



Chapitre 1: sécurité alimentaire et Toxicologie

Chapitre 1: sécurité alimentaire et Toxicologie

- **La sécurité alimentaire**
- **L'insécurité alimentaire**
- **La Toxicologie**

Chapitre 2: Les intoxications alimentaire

- **contamination biologique des aliments**
- **La contamination chimique des aliments**
- **La contamination physique des aliments**

Chapitre 3: Les additifs alimentaires

- **les colorants**
- **les conservateurs**
- **les anti-oxygènes**
- **les agents de texture**
- **les acidifiants, les arômes, les exhausteurs de goût et les édulcorants.**
- **Relation additif alimentaires et santé**

Chapitre 4: Les méthodes d'études en toxicologie alimentaire

I- La sécurité alimentaire

Définitions:

La sécurité alimentaire existe lorsque tous les êtres humains ont, à tout moment, un accès physique et économique à une nourriture suffisante, saine et nutritive leur permettant de satisfaire leurs besoins énergétiques et leurs préférences alimentaires pour mener une vie saine et active.

Cette définition présente quatre dimensions principales de la sécurité alimentaire :

- La **disponibilité** physique des aliments ;
- L'**accès** économique et physique des aliments ;
- L'**utilisation** des aliments ;
- La **stabilité** des trois autres dimensions dans le temps.

Les dimensions de la sécurité alimentaire:

1- La disponibilité : La disponibilité d'aliments en quantité suffisante et d'une qualité appropriée, dont l'approvisionnement est assuré par la production nationale ou les importations (y compris l'aide alimentaire).

2- Accès à la nourriture L'accès des individus à des ressources adéquates (droits) leur permettant de s'affranchir de la faim en se procurant les denrées alimentaires nécessaires.

3- L'utilisation : L'utilisation de la nourriture dans le cadre d'une diète adéquate, d'eau potable, d'assainissement et des soins de santé de façon à obtenir un état de bien-être nutritionnel qui permette de satisfaire tous les besoins physiologiques.

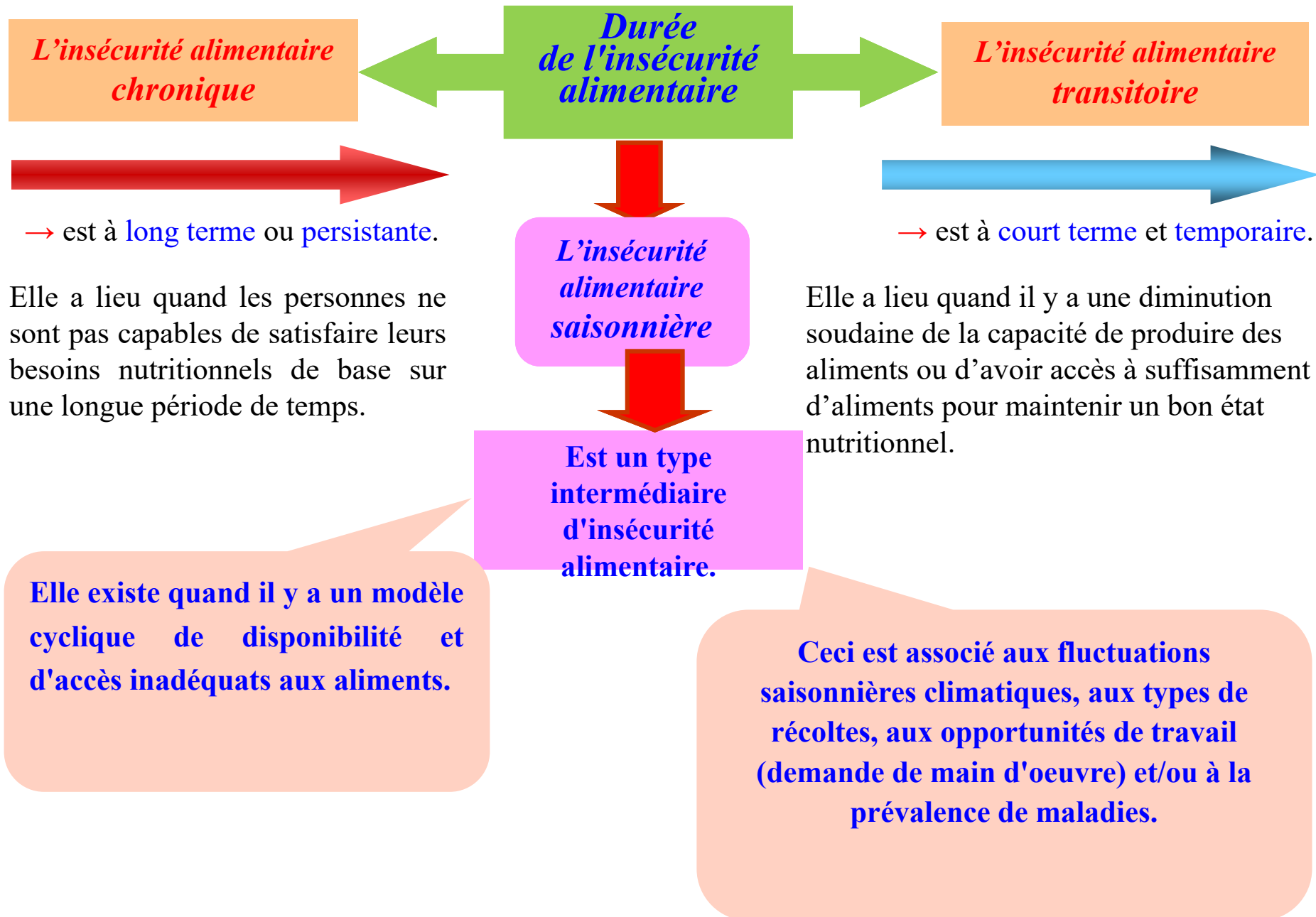
4- La stabilité : La phrase « tous les êtres humains, à tout moment » constitue un élément clé dans l'atteinte des objectifs nationaux de sécurité alimentaire.

