



EXAMENS DE LABORATOIRE

Cours destiné aux étudiants de la filière des soins infirmiers de l'ISPITS

Élaboré par le Pr MAHRACH Younes
Maitre de conférences à l'ISPITS de Tanger

Sommaire

Introduction	6
Partie 1 : Les catégories d'examens de laboratoire	7
Partie 2 : Les prélèvements.....	10
1. Les prélèvements sanguins.....	11
1.1. Prélèvements veineux	11
1.2. Prélèvements capillaires.....	15
2. Les prélèvements urinaires.....	19
2.1. Prélèvement pour protéinurie de 24h	19
2.2. Prélèvement pour l'examen cytobactériologique des urines (ECBU)	19
3. Les prélèvements cutanéo-muqueux	20
4. Autres prélèvements	21
5. Différents types de tubes utilisés pour les analyses biologiques	21
6. Facteurs influençant la qualité et l'intégrité des échantillons	22
Partie 3 : Expression des résultats.....	24
1. Unités de mesure.....	25
2. Facteurs influençant les résultats des examens de laboratoire en phase pré-analytique.....	25
Partie 4 : Examens hématologiques	28
1. Groupage sanguin.....	29
1.1. Système ABO.....	29
1.2. Système Rhésus	30
1.3. Autres systèmes	31
1.4. Intérêt du groupage	31
2. Cross-match	32
3. Test de Coombs	33
4. Recherche d'anticorps irréguliers (RAI).....	34
5. Numération formule sanguine (NFS).....	35
5.1. Indications de la NFS	36
5.2. Prélèvement.....	37
5.3. Interprétation des paramètres de la NFS	38
6. Vitesse de sédimentation	40
6.1. Indications	40
6.2. Prélèvement.....	41
6.3. Interprétations des résultats.....	41

7.	Hémoglobine glyquée	41
7.1.	Prélèvement.....	42
7.2.	Interprétation des résultats	42
8.	Examens d'hémostases	42
8.1.	Généralités	42
8.2.	Prélèvement.....	44
8.3.	Fibrinogène	45
8.4.	Taux de prothrombine.....	45
8.5.	Taux de Céphaline-Kaoline	46
8.6.	International Normalized Ratio (INR)	46
8.7.	D-dimères.....	46
Partie 5 : Examens biochimiques	48
1.	Examens biochimiques du sang	49
1.1.	Glycémie	49
1.2.	Urémie	50
1.3.	Créatinémie	50
1.4.	Uricémie.....	51
1.5.	Ionogramme sanguin.....	51
1.6.	Protéinémie	52
1.7.	Albuminémie.....	53
1.8.	Phosphorémie.....	53
1.9.	Chlorémie.....	54
1.10.	Bicarbonate	55
1.11.	Natrémie.....	55
1.12.	Kaliémie.....	56
1.13.	Calcémie	57
1.14.	Magnésémie	57
1.15.	Sidérémie	58
1.16.	Ferritinémie.....	59
1.17.	Transferrinémie.....	60
1.18.	Gazométrie	60
1.19.	Cholestérolémie	62
1.20.	Cholestérol HDL et cholestérol LDL.....	62
1.21.	Triglycéridémie.....	63
1.22.	Transaminases.....	63
1.23.	Phosphatase alcaline	64

1.24.	Bilirubinémie	64
1.25.	Amylasémie	65
1.26.	Lipasémie.....	66
1.27.	Lactate déshydrogénase	66
1.28.	Troponine.....	66
1.29.	Créatine phosphokinase	67
1.30.	Protéine C réactive.....	67
1.31.	Autres paramètres	68
2.	Examens biochimiques des urines.....	68
2.1.	Glycosurie.....	68
2.2.	Cétonurie.....	69
2.3.	Protéinurie de 24 heures.....	70
2.4.	Autres paramètres	70
3.	Examens biochimiques dans d'autres liquides biologiques	71
3.1.	Test de Rivalta	71
3.2.	Dans le liquide céphalo-rachidien (LCR)	71
3.3.	Autres.....	72
Partie 6 : Examens microbiologiques.....		73
1.	Examen cytobactériologique des urines.....	74
2.	Examen cytobactériologique des crachats	75
3.	Examens de liquide céphalorachidien	77
4.	Prélèvement de gorge	77
5.	Hémoculture	78
6.	Prélèvements génitaux	79
6.1.	Prélèvement génital chez la femme.	79
6.2.	Prélèvement génital chez l'homme.	80
7.	Examen parasitologique des selles.....	80
8.	Coproculture	81
9.	Examen cytobactériologique de pus et d'autres liquides	81
10.	Antibiogramme	82
11.	Spermogramme et spermoculture.....	83
11.1.	Spermogramme	83
11.2.	Spermoculture.....	84
Partie 7 : Examens sérologiques.....		86
1.	Sérologie VIH	87
2.	Sérologie de la syphilis.....	87

3.	Sérologie Widal.....	88
4.	Sérologie de la rubéole.....	88
5.	Antistreptolysine O	89
6.	Sérologie de l'hépatite.....	89
6.1.	Sérologie de l'hépatite A	89
6.2.	Sérologie de l'hépatite B.....	90
6.3.	Sérologie de l'hépatite C.....	91
7.	Autres	92
	Conclusion	93
	REFERENCES.....	94

Introduction

Les examens de laboratoire, les analyses biologiques, les analyses biomédicales... sont autant de termes synonymes désignant la même discipline qui consiste à étudier, sous un angle biologique, les substances produites par l'organisme dans le but d'orienter, de confirmer, de diagnostiquer et/ou de suivre l'évolution d'une maladie.

Pour réaliser ces examens, différents types de prélèvements peuvent être effectués : sang (veineux, artériel ou capillaire), urines, sperme, selles, expectorations, crachats, pus, vomissements, sécrétions (de gorge, nasales, vaginales, urétrales...).

Les examens de laboratoire revêtent une grande importance, car ils constituent les piliers du diagnostic clinique ainsi que du contrôle et de la surveillance thérapeutique. Ces examens de laboratoire ont plusieurs buts, par exemple :

- Dépistage des troubles biologiques
- Aide au diagnostic
- Estimation des facteurs de risque
- Suivi des fonctions biologiques (rénale, hépatique...)
- Contrôle de l'efficacité et des effets du traitement
- Suivi de l'évolution des maladies
- Recherche scientifique
- Et bien d'autres.

Dans ce cours, plusieurs objectifs sont sollicités, parmi lesquels :

- Définir les différents examens de laboratoire
- Énumérer les indications et les conditions de réalisation de ces examens
- Maîtriser les techniques de prélèvement
- Connaître la procédure de conservation et d'acheminement des prélèvements dans de bonnes conditions vers le laboratoire
- Énumérer les principales causes d'erreur au cours de la phase pré-analytique
- Connaître les valeurs normales et pathologiques de chaque examen
- Être capable d'interpréter les résultats des examens biologiques afin de prendre une bonne décision vis-à-vis du patient.

Partie 1 : Les catégories d'examens de laboratoire

Il existe de nombreuses catégories des examens de laboratoire. Certains se concentrent sur des organes ou des systèmes corporels spécifiques, tandis que d'autres testent la présence ou l'absence de diverses substances. Certains tests mesurent simplement le niveau de composants chimiques dans les fluides corporels ou les tissus...

Les tests de laboratoire peuvent être regroupés en plusieurs grandes catégories en fonction de leur objectif, des types d'informations qu'ils fournissent ou du type de prélèvement étudié [1].

Parmi les catégories les plus courantes, citons [1] :

- Examens hématologiques : Ils regroupent l'analyse des cellules du sang ainsi que les éléments dissous dans le plasma, comme les facteurs de coagulation. Le sang est un tissu organisé qui se compose d'un liquide (plasma) dans lequel baignent des cellules (globules rouges, globules blancs et plaquettes) et de nombreuses substances.
N. B. Le sang est le liquide biologique le plus important de notre corps, composé à 55 % de plasma et à 45 % de cellules. Il circule dans les vaisseaux sanguins et irrigue tous les organes, apporte l'O₂ et éléments nutritifs et élimine les déchets.
- Examens biochimiques : Les analyses biochimiques consistent à mesurer les quantités des constituants des liquides biologiques (sang, urine, etc.). La plupart des maladies ont des répercussions sur leur composition et leur étude peut aider au diagnostic et au suivi de nombreuses maladies.
- Examens sérologiques : La sérologie est l'étude du sérum, c'est-à-dire le sang débarrassé de ses cellules et des facteurs de coagulation et fibrinogène.
Communément, la sérologie consiste à évaluer l'immunité contre une maladie en mesurant la quantité d'anticorps spécifiques de celle-ci. (On parle aussi de l'immunosérologie).
- Examens hormonaux : Evaluent les niveaux d'hormones pour diagnostiquer des troubles endocriniens.
- Examens microbiologiques : Les analyses microbiologiques englobent la bactériologie, la parasitologie, la virologie et la mycologie. Les examens microbiologiques consistent à rechercher par observation directe, mise en culture ou encore techniques de biologie moléculaire, la présence de microorganismes dans les échantillons prélevés.

- Examens histologiques : Étude microscopique des tissus vivants. L'histologie permet de connaitre la structure des tissus, d'en comprendre le fonctionnement et d'y découvrir éventuellement des anomalies.
- Examens cytopathologies : Étude des caractères morphologiques et fonctionnels des cellules. La cytologie recourt essentiellement à l'examen microscopique des cellules.
- Biologie moléculaire : Étude des molécules porteuses du message héréditaire (ADN, ARN), de leur structure, synthèse, altérations (mutations), etc.
- Examens toxicologiques : recherchent des substances toxiques ou des médicaments dans le sang, l'urine ou d'autres échantillons...

Partie 2 : Les prélèvements

Un prélèvement en médecine est un acte qui permet la prise d'un échantillon destiné à être analysé pour différencier ce qui physiologique de ce qui est pathologique.

C'est-à-dire le recueil d'un volume de liquides biologiques (sang, urine, pus...) ou tissus modifiés d'un organe (prélèvement tissulaire ou biopsie) ...

Il permet d'effectuer différents examens biologiques et/ou anatomopathologiques sur des échantillons.

Il est réalisé selon son type par le médecin et/ou l'infirmier.

❖ **Remarque :** la biopsie est un prélèvement d'un fragment de tissu.

1. Les prélèvements sanguins

1.1. Prélèvements veineux

Un prélèvement veineux (intraveineux) est un acte de soin qui permet la prise d'un échantillon de sang à travers la ponction d'une veine superficielle afin de réaliser des analyses biologiques.

Cette technique est facile, rapide et permet d'obtenir une quantité du sang suffisante. Néanmoins elle doit être réalisée avec beaucoup de prudence [2].

1.1.1. Matériel nécessaire pour la réalisation d'un prélèvement veineux

- Chariot multiétage désinfecté
- Papier absorbant à usage unique pour la protection
- Le nécessaire pour l'hygiène des mains (solution hydrologique, source d'eau pour lavage des mains)
- Gant à usage unique
- Équipement de protection personnelle (masque, visière ...)
- Plateau stérile
- Seringue stérile en fonction de la quantité du sang demander, avec une aiguille intraveineuse ou un épicrânien ou bien un vacutainer (un système pour prélèvements sanguins sous vide sécurisé) selon le disponibilité et l'état du patient...
- Tubes adéquatent avec les examens demandés
- Garrot désinfecté
- Antiseptiques (de préférence alcool médicale à 70 °)
- Compresses ou boule de coton à défaut

- Sparadrap
- Conteneur (jaune) à déchet contaminé piquant et tranchant
- Haricot
- Deux poubelles une dotée d'un sac pour élimination des déchets ménagers (généralement noir) et l'autre doté d'un sac pour les déchets médicaux contaminés (généralement rouge).
- Désinfectant de surface et chiffonnette.

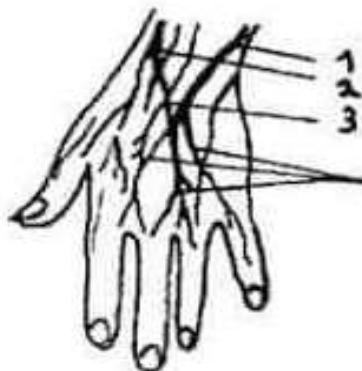
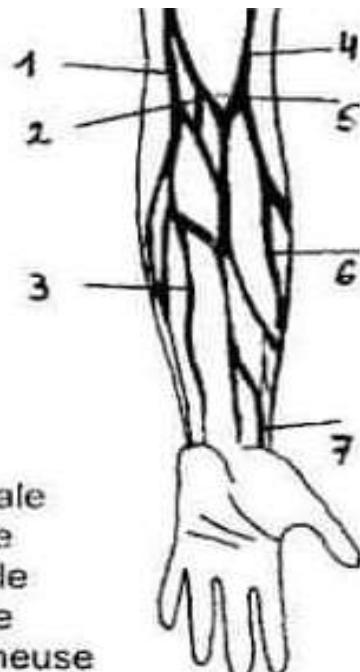
1.1.2. Déroulement du prélèvement veineux

- Installer le patient confortablement.
- Laver vos mains un lavage hygiénique (voir fiche technique en rapport avec le lavage des mains).
- Mettre des gants jetables à usage unique (voir fiche technique en rapport avec enfilage des gants).
- Vérifier :
 - ✓ Tubes d'analyses adéquats,
 - ✓ Nécessité d'être à jeun,
 - ✓ Identité du patient++.
 - ✓ Etc.
- Installer le patient confortablement
- Mettre une protection sous le membre (bras, main, pied...)
- Mettre le garrot 10 cm au-dessus du point de ponction
 - ✓ Dans la mesure du possible, pas sur un membre malade ou occupé par une voie veineuse, fistule artérioveineuse...
- Éviter de laisser le garrot plus que 3 min
- Repérer et choisir la veine à ponctionner de préférence une veine de gros calibre de préférence sur le bras (figure 1).
- Demander au malade de faire serrer le poing, bras en déclive, tapoter afin de favoriser la vasodilatation
- Antisepsie de la peau de bas en haut, sans repasser au même endroit, une compresse pour un passage, de l'intérieur vers l'extérieur (ou des tours circulaires de l'intérieur vers l'extérieur dit en escargot).
- Respecter le temps de contact de l'antiseptique (généralement 30 secondes).

- Immobiliser la veine en tendant la peau avec l'autre main
 - Introduire l'aiguille à 45°, biseau vers le haut
 - Remplir les tubes jusqu'à ce que la proportion anticoagulante / sang est adéquate (jusqu'au trait).
 - Mélanger immédiatement par renversement (les tubes contenant un anticoagulant), éviter d'agiter trop fortement pour ne pas détruire les cellules
 - Enlever le garrot
 - Demander au patient de desserrer le poing
 - Enlever le dernier tube puis l'aiguille (élimination immédiate)
 - Point de compression 1 min pour éviter l'hématome (+ si le malade est sous anticoagulants)
 - Pansement
 - Étiqueter et identifier les tubes et les envoyés au laboratoire le plus tôt possible
- ❖ **Remarque :** pour l'exercice voire les travaux pratiques

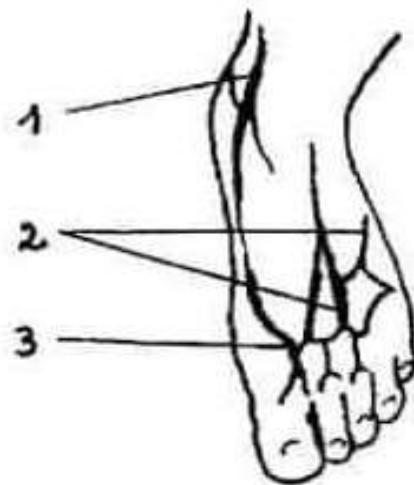
Bras

1. veine basilique
2. veine médiane basilique
3. veine cubitale superficielle
4. veine céphalique
5. veine médiane céphalique
6. veine radiale accessoire
7. veine radiale superficielle



Main

1. veine cubitale superficielle
2. veine radiale superficielle
3. arcade veineuse dorsale
4. veines métacarp iennes



Pied

1. veine tibiale
2. réseau veineux dorsal du pied
3. arcade veineuse dorsale superficielle

Figure 1 : Schéma des principales veines utilisées dans le traitement intraveineux¹

1.1.3. Effets secondaires et complications

- Hématome au point de ponction
- Défaut de reflux du sang
- Douleur, traumatisme.
- Choc vagal (stopper le soin et mettre le patient les jambes en l'air).
- Infection
- Allergies...

¹ <https://devsante.org/articles/technique-du-prelevement-veineux-intraveineux/>

1.2. Prélèvements capillaires

Le prélèvement par ponction cutané (ou capillaire) est une prise de microéchantillons sanguins utilisés dans des cas particuliers pour obtenir de petites quantités de sang pour les analyses de laboratoire.

2.2.1. Indications

Le volume prélevé par ponction cutanée est fiable par rapport aux prélèvements par ponction veineuse. Le prélèvement de microéchantillons sanguins par ponction capillaire est recommandé dans les cas de :

- Impossibilité de faire un prélèvement veineux
 - Pour les bébés naissants (limite de volume)
 - Brûlures étendues,
 - Obésité extrême
 - Gériatrie...
- ❖ **Remarque.** Le sang prélevé par ponction cutanée est un mélange provenant des artéries des veinules et des capillaires (mais on parle souvent dans la bibliographie d'un prélèvement par ponction capillaire).

2.2.2. Contre-indications

- Ne jamais utiliser une lame de bistouri.
- Éviter de ponctionner :
 - ✓ Le doigt d'un enfant pesant moins de 9kg
 - ✓ Une surface malade (infecté, cyanosé, œdématisé, etc.)
 - ✓ Un site en présence d'hématome
 - ✓ Un site déjà ponctionné
 - ✓ Le pouce, l'index et l'auriculaire

2.2.3. Matériel nécessaire pour le prélèvement capillaire

- Chariot multiétage désinfecté
- Plateau stérile ou désinfecté au préalable
- Papier absorbant à usage unique pour la protection
- Le nécessaire pour l'hygiène des mains (gel hydrologique, source d'eau pour lavage des mains)
- Équipement de protection personnelle (masque, visière ...)

- Gant à usage unique
- Compresses ou boules de coton à défaut.
- Antiseptique (de préférence alcool 70 °).
- Lancettes, aiguille ou vaccinostyle
- Matériel pour l'échantillon :
 - ✓ Lame de microscope
 - ✓ Bandelette (glycémie ...)
 - ✓ Microtube (tube Eppendorf...) ...

2.2.4. Déroulement du prélèvement capillaire

- Installer le patient confortablement
- Laver vos mains un lavage hygiénique.
- Choisir le point de ponction qui doit être indemne de toute contre-indication, il existe différents points pour la ponction cutanée par exemple :
 - ✓ La surface plantaire du talon (enfant de moins de 9kg)
 - ✓ Face palmaire d'un doigt
 - ✓ Le lobe de l'oreille
 - ✓ La surface plantaire du gros orteil (brûlures étendues)
- Réchauffer le point de ponction à 40 °C pendant 5min, cela va permettre une augmentation de l'écoulement sanguin... si la quantité demandée est limitée à une goutte vous n'avez pas besoin de réchauffer.
- Nettoyer avec de l'alcool, essuyer ensuite avec un tampon stérile.
- Faire une piqûre nette de 2 à 3mm de profondeur avec une aiguille, une lancette ou un vaccinostyle stérile jetable.
- Essuyer la première goutte de sang (pour éviter une contamination)
- Laisser le sang couler naturellement (ne pas presser) et collecté.
- Si la ponction est correcte, il est possible de prélever jusqu'à 1cc de sang
- Étiqueter et identifier les tubes.

❖ Tube capillaire

- Placer une extrémité du tube capillaire au centre de la goutte de sang sans effectuer de pression sur la peau (figure 2).
- Laisser le capillaire à l'horizontale ou légèrement en pente vers le doigt pour éviter l'infiltration d'air.

- Sceller rapidement le capillaire avec les bouchons de plastique.
- Mélanger le sang à l'anticoagulant (*se trouvent sur les parois du verre*) en déplaçant la limaille sur toute la longueur du capillaire.

❖ **Microtube**

- Appuyer le récipient sur la goutte en évitant de racler la surface de la peau, réduisant ainsi les chances d'hémolyse et les micros-caillots (figure 2).
- Placer les tubes perpendiculaires à la surface de la peau.
- Mélanger délicatement au cours de la collecte par secousses successives.
- Respecter la proportion sang/additif indiquée sur le tube (entre les 2 lignes).
- Respecter l'ordre des tubes et le nombre de retournements.

