

Manuel des techniques de base pour le laboratoire médical

Etabli sur la base d'un manuel antérieur d'Etienne Lévy-Lambert

**ORGANISATION
MONDIALE
DE LA SANTÉ
GENÈVE 1982**



Les publications de l'Organisation mondiale de la Santé bénéficient de la protection prévue par les dispositions du Protocole No 2 de la Convention universelle pour la Protection du Droit d'Auteur. Pour toute reproduction ou traduction partielle ou intégrale, une autorisation doit être demandée au Bureau des Publications, Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse. L'Organisation mondiale de la Santé sera toujours très heureuse de recevoir des demandes à cet effet. Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Secrétariat de l'Organisation mondiale de la Santé aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. La mention de firmes et de produits commerciaux n'implique pas que ces firmes et produits commerciaux sont agréés ou recommandés par l'Organisation mondiale de la Santé de préférence à d'autres. Sauf erreur ou omission, une majuscule initiale indique qu'il s'agit d'un nom déposé.

Table des matières

	Pages
Préface	1
But du Manuel	2
Comment utiliser le Manuel	3
Activité du technicien de laboratoire	4
Unités de mesure	5

PREMIÈRE PARTIE TECHNIQUES GÉNÉRALES DE LABORATOIRE

1. Le microscope: réglage et entretien	13
2. Récipients et petit matériel de laboratoire	27
3. Nettoyage de la verrerie	29
4. Stérilisation	33
5. Destruction des prélèvements et du matériel souillé	39
6. Mesures de volume	42
7. Balances	48
8. Centrifugeurs	52
9. L'eau du laboratoire	56
10. Travail du verre	64
11. Récipients pour prélèvements	68
12. Expédition de prélèvements à un autre laboratoire	71
13. Fixation et envoi de biopsies pour l'anatomo-pathologie	75
14. Inscription des prélèvements; registres du laboratoire et rapports mensuels	78
15. Rangement, inventaire, commande de fournitures	85
16. Electricité: montages électriques simples	87
17. Plomberie: opérations simples	94
18. Premiers secours en cas d'accident au laboratoire	98
19. Plan d'un laboratoire médical périphérique	102
20. Matériel nécessaire à l'équipement d'un laboratoire périphérique	104

DEUXIÈME PARTIE A. PARASITOLOGIE

Introduction	111
1. Selles: Que faut-il chercher? Comment recueillir les échantillons	113
2. Selles: Préparation des lames	116
3. Technique spéciale pour la recherche des œufs d'oxyure	119
4. Œufs et larves de parasites intestinaux	122
5. Vers adultes trouvés dans les selles	143
6. Amibes, flagellés et ciliés: formes mobiles	147
7. Amibes, flagellés et ciliés: kystes	155
8. Choix d'une méthode de concentration parasitaire	162
9. Concentration parasitaire à l'aide d'une solution saline (Willis)	163
10. Concentration parasitaire au formol-éther ou au MIF	165
11. Méthode de concentration pour larves d'anguillules (Harada-Mori)	168
12. Comment consigner les résultats des examens de selles	170
13. Expédition de selles pour recherche de parasites	173
14. Recherche chimique du sang dans les selles	175
15. Recherche des œufs de <i>Schistosoma haematobium</i> dans les urines	178
16. Autres parasites susceptibles d'être découverts dans les urines	181
17. Œufs de douve du poumon; autres parasites	183
18. <i>Trichomonas</i> : examen direct des écoulements génito-urinaires, etc.	186
19. Préparation d'une goutte épaisse et coloration de Field	189
20. Coloration de Giemsa (gouttes épaisses et étalements minces)	193
21. Identification des parasites du paludisme	196
22. Microfilaires sanguines: recherche à l'état frais, concentration	204
23. Microfilaires sanguines: coloration et identification	209
24. Onchocercose: recherche des microfilaires cutanées	215
25. Trypanosomes: recherche dans le sang, concentration	220
26. Trypanosomes: recherche dans la sérosité ganglionnaire	226