II. L'insécurité alimentaire

- ❖ On parle donc d'**insécurité alimentaire** lorsque les personnes n'ont pas un accès physique, social et économique à une nourriture suffisante.

deux types d'insécurité alimentaire:

- 1. L'insécurité alimentaire chronique**
- 2. L'insécurité alimentaire transitoire**



L'insécurité alimentaire



La malnutrition

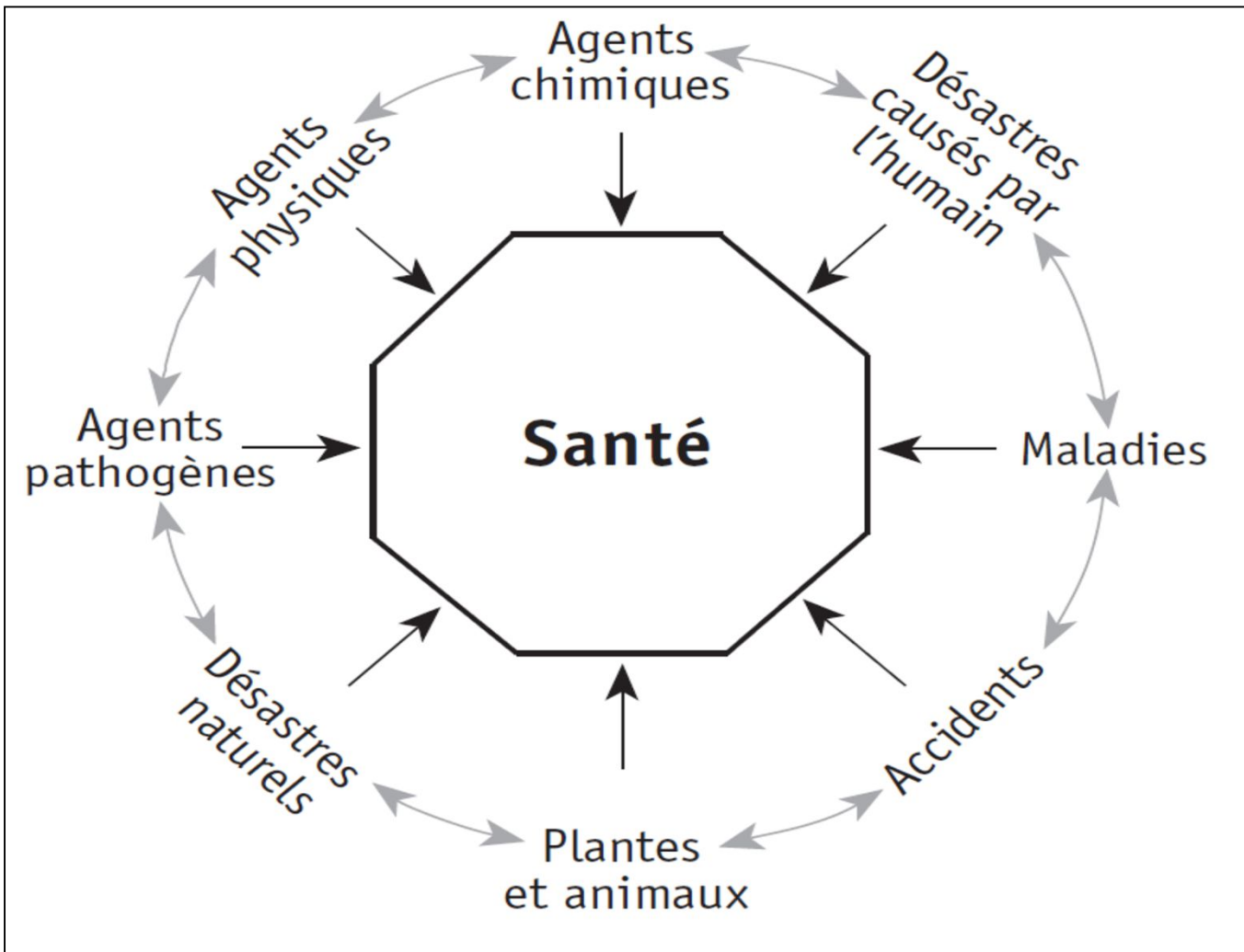
- un accès insuffisant à l'alimentation peut entraîner un appauvrissement du régime alimentaire et une carence en micronutriments;
- l'utilisation d'une eau sale pour préparer les repas risque de provoquer des diarrhées, et donc de nuire à l'assimilation des micronutriments.

- une mauvaise alimentation altère la capacité d'apprentissage de l'enfant, ce qui peut limiter ses possibilités de trouver un emploi bien rémunéré par la suite;
- chez l'adulte, une mauvaise alimentation peut affaiblir la capacité de production et favoriser les maladies, ce qui entraîne de graves répercussions économiques pour le ménage, limitant son accès à l'alimentation.

toxicologie alimentaire

La Toxicologie

Introduction:



Le milieu et les différents éléments pouvant affecter l'organisme humain.

La Toxicologie

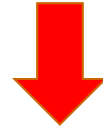
Définitions :

La toxicologie est depuis longtemps reconnue comme étant **la science des poisons**. Elle étudie **les effets nocifs des substances chimiques sur les organismes vivants**.

Elle fait appel à une multitude de connaissances scientifiques et s'intéresse à plusieurs secteurs de l'activité humaine :

- ✓ **l'agriculture,**
- ✓ **l'alimentation,**
- ✓ **l'industrie pharmaceutique,**
- ✓ **l'environnement,**
- ✓ **les milieux de travail, etc.**

Qu'est-ce qu'un toxique ?