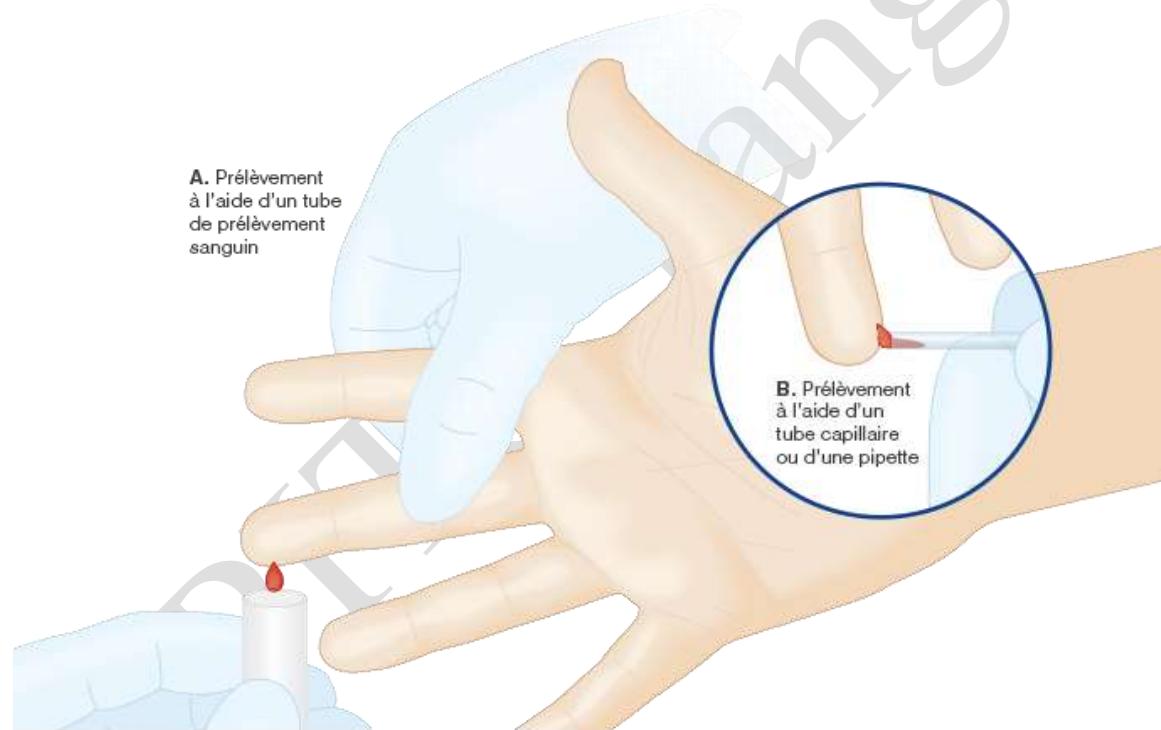


Figure 2 : A : Un prélèvement de sang à l'aide d'un tube, B : Un prélèvement de sang à l'aide d'un tube capillaire ou d'une pipette.

❖ **Bandelette-test (Glucomètres)**

- Appliquer l'échantillon sanguin au bout de la bandelette-test (glycémie).
- Ne jamais ajouter de sang si le décompte ne part pas tout de suite ; reprendre avec une autre bandelette (figure 3).



Figure 3 : image d'un prélèvement capillaire à l'aide d'une bandelette-test

❖ **Test sur papier buvard**

C'est un test réalisé en prélevant des gouttes de sang sur un buvard, après ponction de la peau, il existe plusieurs applications pour ce test par exemple pour le Dépistage néonatal, qui est systématiquement proposé, mais l'accord des parents est obligatoire.

La technique consiste à :

- Imbibir de sang chacun des cercles du papier buvard (figure 4)
- L'idéal consiste à laisser tomber une seule goutte dans le milieu des cercles, si plus d'une goutte est nécessaire pour réaliser un prélèvement adéquat, on doit chercher à l'obtenir avec des gouttes aussi grosses que possible en une seule séquence et sans surcharge.
- Appliquer le sang sur un seul côté du papier et s'assurer que celui-ci est imprégné de part en part sur une grande partie du cercle imprimé
- Il est impératif de laisser sécher le papier buvard à la température pièce avant de le mettre à la poste

Attention : pas de séchoir ou autre source de chaleur, ne pas insérer le papier buvard non sec dans un sac de plastique



Figure 4 : Dépistage néo-natal sur papier buvard

2. Les prélèvements urinaires

Le prélèvement des urines est un acte qui permet :

- La recherche des composants des urines (ex. : protéines, Na^+ ...)
- La recherche d'une infection urinaire, de déterminer le germe en cause et de solliciter le traitement.
- La détection de la présence de cellules, de cristaux ...
- Le dosage de certains paramètres biochimiques dans les urines.
- Etc.

Ce prélèvement est effectué par le patient lui-même après éducation ; ou par l'infirmier si le patient est incapable d'effectuer le prélèvement (malade mentale, malades handicapés, malade avec sonde urinaire, nouveau-né, enfant...) [3].

Les prélèvements des urines diffèrent selon l'indication :

2.1. Prélèvement pour protéinurie de 24h

- Recueil des urines de 24 h : le patient vide sa vessie aux toilettes à une heure précise (ex. 8h du matin, les urines correspondantes sont jetées).
- Toutes les urines des mictions sont ensuite recueillies jusqu'au lendemain à la même heure, dans un récipient propre et stérile une fois rempli le récipient doit être transféré au laboratoire le plutôt possible.

2.2. Prélèvement pour l'examen cytobactériologique des urines (ECBU)

- L'ECBU est un examen bactériologique, donc le prélèvement doit être effectué d'une façon stérile et en dehors de toute antibiothérapie pour éviter de fausser les résultats.
- Il est souvent effectué sur un flacon stérile de 50 ml avec un couvercle rouge ou sur une poche autocollante stérile pour les nourrissons (figure 5).
- Le prélèvement est effectué de préférence le matin.
- Il faut jeter les premières gouttes et recueillir le reste.

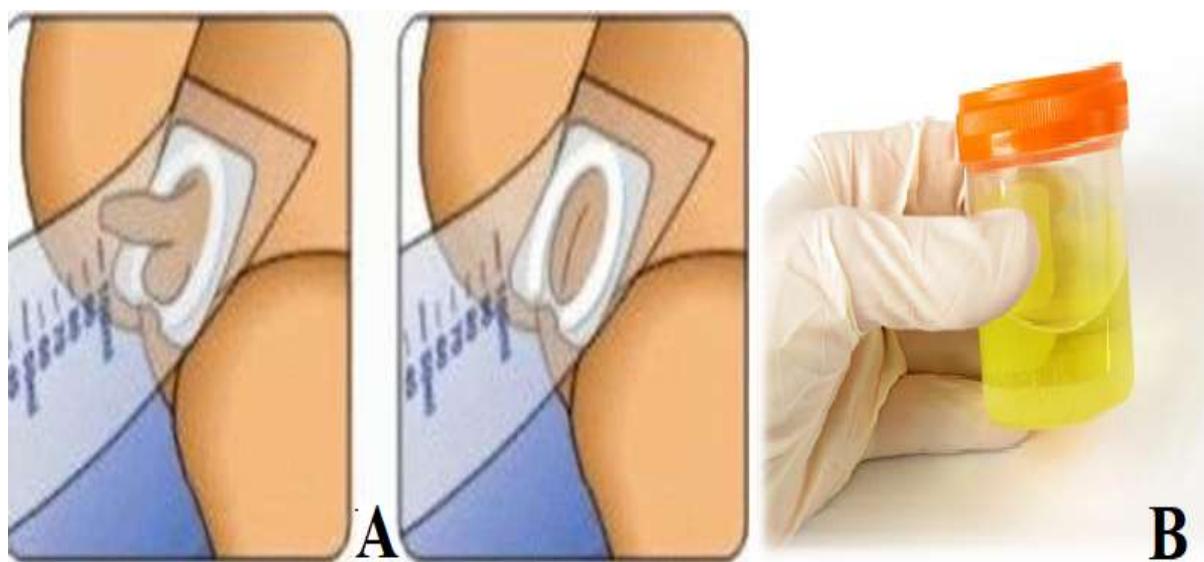


Figure 5 : À : Image d'une poche autocollante utilisée chez les nourrissons pour prélèvement des urines, B : Flacon stérile utilisé dans le prélèvement des urines pour ECBU

3. Les prélèvements cutanéo-muqueux

Ce type de prélèvement est effectué par écouvillonnage grâce à un écouvillon (figure 6). Plusieurs types de prélèvements figurent dans cette catégorie telle que [4] :

- Le prélèvement nasopharyngé (exemple : Covid-19).
- Le prélèvement vaginal ou urétral.
- Le prélèvement rectal
- Les prélèvements du pus...



Figure 6 : A écouvillon, B : Prélèvement naso-pharyngé, C : Prélèvement vaginal

4. Autres prélèvements

- Prélèvement artériel (acte médical), il est principalement recommandé pour l'étude des gaz du sang et les mesures acido-basiques, effectuées principalement sur tube à héparine, au niveau de l'artère radiale ou fémorale.
 - Prélèvement du liquide céphalo-rachidien (acte médical), la ponction lombaire permet de prélever le LCR.
 - Prélèvement du liquide d'ascite (acte médical)
 - Prélèvement articulaire (acte médical) ...
- ❖ **Remarque :** Plusieurs types de prélèvements ne relèvent pas de la tache de l'infirmier.

5. Différents types de tubes utilisés pour les analyses biologiques

Il existe une panoplie des tubes destinés aux analyses du laboratoire, l'utilisation de chaque tube est conditionnée par la nature de l'analyse (figure 7) [5] :

- Les dosages sur sérum se font à partir de prélèvements sur tube sec.
- Les dosages sur plasma se font évidemment sur tube contenant un anticoagulant (exemples : Héparine, EDTA, Citrate, Fluore ...).
- En biochimie, les analyses peuvent être effectuées sur sérum ou sur plasma sauf quelques exceptions, exemple : la glycémie est effectuée exclusivement sur tube sec (à bouchon rouge) ou tube contenant le fluor comme anticoagulant (tube à bouchon gris).
- Les prélèvements destinés à des recherches d'anticorps (sérodiagnostics, complément, autoanticorps, agglutinines, etc.) se font sur tube sec (bouchon rouge).
- En hématologie, les prélèvements pour NFS-VS se font sur éthylène diamine tetra acétique (bouchon violet/mauve), mais la vitesse de sédimentation (VS) est réalisée également sur tube citrate noir (qui contient un volume de citrate pour 4 volumes de sang).
- Les prélèvements pour les examens de l'hémostase se font sur tube citrate bleu. (Contenant 1 volume de citrate pour 9 volumes de sang).

❖ **Remarque :**

- Beaucoup de dosages peuvent se faire soit sur sérum soit sur plasma en fonction de la technique choisie par le laboratoire.
- Dans la majorité des cas, dosez sur plasma ou sur sérum n'influence pas les résultats.

- Parmi les dosages que nous allons voir, rare sont les analyses qui donnent des résultats différents selon qu'il est fait sur plasma ou sérum, exemple : la calcémie, la glycémie...
- Le remplissage des tubes par le prélèvement de sang doit être effectué selon un ordre qui assure l'ergonomie du travail et qui respecte les recommandations internationales des institutions expertes au laboratoire comme le CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute) (figure 7).

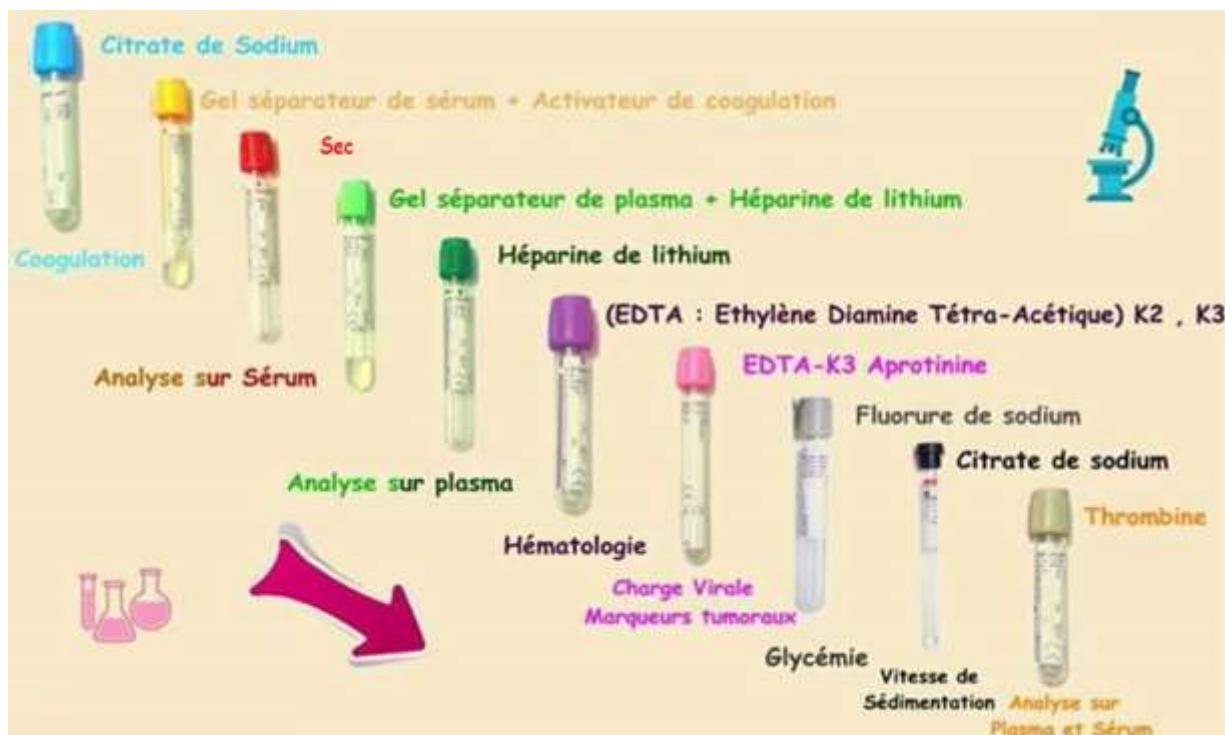


Figure 7 : Différents tubes des examens biologiques classés par ordre de prélèvement selon les recommandations du CLSI

6. Facteurs influençant la qualité et l'intégrité des échantillons

De nombreux facteurs peuvent altérer un échantillon, le rendant inutilisable. Voici les principaux éléments à prendre en compte [6] :

- ❖ Hémolyse : Destruction des globules rouges dans le sang

Parmi les causes fréquentes de l'hémolyse on compte :

- Résidus d'alcool au point de ponction.
- Pression excessive exercée sur les tissus environnants.
- Frottement mécanique sur la peau avec le contenant.
- Agitation excessive du tube.

- ❖ Coagulation et formation de caillots de sang (en présence d'anticoagulant)
 - La coagulation élimine les éléments recherchés et perturbe considérablement les résultats.
 - Mélanger délicatement le sang à l'anticoagulant par retournements doux pendant le prélèvement.
 - Boucher immédiatement le tube après le prélèvement et mélanger par retournements successifs complets.
 - Pour les tubes capillaires, utiliser un aimant pour homogénéiser.
- ❖ Délai de transport
 - Un délai prolongé entre le prélèvement et l'analyse peut fausser les résultats.
- ❖ Température de transport
 - Ne pas placer l'échantillon directement sur la glace, car le froid ralentit les réactions chimiques et altère la stabilité des électrolytes (ex. augmentation du potassium).
 - Une chaleur excessive peut également détériorer l'échantillon.
- ❖ Exposition à la lumière
 - La lumière du jour (UV) détruit certains analytes, comme la bilirubine.
- ❖ Quantité insuffisante ou excessive de sang
 - Respecter la zone cible indiquée sur le tube (parfois matérialisée par un trait ou entre deux lignes).
 - Une quantité insuffisante ou excessive fausse les résultats, notamment pour les examens nécessitant une proportion précise d'anticoagulant, comme l'hémostase ou la vitesse de sédimentation (VS).
- ❖ Dilution par des liquides tissulaires
 - Éliminer la première goutte de sang après la ponction.
 - Éviter les pressions excessives ou prolongées.
 - Ne pas prélever sur un membre portant une perfusion.
- ❖ **Remarque :** Les analyses biologiques sont des outils d'une importance capitale. Certaines erreurs, notamment pré-analytiques, analytiques ou post-analytiques, peuvent être évitées. Un prélèvement inadéquat peut être plus problématique qu'un prélèvement répété.

Partie 3 : Expression des résultats

1. Unités de mesure

Les résultats des examens biologiques sont exprimés à la fois en unités traditionnelles (g, mg, l, ml...) et en unités du Système International (SI), telles que les moles [7, 12].

- ❖ La mole : En chimie et en physique, la mole est l'unité de mesure de la quantité de substance. Elle correspond à la quantité de matière contenant toujours le même nombre de particules, soit $6,022 \times 10^{23}$ (connu sous le nom de *nombre d'Avogadro*). Étant donné l'immensité de ce nombre, on utilise souvent des sous-multiples comme les millimoles (mmol), micromoles (μmol) ou nanomoles (nmol). La conversion des grammes en moles se fait en divisant le poids de la substance en grammes par sa masse molaire. Par exemple, la concentration normale de calcium dans le sang est de 95 à 105 mg/l. Avec une masse molaire de 40 g/mol, cela correspond à un taux de 2,4 à 2,6 mmol/l.
- ❖ Dosage enzymatique : Les résultats des dosages enzymatiques sont exprimés en « unités enzymatiques » (U). Bien que l'unité officielle soit le katal, celle-ci est rarement utilisée en pratique.
- ❖ Dosage des anticorps : Le titre est l'unité utilisée pour mesurer la concentration en anticorps. Il correspond à l'inverse de la première dilution sérique positive.
- ❖ Unités arbitraires : Lorsque les résultats sont exprimés en unités ne faisant pas partie du Système International mais définies par les fabricants de réactifs, on parle d'unités arbitraires, souvent symbolisées par « UI » pour « unité internationale ».
- ❖ Variabilité des valeurs usuelles : Les valeurs dites « normales » ou « usuelles » peuvent varier selon la technique de dosage utilisée.

2. Facteurs influençant les résultats des examens de laboratoire en phase pré-analytique.

Les résultats des examens de laboratoire sont influencés par plusieurs facteurs, ces derniers peuvent être divisés en :

- ❖ Facteurs en rapport avec le patient
 - Facteurs physiologiques :
 - ✓ L'âge, le sexe, la race, la grossesse, le surpoids, le cycle menstruel, etc.

- ✓ Le jeune : l'idéal est d'effectuer le prélèvement 12 heures après l'ingestion d'aliments, car certains paramètres comme le glucose, les lipides ... peuvent être influencés,
- ✓ Stress et anxiété : effet sur l'activité hormonale.
- ✓ La prise médicamenteuse.
- ✓ L'effort physique.
- ✓ Consommation de :
 - L'alcool : augmentation des lactates, acide urique et triglycérides, du cholestérol, GGT, acide urique...
 - Les cigarettes : augmentation de la carboxyhémoglobine et de l'hémoglobine
 - La caféine, les boissons hypertoniques...
 - Certains aliment ou complément alimentaire (vitamine D, vitamine C, magnésium, etc.)
- Facteurs pathologiques : la plupart des maladies affectent les résultats des examens de laboratoire...
- ❖ Facteurs en rapport avec le praticien (infirmier, médecin ...).
 - Compétence et expérience...
 - Conditions et charge de travail
 - Niveau de formation
 - Etc.
- ❖ Facteurs en rapport avec le prélèvement :
 - Type de sang : les résultats obtenus différents selon le sang prélevé (veineux, artériel ou capillaire).
 - Horaire de prélèvement : rythme circadien pour certaines hormones (ex. le cortisol) et les marqueurs cardiaques, l'heure idéale de prélèvement se situe entre 7 et 9 heures du matin
 - Les prélèvements avant les soins : la prise de sang doit s'effectuer avant les soins ou la prise de médicaments.
 - Effets d'un garrot serré (la stase prolongée provoque la fuite de l'eau du milieu plasmatique vers l'espace interstitiel et le plasma obtenu sera concentré. Majoration des valeurs)
 - Volume insuffisant : néonatalogie et pédiatrie (difficulté de réaliser tous les dosages et risque de prélever des globules rouges)

- Anticoagulant non conforme (si vous ne choisissez pas le tube correct avec l'anticoagulant correct également)
 - Site de ponction inapproprié (à côté d'une perfusion).
- ❖ Facteurs en rapport avec les conditions et l'environnement
- La position debout/couchée : influence la concentration de nombreux constituants. Une position debout diminue le volume plasmatique (effet sur l'hémoglobine ...).
 - Étiquetage des tubes, il faut bien étiqueter les tubes et remplir soigneusement fiches de renseignement...
 - Transport : le transport jusqu'au laboratoire peut modifier certains paramètres : ex. Bilirubine ; lactate ; enzymes, etc.
 - Réception : erreurs de transcription ; centrifugation.
- ❖ **Autres²:** les instruments utilisés, les conditions du travail, la manipulation, les techniques appliquées, etc.

² <http://prel.sang.free.fr/cadre.php>

Partie 4 : Examens hématologiques

1. Groupage sanguin

Le groupage sanguin est une analyse biologique qui permet de déterminer le groupe sanguin d'un individu en fonction des antigènes présents à la surface de ses globules rouges [8].

Les hématies comportent plusieurs antigènes de membrane, génétiquement déterminés, et définissant les groupes sanguins.

On connaît plusieurs systèmes antigéniques caractérisant autant de groupes, présents simultanément chez le même individu, mais les plus importants pour la transfusion sanguine sont le système ABO et le système Rhésus.

- ❖ **Prélèvement :** Sang veineux ou artériel (2-5 cc) sur tube avec anticoagulant (de préférence citrate ou EDTA) en se gardant de toute hémolyse qui gênerait l'interprétation.

1.1. Système ABO

Le système ABO est défini par la présence ou l'absence des antigènes A et B à la surface des érythrocytes. Ainsi, les groupes sanguins sont classés comme suit (figure 8) :

- ❖ Groupe A : présence de l'antigène A.
- ❖ Groupe B : présence de l'antigène B.
- ❖ Groupe AB : présence des deux antigènes, A et B.
- ❖ Groupe O : absence des deux antigènes.