B. BACTÉRIOLOGIE

	Page
Introduction	231
27. Préparation et fixation des étalements	232
28. Coloration de Gram	235
29. Germes mis en évidence par examen bactériologique direct	238
30. Gonocoque: recherche directe dans le pus urétral. Syphilis	243
31. Bacille tuberculeux. Coloration de Ziehl-Neelsen (à chaud)	249
32. Bacille tuberculeux. Coloration de Kinyoun (à froid)	257
33. Lèpre: recherche du bacille dans les nodules et les lésions cutanées	259
34. Lèpre: recherche du bacille dans la muqueuse nasale	264
35. Peste: recherche du bacille	265
36. Expédition d'échantillons de selles	268
37. Examen direct de frottis de gorge. Envoi d'échantillons	270
38. Examen bactériologique direct des urines	275
39. Prélèvement d'eau pour analyse bactériologique	279

C. SÉROLOGIE

40. Expédition d'échantillons de sérum sanguin et de sang séché pour examen sérologique	285
41. Réaction du VDRL	288

D. MYCOLOGIE

42. Pityriasis versicolor: examen direct	297
43. Teignes: examen direct	300

TROISIÈME PARTIE

A. EXAMEN DES URINES

1. Obtention des échantillons et aspect des urines	305
2. Densité et pH de l'urine	307
3. Glucose: recherche et dosage dans les urines	311
4. Protéines: recherche et dosage dans les urines	313
5. Pigments biliaires dans les urines	316
6. Présence d'urobilinogène dans les urines	319
7. Composés cétoniques dans les urines	320
8. Utilisation de papiers indicateurs ou de comprimés-réactifs pour les examens d'urines	323
9. Sédiments urinaires	325
10. Tests de grossesse	336

B. EXAMEN DU LIQUIDE CÉPHALO-RACHIDIEN

11. Prélèvement du LCR: Aspect	339
12. Concentration leucocytaire (numération) dans le LCR	342
13. Dosage du glucose dans le LCR (glycorachie)	344
14. Dosage des protéines dans le LCR (albuminorachie)	345
15. Examen microscopique du LCR	347

C. HÉMATOLOGIE

	Page
16. Les éléments cytologiques du sang	351
17. Prélèvement de sang veineux	353
18. Concentration leucocytaire (numération des leucocytes)	360
19. Concentration érythrocytaire (numération des hématies)	366
20. Hémoglobine: dosage de la cyanméthémoglobine, méthode photométrique	371
21. Hémoglobine: utilisation d'un comparateur	375
22. Hémoglobine: dosage par la méthode de Sahli	377
23. Fraction de volume érythrocytaire	379
24. Concentration moyenne d'hémoglobine érythrocytaire	386
25. Préparation d'un étalement mince	387
26. Coloration des étalements minces	391
27. Formule leucocytaire et examen des leucocytes	397
28. Hématies anormales: examen microscopique	407
29. Epreuve de falciformation des hématies	411
30. Réticulocytes	414
31. Vitesse de sédimentation érythrocytaire (VS)	418
32. Temps de saignement: méthode de Duke	421
33. Temps de coagulation du sang total: méthode de Lee et White	423
34. Rétraction et temps de lyse du caillot	425

D. CHIMIE SANGUINE

35. Dosage du glucose sanguin et céphalo-rachidien: méthode à l'orthotoluidine	429
36. Dosage de l'urée: méthode à la diacétyl-monoxime et à la thiosemicarbazide	432

E. TRANSFUSION SANGUINE

37. Les groupes sanguins: rappel théorique	435
38. Groupage ABO avec les sérums-tests	437
39. Groupage ABO avec les hématies-tests	443
40. Groupages Rhésus	448
41. Epreuve de compatibilité	453
42. Dépistage des donneurs O dangereux	456
43. Prélèvement et conservation du sang	458
44. Sang: groupage et épreuve de compatibilité: plan de travail	463
Les réactifs et leur préparation	465
Index	479

Préface

Le présent ouvrage constitue une version révisée d'un Manuel rédigé pour l'OMS par Etienne Lévy-Lambert et publié en 1973, les principales révisions étant dues à Mlle M. Cheesbrough et au Dr L.M. Prescott. Cette première version a été mise à l'épreuve de la pratique et le texte révisé a tenu compte d'observations et de suggestions émanant d'experts de plusieurs pays, ainsi que de membres du personnel de l'OMS.