Un toxique, est une substance capable **de perturber** le fonctionnement normal d'un organisme vivant.



Il peut être de source :

- ✓ naturelle (ex. : poussières, pollen) ;
- ✓ artificielle (ex. : uréeformaldéhyde) ;
- ✓ de nature chimique (ex. : acétone) ;
- ✓ biologique (ex. : aflatoxines, anthrax).

Substances toxiques



- ❖ Substances qui produisent des effets biologiques indésirables de toute nature.
- ❖ Peuvent être de nature chimique ou physique.
- ❖ Les effets peuvent être de divers types (aigu, chronique, etc.).

Toxines



- ❖ Protéines spécifiques produites par des organismes vivants (toxine de champignon).
- ❖ La plupart présente des effets immédiats.

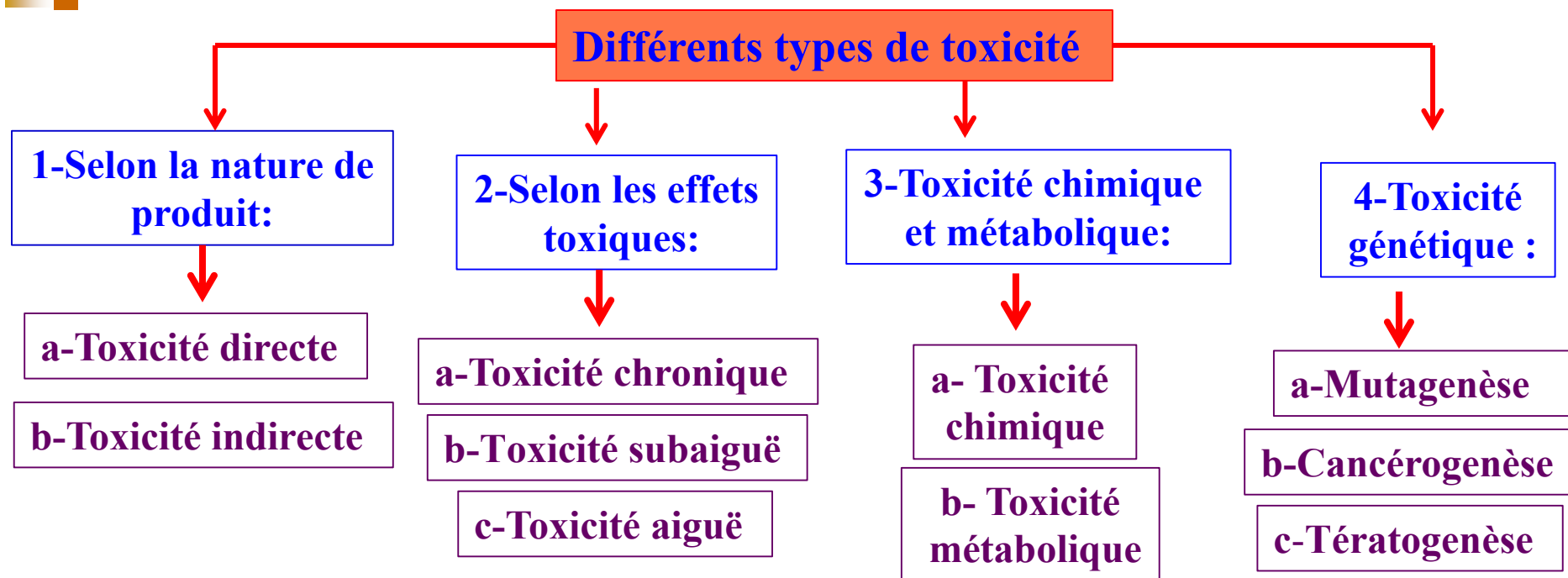
Poisons



Substances toxiques qui provoquent une mort ou une maladie immédiate lorsqu'elles sont rencontrées en très petites quantités

Facteurs influençant la toxicité:

- Âge
- Sexe et état hormonal
- Constitution génétique
- État de santé — présence d'une maladie ou de stress
- Nutrition
- Mode de vie



Selon la nature de produit:

a- Toxicité directe :

Le toxique produit ses effets néfastes sans aucune biotransformation, sa nature chimique est responsable de sa toxicité. Exemple :

- Acides forts et bases fortes ;
- Les oxydants (ingestion d'eau de javel) ;
- Le monoxyde de carbone (CO) et etc.

b-Toxicité indirecte :

Le toxique n'est pas toxique tel quel, mais nécessite une biotransformation pour révéler sa toxicité, une réaction métabolique (hydrolyse, oxydation, etc.). Exemple : le paracétamol.

Selon les effets toxiques:

a- Toxicité aiguë :

Dans ce cas les signes de l'intoxication se manifestent rapidement après l'ingestion, ne dépassant pas 24 heures.