Le plasma d'une personne contient des isoanticorps naturels (anti-A ou anti-B) dirigés contre l'antigène absent sur ses érythrocytes. Par exemple :

- ❖ Si l'érythrocyte porte l'antigène A, le plasma contiendra l'anticorps anti-B.
- ❖ Si l'érythrocyte porte l'antigène B, le plasma contiendra l'anticorps anti-A.
- ❖ Si les érythrocytes portent les deux antigènes (groupe AB), le plasma ne contient aucun isoanticorps.
- ❖ Si les érythrocytes ne portent aucun antigène (groupe O), le plasma contiendra les deux anticorps anti-A et anti-B.

Les anticorps du système ABO sont dits *naturels* car ils apparaissent spontanément dès les premiers mois de la vie. Ils sont également qualifiés de *réguliers* car ils sont présents chez tous les individus. Ces anticorps appartiennent à la classe des immunoglobulines IgM.

❖ **Remarque :**

- Pour déterminer le groupe sanguin par le système ABO, il est obligatoire que deux épreuves soient réalisées sur deux prélèvements différents par deux techniciens différents.
- Il existe des individus qui ne possèdent pas les antigènes du système ABO, ce qui leur confère un groupe sanguin appelé "Bombay" ou groupe Oh. Les personnes de ce groupe ne possèdent pas l'antigène H nécessaire à la formation des antigènes A et B sur les erythrocytes, ce qui les rend incompatibles avec tous les autres groupes ABO. Ce phénomène est dû à une mutation génétique qui empêche l'expression de l'antigène H.

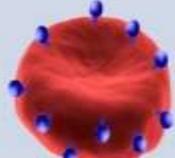
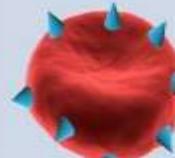
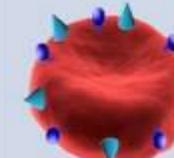
Groupe A	Groupe B	Groupe AB	Groupe O
<p>À la surface des globules rouges (érythrocytes)</p> 	<p>Antigène de surface A</p> 	<p>Antigènes de surface A et B</p> 	<p>Absence des deux antigènes</p> 
<p>Dans le plasma</p> 		<p>Absence des deux types d'anticorps</p>	

Figure 8 : Tableau qui résume les différents types d'antigène sur la surface des hématies et les anticorps correspondants dans le système ABO³

1.2. Système Rhésus

Le système Rhésus est un système complexe regroupant plusieurs antigènes. Sur les erythrocytes des sujets dits Rhésus positifs (Rh+), on trouve l'antigène D, qui est absent chez les sujets Rhésus négatifs (Rh-). Par convention, l'absence de l'antigène D est notée « d ».

En plus de l'antigène D, les erythrocytes peuvent présenter d'autres antigènes du système Rhésus, notamment :

- L'antigène grand C (Rh2) ou petit c (Rh4).
- L'antigène grand E (Rh3) ou petit e (Rh5).

³ <https://www.dr-karazaitri-ma.net/examens-biologiques/groupes-sanguins/>

Pour les besoins cliniques courants, il est souvent suffisant de différencier les sujets Rh+ (présence de l'antigène D) et Rh- (absence de l'antigène D). Cependant, pour certaines situations, comme les transfusions sanguines ou la prévention de l'incompatibilité fœto-maternelle, il est recommandé de déterminer le phénotype Rhésus complet, incluant les antigènes C, c, E et e.

1.3. Autres systèmes

D'autres systèmes antigéniques peuvent être étudiés, leur importance variant en fonction des contextes cliniques. On recense une vingtaine de ces systèmes, parmi lesquels :

- Le système Lewis : noté LE, les antigènes attribués à ce système sont LEa et LEb...
- Le système Kell : Antigènes K et k, importants dans les transfusions et les maladies hémolytiques.
- Le système Duffy : Antigènes Fya et Fyb, liés à l'infection par Plasmodium vivax (paludisme). Résistance chez les Fya/Fyb négatifs.
- Système Kidd (JK) : impliqué dans certaines réactions transfusionnelles tardives
- Système MNS : composé des antigènes M, N, S, et s.
- Système Lutheran (LU) : d'importance moindre mais pouvant être associé à des réactions transfusionnelles rares.
- Système P : associé à des antigènes impliqués dans certaines infections.
- Système Diego (DI) : surtout retrouvé dans certaines populations, comme les Amérindiens.
- Système Xg : un des rares systèmes associés au chromosome X.
- Système Hh (ou Bombay) : très rare, il concerne les individus dépourvus d'antigène H, ce qui peut poser des problèmes lors de transfusions...

Ces systèmes antigéniques jouent des rôles variés dans la transfusion, les maladies hémolytiques du nouveau-né ou encore certaines pathologies immunologiques. Leur étude est effectuée en fonction des situations spécifiques et des besoins médicaux...

1.4. Intérêt du groupage

L'importance de connaître son groupe sanguin vient du fait qu'en cas de nécessité de transfusion, le sang reçu doit être compatible avec le sien. Il ne faut pas que soient mis en contact des

anticorps et antigènes du même type au risque d'engendrer une coagulation du sang qui peut être mortel.

Les personnes du groupe O- sont des "donneurs universels", car tous les autres groupes peuvent recevoir leur sang puisqu'il ne contient aucun antigène, mais ne reçoivent du sang que des personnes du même groupe. Les personnes du groupe AB+ sont "receveurs universels" et ne peuvent donner du sang qu'au groupe AB+ (figure 9).

À noter que cette règle est inversée en cas de plasma (figure 9)

- ❖ **Remarque :** Cette règle est limitée par le fait qu'on choisit toujours le sang iso groupe pour la transfusion sauf en cas de manque devant une grande urgence.

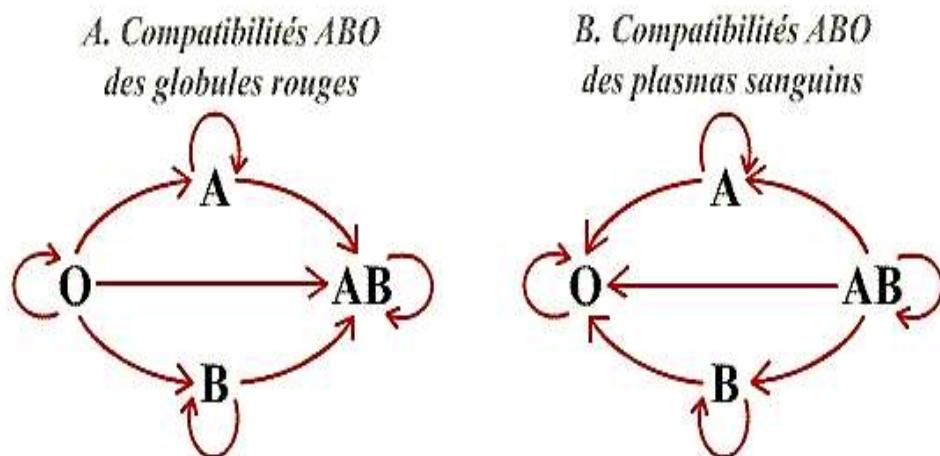


Figure 9 : A : Schéma de la compatibilité sanguine entre donneurs et receveurs
B : Schéma de la compatibilité des plasmas entre donneurs et receveurs

2. Cross-match

Le cross match est une étude de compatibilité réalisée systématiquement pour prévenir le phénomène de rejet.

En pratique, il s'agit de prélever le sérum du receveur et de le mélanger avec le sang du donneur afin de vérifier la compatibilité in vitro. À défaut ont utilisé le sang total du malade en receveur avec le sang du donneur pour la même finalité.

- ❖ **Prélèvement :** Sang veineux (3 cc) sur tube avec anticoagulant de préférence citrate ou EDTA en se gardant de toute hémolyse qui gênerait l'interprétation.

3. Test de Coombs

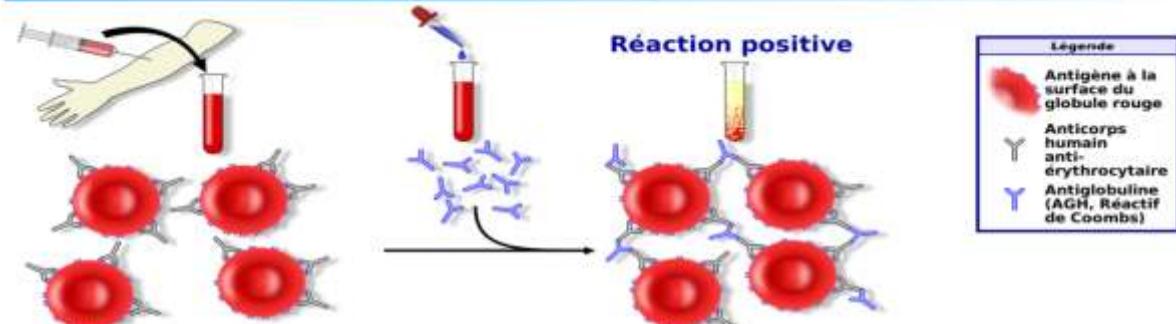
Test de Coombs ou test à antiglobuline : est un examen de laboratoire qui permet de détecter des anticorps dirigés contre les globules rouges du patient.

On distingue le test de Coombs direct et le test de Coombs indirect (figure 10).

Ce test est négatif chez un sujet normal et positif chez un sujet atteint.

- ❖ Le test de Coombs direct (TCD) : recherche la présence des anticorps à la surface des hématies. Ce test de Coombs direct est indiqué surtout dans :
 - Anémie hémolytique auto-immune.
 - Anémie hémolytique chez les nouveau-nés (l'action des anticorps de la mère sur les hématies du nouveau-né)
 - Accidents transfusionnels
 - Etc.
- ❖ Le test de Coombs indirect (TCI) permet de mettre en évidence ces anticorps (dirigé contre les hématies), non plus fixés sur les globules rouges, mais présents dans le sérum. Ce test de Coombs indirect est indiqué surtout dans la recherche des anticorps anti-D chez une femme de rhésus négatif.
- ❖ **Remarque :** La prise de certains médicaments est aussi susceptible d'induire la formation d'auto-anticorps et donc un test de Coombs positif.
- ❖ **Prélèvement :** Sang veineux (2-5 cc) sur tube avec citrate ou EDTA en se gardant de toute hémolyse qui gênerait l'interprétation.

Test de Coombs direct / Test direct à l'antiglobuline



Globules rouges sensibilisés (GRS), chez un patient ayant une anémie hémolytique aux GRS lavés immunologiquement. Ajout de l'antiglobuline humaine. Agglutination : Ponts formés par l'antiglobuline fixée aux anticorps humains.

Test de Coombs indirect / Test indirect à l'antiglobuline

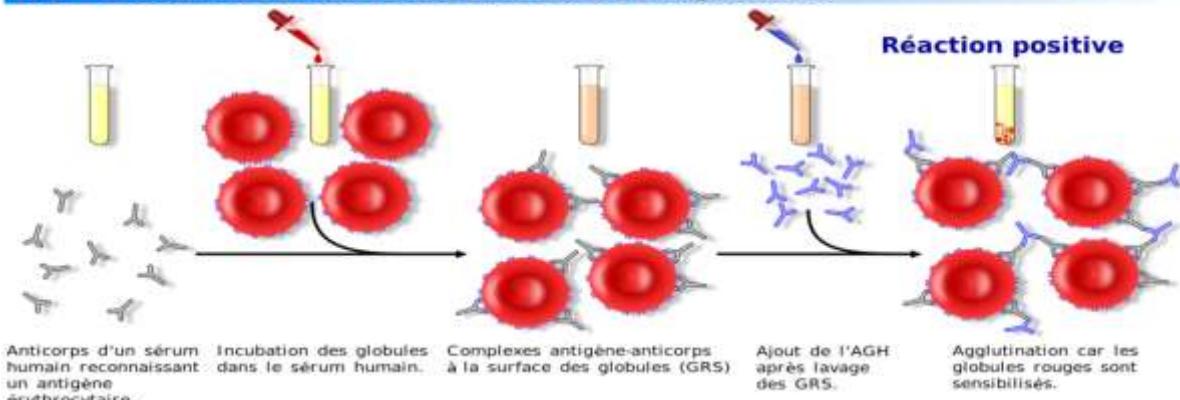


Figure 10 : La technique des tests de Coombs direct et indirect

4. Recherche d'anticorps irréguliers (RAI)

Cet examen est d'ordinaire appelé « Recherche d'agglutinines irrégulières », mais il est plus correct de l'appeler « Recherche d'anticorps irréguliers », car les anticorps recherchés sont des hémolysines de classe IgG et non pas des agglutinines de classe IgM.

Ce sont des anticorps dirigés contre des antigènes de groupe sanguin autre que ceux du système ABO. Ils sont dits irréguliers, car, *in vitro*, ils n'agglutinent pas directement les globules rouges porteurs de l'antigène. Pour les mettre en évidence, il faut traiter les hématies par des enzymes (papaïne, trypsine) ou les placer en milieu albumineux.

La RAI est réalisée dans le but de prévenir les accidents transfusionnels ou fœto-maternels :

- Chez toute personne susceptible d'être transfusée.
- Après toute transfusion (dans le cadre du suivi d'hémovigilance)
- Chez toutes les femmes enceintes
- ❖ **Prélèvement :** Sang veineux (2-5 cc) sur tube avec citrate ou EDTA en se gardant de toute hémolyse qui gênerait l'interprétation.

5. Numération formule sanguine (NFS)

La numération formule sanguine (NFS) ou l'hémogramme est un examen hématologique réalisé sur un prélèvement de sang dans le but d'analyser quantitativement et qualitativement les différents éléments du sang [9].

L'hémogramme est considéré comme l'examen le plus demandé en pratique quotidienne, apportant des renseignements dans des domaines dépassant largement celui de l'hématologie. La numération-formule sanguine (ou hémogramme) comprend :

- ❖ La numération des éléments figurés du sang (globules rouges, globules blancs, plaquettes, réticulocytes, ...)
- ❖ Le dosage de l'hémoglobine.
- ❖ La mesure de l'hématocrite.
- ❖ Le calcul du nombre et du pourcentage des différentes catégories de globules blancs (formule blanche)

Rappel anatomique de l'hématopoïèse : L'hématopoïèse est le processus par lequel des cellules souches hématopoïétiques primitives prolifèrent et se différencient en n'importe quel type de populations cellulaires sanguines (figure 11).

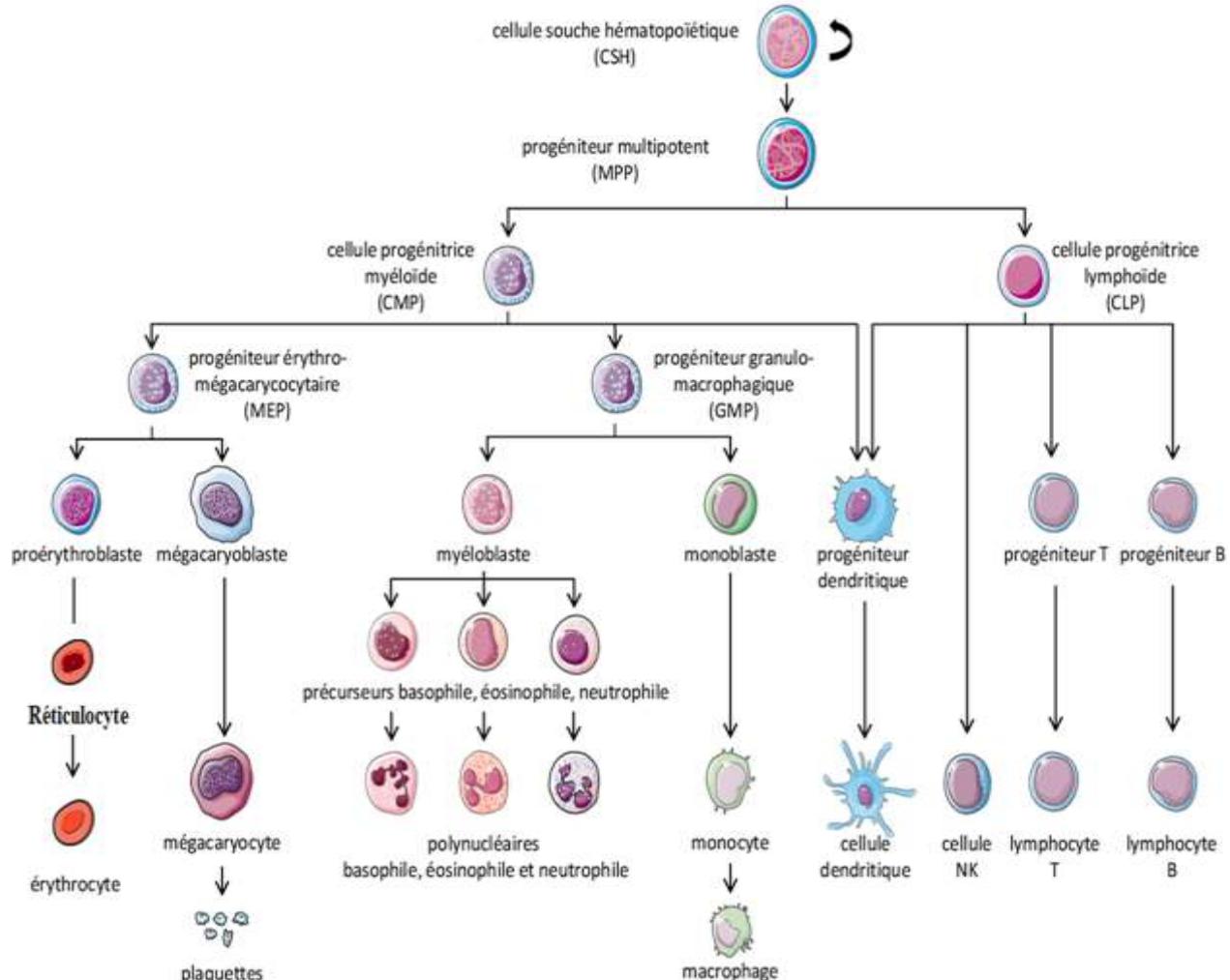


Figure 11 : Schéma de l'hématopoïèse

5.1. Indications de la NFS

Les indications de la Numération Formule Sanguine (NFS) sont extrêmement variées. On compte :

- ❖ Des signes évoquant une diminution d'une ou plusieurs lignées sanguines :
 - Syndrome anémique : pâleur et/ou signes d'anoxie (palpitations, dyspnée...)
- ❖ Des signes évoquant une augmentation d'une ou plusieurs lignées sanguines :
 - Érythroose cutanée ou prurit à l'eau,
 - Thromboses artérielles ou veineuses,
 - Syndrome tumoral : adénopathies, splénomégalie...
- ❖ Syndrome hémorragique aigu, purpura, ecchymoses ou hématomes anormaux...
- ❖ Syndrome infectieux inexpliqué, persistant, récidivant ou grave.
- ❖ Syndrome inflammatoire.

- ❖ À la recherche de l'origine de l'un de ces signes ou symptômes :
 - D'une fatigue.
 - D'une pâleur (jaunisse).
 - D'une cyanose.
 - D'une déshydratation.
 - D'un hyper ou hypotension artérielle.
 - D'une fièvre.
 - D'un purpura.
 - D'une infection.
 - D'une inflammation.
 - Une atteinte de l'état général : Asthénie, anorexie, amaigrissement, fièvre au long cours, douleurs osseuses...
- ❖ Pour la surveillance d'un traitement
- ❖ Certaines situations systématiques ou bilans :
 - Grossesse
 - Médecine du travail
 - Médecine de dépistage
 - Bilan d'hospitalisation
 - Bilans per-opératoires
 - Bilans post-opératoires
 - Bilans pré-thérapeutiques
 - Suivis thérapeutiques
- ❖ Et bien d'autres encore.

5.2. Prélèvement

Prélèvement minimum 2cc de sang veineux sur tube contenant l'EDTA (éthylène diamine téra-acétique qui est un anticoagulant sec, ce qui permet d'éviter les erreurs de comptage dues à la dilution du sang par un excès d'anticoagulant liquide comme l'héparine).

S'il y a lieu il faut respecter le trait indiqué sur le tube à prélèvement.

Parfois du sang capillaire dans des micro-tubes calibrés (pulpe du doigt, talon) chez le nourrisson et le nouveau-né.

Il est inutile que le patient soit à jeun, mais il doit être au repos, car l'effort physique intense peut provoquer des hyperleucocytoses.

5.3. Interprétation des paramètres de la NFS

L'interprétation vise à identifier d'éventuelles anomalies ou déséquilibres pouvant orienter vers des diagnostics précis ou un suivi médical (tableau 1).

- ❖ **L'hémoglobine (Hb)** est une protéine présente dans les globules rouges, responsable du transport de l'oxygène vers les tissus et de la couleur rouge du sang. La concentration en hémoglobine est exprimée en g/dL.
 - Un taux d'hémoglobine inférieur à 7 g/dL indique une anémie sévère.
 - Un taux d'hémoglobine compris entre 7 g/dL et 10 g/dL reflète une anémie modérée.
 - Un taux d'hémoglobine inférieur à la normale, mais supérieur à 10 g/dL, suggère une anémie légère.
- ❖ **Globules rouges (GR)** sont des cellules anucléées de 7 à 8 micromètres de diamètre. Elles contiennent essentiellement de l'hémoglobine.
 - Un nombre des GR inférieurs à la normale traduit une hémorragie ou une anémie également, mais il est moins représentatif que le taux d'hémoglobine...
- ❖ **Hématocrite (Ht)** est le % du volume sanguin occupé par les globules rouges.
 - Un taux d'hématocrite au-dessus des valeurs de référence peut être le signe d'une polyglobulie, il peut également être constaté lors d'une déshydratation sévère de l'organisme (cas des brûlures étendues...) tandis que la diminution de l'hématocrite traduit, dans la plupart des cas, une anémie (diminution de globules rouges ou d'hémoglobine) ...
- ❖ **Volume des globules rouges (VGM)** = Hématocrite/Nombre de globules rouges, exprimé en femtolitres ($1 \text{ fl.} = 10^{-15} \text{ litres}$)
 - Un VGM inférieur à la normale définit la microcytose, un VGM supérieur à la normale définit la macrocytose.
- ❖ **Concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCMH)** = Hémoglobine / Hématocrite, exprimée en g/dL (ou en %).
 - Une CCMH inférieure à la normale traduit une hypochromie, une CCMH normale traduit une normochromie (il n'y a pas d'hyperchromie).
- ❖ **Teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine (TCMH)**. La quantité d'hémoglobine contenue dans un globule rouge, la TCMH = Hémoglobine / Nombre de globules rouges, exprimés en pg/cellule ($1 \text{ pg} = 10^{-12} \text{ g}$).
 - Moins utilisée que la CCMH, la TCMH est plus sensible pour juger d'une hypochromie.

