immatures saines. Celles-ci ne sont normalement présentes que dans la moelle osseuse et en très petite quantité dans la circulation sanguine et dans le sang de cordon. Les dons de sang usuels ne contiennent généralement que des cellules sanguines matures. C'est pourquoi un don de sang n'est pas approprié pour une transplantation de cellules souches du sang.

Lors d'un don de sang, les groupes sanguins du donneur et du receveur doivent concorder. Il en va de même avec le don de cellules souches du sang mais un système bien plus complexe entre en jeu ici. La réussite de la transplantation dépend de la compatibilité des caractéristiques tissulaires (caractéristiques HLA). Si les différences sont trop importantes, on court le risque de voir les cellules du donneur rejeter l'organisme du receveur ou l'inverse. Contrairement aux quatre groupes sanguins (A, B, AB et O), il existe des milliards de combinaisons dans le système HLA.

La probabilité de trouver un donneur approprié pour un patient est donc très faible. Plus il y a de personnes inscrites au registre, plus grande est la chance de trouver un donneur.

### Deux types de don possibles

De manière générale, les cellules souches du sang s'obtiennent de deux manières:

#### 1. DON DE MOELLE OSSEUSE

Lors du don de moelle osseuse, la moelle osseuse est prélevée par plusieurs ponctions dans la crête iliaque. L'intervention se déroule sous anesthésie générale et requiert une hospitalisation d'environ deux ou trois jours.

#### 2. DON DE CELLULES SOUCHES DU SANG PÉRIPHÉRIQUES

Le don de cellules souches périphériques est généralement une procédure ambulatoire. Quelques jours avant le don proprement dit, le donneur se voit administrer des facteurs de croissance afin que les cellules souches du sang se multiplient dans la moelle osseuse et circulent dans le sang. Lors du don, qui dure entre trois et six heures, le

sang est prélevé à l'aide d'un cathéter veineux et acheminé vers un séparateur de cellules, où les cellules souches du sang sont séparées du sang et collectées. Le reste du sang est réinjecté dans l'organisme du donneur par un second cathéter veineux. Aujourd'hui, 80% des prélèvements se déroulent selon cette méthode en Suisse.

Les cellules souches du sang ayant une durée de vie très courte, le prélèvement et la transplantation doivent être coordonnés de telle manière que les cellules souches du sang prélevées soient transplantées dans les 48 à 72 heures au maximum – même si des milliers de kilomètres séparent le donneur du receveur.

Les nouvelles cellules souches du sang saines sont administrées par voie intraveineuse au patient comme pour une transfusion sanguine.

#### L'exemple de Roberto

Roberto souffrait depuis longtemps d'une fatigue inexplicée et de petits saignements, était très pâle et contractait régulièrement des infections. C'est alors qu'il a reçu le diagnostic de leucémie. L'organisme de Roberto produisait plus de leucocytes que nécessaire. Mais ceux-ci n'étaient pas en mesure de remplir leur fonction. En outre, la formation normale du sang dans la moelle osseuse était restreinte et moins de cellules sanguines fonctionnelles se formaient. Pour le soigner, les médecins ont proposé une transplantation de cellules souches du sang. Personne dans sa famille ne possédait les caractéristiques tissulaires (HLA) appropriées. La probabilité de trouver un donneur approprié au sein de sa famille se situe autour de 20–30%. Roberto avait donc besoin du don d'un donneur non apparenté. Il a dû attendre longtemps. Mais, après une recherche intensive, un donneur aux caractéristiques HLA compatibles a été trouvé parmi les 20 millions de donneurs de cellules souches du sang enregistrés dans le monde. La transplantation de cellules souches du sang a pu être réalisée avec succès.

Au préalable, Roberto avait dû prendre des médicaments puissants afin de détruire toutes les cellules de sa moelle osseuse, remplacées par les nouvelles cellules souches du sang saines du donneur. Avant et surtout après la transplantation, jusqu'à ce que les cellules souches du sang s'installent dans la moelle osseuse et commencent à produire des cellules sanguines saines, Roberto était fortement menacé par les infections. Les médecins ont veillé à ce qu'il ne soit exposé à aucun agent pathogène. Après quatre semaines, on a constaté que les cellules souches du sang s'étaient installées dans la moelle, qu'elles se multipliaient correctement et produisaient des cellules sanguines saines. Roberto était sur la voie de la guérison!