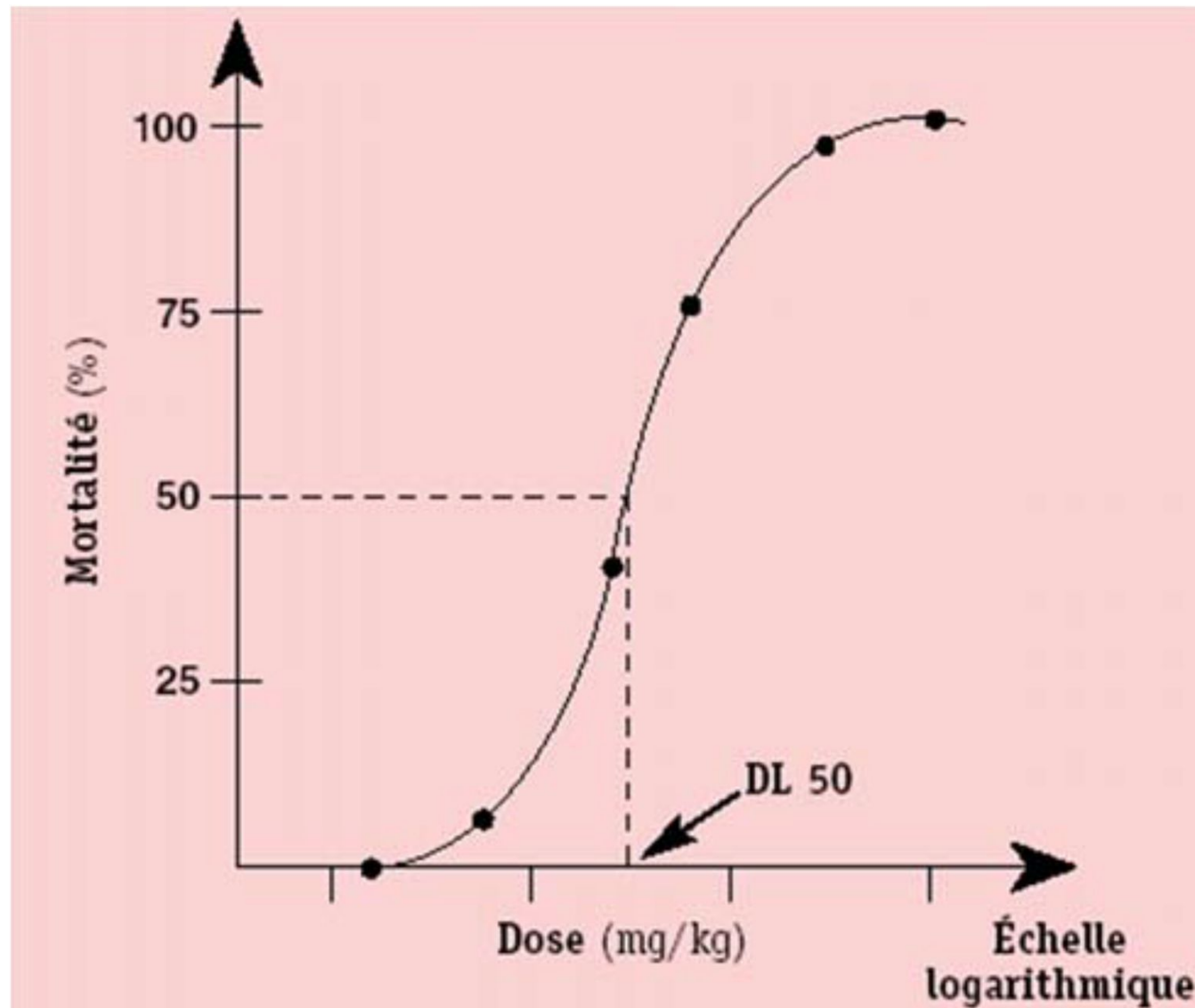
La DL 50 ou la dose létale 50 est la dose de substance causant la mort de 50 % d'une population animale donnée (souvent des souris ou des rats) dans des conditions d'expérimentation précises.

b-Toxicité subaiguë (à moyen termes) :

Le toxique est administré plusieurs fois pendant une période plus longue n'excédant pas trois mois. On cherche à déterminer les organes et les fonctions touchées par ce toxique.

c- Toxicité chronique (long termes) :

Porte sur un temps suffisamment long plus de trois mois, il s'agit d'une toxicité qui apparait par cumul de toxique dans l'organisme et que l'on appelle (toxicité cumulative). Elle peut causer des effets cancérigènes, mutagènes, tératogènes (toxicité génétique).



Toxicité chimique et métabolique:

a- Toxicité chimique:

La molécule exprime sa toxicité en réagissant chimiquement avec l'organisme.

Exemple : cyanure (KCN) qui se lie à l'ion ferrique d'une enzyme mitochondriale bloquant la respiration cellulaire.

b- Toxicité métabolique:

Toxicité développée par les produits du métabolisme. Exemple : Paracétamol et Aspirine.

Toxicité génétique :

a-Mutagenèse :

modifications permanentes et transmissibles dans le génome. Exemple : radiation, méthotrexate.

b-Cancérogenèse :

apparition ou de l'accélération de développements des cellules malignes. Exemple : tabac.

c-Tératogenèse :

apparition de malformations congénitales au cours de développements de l'embryon après l'exposition ou l'ingestion de la substance pendant la gestation. Les trois premiers mois sont les plus à risque.

Mécanismes d'action des toxiques :

Toxicocinétique :

La toxicocinétique peut être définie comme l'étude **des mouvements dynamiques des toxiques durant leur passage dans le corps humain.**

La toxicocinétique renseigne sur la façon avec laquelle l'organisme agit sur une substance par l'intermédiaire des processus d'absorption, de distribution, de biotransformation et d'excrétion.

1-Passage transmembranaire

2-Absorption

3-Distribution

4-Biotransformation (métabolisme)

5-Excrétion

1-Passage transmembranaire :

Ces processus d'absorption, de distribution, de biotransformation et d'excrétion impliquent le passage de substances à travers des membranes biologiques.

Ce passage fait appel à divers mécanismes :

1-La diffusion passive

2-La diffusion facilitée

3-Le transport actif

4-L'endocytose

•**Passage transmembranaire :**

Ces processus d'absorption, de distribution, de biotransformation et d'excrétion impliquent le passage de substances à travers des membranes biologiques. Ce passage fait appel à divers mécanismes :

•**La diffusion passive :** est le mécanisme par lequel les molécules lipophiles et neutres (non chargées) traversent la membrane cellulaire. Le transfert se fait en fonction du gradient de concentration et n'implique pas de dépense d'énergie.