Tableau 1 : résumé des valeurs usuelles dans l'hémogramme

	GR (X 10 ⁶ E/μL)	Hb (g/dL)	Ht (%)	VGM (fl)	CCMH (g/dL)	TCMH (pg)
Homme	4,5 à 6	13 à 18	40-54	85 - 95	32 à 36	27 à 32
Femme	4 à 5,4	12 à 16	35-47			24 à 31
Enfant	3,6 à 5,4	12 à 16	36-44			29 à 37
Nouveau-né	4,5 à 6	14 à 20	44-60			

❖ **Remarque :** Attention aux variations physiologiques (âge, sexe, effort...)

❖ **Formule leucocytaire**

La formule leucocytaire ou formule blanche est la numération de chacune des catégories de leucocytes par unité de volume.

- Le nombre normal des leucocytes varie entre 4000-10000 E/mm³.
 - ✓ En dessous de 4000 E/mm³ on parle de leucopénie.
 - ✓ Au-dessus de 10000 E/mm³ d'hyperleucocytose.

On retrouve à l'état normal 5 types de leucocytes dans le sang.

- Les polynucléaires neutrophiles (PNN) ont un rôle dans l'élimination par phagocytose des particules étrangères en particulier les bactéries... Chiffres normaux : 2000 à 7500 E/mm³
- Les polynucléaires éosinophiles ont un rôle dans l'allergie et la lutte antiparasitaire... Chiffres normaux : 100 à 500 E/mm³
- Les polynucléaires basophiles ont un rôle dans l'hypersensibilité immédiate... Chiffres normaux : 0 à 150 E/mm³
- Les lymphocytes ont un rôle dans l'immunité cellulaire et humorale (synthèse d'anticorps) ... Chiffres normaux : 1500 à 4000 E/mm³
- Les monocytes ont un rôle dans la phagocytose et l'immunité... Chiffres normaux : 200 à 1000 E/mm³

❖ **Remarque :** la formule leucocytaire est plus importante que le chiffre total de leucocytes et L'interprétation d'une formule sanguine doit se faire à partir des nombres absolu (les pourcentages sont source de confusion)

❖ **Plaquettes :** Les plaquettes sont des petites cellules anucléées circulant dans le sang. Elles ont un rôle essentiel dans la coagulation à travers l'hémostase primaire (clou plaquettaire).

- Le taux habituel des plaquettes varie entre 150 000 et 450 000 E/mm³.

- Si la valeur est inférieure à 150000 E/mm^3 on parle d'une thrombopénie.
 - Devant une valeur supérieure à 450000 E/mm^3 on parle d'une thrombocytose (ou d'hyperplaquetose).
- ❖ **Réticulocytes** : Les réticulocytes sont les précurseurs immédiats des globules rouges encore capables de synthétiser de l'hémoglobine. En circulation depuis moins de 48 heures, ils sont reconnaissables au réticulum (*réticulocytes*).
- Le taux normal des réticulocytes est de 25000 à 75000 / mm³ soit : 1 à 3% des GR (il est toujours exprimé en nombre absolu).
 - ✓ Lorsque le chiffre des Réticulocytes est supérieur à $120.000/\text{mm}^3$, on dit que l'anémie est dégénérative (hémorragie, hémolyse...).
 - ✓ Lorsque ses chiffres sont inférieurs à la normale, on parle d'une anémie non dégénérative (carence en fer, en vitamine B12 ...).

6. Vitesse de sédimentation

Ce test mesure la sédimentation des hématies dans un échantillon de sang rendu incoagulable et laissé dans un tube vertical en verre (tube de Westergren).

Son résultat est exprimé en millimètres après 1 h.

La VS est influencée par la concentration plasmatique des protéines impliquées dans l'inflammation et les immunoglobulines sériques.

- ❖ **Remarque :**
- ✓ C'est un test non spécifique de l'inflammation.
 - ✓ La VS dépend pour une part du nombre et de la forme des globules rouges.
 - ✓ Même si cet examen reste demandé, il tend à être remplacé par des examens plus fiables comme le dosage de la CRP qui a l'avantage de ne pas varier avec l'âge.

6.1. Indications

- ❖ Recherche d'une inflammation.
- ❖ Devant une céphalée unilatérale : recherche d'urgence d'une maladie de Horton.
- ❖ Examen prescrit quasi systématiquement par certains médecins en même temps que la NFS (pratique à éviter).

6.2. Prélèvement

Prélèvement de 1,6 cc de sang dans un tube contenant 0,4 cc d'une solution de citrate à 3,8 %, dans un tube de couleur noir, de préférence au laboratoire et de préférence à jeun.

6.3. Interprétations des résultats

❖ Valeurs normales après une heure :

- Jeune adulte : 15 mm/h chez l'homme et 20 mm/h chez la femme
- 65 ans et plus : 30 mm/h chez l'homme et 35 mm/h chez la femme

Il est dit parfois que la valeur normale de la VS d'un homme est égale à la moitié de son âge (35 mm pour un âge de 70 ans) pour une femme à la moitié de son âge+10 (40 mm pour un âge de 70 ans).

❖ Variations :

- Les mesures de la VS à la deuxième heure et plus, sont inutiles, car elles n'apportent pas plus de renseignements qu'une mesure unique à la 1ère heure.
- La VS augmente avec l'âge.
- La mesure de la VS n'est pas pratiquée pendant la grossesse, car elle est régulièrement élevée > 40–50 mm à partir du 2e trimestre.
- La VS est augmentée dans tous les états inflammatoires quelle qu'en soit la cause (maladies infectieuses ou rhumatismales, maladies auto-immunes, cancers, nécroses tissulaires, etc.)
- Les gammopathies sont parmi les affections qui donnent les VS les plus élevées. C'est pourquoi il est de règle de rechercher un myélome, une maladie de Waldenström, éventuellement un lymphome B, chaque fois que la VS > 120 mm.
- Beaucoup de patients âgés ont une VS élevée sans cause apparente.
- La VS dépend pour une part du nombre et de la forme des globules rouges.

7. Hémoglobine glyquée

Le glucose plasmatique se fixe sur toutes les protéines y compris l'hémoglobine selon une réaction de glycation. Cette réaction, dont l'intensité est proportionnelle à la glycémie, est un processus continu qui se poursuit pendant toute la vie du globule rouge.

L'hémoglobine glyquée (HbA1c) résulte de la fixation du glucose sur l'hémoglobine A1c qui constitue 98 % de l'hémoglobine chez l'adulte.

Le pourcentage d'HbA1c est un reflet cumulatif des glycémies des 4 mois précédents (correspondant à la durée de vie moyenne d'un globule rouge : 120 jours). D'où son intérêt pour le dépistage et le contrôle du diabète.

L'avantage de l'hémoglobine glyquée est qu'elle n'est pas sensible aux aléas d'un jeûne.

7.1. Prélèvement

Prélèvement du sang veineux minimum 2 cc prélevé sur tube contenant de l'éthylène diamine tétra-acétique (EDTA) ou l'héparine (à défaut).

7.2. Interprétation des résultats

- ❖ Valeur normale : Chez un sujet normal, elle est comprise entre de 4 et 6 %.
- ❖ Variations pathologiques :
 - Une hémoglobine glyquée comprise entre 5,7 et 6,4 % indique un risque de voir se développer un diabète ultérieurement.
 - Le diabète se définit par une hémoglobine HbA1c $\geq 6,5\%$.
 - Chez le diabétique bien équilibré HbA1c reste proche du taux du sujet normal et reste donc $< 7\%$, l'ensemble des diabétologues recommandent aux diabétiques de rester à l'alentour de 7 %.
 - Lorsque le diabète est mal équilibré, les taux d'hémoglobine glyquée se situent entre 8 % et 12 %

8. Examens d'hémostases

8.1. Généralités

L'hémostase : C'est un mécanisme physiologique qui englobe une série de processus cellulaires et biochimiques assurant l'obturation de la brèche tissulaire et le contrôle de l'hémorragie... [10]. L'hémostase comprend plusieurs étapes intriquées et interdépendantes qu'il convient d'isoler par souci descriptif en :

- ❖ **Hémostase primaire**, première étape d'urgence du contrôle hémorragique, conduisant au thrombus plaquettaire en une durée de 3 à 5 minutes.

- ❖ **Hémostase secondaire**, ou coagulation plasmatique, dont le rôle est de consolider le thrombus plaquettaire par la constitution d'un réseau protéique de fibrine en une durée de 5 à 10 minutes.
- ❖ **Fibrinolyse** assurant secondairement la dégradation enzymatique de la masse fibrinoplaquettaire à l'issue de la réparation vasculaire en une durée de 48 à 72 heures.

Les voies de coagulation : La coagulation est une cascade d'événements qui conduit à l'hémostase. Elle permet une guérison rapide et la prévention des saignements spontanés. Deux voies, intrinsèques et extrinsèques, débutent séparément, mais convergent en un point spécifique, conduisant à l'activation de la fibrine. Le but est de stabiliser à terme le bouchon plaquettaire avec un maillage de fibrine (figure 13).

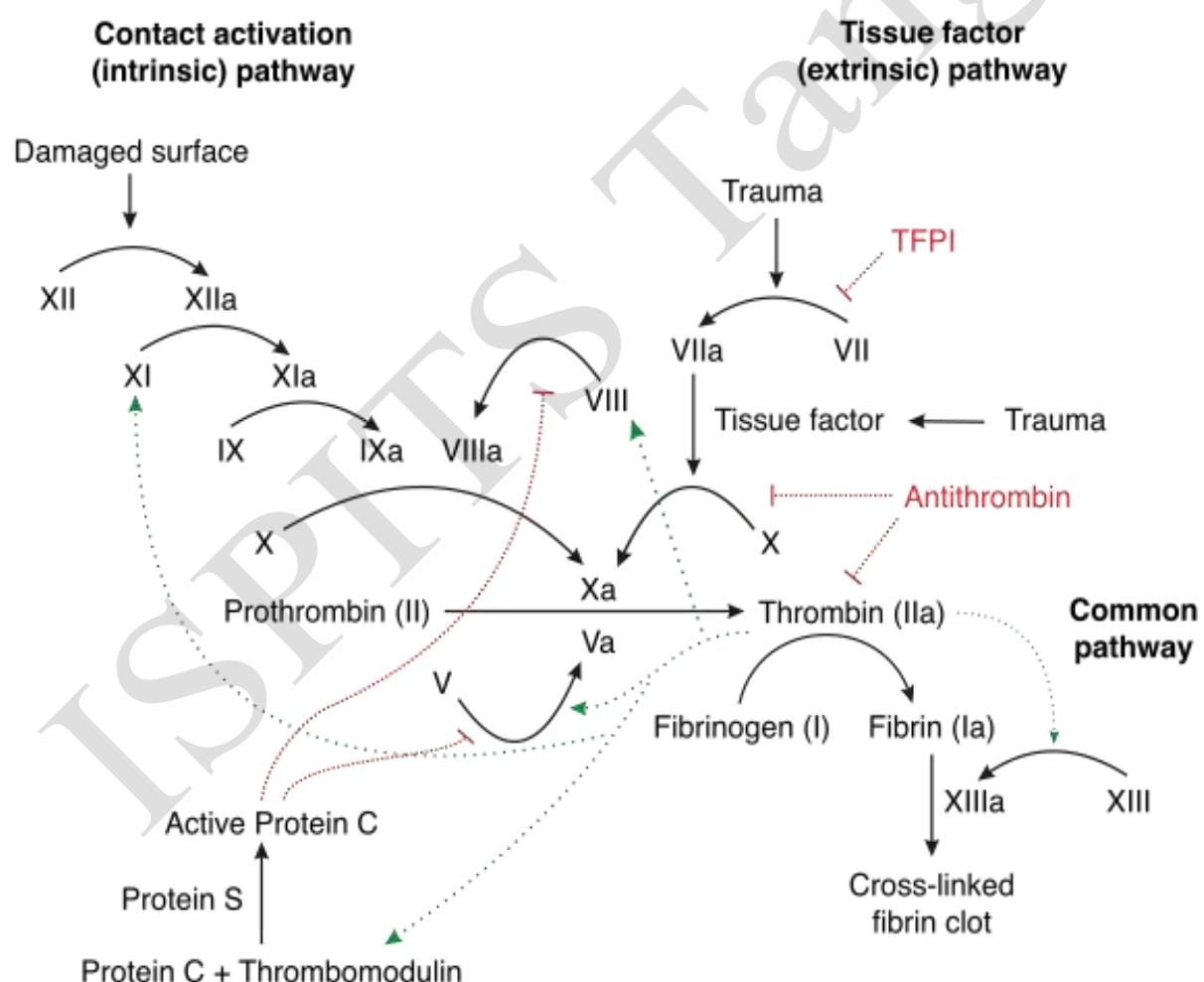


Figure 13 : la cascade de la coagulation⁴

⁴ <https://wikimedi.ca/wiki/Coagulation>

❖ Les différents facteurs de coagulation (tableau)

Les facteurs de coagulation sont au nombre de 13. Ils sont en libre circulation dans le sang et n'interviennent que lors de la réaction de coagulation qui est initiée par les plaquettes sanguines. Ils sont fabriqués par le foie (tableau 2).

Tableau 2 : résumé des différents facteurs de coagulation

N°	Nom	Origine	Fonction
I	Fibrinogène → fibrine (I activée)	Foie et plaquettes	Forme des caillots (fibrine)
II	Prothrombine → Thrombine (II activée)	Foie	Active I, V, VIII, XI, XIII, protéine C, plaquettes Vitamine K dépendant
III	Facteur tissulaire		Active le facteur VII
IV	Calcium	Plasma	Lien phospholipide /facteur
V	Proaccélérine	Foie et plaquettes	Augmente l'activité enzymatique du co-facteur Xa
VI	Accélérine (ancien nom Facteur Va)		
VII	Proconvertine	Foie	Active IX, X Vitamine K dépendant
VIII	Facteur antihémophile A	Foie	Augmente l'activité enzymatique du co-facteur IX
IX	Facteur Christmas ou antihémophile B	Foie	Active le facteur X Vitamine K dépendant
X	Facteur Stuart Prower	Foie	Active le facteur II Vitamine K dépendant
XI	Facteur Rosenthal	Foie	Active le facteur XII, IX et prékallikréine
XII	Facteur Hageman	Foie	Active prékallikréine et fibrinolyse
XIII	Facteur fibrin stabilizing	Foie, moelle osseuse	Stabilise la fibrine
	Facteur de Willebrand	Plaquettes et cellules endothéliales des vaisseaux	Transporte le facteur VIII Favorise de l'adhésion des plaquettes

8.2. Prélèvement

Prélèvement sanguin pour test d'hémostase, il est indispensable de respecter les précautions suivantes :

- ❖ Patient de préférence à jeun (pas obligatoire).
- ❖ Pas de prélèvement sur cathéter.
- ❖ Recueillir le sang sur citrate à la concentration d'un volume de citrate pour neuf volumes de sang (tout autre anticoagulant est proscrit).
- ❖ Respecter strictement le volume de sang à prélever tel qu'il est indiqué sur le tube fourni par le laboratoire.

- ❖ Ne pas laisser le garrot en place plus de 1 min.
- ❖ Homogénéiser le sang et l'anticoagulant par huit à dix retournements successifs.
- ❖ Envoyer au laboratoire immédiatement.

8.3. Fibrinogène

Protéine qui intervient dans la coagulation, c'est le facteur numéro I parmi les facteurs de la coagulation (tableau).

- ❖ Indication :
 - Troubles d'hémostase
 - Infections bactériennes ou virales
 - Syndromes néphrotiques
 - Rhumatisme inflammatoire
 - Insuffisances hépatiques
 - Etc.
- ❖ Valeur normale : 2 à 4 g/L

8.4. Taux de prothrombine

Le taux de prothrombine (TP) ou le temps de Quick explore la voie extrinsèque (exogène) de la coagulation, c'est aussi le facteur numéroté II parmi les facteurs de la coagulation.

Il se fait par une simple prise de sang, le patient n'ayant pas besoin d'être à jeun. Le résultat peut être disponible en moins d'une heure.

Le taux de prothrombine est la transformation d'un temps de coagulation (temps de Quick) en pourcentage. Ce taux est exprimé en pourcentage ou en secondes.

- ❖ Indications
 - Bilan systématique (d'admission, préopératoire...)
 - Trouble d'hémostase (diagnostic d'un syndrome hémorragique...)
 - Insuffisances hépatiques
 - Suivi et réglage des traitements par anticoagulants oraux.
 - Recherche d'une coagulation intravasculaire disséminée (CIVD)
- ❖ Valeur normale : Le taux de prothrombine (TP) est normalement supérieur à 70%

8.5. Taux de Céphaline-Kaoline

Le Taux de Céphaline-Kaoline (TCK) ou taux de céphaline activateur (TCA) est un test qui explore les facteurs plasmatiques de la voie intrinsèque (endogène) de la coagulation.

- ❖ Indications :
 - Troubles d'hémostase
 - Bilan systématique à l'admission ou préopératoire.
 - Recherche d'une insuffisance hépatocellulaire,
 - Recherche d'une coagulation intravasculaire disséminée (CIVD).
 - Suivi des traitements par héparine non fractionnée.
 - Recherche d'un anticoagulant circulant de type lupique...
- ❖ Valeur normale : Le résultat est exprimé en second il est souvent exprimé par comparaison du temps du malade à celui d'un plasma témoin normal. Ce rapport temps de coagulation du sang du malade / temps de coagulation du sang témoin est compris entre 0,8 et 1,2.

8.6. International Normalized Ratio (INR)

L'International Normalized Ratio ou L'INR est un rapport entre deux temps de coagulation (celui du plasma à tester et celui d'un plasma témoin) élevé à la puissance ISI (indice de sensibilité international, spécifique de la thromboplastine utilisée).

- ❖ Indication : La surveillance d'un traitement anticoagulant par les antivitamines K les résultats du TP est exprimée en INR (International Normalized Ratio), qui pallie les inconvénients de l'absence de standardisation des réactifs et limite les différences observées entre deux laboratoires.
- ❖ Valeurs normales : L'INR normale est comprise entre 1 et 1,30 (entre 2 et 3 si le malade est sous antavitamine K).

8.7. D-dimères

Les D-dimères sont issus de la dégradation de la fibrine (protéine finale de la coagulation sanguine) lors du processus de fibrinolyse.

Quand la coagulation sanguine est insuffisante, elle peut être à l'origine de saignements spontanés (hémorragies). Au contraire, lorsqu'elle est excessive, elle peut être associée à la formation de caillots sanguins pouvant avoir des conséquences néfastes (thrombose veineuse profonde, embolie pulmonaire). Dans ce cas, un mécanisme de protection se met en place pour

dégrader la fibrine en excès et la réduire en fragments, certains d'entre eux étant les D-dimères. Leur présence peut donc témoigner de la formation d'un caillot sanguin.

❖ Indications : Le dosage sanguin des D-dimères aide au diagnostic de :

- Une thrombose veineuse profonde (phlébite)
- Une embolie pulmonaire
- Accident vasculaire cérébral

❖ Valeurs normales : Le taux des D-dimères normal est inférieur à 500 µg/l.

Ce taux est peut-être augmenté, chez les personnes âgées, la femme enceinte, devant une maladie inflammatoire, une hémorragie, une maladie du foie, prise de certains médicaments ...

Partie 5 : Examens biochimiques

1. Examens biochimiques du sang

Les examens biochimiques jouent un rôle clé dans le diagnostic et le suivi des maladies en analysant les paramètres chimiques présents dans les fluides corporels. Ces tests permettent d'évaluer les fonctions physiologiques et de détecter des anomalies avant qu'elles ne deviennent visibles cliniquement. Ils couvrent divers domaines, tels que les électrolytes, les marqueurs cardiaques, rénaux et hépatiques, et sont essentiels pour une prise en charge précise et personnalisée des patients. La biochimie clinique, grâce aux avancées technologiques, constitue un outil fondamental dans la médecine moderne [11].

❖ Remarque :

- Dans ce cours le plasma ou le sérum sanguin sont utilisés dans le même sens.
- Les valeurs présentées dans ce manuel sont issues d'une source scientifiquement validée. Il est important de noter que ces valeurs peuvent légèrement varier d'une source à une autre, sans impact significatif sur les examens biologiques [12].

1.1. Glycémie

La glycémie est le taux de glucose dans le sang, ou plus exactement dans le plasma sanguin.

Le glucose constitue la principale source énergétique des cellules, transportée par le plasma dans les différents tissus de l'organisme, il est catabolisé en substrats nécessaires à l'anabolisme des lipides ou acides aminés. Le glucose est stocké principalement dans le foie, sous forme de glycogène, qui est dégradé par les cellules en fonction de leurs besoins.