**Fais-toi ta propre opinion:  
te mettrais-tu à disposition  
comme donneur de cellules  
souches du sang?**

## 6. Transfusion CRS Suisse

Transfusion CRS Suisse est une institution autonome de la Croix-Rouge suisse (CRS). Sur mandat de la Confédération, elle assure conjointement avec les services régionaux de transfusion sanguine l'approvisionnement des hôpitaux suisses en produits sanguins.

Depuis 2011, la Fondation Cellules souches du sang est intégrée dans Transfusion CRS Suisse.

### Secteur des produits sanguins

En tant qu'organisation faîtière dans le secteur de la transfusion sanguine, Transfusion CRS Suisse a pour mission centrale le pilotage national de l'obtention du sang ainsi que la garantie du respect de prescriptions, méthodes et instruments unitaires dans tous les services régionaux de transfusion sanguine.

Les services régionaux de transfusion sanguine sont chargés de l'obtention du sang et de sa préparation ainsi que de la livraison des préparations sanguines correspondantes aux hôpitaux et aux médecins de leurs régions respectives.

Le sang s'obtient de deux manières:

- lors d'actions de collecte mobiles dans plus de 700 localités (près de 40% des dons)
- dans la soixantaine de centres stationnaires de transfusion sanguine (env. 60% des dons).

Tant l'organisation faîtière que les services régionaux de transfusion sanguine sont des organisations à but non lucratif. En d'autres termes, ils ne visent aucun bénéfice. Les préparations sanguines sont vendues au prix de revient aux hôpitaux. Les donneuses et donneurs de sang ne reçoivent aucune rémunération pour leur don par souci de sécurité. On évite ainsi les dons faits pour des raisons de détresse financière, ce qui réduit le risque de transmission de maladies.

### Secteur des cellules souches du sang

Un millier d'enfants et d'adultes sont frappés chaque année en Suisse par la leucémie ou une autre maladie potentiellement mortelle du système hématopoïétique. Pour beaucoup, la transplantation de cellules souches du sang représente la seule chance de guérison. Il est difficile de trouver un donneur approprié. C'est pourquoi plus il y a de donneurs, plus grandes sont les chances pour les patients.

Transfusion CRS Suisse gère le Registre suisse des donneurs de cellules souches du sang et recrute continuellement de nouveaux donneurs de cellules souches du sang en Suisse. La lutte contre la leucémie requiert le plus grand nombre possible de donneurs potentiels. Autres tâches dans ce secteur, la recherche et la transmission de donneurs de cellules souches du sang pour des patients de Suisse comme de l'étranger.

### Sans les donneuses et donneurs rien ne va

Le maillon le plus important de la chaîne de l'approvisionnement en sang comme de la transplantation de cellules souches du sang est l'ensemble des donneuses et donneurs. Ils peuvent se considérer à juste titre comme des sauveurs de vie.



# Glossaire

## Agglutination

Agrégation des globules rouges.

## Albumine

Protéine plasmatique qui transporte les éléments nutritifs et prévient la perte hydrique.

## Anticorps

Substances du corps servant de défense contre les agents pathogènes.

## Antigène

Tissu, corps étranger identifié et combattu par le corps comme ennemi.

## Artère

Vaisseau sanguin qui part du cœur et transporte le sang riche en oxygène dans la circulation sanguine. La circulation pulmonaire constitue l'exception. Les artères y acheminent le sang pauvre en oxygène.

## Capillaires

Vaisseaux sanguins les plus fins.

## Cellules auxiliaires

Globules blancs qui organisent l'immunité spécifique.

## Cellule hôte

Cellule de l'organisme dans laquelle ont pénétré des agents pathogènes pour s'y reproduire.

## Cellules mémoire

Globules blancs qui reconnaissent un agent pathogène après plusieurs intrusions et qui peuvent de ce fait produire immédiatement des anticorps.

## Cellules tueuses

Globules blancs tuant les cellules hôtes.

## Erythrocytes

Globules rouges: cellules sanguines dépourvues de noyau assurant le transport de gaz.