Les principaux facteurs pouvant influencer la diffusion passive des molécules sont :
1) leur caractère liposoluble, 2) leur degré d'ionisation et 3) leur taille moléculaire.

•**La diffusion facilitée :** ressemble à la diffusion passive à l'exception qu'elle implique la participation de transporteurs de nature protéique incrustés dans la membrane cellulaire. Vu le nombre limité de transporteurs, ce mécanisme est sujet à saturation et au phénomène de compétition entre les substances.

•**La filtration** est le mécanisme utilisé par des molécules petites, hydrosolubles et chargées électriquement (ionisées). Le transfert se fait à travers des pores ou des canaux aqueux situés dans la membrane cellulaire ; il est sous l'influence du gradient de pression osmotique et hydrostatique.

• **Le transport actif** est un mécanisme requérant la participation de transporteurs spécialisés (protéines) et une dépense d'énergie ; il permet un transfert contre un gradient de concentration. Il est donc saturable et assujetti au phénomène de compétition.

• **L'endocytose** (phagocytose pour les solides, pinocytose pour les liquides) est une forme spécialisée de transport limitée aux grosses molécules ou particules insolubles.

Ce mécanisme implique un processus d'invagination de la membrane cellulaire et la formation de vésicules. Plusieurs cellules participant aux défenses de l'organisme (macrophages, leucocytes) l'utilisent

2- Absorption :

L'absorption est le processus par lequel les toxiques atteignent la circulation sanguine après avoir traversé des membranes ou barrières biologiques.

Les principales voies de pénétration des toxiques présents dans l'environnement sont:

- **Les poumons**
- **La peau**
- **Tractus gastro-intestinal**

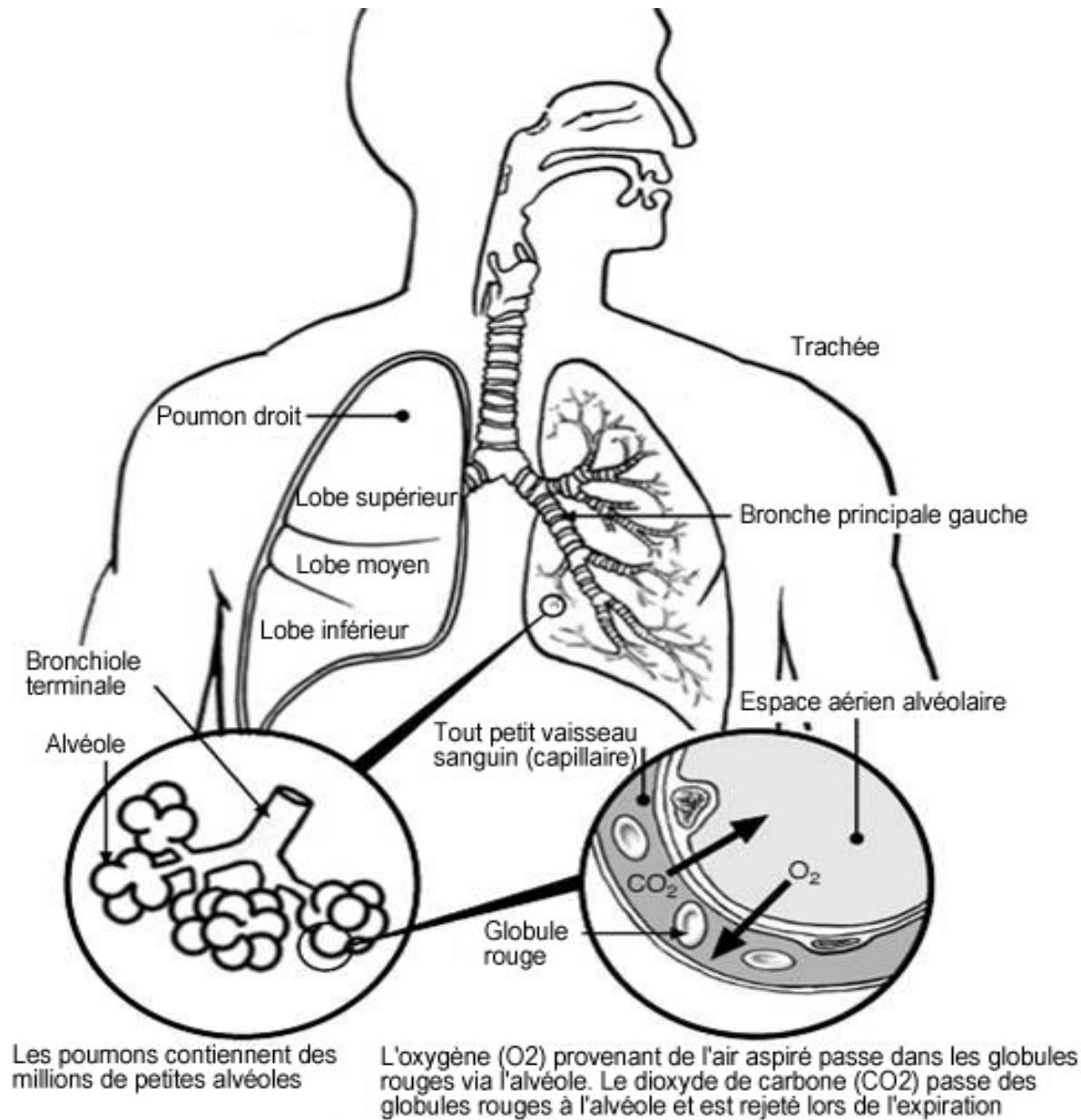
2- Absorption :

Voie pulmonaire

Les poumons sont les organes où se font les échanges gazeux entre l'air des alvéoles et le sang des vaisseaux capillaires qui tapissent les alvéoles pulmonaires.