❖ **Prélèvement** : minimum 2cc du sang veineux dans un tube sec ou hépariné, ou fluorure, effectué à jeun depuis 12 heures ou 2 heures après un repas (Si glycémie postprandiale).

❖ Valeurs normales :

- La glycémie à jeun normale comprise entre 0,7 et 1,1 g/l
- La glycémie post-prandiale est généralement inférieure à 1,4 g/l.

❖ Variations pathologiques :

- Hypoglycémie : Une valeur de glycémie inférieure à 0,7g/l. Rencontré en cas de mauvais apport alimentaire ou en cas d'utilisation excessive (chez les diabétiques sous insulinothérapie...)
- Hyperglycémie : Une valeur de glycémie à jeun supérieure à 1,26g/l. (l'hyperglycémie persistante est rencontrée chez les diabétiques).

- ❖ **Remarque :** Le diagnostic du diabète est posé quand la glycémie est supérieure à 1,8 g/L à n'importe quel moment de la journée y compris en postprandial et confirmé par un taux d'hémoglobine glyquée, HbA1c supérieur à 6,5 %.

1.2.Urémie

L'urémie est le taux de l'urée dans le plasma sanguin.

L'urée est un déchet azoté provenant de la dégradation des protéines par le foie, filtré par les reins et éliminé dans les urines. Le taux d'urée dépend à la fois de la fonction rénale, des apports alimentaires protéiques, de la destruction des protéines de l'organisme, de l'âge et de l'état d'hydratation de la personne.

- ❖ **Prélèvement :** minimum 2 cc du sang veineux dans un tube sec ou hépariné.
- ❖ **Valeurs normales :**
 - Chez l'adulte soit 0,10 - 0,50 g/L
 - Chez le nouveau-né 0,10 - 0,25 g/L
- ❖ **Variations pathologiques :**
 - Diminution : Jeûne prolongé, malnutrition, hépatite et insuffisance hépatique.
 - Augmentation : Effort prolongé, insuffisance rénale aiguë ou chronique (associé à la clairance de la créatinine).

1.3. Créatinémie

La créatinémie est le taux de la créatinine dans le plasma sanguin.

La créatinine est un déchet de la dégradation de la créatine, éliminée en majeure partie par les reins. Son taux dans l'organisme dépend de la capacité d'élimination rénale et de la masse musculaire.

- ❖ **Prélèvement :** >2cc du sang veineux dans un tube sec ou hépariné.
- ❖ **Valeurs normales :** Chez l'adulte <15 mg/l
- ❖ **Variations pathologiques :**
 - Diminution : la créatininémie baisse en cas d'atrophie musculaire et pendant la grossesse ;
 - Augmentation : Insuffisance rénale aigüe ou chronique.

1.4. Uricémie

L'uricémie est le taux de l'acide urique dans le plasma sanguin.

L'acide urique ou l'urate est le produit de la dégradation des purines. Ces derniers proviennent pour une part de l'alimentation et, pour l'essentiel, de la purinosynthèse endogène qui résulte du catabolisme des acides nucléiques au cours de la destruction et du renouvellement cellulaire.

❖ **Indications :**

- Diagnostic et suivi de certaines maladies : goutte, insuffisance rénale chronique, syndrome de lyse, syndromes myéloprolifératifs, toxémie gravidique, etc.
- Contrôle de certains traitements : par le pyrazinamide ou l'allopurinol, chimiothérapiques ou radiothérapiques, etc.

❖ **Prélèvement :** 2cc de sang veineux chez un sujet à jeun est au repos (efforts physiques importants affecte le résultat) recueil le sang sur tube sec ou hépariné.

❖ **Valeurs normales :**

- Homme : 40 à 60 mg/L (240 à 360 mmol/L).
- Femme : 30 à 50 mg/L (180 à 300 mmol/L).
- Enfant : 20 à 40 mg/L (120 à 240 mmol/L).

❖ **Variations pathologiques :**

- Hypouricémie, une valeur d'acide urique inférieur à la normale rencontrée en cas de grossesse, la prise de certains médicaments ou une insuffisance hépatocellulaire.
- Hyperuricémie, une valeur d'acide urique supérieur à la normale rencontrée dans : la goutte, l'obésité, l'alcoolisme, l'insuffisance rénale chronique, la déshydratation, le jeûne prolongé, certains cancers, etc.

1.5. Ionogramme sanguin

L'ionogramme sanguin est le dosage des principaux électrolytes d'un liquide organique (sang, urines, liquide céphalo-rachidien). Ces électrolytes sont des sels, acides, bases. C'est un examen biologique très courant et très utile pour dépister les troubles ioniques qui surviennent dans les maladies rénales, hormonales, maladies iatrogènes, les troubles de l'hydratation, les troubles gastro-intestinaux (diarrhée, vomissements), les malnutritions, et dans toute perturbation de l'équilibre acido-basique de l'organisme. Cet examen fait partie des éléments de surveillance d'un malade sous traitement (diurétiques par exemple). Ces électrolytes, capables de se dissocier en solution pour former des ions sont de deux types :

❖ **Les cations** (ions positifs attirés par la cathode) tels que :

- Sodium Na⁺,
- Potassium K⁺,
- Calcium Ca²⁺,
- Magnésium Mg²⁺.

❖ **Les anions** (ions négatifs attirés par l'anode) tels que :

- Chlorure Cl⁻,
- Bicarbonates HCO₃⁻,
- Phosphates HPO₄²⁻,
- Protéines.

❖ **Remarque** : les acides nucléiques sont également des molécules chargées négativement

1.6. Protéinémie

La protéinémie c'est le taux des protéines dans le plasma sanguin. Les protéines sont des macromolécules complexes d'acides aminés, constituant essentiel des matières organiques et des êtres vivants. On trouve plus d'une centaine de protéines différentes en circulation dans le sang (albumines, globulines ...).

❖ **Indications** : Le dosage des protéines totales dans le sang (protéinémie) à plusieurs indications on compte :

- Evaluation de la fonction de certains organes (le foie, les reins)
- Mise en évidence certaines anomalies (syndrome inflammatoire, maladies auto-immunes, lymphomes, etc.),
- Il permet orienter un diagnostic, préciser la gravité d'une maladie ou suivre l'efficacité d'un traitement.
- Ce dosage peut être prescrit, en cas de syndrome inflammatoire, d'altération de l'état général, d'anomalies de l'hémogramme, des douleurs osseuses ou articulaires inexpliquées, des troubles hépatiques, d'insuffisance rénale, etc.

❖ **Prélèvement** : Minimum 2cc de sang veineux recueilli dans un tube sec ou hépariné

❖ **Valeurs normales** : Entre 60 et 80 g/L

❖ **Variations pathologiques**

- L'hipoprotéinémie : états de dénutrition, insuffisance hépatique, cirrhose, état de choc... ;

- L'hyperprotéinémie ($> 80 \text{ g/l}$): Hémoconcentration (diarrhée, vomissements, acidose diabétiques)
- ❖ **Remarque :** Une électrophorèse des protéines s'impose en cas de variations pathologiques

1.7. Albuminémie

L'albuminémie est le taux de l'albumine dans le plasma sanguin. L'albumine est la protéine la plus abondante dans le sérum sanguin (60 % des protéines sériques), synthétisé par le foie, l'albumine est un transporteur de nombreux éléments (bilirubine, Ca^{2+} , hormones, vitamines, médicaments...) et joue un rôle capital dans le maintien de la pression oncotique du plasma.

- ❖ **Indications :** l'albuminémie est indiquée dans les cas de :
 - Diagnostic d'une insuffisance hépatocellulaire au cours d'une affection hépatobiliaire
 - Confirmation du diagnostic de syndrome néphrotique.
 - Bilan d'une malabsorption découverte à l'occasion d'une diarrhée chronique
- ❖ **Prélèvement :** Minimum 2 cc de sang veineux recueilli dans un tube sec ou hépariné.
- ❖ **Valeurs normales :** Entre 40 et 50 g/L.
- ❖ **Variations pathologiques :**
 - Hypoalbuminémies, c'est une valeur d'albumine inférieure à la normale, cette dernière est un excellent signe d'hémodilution. Sinon, elle témoigne soit d'une insuffisance de synthèse (états de dénutrition, insuffisance hépatique, cirrhose...), soit d'une exagération des pertes protidiques.
 - Hyperalbuminémie, c'est une valeur d'albumine supérieure à la normale, cette dernière ne reconnaît qu'une seule cause, l'hémoconcentration.

1.8. Phosphorémie

La phosphorémie (HPO_4^{2-}) ou phosphatémie est le taux de phosphore à l'état de phosphates dans le plasma sanguin.

Le phosphore lié au calcium constitue la trame minérale de l'os. Le phosphore intervient aussi dans l'équilibre acido-basique (tampon phosphates) et dans de nombreuses voies métaboliques.

- ❖ **Indications :** insuffisance rénale, exploration des troubles du métabolisme phosphocalcique, exploration des affections parathyroïdiennes, etc.
- ❖ **Prélèvement :** minimum 2cc de sang veineux recueilli sur un tube sec ou sur Héparine, de préférence à jeun.

- ❖ **Valeurs normales** : Entre 25 et 50 mg/L chez l'adulte.
- ❖ **Variations pathologiques :**
 - L'hypophosphorémie correspond à une diminution anormale du taux de phosphate dans le plasma. Observé dans l'hyperparathyroïdie, le rachitisme et l'ostéomalacie (carence en vit D) ...
 - L'hyperphosphorémie : corresponds à une élévation anormale du taux de phosphate dans le plasma. Observé dans insuffisance rénale, l'hypoparathyroïdie, l'hypervitaminose D, tumeurs osseuses, leucémies...

1.9. Chlorémie

La chlorémie (Cl^-) correspond à la quantité de l'ion chlorure dans le plasma sanguin.

- ❖ **Indications :**
 - En cas de déshydratation ;
 - Déséquilibre acido-basique ;
 - Coma diabétique ;
 - Insuffisance rénale.
- ❖ **Prélèvement** : minimum 2 cc de sang veineux recueilli dans un tube sec ou hépariné.
- ❖ **Valeurs normales** : Entre 95 à 105 mmol/L
- ❖ **Variations pathologiques :**
 - Hypochlorémie, un déficit d'ions chlorures peut être dû à :
 - ✓ Un déficit d'apport de sodium : pertes digestives, rénales ;
 - ✓ Une augmentation de la quantité d'eau (hyperhydratation) : insuffisance cardiaque, rénale, hépatique ;
 - ✓ Une hyponatrémie de dilution.
 - Hyperchlorémie, un excès d'ions chlorures (hyperchlorémie) peut avoir comme conséquences :
 - ✓ Déshydratation (une diminution de la quantité d'eau) : pertes digestives, diminution d'apport hydrique, perte d'eau importante, sudation
 - ✓ Une surcharge de sodium

1.10. Bicarbonate

Les bicarbonates plasmatiques (HCO_3^-), principaux constituants, avec le chlore, de l'ionogramme sanguin, constituent le tampon extracellulaire le plus important (d'où le nom des réserves alcalin).

Ils se comportent « comme une éponge » capable d'absorber puis d'éliminer les ions hydrogène H^+ : en se combinant aux ions hydrogène, ils forment de l'acide carbonique (H_2CO_3) qui va donner le dioxyde de carbone (CO_2) et l'eau.

- ❖ **Indications :** Le dosage des bicarbonates est inclus dans l'ionogramme sanguin et dans la mesure des gaz du sang. Sa concentration permet de reconnaître et d'évaluer les acidoses et les alcaloses métaboliques.
- ❖ **Prélèvement :** minimum 2 ml de sang veineux recueilli dans un tube sec ou hépariné.
- ❖ **Valeurs normales :** Entre 22 et 26 mmol/L
- ❖ **Variations pathologiques :**
 - Augmentation :
 - ✓ Les insuffisances respiratoires chroniques.
 - ✓ Les alcaloses métaboliques dues à des vomissements répétés accompagnés de diarrhées ...
 - ✓ L'acidose respiratoire.
 - Diminution :
 - ✓ Acidoses métaboliques (chez les diabétiques, acidocétose diabétique lors des états de choc....).
 - ✓ Insuffisance rénale et hépatique sévère.
 - ✓ Alcalose respiratoire ...

1.11. Natrémie

La natrémie est le taux du sodium dans le sérum sanguin. Le sodium (Na^+) est le cation le plus important du secteur extracellulaire dans lequel il se trouve sous forme de chlorures et de bicarbonates. Les sels de sodium constituent les principaux électrolytes osmotiquement actifs du secteur extracellulaire, de sorte que les variations de l'eau et du sodium sont liées.

- ❖ **Indications :**
 - Pour apprécier l'état de l'hydratation intracellulaire du patient et pour la détection des troubles hydroélectrolytiques en association avec d'autres examens biologiques.

- Détection : des néphrites, des problèmes rénaux, dont l'insuffisance rénale, des pertes salines (diarrhées, vomissements ...), de l'insuffisance corticosurrénale, des hépatites, des cardiopathies...
- ❖ **Prélèvement :** > 2cc du sang veineux à jeun recueilli dans un tube sec ou hépariné.
- ❖ **Valeurs normales :** 135 - 145 mmol/L
- ❖ **Variations pathologiques :**
 - Quand la natrémie baisse (hyponatrémie), l'eau rentre dans les cellules, les cellules gonflent. On parle d'hyperhydratation intracellulaire. En clinique il se traduit par une :
 - ✓ Déshydratation extracellulaire : perte de poids, pli cutané, hypotension orthostatique, tachycardie
 - ✓ Hémoconcentration : hématocrite, protidémie et urée plasmatique élevés
 - ✓ Insuffisance rénale fonctionnelle
 - ✓ Signe d'inflation hydrique : œdèmes, ascite, pleurésie...
 - Quand la natrémie augmente (hypernatrémie), l'eau sort des cellules, les cellules rétrécissent. On parle de déshydratation intracellulaire. Elle est rare par rapport à l'hypernatrémie et se voit surtout aux extrêmes d'âge et chez les hospitalisés en réanimation il se traduit par :
 - ✓ La soif, déshydratation, faiblesse musculaire et signes neurologiques (agitation, confusion, convulsions) avec risque d'hématome cérébral.

1.12. Kaliémie

La kaliémie désigne le taux de potassium dans le plasma sanguin. Le potassium, principal cation intracellulaire (K^+), est particulièrement concentré dans les cellules musculaires. Un gradient de concentration marqué existe entre le potassium intracellulaire et extracellulaire, grâce à l'action des pompes ioniques situées dans les membranes cellulaires. Ce cation joue un rôle essentiel dans le maintien du gradient ionique et de la polarisation membranaire, la contraction musculaire et l'automatisme cardiaque.

- ❖ **Indications :** La kaliémie est un examen d'extrême urgence, surtout dans les acidoses graves (coma diabétique, insuffisance rénale aiguë, etc.). Il fait également partie des bilans hydrominéraux et acido-basiques.
- ❖ **Prélèvement :** > 2cc du sang veineux à jeun recueilli dans un tube sec ou hépariné.
- ❖ **Valeurs normales :** 3,5 - 4,5 mmol/l

❖ **Variations pathologiques** : La kaliémie est très finement régulée, en particulier au niveau du rein, les variations pathologiques de la kaliémie sont :

- Hypokaliémie rencontrée lors du vomissement, diarrhée, sténose du pylore ou lors d'un traitement par des corticoïdes, les sulfamides, les diurétiques, etc.
- Hyperkaliémie rencontrée lors d'une insuffisance rénale, problèmes cardiaques, coma diabétique, état de choc (brûlures, choc transfusionnel), etc.

1.13. Calcémie

La calcémie est le taux du calcium dans le sérum sanguin.

Le calcium est un minéral très important pour la formation des os. Il participe à la régulation de la perméabilité des membranes cellulaires, à la coagulation sanguine... Sa répartition dans l'organisme est régulée par des hormones et son analyse peut permettre le diagnostic de désordres hormonaux, de pathologies des os... Il est déterminé essentiellement en cas de troubles acido-basiques importants.

❖ **Indications** :

- Bilan systématique de dépistage d'une hypo ou hypercalcémie ;
- En urgence, devant toute crise convulsive chez le nourrisson et le jeune enfant.
- Avec les phosphates (bilan phosphocalcique), diagnostic et surveillance des maladies osseuses (rachitisme, ostéomalacie...).

❖ **Prélèvement** : 2 à 5 ml de sang veineux recueilli sur un tube sec, de préférence à jeun.

❖ **Valeurs normales** : De 90 mg/l à 110 mg /l

❖ **Variations pathologiques** :

- Hypocalcémie : observer en cas d'apports insuffisants, d'hypoprotéinémie, d'hypomagnésémie, d'hypoparathyroïdie, de tétanie, de néphrite, de rachitisme, chez les prématurés et parfois le nouveau-né.
- Hypercalcémie : observée en cas d'hypervitaminose D, d'hyperparathyroïdie, de décalcification, ...

1.14. Magnésémie

La Magnésémie est le taux de magnésium dans le plasma sanguin. Le magnésium est l'un des cations principaux du milieu intracellulaire. Il est indispensable au fonctionnement de très

nombreuses enzymes. Le besoin quotidien alimentaire chez l'adulte est de 300 mg ; les principales sources alimentaires sont le lait et les végétaux.

- ❖ **Indications** est demandé dans l'insuffisance rénale aiguë, le coma diabétique acidocétosique et dans le cadre d'un bilan nutritionnel.
- ❖ **Prélèvement** : 2 à 5ml du sang veineux recueilli dans un tube sec ou hépariné.
- ❖ **Valeurs normales** : 0,75 - 1 mmol / L (17 – 22 mg/L)
- ❖ **Variations pathologiques** :
 - Hypermagnésémie : dépression du système nerveux central ;
 - Hypomagnésémie : Diminution de l'absorption digestive : dans les maladies de l'intestin grêle, dans les malnutritions, en cas d'insuffisance rénale, par perte urinaires excessives ou emploi de diurétiques et en cas d'hypercalcémies.

1.15. Sidérémie

La sidérémie ou fer sérique et le taux du fer en circulation libre dans le plasma. Le fer est un constituant essentiel de l'hémoglobine. Il est également indispensable à d'autres fonctions de l'organisme, comme la synthèse de l'ADN ou certaines réactions enzymatiques...

70% du fer de l'organisme est lié à l'Hb, le reste est fixé à des protéines de transport (la ferritine ou la transferrine) ou stocké dans certains tissus du corps (ex. la moelle osseuse), le fer est stocké et il est utilisé pour fabriquer de nouveaux GR.

Le fer provient de l'alimentation (le foie et autres viandes, les œufs, le poisson, ou encore les légumes verts). Il est particulièrement nécessaire pendant la croissance, la grossesse, l'allaitement ou encore après un important saignement.

- ❖ **Indications** : Le dosage du fer sérique permet d'évaluer le taux de fer dans l'organisme et la manière dont il est métabolisé. Cela permet de diagnostiquer par exemple :
 - Une carence martiale,
 - Une anémie ferriprive,
 - Hémoglobinopathie (thalassémie, drépanocytose ...)
 - Une hémochromatose (excès de fer dans l'organisme),
 - Vérifier l'état nutritionnel du patient.
- ❖ **Prélèvement** : 2 à 5ml du sang veineux recueilli dans un tube sec ou hépariné (aiguille en nickel).
- ❖ **Valeurs normales** : comprise entre 70 et 190 mg/dL.

❖ **Variations pathologiques :**

- Un taux élevé de fer sérique peut-être le signe, d'une hémochromatose (surcharge en fer), une anémie hémolytique (destruction prématurée des globules rouges dans le sang), une nécrose hépatique, une hépatite, une cirrhose, l'alcoolisme chronique, la répétition de transfusions sanguines, etc.
- Un niveau bas de fer est peut-être lié à une perte de sang importante, notamment lors de menstruations abondantes, une grossesse, une carence en fer (carence martiale) liée à l'alimentation, une carence liée à une incapacité à absorber correctement le fer, des saignements dans le tractus intestinal (des ulcères, un cancer du côlon, des hémorroïdes).

1.16. Ferritinémie

La ferritinémie est le dosage du taux de ferritine dans le sang.

La ferritine est une protéine qui se trouve à l'intérieur des cellules et se lie au fer, de sorte qu'il soit disponible en cas de besoin (stock du fer). Elle est présente dans le foie, la rate, les muscles squelettiques, la moelle osseuse et dans la circulation sanguine en plus petite quantité.

❖ **Indications :** Le dosage de la ferritine mesure indirectement la quantité de fer dans le sang.

Il peut être prescrit pour :

- Repérer une cause en cas d'anémie
- Déetecter la présence d'une inflammation
- Déetecter une hémochromatose (excès de fer dans l'organisme)
- Évaluer le bon fonctionnement d'un traitement visant à augmenter ou diminuer le niveau de fer dans l'organisme.

❖ **Prélèvement :** 2 à 5ml du sang veineux recueilli de préférence le matin à jeun dans un tube sec ou hépariné.

❖ **Valeurs normales :**

- Chez l'homme : 30 et 300 ng/ml
- Chez la femme : 20 et 200 ng/ml

❖ **Variations pathologiques :**

- Une hyperferritinémie (un taux élevé de ferritine) peut être le signe de :
 - ✓ Une hémochromatose
 - ✓ Un alcoolisme chronique

- ✓ Une maladie inflammatoire
- ✓ Une atteinte du pancréas, du foie ou du cœur
- ✓ Certains types d'anémie, ou encore à une poly transfusion sanguine, etc.
- Une hypoferritinémie (un taux bas de ferritines) est généralement le signe d'une carence en fer à cause de :
 - ✓ Grossesse
 - ✓ Manque de fer provenant de l'alimentation
 - ✓ Des saignements (métrorragies, ulcères, un cancer du côlon, des hémorroïdes...)