## Facteurs de coagulation

Protéines chargées de la coagulation sanguine et, par là, de l'arrêt d'une hémorragie.

## Facteur Rhésus

Structure présente sur les globules rouges, également nommé antigène. Doit être pris en compte lors des transfusions sanguines.

## Fibrine

Tissu filamenteux issu du fibrinogène lors de la coagulation sanguine et qui dépose un filet sur la blessure. Forme la croûte de sang avec les thrombocytes.

## Granulocytes

Sous-groupe de leucocytes qui s'activent en cas d'infections et d'inflammations.

## Hémoglobine

Ce pigment est le principal ingrédient des globules rouges et a la propriété de se lier à l'oxygène.

## Hémophilie

Maladie héréditaire due à un manque de certains facteurs de coagulation. Le sang de l'intéressé coagule très lentement, voire pas du tout.

## Hépatite

Infection du foie.

## Immunoglobulines

Anticorps présents dans le plasma sanguin.

## Inflammation

Réaction fréquente du corps à une infection. Une grande quantité de globules blancs s'agglutinent au même endroit, celui-ci rougit et enfle.

## Leucocytes

Nommés également globules blancs. Cellules sanguines responsables avant tout de l'immunité. Ils se répartissent en trois sous-groupes principaux (lymphocytes / granulocytes / monocytes).

## Lipoprotéines

Protéines mêlées à des lipides présentes dans le plasma et chargées du transport de lipides et de cholestérol.

## Lymphocytes

Sous-groupe de leucocytes responsables de l'immunité spécifique en tant que cellules tueuses, plasmatiques et mémoire.

## Macrophages

Globules blancs qui absorbent et digèrent les corps étrangers entrés dans l'organisme. Nommés également cellules géantes gloutonnes ou monocytes.

## Perfusion

Administration de liquides.

## Phagocytose

Capture et ingestion de particules solides dans la cellule.

## Plasma sanguin

Liquide du sang.

## Rate

Organe situé à proximité de l'estomac et chargé d'éliminer les déchets des cellules sanguines.

## Respiration cellulaire

Gain d'énergie dans la cellule par la combustion de glucose et d'oxygène.

## Sérum sanguin

Plasma sanguin sans fibrinogène.

## Système ABO

Système des groupes sanguins.

## Système HLA

Antigènes tissulaires responsables de par leur diversité du rejet des organes transplantés.

## Thrombocytes

Globules sanguins dépourvus de noyau et nés de la moelle osseuse. Sont aussi appelés plaquettes sanguines et referment les blessures.

## Thrombose

Occlusion d'un vaisseau sanguin.

## Transfusion sanguine

Administration de sang.

## Veine

Vaisseau sanguin menant au cœur et transportant le sang pauvre en oxygène dans la circulation sanguine. La circulation pulmonaire constitue l'exception. Les veines y acheminent le sang riche en oxygène.

**Interrogez-vous mutuellement sur les termes spécifiques!**

# Plus d'informations sur le thème du sang?

Des informations importantes sur le sang et les cellules souches figurent sur:

- [www.le-sang.ch](http://www.le-sang.ch)
- [www.transfusion.ch](http://www.transfusion.ch)
- [www.sbasc.ch](http://www.sbasc.ch)
- [www.youtube.com/blutspendesk](http://www.youtube.com/blutspendesk)



Contact:



Transfusion CRS Suisse SA  
 Laupenstrasse 37  
 Case postale 5510  
 CH-3001 Berne  
 Tel: +41 (0)31 380 81 81  
 Fax: +41 (0)31 380 81 80  
 N° gratuit: 0800 000 757  
 info@blutspende.ch

Services régionaux de transfusion sanguine CRS:



Les adresses des services régionaux de transfusion sanguine figurent sur **[www.transfusion.ch](http://www.transfusion.ch)**

**DONNER LE SANG  
SAUVER DES VIES**

**Transfusion CRS Suisse**

Laupenstrasse 37, case postale 5510, 3001 Berne  
Tél. +41 (0)31 380 81 81, fax +41 (0)31 380 81 80  
info@blutspende.ch, www.transfusion.ch



BLUTSPENDE SRK SCHWEIZ  
TRANSFUSION CRS SUISSE  
TRASFUSIONE CRS SVIZZERA