Pour les gaz et les vapeurs, il s'agira de la concentration, de la durée d'exposition, de la solubilité dans l'eau et les tissus, de la réactivité et du débit sanguin, et, pour les particules (ex. : poussières, fibres, fumées, brouillards, brume, pollen, spores), il s'agira des caractéristiques physiques (le diamètre, la forme, etc.) et de l'anatomie de l'arbre respiratoire.

Les grosses particules se déposent principalement dans la région du nasopharynx d'où elles seront éventuellement éliminées par la toux, l'éternuement ou le mouchage. Les particules insolubles de taille moyenne (entre 1 et 5 μm) se déposent dans la région trachéobronchique et peuvent être vidangées par l'action de l'appareil muco-ciliaire. Celles qui sont captées par le mucus peuvent être repoussées par l'action des cils vibratiles vers le pharynx et dégluties.



Les poumons contiennent des millions de petites alvéoles

L'oxygène (O_2) provenant de l'air aspiré passe dans les globules rouges via l'alvéole. Le dioxyde de carbone (CO_2) passe des globules rouges à l'alvéole et est rejeté lors de l'expiration

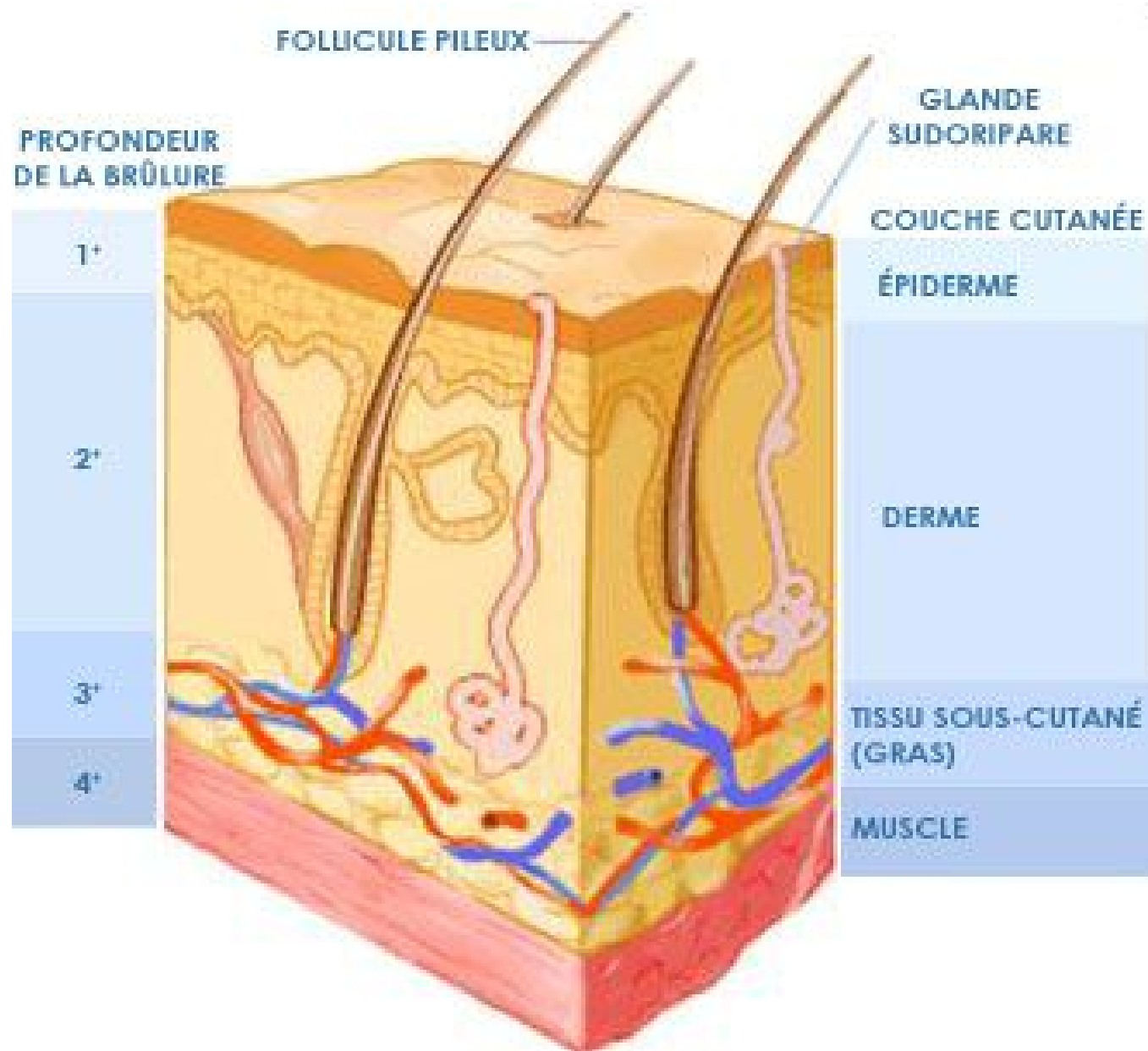
Poumon montrant une alvéole

2- Absorption :

Voie cutanée

La peau est une barrière efficace, relativement imperméable aux contaminants de l'environnement. Elle est formée de deux éléments principaux : l'épiderme et le derme. Le premier comprend plusieurs couches de cellules dont une couche externe, formée de cellules mortes kératinisées, et la couche cornée ou *stratum corneum* ($\approx 10 \mu\text{m}$) dont l'épaisseur varie considérablement d'une région anatomique à l'autre.

Certaines substances peuvent traverser l'épiderme par diffusion passive. Le derme, plus facilement franchissable, est formé principalement de tissu conjonctif et de tissu adipeux ; il renferme des capillaires, des terminaisons nerveuses, des glandes sébacées, des glandes sudoripares et des follicules pileux. Les contaminants liposolubles (insecticides organophosphorés, solvants) traversent bien la peau. Le passage est facilité par la vasodilatation cutanée, le degré d'hydratation de la peau, la présence de lésions mécaniques ou l'irritation de l'épiderme.