1.17. Transferrinémie

La transferrinémie est le taux de la transferrine dans le plasma sanguin. La Transferrine ou la sidérophiline est une protéine synthétisée par le foie. Elle est chargée du transport du fer.

- ❖ **Indications :** est utile dans :
 - Anémies macrocytaires ;
 - Anémies inflammatoires ;
 - Surveillance des polytransfusés ;
 - Carences martiales.
- ❖ **Prélèvement :** 2 à 5ml du sang veineux recueilli de préférence le matin à jeun dans un tube sec ou hépariné.
- ❖ **Valeurs normales :** Entre 2 et 4 g/L.
- ❖ **Variations pathologiques :**
 - Taux de transferrine élevé (hypertransferrinémie): rencontré en cas de grossesse, carence en fer, hémorragie aigüe...
 - Taux de transferrine bas (hypotransferrinémie): rencontré en cas d'une surcharge en fer, processus inflammatoire, insuffisance hépatique, syndromes néphrotiques, atransferrine congénitale....

1.18. Gazométrie

La gazométrie artérielle (gaz du sang ou GDS dans le langage courant) est une analyse de laboratoire qui permet d'évaluer la fonction respiratoire et acidobasique d'un patient. L'analyse des gaz du sang (gazométrie sanguine) consiste à mesurer l'acidité, les niveaux d'oxygène et de dioxyde de carbone dans le sang artériel.

❖ **Prélèvement** : 2 à 5 cc du sang artériel pour dosage des gaz du sang (acte médical)⁵.

Le prélèvement sanguin est réalisé par ponction de l'artère radiale, après la réalisation du test d'Allen. Ce test consiste à comprimer simultanément les artères radiale et ulnaire pour vider la main de son sang. Une fois que la main devient blanche, on libère l'artère ulnaire. Si la main se recolore, la ponction peut être effectuée, car cela garantit que l'artère ulnaire (ou cubitale) pourra compenser en cas de lésion de l'artère radiale pendant ou après le geste.

Le prélèvement doit être réalisé en anaérobiose stricte, sans utilisation de garrot, à l'aide d'une seringue jetable stérile. Après la ponction, il est essentiel de comprimer l'artère pendant 5 minutes à l'aide d'une compresse imbibée d'antiseptique. Toute bulle d'air présente dans la seringue doit être éliminée immédiatement afin d'éviter une altération des résultats, notamment de la pression partielle en oxygène.

La ponction peut également être réalisée au niveau de l'artère fémorale ou humérale. Les gaz du sang doivent être dosés dans les 15 minutes suivant le prélèvement.

❖ **Les paramètres mesurés sont les suivants :**

- PaO₂ (pression partielle d'oxygène)
- PaCO₂ (pression partielle de dioxyde de carbone)
- pH : il reflète la concentration d'hydrogène et permet de mesurer l'acidité du sang.
- HCO₃⁻ (bicarbonate) : il « tamponne » le pH du sang et participe ainsi à maintenir un équilibre acido-basique.
- SaO₂ (saturation en oxygène) : elle permet d'évaluer la quantité d'oxygène fixée sur l'hémoglobine.

❖ **Indications :**

- En cas de difficultés respiratoires : essoufflement, hypo ou hyperventilation, asthme.
- Afin de surveiller le bon fonctionnement d'un traitement de maladie pulmonaire
- En cas altération de l'état de conscience
- Afin de s'assurer qu'une personne hospitalisée reçoit la bonne quantité d'oxygène
- Pour mesurer le niveau acido-basique chez des patients souffrant d'une insuffisance cardiaque, d'une insuffisance rénale, de troubles du sommeil, d'une infection ou encore après une overdose de drogue...

⁵ <https://www.elsevier.com/fr-fr/connect/ifsiinfirmier/realisation-dun-gaz-du-sang-arteriel>

❖ **Valeurs normales :**

- PaO₂ : supérieure à 80 mm Hg (millimètre de mercure)
- PaCO₂ : entre 35 et 45 mm Hg
- pH : entre 7,35 et 7,45
- HCO₃⁻ (bicarbonates) : entre 22 et 28 mmol/l (millimoles par litre)
- SaO₂ (saturation en oxygène) : entre 95 et 100 %

❖ **Remarque :** Les valeurs des gaz du sang ne suffisent pas à poser un diagnostic précis, mais peuvent être le signe de problèmes au niveau des poumons, des reins, ou faire suspecter une maladie métabolique.

1.19. Cholestérolémie

La cholestérolémie est le taux de cholestérol total dans le plasma sanguin. Le cholestérol est un lipide (corps gras) dont le rôle est essentiel dans l'organisme, car il sert à la fabrication des hormones produites par les glandes. Il est pour partie fabriqué par le foie, le reste provient de notre alimentation. Il existe deux types de cholestérol, HDL et LDL.

❖ **Indications :** il permet de dépister une hypercholestérolémie isolée ou associée à une hypertriglycéridémie.

❖ **Prélèvement :** 2 à 5ml du sang veineux à jeun dans un tube sec ou hépariné.

❖ **Valeurs normales :** de 1,5 g/l à 2,5 g/l

❖ **Variations pathologiques :**

- Hypercholestérolémie : trouble de métabolisme des lipides, diabète, les maladies hépatiques, des pancréatites aigües, etc.
- Hypocholestérolémie : Insuffisance hépatocellulaire (cirrhose, hépatite...) insuffisance surrénalienne, etc.

1.20. Cholestérol HDL et cholestérol LDL

❖ **Cholestérol HDL** (high density lipoprotein) connu comme le "bon cholestérol" élimine le cholestérol des artères et l'entraîne vers le foie pour être détruit.

- **Valeurs normales :** Entre 0,4 et 0,6 g/L chez l'adulte.

❖ **Cholestérol LDL** (low density lipoprotein) connu comme le « mauvais cholestérol » bien qu'il soit critiqué, le cholestérol est un nutriment indispensable au bon fonctionnement du corps humain. Ce lipide participe à la structure des membranes cellulaires, à la synthèse de nombreuses molécules et à la production des sels biliaires nécessaires à la digestion...

- **Valeurs normales** : Entre 0,9 et 1,6 g/L chez l'adulte.

1.21. Triglycéridémie

La triglycéridémie est le taux de triglycérides dans le plasma sanguin.

Les triglycérides (TG) font partie comme le cholestérol des composés lipidiques ou graisses de l'organisme. Les triglycérides constituent une des sources principales d'énergie pour l'organisme. Ils sont stockés dans nos tissus graisseux (adipeux)

- ❖ **Indications** : (Diagnostic et classification des hyperlipidémies, surveillance du diabète et des maladies cardiovasculaires, HTA ...)
- ❖ **Prélèvement** : 2 à 5 cc du sang veineux dans un tube sec ou hépariné à jeûne (12h de jeûne).
- ❖ **Valeurs normales** : De 0,5 g/L à 1,5 g/L chez l'adulte.
- ❖ **Valeurs pathologiques** : Les hypertriglycéridémies se rencontrent dans le diabète sucré, les hyper et hypothyroïdies, la goutte, les maladies hépatiques, les pancréatites aigües... et au cours des traitements de longue durée par les corticoïdes, et chez la femme pratiquant une contraception orale par les oestroprogesteratifs.

1.22. Transaminases

Les transaminases ou les aminotransférases sont des enzymes qui se trouvent dans les cellules.

Il en existe deux types :

- ❖ ASAT (aspartate aminotransférases), ou GOT (glutamyl-oxaloacétate-transférase) surtout présent dans le foie, les muscles, le cœur, les reins, le cerveau et le pancréas.
- ❖ ALAT (alanine aminotransférases), ou GPT (glutamyl-pyruvate-transaminase) relativement spécifiques du foie.
 - **Indications** (intérêt) : de suspicion de maladies telles que l'hépatite, maladie auto-immune, l'infarctus du myocarde ou une atteinte du foie, etc. Le taux dans l'organisme est peut-être modifié en cas de lésion hépato-cellulaire, cardiaque, rénale ou musculaire.
 - **Prélèvement** : >2 cc du sang veineux à jeun dans un tube sec ou hépariné
 - **Valeurs normales** :
 - ✓ ALAT entre 10 et 40 UI/L
 - ✓ ASAT entre 10 et 40 UI/L

- **Variations :**

- ✓ Diminution : Grossesse, déficit en vitamine B6.
- ✓ Augmentation : en parallèle de l'ASAT et de l'ALAT reflète l'étendue de la cytolysé hépatique dans les hépatites infectieuses, virales ou toxiques, la cirrhose hépatique ;
- ❖ **Remarque :** Dans l'infarctus du myocarde, l'élévation de la ASAT est plus importante que l'élévation de la ALAT.

1.23. Phosphatase alcaline

La phosphatase alcaline (PAL) : enzyme présente dans des tissus, surtout dans le foie, la muqueuse intestinale, l'os, le rein, le poumon, ainsi que les GR.

- ❖ **Indications :** cet examen est demandé généralement lors de l'exploration des affections hépatiques et des voies biliaires ou en cas des affections du tissu osseux, etc.
- ❖ **Prélèvement** 2 à 5 ml de sang veineux à jeun recueilli dans un tube sec ou hépariné.
- ❖ **Valeurs normales :** chez l'adulte elle varie entre 50 et 130 UI/L
- ❖ **Variations pathologiques :** On note une augmentation dans :
 - Les maladies hépatobiliaires (lithiases, cholécystite, hépatites, cirrhoses...)
 - Chez l'enfant, en cas de phosphatasémie est du rachitisme (carence en vit D).
 - Chez l'adulte, dans les ostéomalacie, les fractures, l'hyperparathyroïdie...

1.24. Bilirubinémie

La bilirubinémie est le taux de la bilirubine dans le sérum sanguin.

La bilirubine libre (indirecte) est un pigment non soluble dans l'eau, produit de la dégradation de l'hème provenant principalement de l'hémoglobine.

Produite dans les cellules de la rate, la moelle osseuse et du foie, elle est transportée par l'albumine du plasma vers l'hépatocyte pour y être conjuguée à l'acide glucuronique (bilirubine conjuguée (directe), soluble dans l'eau), avant d'être excrétée dans les voies biliaires.

- ❖ **Indications** : le dosage de la bilirubine est prescrit dans les affections hépatobiliaires, les syndromes hémolytiques, l'ictère chez le n-né ou l'adulte...
- ❖ **Prélèvement** 2 à 5 ml de sang veineux recueilli dans un tube sec ou hépariné.
- ❖ **Valeurs normales** :
 - Bilirubine directe ou conjuguée < 2 mg/L (soit 4 UI)
 - Bilirubine indirecte (libre ou non conjuguée) < 10 mg/L (soit 17 UI)
 - Bilirubine totale < 12 mg/L (soit 20 UI)⁶
- ❖ **Variations pathologiques** :
 - Augmentation : anémies, accident de transfusion, incompatibilité fœto-maternelle, ictère du nouveau-né.
 - Diminution : hépatites et inflammation des voies biliaires.

1.25. Amylasémie

L’amylasémie est le taux d’amylase dans le sérum sanguin. L’Amylase est une enzyme sécrétée par les glandes salivaires et le pancréas. Dans le sérum, il existe principalement deux grands types :

- L’amylase type P (d’origine pancréatique)
- L’amylase type S (d’origine salivaire).

- ❖ **Indications** : C'est un examen d'urgence devant toute crise douloureuse abdominale.

La détermination de cette enzyme est demandée dans les affections des glandes salivaires (Oreillons ...) ou les affections pancréatiques (pancréatites...)

- ❖ **Prélèvement** : 2 à 5 ml de sang veineux recueilli sur un tube sec.
- ❖ **Valeurs normales** : Entre 10 et 45 UI/L
- ❖ **Variations pathologiques** : l’amylasémie peut augmenter dans trois situations :
 - Douleurs abdominales : infection de la vésicule biliaire, UGD perforé, etc.
 - Inflammation aiguë du pancréas.
 - Affection des glandes salivaires : oreillons, cancer, calcul salivaire, etc.

⁶ La bilirubine totale n'est pas la somme de la bilirubine directe et indirecte (il englobe les deux + d'autres éléments)

1.26. Lipasémie

La lipasémie est l'analyse du taux de lipase dans le sang (plasma précisément).

La lipase est une enzyme sécrétée principalement par le pancréas, elle permet la digestion des graisses. On la trouve en quantité très faible la muqueuse gastrique, les hématies et les leucocytes.

- ❖ **Indications** : Indiquée dans l'exploration de la fonction pancréatique...
- ❖ **Prélèvement** >2 cc du sang veineux dans un tube sec.
- ❖ **Valeurs normales** : Entre 60 et 240 UI/L
- ❖ **Variations pathologiques** : l'augmentation de la lipase plasmatique (hyperlipasémie) se rencontre dans : les affections du pancréas (pancréatite aiguë, phase inflammatoire des pancréatites chroniques, pancréatite pseudo-kystique, carcinome, obstruction des canalicules, traumatisme).
- ❖ **Remarque** : La lipasémie est un examen d'urgence, comme l'amylasémie, devant toute crise douloureuse abdominale.

1.27. Lactate déshydrogénase

Le lactate déshydrogénase (LDH) est une enzyme importante dans la transformation des sucres en énergie.

- ❖ **Indications (Intérêt)** : son augmentation témoigne d'un dommage tissulaire dans l'organisme, qui peut être le résultat d'une grande variété de situations pathologiques.
- ❖ **Prélèvement** : >2 cc du sang veineux dans un tube sec.
- ❖ **Valeurs normales** : Entre 100 et 240 UI/L
- ❖ **Variations pathologiques** : Taux de l'LDH augmente dans l'infarctus de myocarde, les atteintes hépatiques, affections prostatiques et pulmonaires...

1.28. Troponine

La troponine est un ensemble de protéines qui intervient dans la régulation de la contraction musculaire cardiaque...

- ❖ **Indication** : détection des lésions du myocarde...
- ❖ **Prélèvement** : minimum 2cc du sang veineux dans un tube sec ou hépariné.
- ❖ **Valeurs normales** : inférieur à 100 ng/L

❖ **Variations pathologiques** : un taux de troponine élevé peut-être le signe :

- D'un infarctus du myocarde. Dans ce cas, les troponines sont libérées dans le sang 2 à 4 heures après le début de la souffrance myocardique ;
- D'une embolie pulmonaire ;
- D'une myocardite ou une péricardite
- D'une chirurgie cardiaque.
- Tous autres problèmes cardio-vasculaires.

1.29. Créatine phosphokinase

La créatine phosphokinase (CPK), ou créatine Kinase CK, est une enzyme répartie essentiellement dans les muscles squelettiques, le myocarde et en petite quantité dans le cerveau.

La CPK est libérée dans le sang lors de lésions tissulaires avec lyse cellulaire. Son dosage permet de distinguer l'origine de la destruction cellulaire.

❖ **Prélèvement** : minimum 2 cc du sang veineux à jeun dans un tube sec.

❖ **Indications** : Examen d'urgence dans le cadre d'un bilan d'infarctus du myocarde, et aussi dans les atteintes du muscle strié...

❖ **Valeurs normales** : la CPK totale variée entre 22 et 170 UI/L

❖ **Variations pathologiques** : une élévation rencontrée dans d'infarctus du myocarde, les maladies du muscle strié, l'écrasement des masses musculaires en traumatologie...

1.30. Protéine C réactive

La protéine C réactive (CRP) est une protéine très précoce de la réaction inflammatoire, synthétisée par le foie. Elle apparaît 12 à 24 heures après le début du processus pathologique et peut augmenter jusqu'à 1000 fois le taux de base. Elle revient rapidement à la normale lors de la disparition de l'affection responsable.

❖ **Indications** : la CRP est indiquée dans le diagnostic précoce et le suivi d'un syndrome inflammatoire (un bon marqueur de l'inflammation) et/ou infectieux.

❖ **Prélèvement** : minimum 2 cc de sang recueilli sur un tube sec ou hépariné (le jeûne n'est pas nécessaire).

❖ **Valeurs normales** : Inférieur à 6 mg/L

1.31. Autres paramètres

D'autres examens biochimiques du sang sont également réalisés tel que :

- ❖ **Les vitamines** : La vitamine D(Calciférol), vitamine B9 (Acide folique) ou encore B12 (Cobalamine), etc.
- ❖ **Les hormones** :
 - Hypophysaires : (FSH, TSH, ADH (vasopressine), ACTH (Adreno CorticoTropic Hormone), Ocytocine, Prolactine ...).
 - Surrénaliennes (corticoïdes, aldostérones ...)
 - Thyroïdiennes (T3, T4 ...)
 - Ovariennes : œstrogène, progestérone
 - Etc.
- ❖ **Les marqueurs tumoraux** (PSA ; antigène prostatique spécifique, CEA antigène carcino-embryonnaire
- ❖ **Électrophorèses des protéines.**
- ❖ **Etc.**

2. Examens biochimiques des urines

Tout comme dans le sang, il existe un nombre des éléments biochimiques dans les urines d'une grande valeur clinique, on compte [10] :

2.1. Glycosurie

La glycosurie est la présence de glucose dans les urines. Son apparition est liée à une glycémie supérieure à 1,8g/L.

- ❖ **Indication** : suspicion de diabète ou un problème rénal.
- ❖ **Mise en évidence** : à la bandelette grâce à un indicateur coloré (figure).
- ❖ **Valeur normale** : elle est nulle.
- ❖ **Interprétation** : La présence de sucre dans les urines est principalement due au diabète sucré.
- ❖ **Remarque** :
 - Faussement négative, en cas d'urine diluée, contenant certains médicaments (Vit C, salicylé...)

- Faussement, positive, en cas d'oxydants sur les parois de verre (eau de javel), en cas de bandelettes périmées, ou conservées à la lumière, de traitement par les céphalosporines ou les quinolones, la Vit C....)

2.2. Cétonurie

La cétonurie est la présence de corps cétoniques dans les urines. Ce sont des produits du catabolisme lipidique.

❖ **Remarque :** Les corps cétoniques sont trois métabolites

- L'acétylacétate ($\text{H}_3\text{C}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{COO}^-$),
- Le β -D-hydroxybutyrate ($\text{H}_3\text{C}-\text{CHOH}-\text{CH}_2-\text{COO}^-$)
- L'acétone ($\text{H}_3\text{C}-\text{CO}-\text{CH}_3$).

Produits par le processus de cétogénèse dans le foie à partir de la dégradation des lipides, et plus particulièrement des acides gras, lorsque l'organisme ne dispose plus de réserves suffisantes en glucides, et notamment en glucose.

❖ **Mise en évidence :** à la bandelette grâce à un indicateur coloré.

❖ **Indications :** Leur dosage dans les urines (ou dans le sang) est utilisé pour aider au diagnostic d'une complication pouvant survenir chez des personnes diabétiques, le coma "acidocétosique".

❖ **Valeur normale :** La cétonurie est normalement nulle. (Tandis que l'acétonémie est généralement inférieure à 0.3 mmol/l). Il est notablement affecté par le jeûne surtout prolongé, par la prise de certains médicaments ou certains aliments...

❖ **Interprétation des résultats :**

- La détection des corps cétoniques dans les urines indique que l'organisme ne dispose pas d'assez de glucides pour répondre à ses besoins énergétiques et doit produire de l'énergie à partir des corps gras.
- Une cétonurie très élevée peut survenir dans un diabète mal équilibré alors que se développe une « acidocétose » pouvant mener à un coma.
- Une cétonurie faible peut être retrouvée chez les patients sous jeûne prolongé ou encore suivant des diètes hypoglucidiques.

- On retrouve également des résultats positifs pendant les nausées qui marquent la grossesse.
- Certains médicaments utilisés pour traiter l'hypertension comme le Captopril, et d'autres médicaments peuvent donner un résultat faussement négatif.

2.3. Protéinurie de 24 heures

La protéinurie de 24h est le taux des protéines dans les urines collectées sur 24h. Elle peut être liée à de nombreuses pathologies, en particulier rénales.

- ❖ **Mise en évidence** : peut-être découverte grâce à un test urinaire simple avec bandelette.
- ❖ **Prélèvement** : (voir chapitre des prélèvements).
- ❖ **Valeur normale** : est de 50 mg/L de protéines (les protéines contenues dans les urines sont principalement de l'albumine).
- ❖ **Interprétation des résultats** :
 - La protéinurie n'est pas forcément grave. Dans la majorité des cas, elle est bénigne et se voit parfois en cas de fièvre, d'exercice physique intense, de grossesse, de stress, d'exposition au froid. Elle disparaît dans ces cas rapidement et ne pose pas de problème.
 - En cas d'excrétion de protéines supérieure à 150 mg/24 heures dans l'urine, hors de toute grossesse, la protéinurie est considérée comme pathologique.
 - Elle peut survenir dans le cadre d'une maladie rénale (insuffisance rénale chronique), mais aussi en cas de diabète, des MCV, HTA, pré-éclampsie, etc.

2.4. Autres paramètres

Il existe d'autres examens biochimiques des urines tel que :

- Hématurie : dosage du sang dans les urines
- Crétininurie : dosage de la créatinine dans les urines
- pH des urines...

3. Examens biochimiques dans d'autres liquides biologiques

3.1. Test de Rivalta

La réaction de Rivalta met en évidence une protéine précipitable dans l'eau acétique.

Cette protéine n'est présente que dans les liquides d'épanchement ayant les caractères d'un exsudat.

Épreuve permettant de différencier un épanchement d'origine inflammatoire d'un épanchement d'origine mécanique. L'épreuve consiste à mettre quelques gouttes de sérosité (prélevées) dans de l'eau distillée à laquelle on a rajouté de l'acide acétique. Dans ce cas le liquide devient trouble quand il provient d'un exsudat. Quand il s'agit d'un transsudat, le liquide reste limpide.