Le présent Manuel est surtout destiné aux assistants de laboratoire des pays en développement, qui pourront s'y référer aussi bien pendant leur formation que lors de leurs activités ultérieures. Il peut également être utile pour des travaux de routine dans les laboratoires médicaux et de santé publique. On s'est attaché à retenir essentiellement des techniques simples, sûres et peu coûteuses, compte tenu des ressources limitées dont disposent les petits laboratoires.

Les illustrations ont été révisées par Lynne Cullen Dennis et Pierre Neumann.

L'OMS exprime sa gratitude à tous ceux qui ont contribué à la préparation de ce Manuel.

But du Manuel

Laboratoires

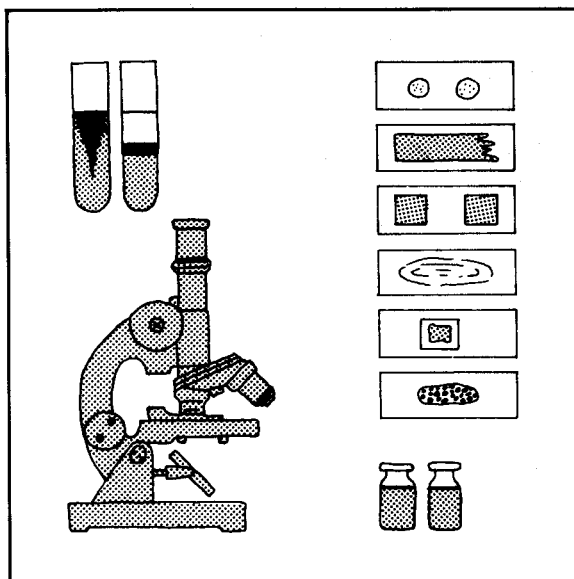
Ce Manuel est surtout destiné aux laboratoires médicaux des pays en voie de développement. Il a été spécialement préparé à l'intention des laboratoires de l'échelon périphérique de ces pays, c'est-à-dire aux petits et moyens laboratoires des hôpitaux régionaux, ainsi qu'aux dispensaires et aux centres de santé ruraux où le technicien de laboratoire travaille souvent seul.

Il utilise un langage aussi simple que possible, tout en respectant, partout où cela s'impose, la terminologie technique usuelle.

Techniques

Le Manuel traite uniquement des examens directs qui n'exigent qu'un microscope ou un matériel simple, par exemple:

- recherche des parasites dans les selles
- recherche des parasites du paludisme dans le sang
- recherche du bacille tuberculeux dans les crachats
- recherche des pigments biliaires dans les urines
- numération leucocytaire
- mode d'expédition d'échantillons de selles aux laboratoires spécialisés, pour la recherche du vibron cholérique.



Le but visé est de décrire les techniques de base qui sont utiles aux laboratoires périphériques et qui peuvent être appliquées avec un matériel courant relativement limité.

Certains laboratoires ne seront peut-être pas en mesure de pratiquer la totalité de ces examens. Ainsi, le laboratoire d'un centre de santé rural peut ne pas être équipé pour procéder à la réaction du V.D.R.L. ou à la recherche de telle ou telle substance dans le sang.