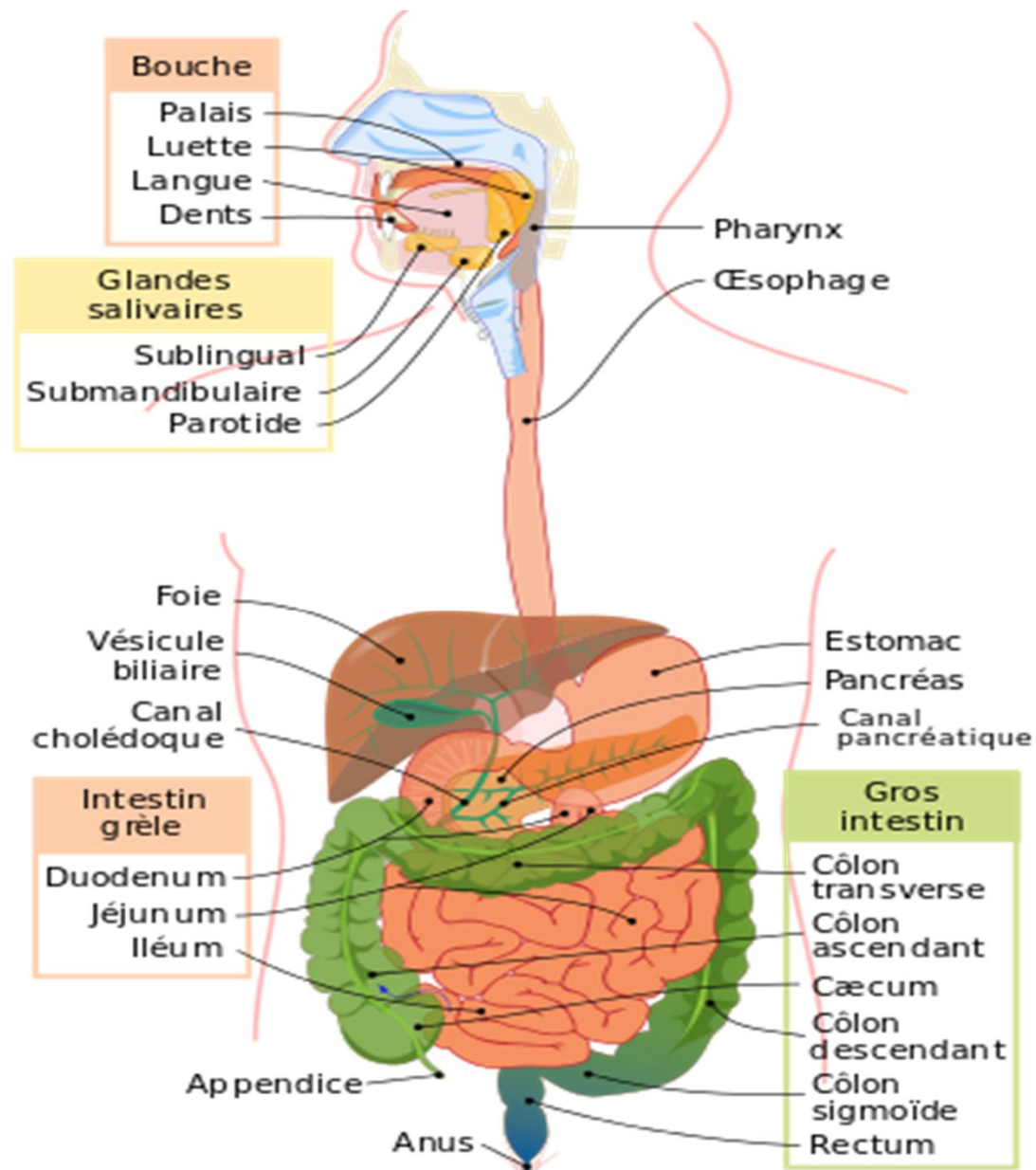


2- Absorption :

Tractus gastro-intestinal

Le système digestif est une porte d'entrée importante pour certains toxiques. Deux caractéristiques anatomiques contribuent à favoriser le passage à ce niveau : une surface de contact très grande (»200 fois la surface corporelle) et la minceur de la muqueuse. L'absorption peut se faire tout le long du tractus (estomac ® intestin), principalement par diffusion passive, et dépend surtout du degré d'ionisation des molécules. Les molécules non ionisées (neutres) ayant un caractère acide faible sont absorbées dans l'estomac (pH : 1-3) alors que les bases faibles sont plutôt absorbées par le petit intestin (pH : 5-8). Cependant, le petit intestin, en raison de sa très grande surface, est une région dans laquelle l'absorption d'acides faibles est parfois importante.

Certains toxiques font appel à des mécanismes spécialisés pour traverser la muqueuse gastro-intestinale : transport actif (plomb, manganèse), pinocytose (colorants, endotoxines bactériennes). Après avoir traversé la muqueuse gastro-intestinale, les toxiques passent par le foie avant d'atteindre la grande circulation sanguine. Ce passage peut donner lieu à un phénomène appelé *effet de premier passage hépatique* au cours duquel une fraction plus ou moins grande du toxiques est biotransformée en un métabolite (métabolisée).