❖ **Remarque :**

- L'exsudat, est un liquide organique riche en protéines, soit séreux (ayant des caractéristiques du sérum sanguin), soit de nature fibrineuse (la fibrine est une variété de protéines du plasma sanguin fabriquée par le foie), soit de nature muqueuse (glaireuse, quand il y a inflammation).
- Le transsudat, par rapport à l'exsudat, est composé de substances : eau, sels minéraux, substances... Ce liquide ne contient pas de leucocytes et de protéines. Les transsudats doivent être distingués des exsudats, qui sont le résultat d'un mécanisme inflammatoire alors que le transsudat est un épanchement de liquide d'origine mécanique pure.

3.2. Dans le liquide céphalo-rachidien (LCR)

3.2.1. Glycorachis

La glycorachis est le terme utilisé pour désigner le taux de glucose dans le liquide céphalo-rachidien (LCR).

Sa valeur normale est en rapport avec la glycémie, (glycorachis = 40 à 50% de la glycémie)

3.2.2. L'albuminorachis

L'albuminorachis est le terme utilisé pour désigner le taux de l'albumine dans le liquide céphalo-rachidien (LCR).

Sa valeur normale est entre 0,15 et 0,50 g/L chez l'adulte.

3.3. Autres

- ❖ **La chromatographie** est une technique physique de séparation d'espèces chimiques, basée sur les différences d'affinités des substances à analyser. La chromatographie *analytique* est utilisée pour identifier ou doser les composés chimiques d'un mélange et apprécier leur concentration.
- ❖ **Electrophorèse** est une technique de la biologie qui consiste à la séparation des espèces (protéines, acides nucléiques, etc.) se fait en fonction de leur charge électrique et pour des charges identiques, en fonction de leur taille, elle permet donc de différencier des espèces chargées, après leur déplacement dans un champ électrique.

Partie 6 : Examens microbiologiques

Les examens microbiologiques, sont essentiels pour identifier les agents pathogènes, évaluer leur sensibilité aux traitements et guider les décisions cliniques. Ils incluent des méthodes comme la culture, les tests moléculaires et sérologiques, jouant un rôle clé dans le diagnostic et la gestion des infections [13, 14].

1. Examen cytobactériologique des urines

L'examen cytobactériologique des urines, ECBU, consiste à recueillir et à analyser les urines de la première miction du matin. (Figure 14)

- Il repose sur l'analyse cytologique et bactériologique de l'échantillon d'urine recueillie.
- Il sert notamment à déterminer la numération des hématies et des leucocytes, la présence de cristaux et de germes (image).
- L'examen cytobactériologique urinaire est l'analyse bactériologique la plus fréquemment pratiquée au laboratoire.

❖ **Indications :** l'ECBU permet de mettre en évidence :

- Une infection urinaire.
- Une pathologie liée à des troubles urinaires (cystite, néphrite, prostatite ...).

❖ **Prélèvement :** (voir chapitre des prélèvements).

❖ **Valeurs usuelles :**

- Moins de 10000 leucocytes/ml (10/mm³)
- Moins de 10000 hématies/ml
- Culture négative, moins de 10⁵ UFC/ml (UFC : unité formatrice de colonie)

❖ **Résultats pathologiques**

- Examen cytologique : Présence de leucocytes parfois très nombreux, altérés
- Examen bactériologique : identification d'un ou plusieurs germe ; quantité > 10⁵/ml

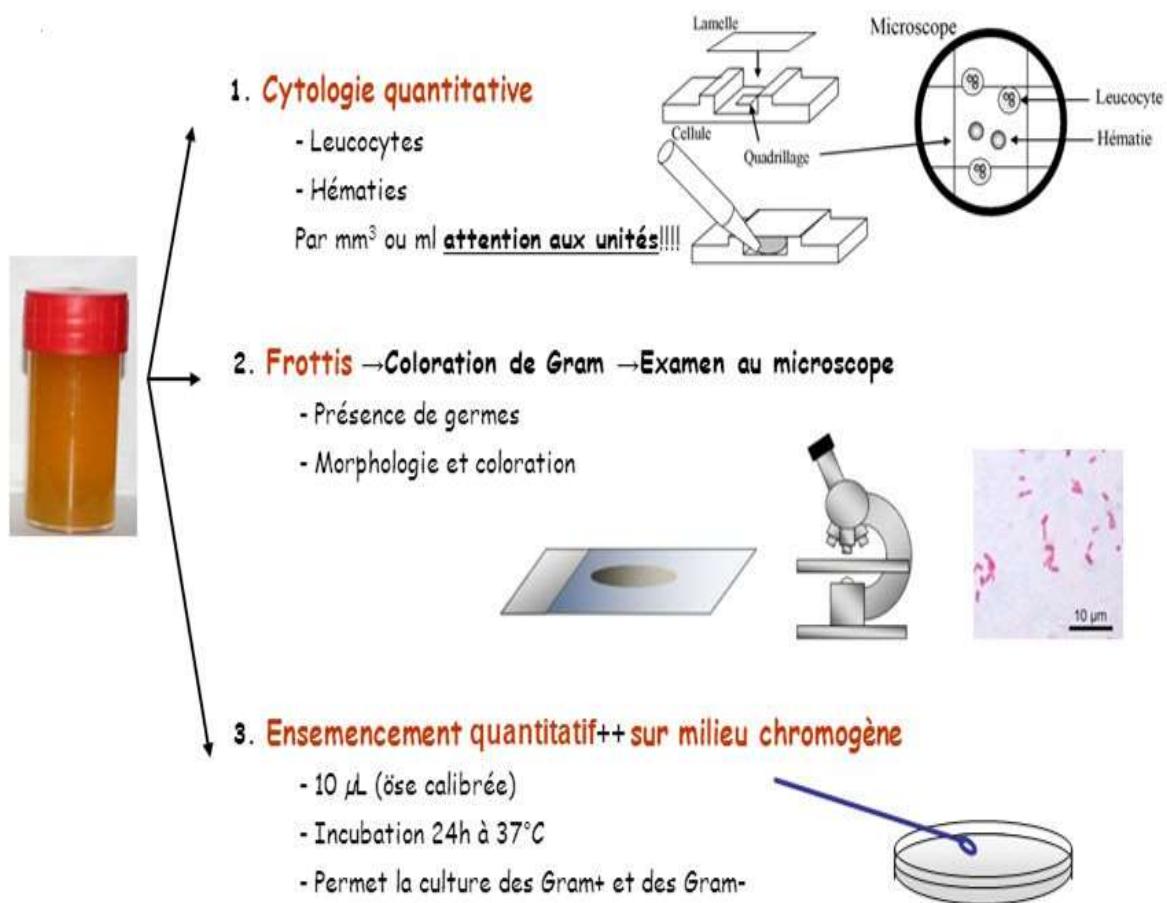


Figure 14 : Résumé des différentes étapes de l'ECBU au laboratoire

2. Examen cytobactériologique des crachats

Un crachat est un mélange de matières corporelles expectorées depuis les voies respiratoires (notamment mucus) et de salive qui est éjectée de la bouche pouvant être utilisée pour des examens cytobactériologiques (ECBC) lors de pathologies respiratoires. Dans l'idéal, le crachat ne contient qu'un minimum de salive afin d'éviter toute contamination avec des bactéries de la flore orale.

❖ Indications :

- L'ECBC, peut aider à faire un diagnostic microbiologique d'infection respiratoire basse en isolant le (les) micro-organisme(s) responsable(s), en le (les) identifiant, en déterminant sa(leur) sensibilité aux anti-infectieux.
- Le diagnostic d'une tuberculose pulmonaire.

- Le diagnostic d'une pneumopathie à germe atypique (Legionella, Chlamydia, Coxiella, Mycoplasma). Dans ce cas, bien le préciser sur la fiche de demande.
 - L'aide au diagnostic d'une pneumopathie à germes classiques,
 - En dehors de ces indications, cet examen est à proscrire, car il est inutile et peut être trompeur...
- ❖ **Remarque :** le diagnostic microbiologique d'infection respiratoire basse est réalisé également par d'autres prélèvements tel que l'hémocultures (systématiques en cas de fièvre), le recueil des sécrétions broncho-pulmonaires lors de prélèvements protégés (ou lavage broncho-alvéolaire (LBA)), l'aspiration endotrachéale (AET), les examens sérologiques (Legionella, Chlamydia, Mycoplasma...), etc.
- ❖ **Prélèvement du crachat**
- Recueille de l'expectoration le matin au réveil pendant 3 jours consécutifs.
 - IL doit se faire le matin au réveil, après rinçage bucco-dentaire à l'eau du robinet, au cours d'un effort de toux aider si besoin d'une kinésithérapie
 - Expliquer au patient l'importance de l'examen
 - Recueillir des expectorations dans un poudrier stérile.
 - Identifier le prélèvement et le placer dans un sac en plastique.
 - Remplir la fiche de demande d'examen
 - Le prélèvement doit se faire en dehors de toute antibiothérapie si possible
 - L'acheminement doit être effectué le plus rapidement possible au laboratoire pour éviter la prolifération des bactéries...
 - Ne jamais conserver ce prélèvement au froid.
- ❖ **Résultats normaux :** Le crachat doit être issu de l'arbre respiratoire profond. Il existe certaines constantes qui permettent de juger la qualité du prélèvement. Celui-ci doit contenir plus de 25 polynucléaires (globules blancs) par champ et moins de 10 cellules épithéliales.
- ❖ **Résultats anormaux :** Les germes habituellement retrouvés dans les pneumonies sont le pneumocoque, l'*Haemophilus influenzae*, les streptocoques. Ces germes sont facilement mis en évidence lors des cultures. D'autres microbes tels les mycoplasmes, les chlamydiae

et surtout les légionnelles sont difficilement cultivables. Leur diagnostic doit être établi par des méthodes spécifiques sérologiques.

3. Examens de liquide céphalorachidien

C'est l'analyse biologique du liquide céphalorachidien (LCR) du point de vue: cytologique (par microscope), culture (des bactéries), et chimique par dosage du glucose (glycorachis) et des protéines (protéinorachis) contenu dans ce LCR.

Le liquide céphalorachidien est un liquide limpide, eau de roche, stérile

- ❖ **Indications :** les méningites
- ❖ **Prélèvement :** par ponction lombaire (PL) minimum deux tubes stériles (acte médical)
- ❖ **Valeurs usuelles :**
 - La glycorachis est comprise entre 40 et 50 % de la glycémie presque soit (0,40 à 0,50 g/L) pour une glycémie normale à jeûne.
 - La protéinorachis est comprise entre 0,15 et 0,45 g/L
 - Examen direct et culture négative

4. Prélèvement de gorge

Un prélèvement de gorge est un prélèvement de mucosités ou de pus sur les amygdales. Le médecin utilise un coton monté sur une tige.

- ❖ **Indications :**
 - En cas d'infection : Il permet de chercher le streptocoque A (*Streptococcus pyogenes*) qui est le principal agent étiologique des angines bactériennes. Pour décider s'il faut un traitement antibiotique. La culture demeure la méthode microbiologique de référence pour la mise en évidence de cette bactérie.
 - À titre de dépistage : On peut le faire dans l'entourage d'un malade ayant une infection à méningocoque, une diphtérie : cela permet de trouver un portage asymptomatique.
 - En médecine du travail, ce prélèvement permet de déceler les porteurs sains de certains microbes qui doivent subir une éradication pour pouvoir travailler : c'est le cas dans la restauration, dans le secteur de santé.
- ❖ **Remarque :** le prélèvement de gorge remplace le prélèvement nasal à la recherche (par PCR) du virus SARS-COV-2 agent causal de la maladie Covid -19.

- ❖ **Prélèvement** : Il est préférable que le patient ne soit pas sous antibiothérapie et soit à jeun. Le patient doit ouvrir la bouche, langue tirée, sous éclairage à l'aide d'une lampe d'examen. La cavité buccale est dégagée à l'aide d'un abaisse-langue. À l'aide d'un écouvillon, il faut racler soigneusement les amygdales des deux côtés, la muqueuse pharyngée ou toute zone présentant une inflammation, en évitant de toucher la langue. Si possible, réaliser un frottis sur lame au moment du prélèvement, une lame étant destinée à l'examen direct et l'autre à la mise en culture. En cas de mise en culture différée de plus de deux heures, il est nécessaire d'utiliser un milieu de transport.
- ❖ **Remarque** : le frottis est prélèvement de cellules ou germes effectué en grattant une zone de peau à l'aide d'un bâtonnet ou d'une curette (instrument en forme de cuillère). Les plus connus sont ceux pratiqués pour l'examen du fond de gorge ou lors d'un examen gynécologique. Cette technique ne demande pas de préparation particulière.

5. Hémoculture

C'est la culture du sang sur un ou plusieurs milieux au laboratoire dans le but de détecter des germes dans ce sang.

- ❖ **Elle a pour objectif :**
 - La mise en évidence de microorganismes dans le sang normalement stérile.
 - L'identification de ces microorganismes et leur sensibilité aux antibiotiques dans les meilleurs délais.
- ❖ **Remarque :** La présence de bactéries dans le sang est la conséquence d'une décharge microbienne dans la circulation sanguine, qui peut être :
 - Continue : (infection endovasculaire, endocardite...) ;
 - Intermittente (septicémie avec foyers infectieux localisés...) ;
 - Transitoire (au cours de soins dentaires, examen urologique, traumatisme, manipulation d'un foyer infectieux...).
- ❖ **Indications :**
 - Toute fièvre non expliquée (particulièrement chez un cardiaque, une femme enceinte, un sujet immunodéprimé) après une intervention chirurgicale, altération de l'état général, matériel étranger implanté...
 - Infections localisées sévères : méningite, pneumonie...
 - Chocs inexplicables.

- ❖ **Prélèvement**, 5 à 10 ml de sang, par ponction veineuse après une asepsie rigoureuse, il doit se faire le plus tôt possible, dans l'évolution de la maladie et avant tout traitement antibiotique, effectués si possible au moment d'un pic d'hyperthermie ou d'hypothermie ou lors de frisson qui traduit une décharge microbienne (on utilise deux flacons, l'un pour les bactéries aérobies, l'autre pour les anaérobies).
- ❖ **Résultat normal** : Culture négative.
- ❖ **Résultat pathologique** : culture positive (les agents infectieux les plus fréquemment isolés sont : Streptocoques, Staphylocoques, pneumocoques, Escherichia coli et autres entérobactéries...)

6. Prélèvements génitaux

6.1. Prélèvement génital chez la femme.

C'est un prélèvement vaginal qui a pour but la mise en évidence du germe responsable de l'infection génitale. Les infections génitales féminines peuvent être provoquées par de très nombreux agents pathogènes, bactéries, champignons, parasites, virus. Certains germes appartiennent à la flore normale du vagin, provoquant une infection à la suite d'un déséquilibre de l'écosystème que constitue cette flore.

- ❖ **Indications :**
 - Leucorrhées, prurit, brûlures ;
 - Lésions génitales externes ;
 - Chez une femme asymptomatique dont le partenaire est atteint d'une maladie sexuellement transmissible ;
 - Découverte d'une lésion lors d'un examen gynécologique systématique.
 - Etc.
- ❖ **Prélèvements** : sont réalisés à différents niveaux selon l'indication médicale. Ils sont effectués par le médecin, la sage-femme ou l'infirmière. Les sites de prélèvement incluent généralement l'appareil génital bas, comme la vulve, le vagin ou l'exocol, une ulcération génitale ou encore l'endocol.
- ❖ **Résultats normaux** : L'appareil génital bas est normalement contaminé par la flore vaginale normale qui comprend avant tout la flore de Doberlein, il s'agit de bacilles et de

coccobacilles Gram+ appartenant à de nombreuses espèces de lactobacilles. L'appareil génital haut est normalement stérile.

- ❖ **Résultats pathologiques** : Les agents infectieux incriminés dans ces infections sont les candida albicans, trichomonas vaginalis, Gardnerella vaginalis, entérocoques, entérobactéries, Staphylocoques, anaérobies divers, etc.

6.2. Prélèvement génital chez l'homme.

C'est un prélèvement urétral qui a pour but la mise en évidence de l'agent responsable de l'infection de l'appareil génital masculin, par l'examen direct et la mise en culture du prélèvement, ceci permet d'authentifier la majorité des agents responsables de ces infections (gonocoque, trichomonas, Treponema pallidum...).

- ❖ **Indications :**

- Écoulement urétral ;
- Brûlures mictionnelles ;
- Ulcère génital ;
- Dysurie

- ❖ **Prélèvements** : de préférence matinale avant toute émission d'urine. Pour l'examen direct, lorsque les sérosités apparaissent, on applique des lames porte-objet sur le méat urétral et on réalise des frottis. Pour la mise en culture, un écouvillon stérile est introduit dans le méat urétral sur 1cm et chargé par rotation des sécrétions urétrales.
- ❖ **Résultats** : l'appareil urinaire masculin est stérile, mais plusieurs agents microbiens peuvent être responsable de l'infection tel que : les gonocoques responsables des urétrites gonococciques, Chlamydia, le Trichomonas, etc.

7. Examen parasitologique des selles

Examen des selles macroscopique et/ou microscopique

- ❖ **Prélèvement** : selles fraîchement émises en avant tout traitement
- ❖ **Indications** : L'examen parasitologique des selles est généralement prescrit au patient : En présence de symptômes évoquant une parasitose intestinale :

- Diarrhées,
 - Douleurs abdominales,
 - Amaigrissement,
 - Nausées, vomissement.
 - Troubles digestifs divers.
 - Cas de séjour récent dans un pays où les conditions d'hygiène étaient précaires.
- ❖ Les parasites qui peuvent être présents dans les selles : Ténia, Amibes, Oxyurose, Ascaris, Giardia, etc.

8. Coproculture

La coproculture est la culture bactériologique de selles dans le but de détecter la présence de germes pathogènes normalement absents du tube digestif ou anormalement nombreux.

Examen bactériologique des selles après culture

- ❖ **Prélèvement :** selles fraîchement émises en avant tout tout traitement
- ❖ **Indications :**
- Dysenterie
 - Diarrhée fébrile ou diarrhée survenant dans un contexte épidémique...
- ❖ **Remarque :** pour les examens des selles souvent le médecin demande les deux examens coproculture et parasitologie des selles à la fois.

9. Examen cytobactériologique de pus et d'autres liquides

L'examen cytobactériologique d'un produit pathologique (pus, etc.) débute par l'examen macroscopique, puis l'examen microscopique. Simultanément à cet examen microscopique, le prélèvement (produit pathologique) est ensemencé pour un éventuel isolement d'un ou plusieurs germes (figure 15).

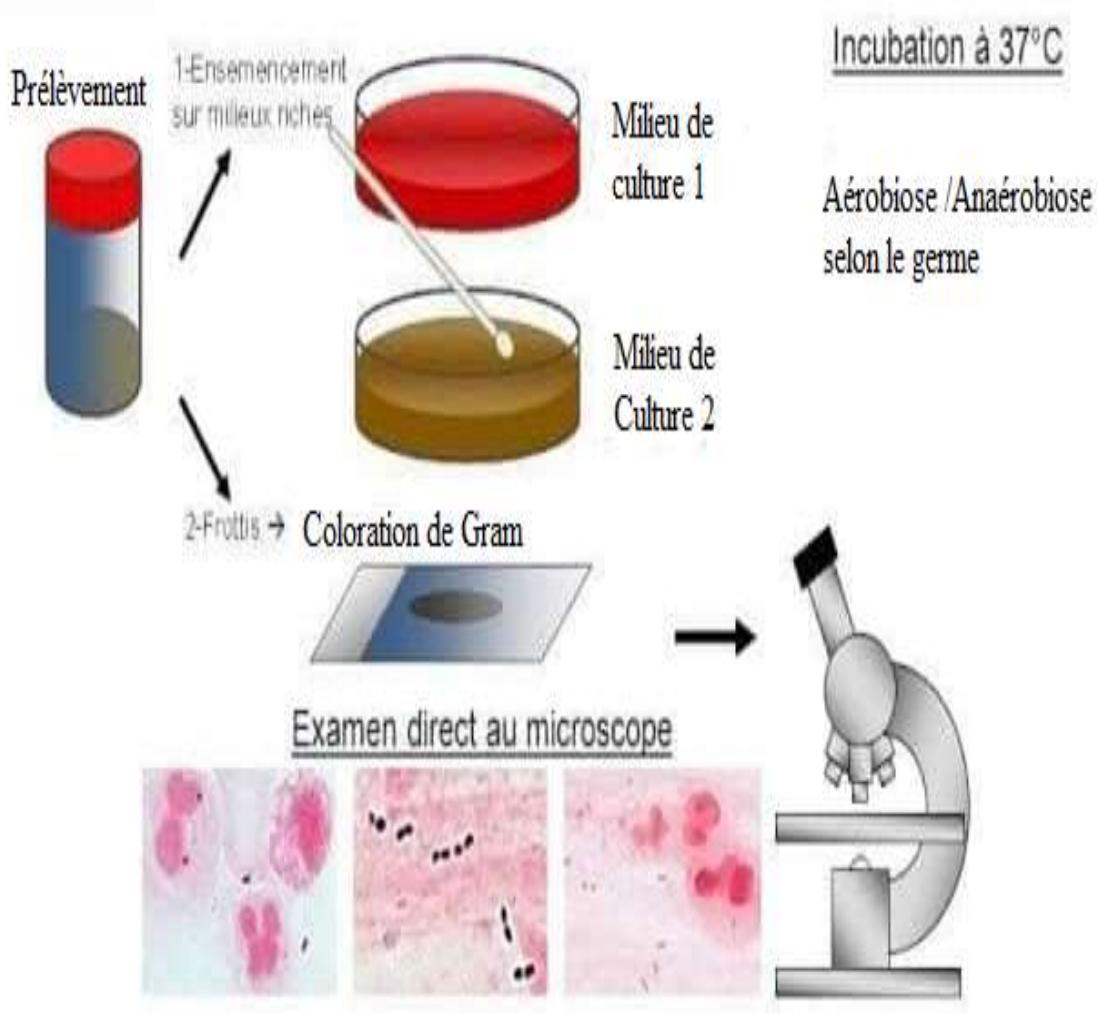


Figure 15 : Examen cytobactériologique d'un produit biologique (pus, sérosité, ...)