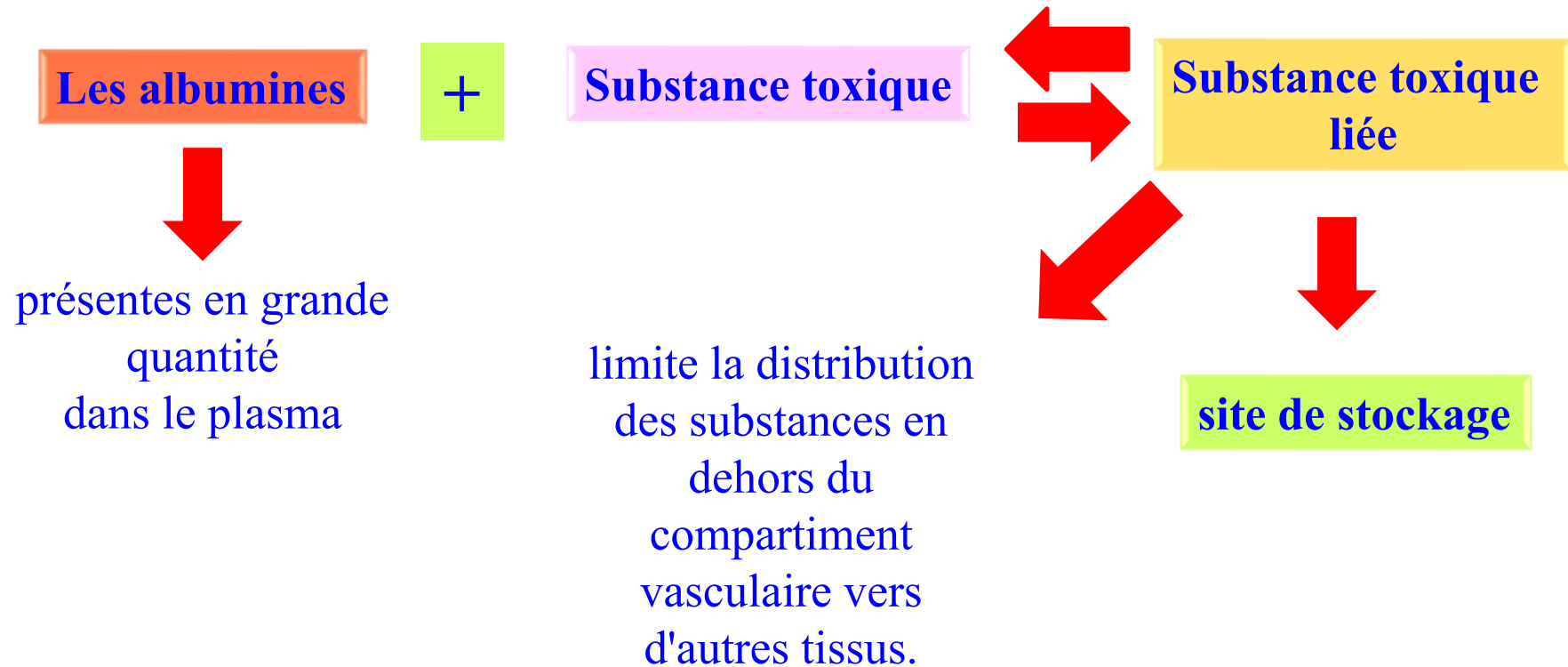
3-Distribution

Une fois absorbés, les toxiques sont, par l'entremise de la circulation sanguine, distribués dans les divers tissus et organes, où ils exercent leur toxicité, sont stockés ou sont éliminés.

Plusieurs facteurs ont un impact important sur la distribution des toxiques dans l'organisme:

- des propriétés physico-chimiques du xénobiotique,
- la liaison avec la/les protéine/s dans le sang et les tissus,
- du débit sanguin et de la composition du tissu,
- de l'état physiologique et pathologique de l'organisme

3-Distribution



3-Distribution

Certains tissus agissent comme un réservoir de stockage



les graisses accumulent les substances liposolubles comme:
les pesticides organochlorés (DDT), les biphényles polychlorés (BPC), les dioxines, une foule de solvants organiques (toluène, benzène, styrène) et des anesthésiques volatils (halothane).



Les os emmagasinent le plomb, le fluor (fluorose osseuse), le strontium (cancers osseux).



Certaines protéines présentes dans le foie et le rein appelées **métallothionéines** possèdent une affinité particulière pour fixer certains métaux comme le cadmium et le zinc et constituent en quelque sorte une protection, bien que limitée, contre les effets toxiques de ces métaux.

4-Biotransformation (métabolisme) :

La biotransformation désigne l'ensemble des réactions qui résultent en des modifications, par l'intermédiaire d'enzymes, de la structure chimique d'un toxique. Ces réactions ont pour effet de rendre les toxiques, qui sont plutôt liposolubles au départ, plus polaires (ionisables), les rendant plus solubles dans l'eau et ainsi plus facilement excrétables dans l'urine.

➤ Le foie est le principal organe impliqué dans la biotransformation des toxiques, bien que la peau, le rein, la muqueuse intestinale et le poumon, pour ne nommer que ceux-là, puissent également biotransformer (métaboliser) certaines substances.

➤ Deux classes de réactions enzymatiques peuvent intervenir pour transformer un produit en un métabolite (produit de biotransformation) : les réactions de phase I et les réactions de phase II.

Biotransformation, essentiellement au niveau du foie.

Xénobiotique

Réactions de Phase I

Molécule hydrosoluble

Réactions de Phase II

Molécule conjuguée

Formation des métabolites plus facilement «excrétables»
mais, aussi des métabolites ultimes ± toxique que le produit parental

5-Excrétion :

Le processus d'excrétion conduit à une élimination définitive d'une substance hors de l'organisme.

Les substances mères et leurs métabolites sont alors principalement éliminées par :

-le rein dans l'urine,
-par la bile (fèces),
-par les poumons dans l'air exhalé,
-par le lait, la salive et
-parfois même les phanères (cheveux, ongles).

1-La diffusion passive

2-La diffusion facilitée

3-Le transport actif

4-L'endocytose