10. Antibiogramme

Un antibiogramme est une technique de laboratoire visant à tester la sensibilité d'une souche bactérienne vis-à-vis d'un ou plusieurs antibiotiques.

Le principe consiste à placer la culture de bactéries en présence d'un ou des antibiotiques et à observer les conséquences sur le développement et la survie de celles-ci (figure 16).

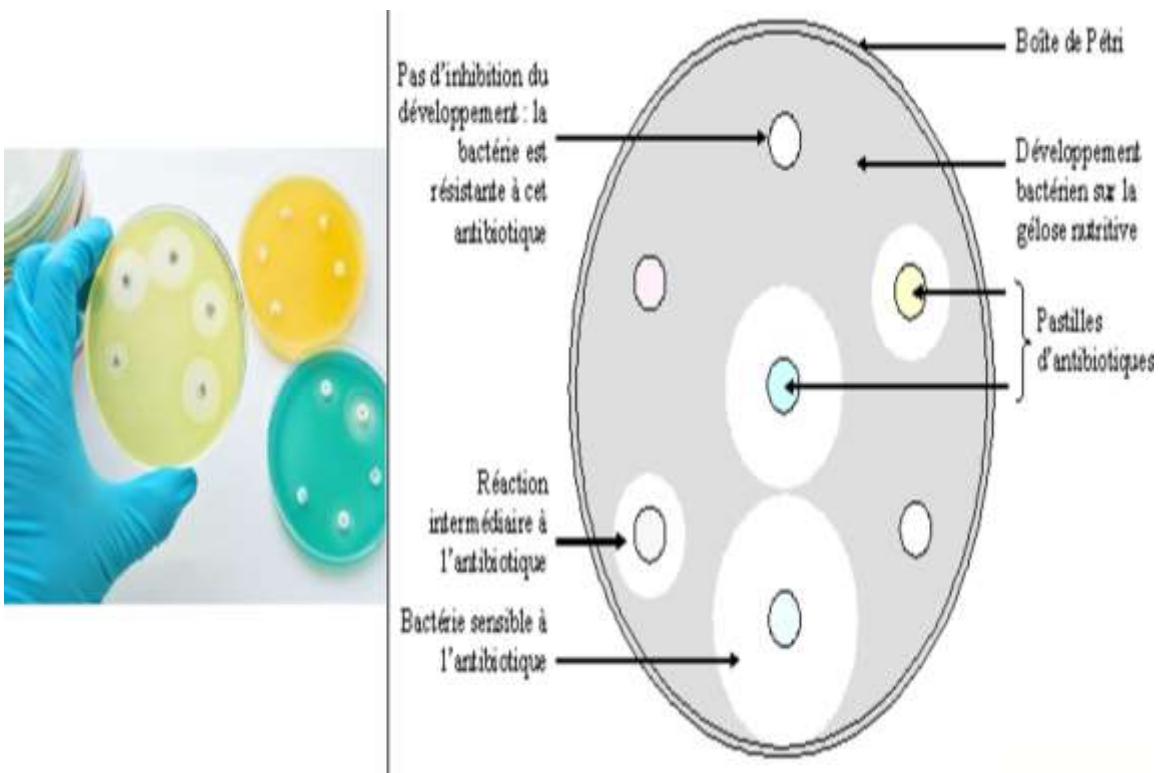


Figure 16 : Représentation d'un antibiogramme

11. Spermogramme et spermoculture

11.1. Spermogramme

L'analyse du sperme est l'examen le plus important dans l'évaluation de la fertilité masculine. Principal examen, le spermogramme mesure avec précision des paramètres comme le nombre de spermatozoïdes, la mobilité des spermatozoïdes, la taille et la forme des spermatozoïdes, le volume du sperme, ainsi que le dosage de certaines substances normalement présentes.

Les substances présentes dans le sperme, comme le liquide prostatique, sont également analysées, afin d'être sûr que les spermatozoïdes baignent bien dans les fluides adéquats.

❖ Indications :

- Diagnostiquer une infection génitale (prostatite...).
- Définir la part de responsabilité masculine dans le bilan de l'infertilité du couple.

❖ **Prélèvement :** Le recueil du sperme s'effectue de préférence au laboratoire (cela permet d'éviter la dégradation des spermatozoïdes entre l'éjaculation et l'analyse), par masturbation. L'examen devra être précédé de trois jours d'abstinence de toute relation

sexuelle avant le spermogramme. Cette abstinence permet d'avoir un volume de semence suffisamment importante pour réaliser l'analyse. Bien noter l'heure d'émission du sperme.

❖ **Valeurs normales :**

- Volume de l'éjaculation : entre 2 et 5 ml
- Concentration des spermatozoïdes : supérieure à 20 millions/ml de spz (entre 50 et 200 millions/ml)
- Mobilité des spermatozoïdes : 80% mobiles après 30 mn, 50 à 60 % de forme mobile après une heure,
- Morphologie (forme) des spz : supérieure ou égale à 50 % de formes normales (correctement formés) ;
- Vitalité : 75% d'entre eux au moins vivants à l'éjaculation ;
- Taux d'acidité normale : ph compris entre 7,2 et 7,8

❖ **Anomalies :**

- Une oligospermie quand la concentration en SPZ est inférieure à 20 millions/ml
- Une azoospermie quand la concentration est inférieure à 10 millions/ml
- Une asthénospermie quand le nombre de spermatozoïdes mobile est inférieur à 60 %
- Une téatospermie quand il existe plus de 50 % de spermatozoïdes anormaux
- Une aspermie, c'est-à-dire une absence de sperme
- L'azoospermie absence totale de spermatozoïdes dans le sperme éjaculé ;
- Hypospermie: volume inférieur à 2ml;
- Hyperspermie: volume supérieur à 6ml
- Nécrospermie: taux supérieur à 30% des formes mortes

11.2. Spermoculture

La spermoculture est la recherche d'une infection (essentiellement bactérienne) dans le sperme. Elle consiste en l'examen direct au microscope d'un échantillon de sperme suivi de sa mise en culture sur milieux appropriés à la croissance des bactéries.

La spermoculture fait partie de l'exploration d'une infertilité masculine et est normalement couplée au spermogramme. La spermoculture guide le choix vers une thérapeutique antibiotique.

Elle est aussi systématiquement réalisée avant un acte de procréation médicalement assistée, pour s'assurer de l'absence d'infection qui pourrait être responsable d'un échec de fécondation.

Une spermoculture négative ne garantit pas l'absence d'infection surtout en présence d'une leucocytose.

- ❖ **Indications** : recherche des germes de type entérobactéries, Gonocoque, Chlamydiae ainsi que des champignons, etc.
- ❖ **Prélèvement** : Idem que pour le spermogramme.
- ❖ **Valeurs usuelles** :
 - En l'absence d'infection, ni de globules blancs, ni de bactéries dans le sperme.
 - Il existe une infection si : Nombre des globules blancs dans le sperme est supérieur à 105/ml + présence une bactérie pathogène.

Partie 7 : Examens sérologiques

Les tests sérologiques visent à déterminer la présence actuelle ou ancienne d'une infection par un microorganisme (virus, bactéries ...) [15].

Pour y parvenir, on mesure le taux des protéines présent le sérum sanguin, ces protéines sont généralement des anticorps.

L'ensemble des examens sérologiques est effectué sur le sérum, et le prélèvement sanguin est de 2 à 5 cc, réalisé de préférence dans un tube ses.

1. Sérologie VIH

Le Virus d'Immunodéficience Humaine (VIH) est le virus responsable de la maladie SIDA (syndrome d'immunodéficience acquise), il s'agit d'un virus à ARN qui attaque le système immunitaire de l'Homme.

- ❖ **Indications :** Suspension de SIDA
- ❖ **Prélèvement :** Minimum 2 cc dans un tube sec pour test rapide ou dans un tube EDTA pour le test de confirmation (Elisa et western blot) et pour étudier de la charge virale.
- ❖ **Résultats :** Négatif ou positif

Le dépistage est réalisé forcément par 2 techniques différentes : un test de dépistage immuno-enzymatique (techniques ELISA) et western blot ou PCR.

- Si la recherche par les 2 techniques est négative, le sujet est séronégatif.
 - Si l'un des tests un nouveau prélèvement est demandé pour effectuer un test de confirmation. Une fois le test de confirmation est positif, la séropositivité du sujet au VIH est certaine.
- ❖ **Remarque :** Le SIDA résulte de l'infection par le VIH, dont le diagnostic repose sur la détection des anticorps dans le sang apparaissant entre deux et douze semaines après la contamination, ce qui correspond à la séropositivité. Il existe un test simple et rapide pour le VIH, réalisable à partir d'un prélèvement effectué par ponction cutanée.

2. Sérologie de la syphilis

La syphilis est une maladie infectieuse sexuellement transmissible et contagieuse due à une bactérie nommée *Treponema pallidum*.

Le sérodiagnostic (recherche des anticorps spécifiques dans le sérum (ou plasma), témoins d'une réaction de l'organisme contre cette bactérie, à l'aide d'antigènes (bactériens) treponémiques fixés sur un support). Ce sérodiagnostic est basé sur plusieurs types de réactions, les plus fréquentes étant le :

- VDRL (Veneral Disease Research Laboratory)
 - TPHA (Treponema pallidum haemagglutination assay).
- ❖ **Indications** : suspicion de syphilis
- ❖ **Prélèvement** : Minimum 2 cc du sang dans un tube sec ou EDTA
- ❖ **Résultat** : Négatif ou positif.

3. Sérologie Widal

Mise en évidence de la salmonelle typhique et paratyphique A et B ou bacille d'Eberth (*Salmonella Enterica Typhi*)

- ❖ **Indications** : fièvre typhoïde et paratyphoïde
- ❖ **Prélèvement** : Minimum 2 cc du sang dans un tube sec.
- ❖ **Résultat** : Négatif ou positif.

4. Sérologie de la rubéole

La rubéole est une infection virale contagieuse. Elle est le plus souvent bénigne et passe inaperçue dans la moitié des cas. Lorsque l'infection est symptomatique, elle se traduit principalement par une éruption (lésions cutanées).

Si l'infection survient chez la femme enceinte au cours du premier trimestre de grossesse, elle peut avoir des conséquences graves pour le bébé.

La vaccination permet de se protéger contre cette infection et ainsi d'éliminer le risque de contamination pendant la grossesse.

La sérologie recherche les anticorps, qui sont les défenses immunitaires fabriquées par notre corps pour lutter contre le virus de la rubéole. Dans le cadre du dépistage pendant la grossesse, seuls les anticorps de type IgG sont recherchés : ce sont les anticorps qui persistent toute la vie et nous protègent contre le virus.

- ❖ **Indications** : grossesse ou suspicion de la maladie (rubéole)

- ❖ **Prélèvement** : minimum 2 cc du sang sur tube sec ou héparine.
- ❖ **Résultat** : Si la recherche des anticorps IgG est positif en début de grossesse, quelque-soit le taux, on peut considérer que la femme est protégée ou immunisée.

5. Antistreptolysine O

Antistreptolysine O ou ASLO, est la recherche des anticorps antistreptococciques (famille des bactéries aérobies Gram positif)

- ❖ **Prélèvement** : minimum 2 cc du sang dans un tube sec
- ❖ **Indications** : RAA, glomérulonéphrite, atteinte cardiaques, angine à répétition
- ❖ **Valeurs normales** :
 - Chez l'enfant < 200 U/ml.
 - Chez l'adulte < 400 U/ml.

6. Sérologie de l'hépatite

6.1. Sérologie de l'hépatite A

L'examen de laboratoire de la sérologie de l'hépatite A repose sur la détection d'anticorps spécifiques dirigés contre le virus de l'hépatite A (VHA) dans le sang.

- ❖ **Indications**
 - Confirmer une hépatite aiguë de cause virale.
 - Vérifier l'immunité pré-vaccinale ou post-vaccinale.
 - Enquête épidémiologique pour identifier une source de contamination.
- ❖ **Détection des anticorps spécifiques**
 - Anticorps anti-VHA IgM : Leur présence indique une infection aiguë ou récente. Ces anticorps apparaissent dès les premiers jours de l'infection et persistent généralement pendant 3 à 6 mois.
 - Anticorps anti-VHA IgG : Leur détection indique une immunité à long terme, soit par exposition antérieure au virus, soit par vaccination. Les IgG apparaissent après les IgM et persistent toute la vie.
- ❖ **Interprétation des résultats**

- IgM positif et IgG négatif ou faiblement positif : Infection aiguë en cours.
- IgM négatif et IgG positif : Immunité acquise (guérison ou vaccination).
- IgM et IgG négatifs : Absence d'infection actuelle ou passée, et absence d'immunité.

6.2. Sérologie de l'hépatite B

L'examen de laboratoire de la sérologie de l'hépatite B repose sur la détection de plusieurs marqueurs biologiques spécifiques du virus de l'hépatite B (VHB) dans le sang.

❖ Indications

- Confirmer une hépatite aiguë ou chronique à cause du VHB.
- Évaluer l'immunité pré-vaccinale ou post-vaccinale.
- Suivi des patients porteurs chroniques du VHB.
- Diagnostiquer la phase de l'infection (aiguë, chronique, active, inactive).

❖ Détection des marqueurs spécifiques

- Antigène de surface du VHB (HBsAg) : La présence de cet antigène dans le sang indique une infection active par le VHB. Il est le premier marqueur détecté pendant l'infection et peut rester détectable pendant plusieurs mois dans le cadre d'une infection aiguë ou chronique.
- Anticorps anti-HBs : Leur présence indique une immunité protectrice contre l'hépatite B, soit par guérison d'une infection, soit par vaccination.
- Anticorps anti-HBc (IgM et IgG) : Les IgM anti-HBc sont souvent présents lors d'une infection aiguë, tandis que les IgG anti-HBc indiquent une infection ancienne ou chronique.
- Antigène e du VHB (HBeAg) : La présence de cet antigène indique généralement une réPLICATION virale active et un risque élevé de transmission.
- Anticorps anti-HBe : Leur présence signale souvent une réDUCTION de la réPLICATION virale, et donc un risque de transmission plus faible.

❖ Interprétation des résultats

- HBsAg positif et anti-HBs négatif : Infection active par le VHB (aiguë ou chronique).

- Anti-HBs positif et HBsAg négatif : Immunité acquise (guérison ou vaccination).
- Anti-HBc IgM positif et HBsAg positif : Infection aiguë en cours.
- Anti-HBc IgG positif et HBsAg positif : Infection chronique ou ancienne.
- HBeAg positif et anti-HBe négatif : Forte réPLICATION virale, phase infectieuse active.
- HBeAg négatif et anti-HBe positif : RéPLICATION virale faible ou résolue, moins infectieux.

6.3. Sérologie de l'hépatite C

L'examen de laboratoire de la sérologie de l'hépatite C repose sur la détection d'anticorps spécifiques du virus de l'hépatite C (VHC) dans le sang, ainsi que des tests supplémentaires pour confirmer la réPLICATION virale.

❖ Indications

- Diagnostiquer une infection par le VHC (aiguë ou chronique).
- Évaluer la phase de l'infection (aiguë, chronique).
- Identifier les patients éligibles à un traitement antiviral.
- Suivi de la charge virale chez les patients chroniques.

❖ Détection des anticorps spécifiques

- Anticorps anti-VHC : Leur présence indique une exposition au VHC. Ces anticorps peuvent être détectés par des tests de dépistage comme ELISA. Cependant, un test PCR pour le VHC est nécessaire pour confirmer l'infection active.
- ARN du VHC (PCR) : La détection de l'ARN viral confirme la présence de l'infection active et permet de quantifier la charge virale.
- Génotype du VHC : Utilisé pour déterminer le type spécifique du virus et guider le choix du traitement.

❖ Interprétation des résultats

- Anti-VHC positif et ARN-VHC positif : Infection active par le VHC.

- Anti-VHC positif et ARN-VHC négatif : Exposition antérieure au VHC, mais absence d'infection active (peut correspondre à une guérison spontanée ou à une absence de réPLICATION virale).
- Anti-VHC négatif et ARN-VHC positif : Résultat rare, indique généralement une infection chronique par VHC en cours.

7. Autres

- ❖ Les sérologies parasitaires : la toxoplasmose est la plus connue et la plus pratiquée
- ❖ La goutte épaisse : technique d'observation au microscope du sang, dont on étale une grosse goutte sur une lame de verre. Une fois séchée, traitée et colorée, cette goutte permet de mettre en évidence le parasite du paludisme dans les globules rouges. Elle est surtout utilisée pour diagnostiquer le paludisme.
- ❖ Beta HCG : L'hCG (hormone chorionique gonadotropique) est l'hormone de grossesse. Ce test mesure une partie très spécifique de l'hCG dans le sang, sa sous-unité bêta.
- ❖ HLA (détermination du phénotype HLA, groupage HLA): Le complexe majeur d'histocompatibilité (CMH), ou système HLA (Human Leukocyte Antigens), est un ensemble de glycoprotéines membranaires présentes à la surface des cellules.
- ❖ Le caryotype (ou cartogramme) est l'arrangement standard de l'ensemble des chromosomes d'une cellule, à partir d'une prise de vue microscopique.
- ❖ Etc.

Conclusion

Les examens de laboratoire sont des outils essentiels pour confirmer un diagnostic, évaluer l'état de santé et surveiller l'efficacité des traitements. Ils incluent une large gamme d'analyses, allant des tests sanguins aux examens microbiologiques, adaptés aux besoins cliniques. Ces examens permettent une prise en charge personnalisée et une meilleure compréhension des pathologies [16].

Ce manuel des examens de laboratoire offre une vue d'ensemble exhaustive et structurée des pratiques courantes et des principes fondamentaux dans le domaine des analyses biologiques. En commençant par une introduction générale sur les différents types d'examens de laboratoire, il guide le lecteur à travers les étapes essentielles du prélèvement, en insistant sur l'importance de la qualité et de l'intégrité des échantillons.

Les chapitres suivants abordent de manière approfondie, les examens hématologiques, biochimiques et microbiologiques, ainsi que les sérologies, en s'appuyant sur des références scientifiques solides. Ces éléments permettent non seulement de mieux comprendre les bases théoriques mais aussi de renforcer la pratique quotidienne en laboratoire.

En rassemblant des recommandations pratiques et des connaissances actualisées, ce manuel se positionne comme un outil essentiel pour les professionnels de santé, garantissant ainsi des résultats fiables et une qualité optimale dans la prise en charge diagnostique et thérapeutique.

RÉFÉRENCES

- [1] World Health Organization. (2020). *Basic laboratory methods in clinical pathology*. WHO Press.
- [2] McPherson, R. A., & Pincus, M. R. (Eds.). (2022). *Henry's clinical diagnosis and management by laboratory methods* (24th ed.). Elsevier.
- [3] Brunzel, N. A. (2018). *Fundamentals of urine and body fluid analysis* (4th ed.). Elsevier.
- [4] Ryan, K. J., & Ray, C. G. (Eds.). (2010). *Sherris medical microbiology* (5th ed.). McGraw-Hill.
- [5] Clinical and Laboratory Standards Institute. (2015). *Clinical laboratory guidelines: Best practices for specimen collection, handling, and analysis*. CLSI.
- [6] NCCLS. (2004). *Procedures for the handling and processing of blood specimens for common laboratory tests; approved guideline*. National Committee for Clinical Laboratory Standards.
- [7] Westgard, J. O. (2010). *Basic QC practices: Training in statistical quality control for healthcare laboratories* (3rd ed.). Westgard QC Inc.
- [8] Harmening, D. M. (2018). *Modern blood banking and transfusion practices* (7th ed.). F.A. Davis Company.
- [9] Bain, B. J., Bates, I., Laffan, M. A., & Lewis, S. M. (2016). *Dacie and Lewis practical haematology* (12th ed.). Churchill Livingstone.
- [10] Colman, R. W., Hirsh, J., Marder, V. J., & Salzman, E. W. (2006). *Hemostasis and thrombosis: Basic principles and clinical practice* (5th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- [11] Tietz, N. W., & Rifai, N. (2017). *Tietz fundamentals of clinical chemistry and molecular diagnostics* (8th ed.). Elsevier.
- [12] Caquet, R. (2015). 250 examens de laboratoire. *250 Examens de Laboratoire*, 9.
- [13] Murray, P. R., Rosenthal, K. S., & Pfaffer, M. A. (2020). *Medical microbiology* (9th ed.). Elsevier.

- [14] Brooks, Geo F., Janet S. Butel, and Stephen A. Morse. "Medical microbiology." United States, 25th (2006).
- [15] Hillyer, C. D., Silberstein, L. E., Ness, P. M., Anderson, K. C., & Roback, J. D. (2007). *Blood banking and transfusion medicine: Basic principles and practice* (2nd ed.). Elsevier.
- [16] Caquet, René. *Guide infirmier des examens de laboratoire*. Elsevier Masson, 2017.