Comment utiliser le Manuel

1. Comment trouver la technique désirée

Le Manuel comprend trois parties correspondant aux rubriques suivantes:

Première partie – Techniques générales de laboratoire

Deuxième partie – Parasitologie
Bactériologie
Sérologie
Mycologie

Troisième partie – Examen des urines
Examen du liquide céphalo-rachidien
Hématologie générale
Chimie sanguine et transfusion

La table des matières contient une liste des techniques classées par rubriques et l'index une liste par ordre alphabétique. Par exemple, les références à la coloration de Gram se trouvent:

- dans la table des matières sous Bactériologie (2^{ème} partie, B, 28)
 - dans l'index alphabétique à Coloration, Gram.
-

2. Réactifs

Chaque réactif a reçu un numéro d'ordre. La description de chaque technique indique le réactif nécessaire, avec son numéro d'ordre. A la fin du Manuel, on trouvera la liste de tous les réactifs classés par ordre alphabétique, avec leur numéro d'ordre, leur composition, leur mode de préparation et de conservation. Par exemple, pour la coloration de Gram, on indique comme réactif le violet de gentiane (Réactif No. 56). La composition et le mode de préparation du violet de gentiane se trouvent dans la liste des réactifs placée à la fin du Manuel, par ordre alphabétique, page 465.

3. Matériel

Le Manuel ne prévoit pas d'articles trop coûteux ou difficiles à trouver. Le matériel nécessaire à l'application de chaque technique est indiqué au début de la section correspondante. On trouvera dans l'ouvrage (p. 104-107) une liste de l'équipement dont un laboratoire a besoin pour effectuer tous les examens décrits dans le Manuel.

Si certains articles manquent, le technicien fera de son mieux pour y suppléer en utilisant du matériel divers: les flacons vides qui contenaient les antibiotiques pour injection (flacons type Pénicilline) ou d'autres médicaments peuvent être récupérés; les portoirs pour tubes à essais ou les râteliers à lames peuvent être fabriqués sur place; une boîte ronde en métal peut servir de bain-marie, etc.

Activité du technicien de laboratoire

Le technicien de laboratoire est chargé des examens de laboratoire dont il doit soumettre les résultats au médecin (ou à son représentant), en agissant dans l'intérêt des malades. Il a donc un rôle important à jouer pour aider ceux-ci à recouvrer la santé. D'autre part, il recueille, au cours de ses travaux, une masse d'information sur les malades et leurs problèmes de santé. Il doit, tout comme le médecin, considérer cette information comme strictement confidentielle et ne la communiquer qu'au praticien qui a demandé l'examen. Si les malades veulent connaître ces résultats, on leur dira de s'adresser au médecin.

La plupart des pays du monde ont défini des normes élevées applicables à la conduite éthique et professionnelle des médecins et des techniciens de laboratoire qualifiés. Il importe que tout technicien de laboratoire chargé d'effectuer des analyses médicales ait à cœur de les respecter.

Unités de mesure

Le technicien de laboratoire a affaire à des grandeurs aussi bien qu'à des unités de mesure, et il importe de comprendre la différence qui les sépare.

On désigne sous le terme de *grandeur* toute propriété physique mesurable, ce qui donne à ce mot un sens différent de celui qu'il a dans le langage courant. Dans la terminologie scientifique, hauteur, longueur, vitesse, température et courant électrique sont autant de grandeurs, qui se chiffrent en unités de mesure.

Grandeurs et unités pour la présentation des rapports de laboratoire

Le travail de laboratoire oblige constamment à mesurer des grandeurs et à utiliser, pour exprimer les résultats, des unités de mesure. Etant donné que la santé – voire la vie – d'un malade peut dépendre du soin avec lequel on procède à ces mesures et de la façon dont on note les résultats, il est essentiel de comprendre à fond (a) les grandeurs que l'on mesure, (b) les noms attribués à ces grandeurs et (c) les unités utilisées pour les mesurer.

Nouvelles unités et nouveaux noms de grandeur

Depuis près de deux siècles, les spécialistes s'efforcent de mettre au point un système standardisé simple d'unités de mesure. Au long des années, divers systèmes ont été proposés, mais ils se sont tous, à une exception près, révélés peu satisfaisants, pour une raison ou pour une autre. Seule fait exception une version du système métrique introduite en 1901. Depuis, ce système a été progressivement développé, et il a reçu en 1960 le nom de *Système international d'unités* et le sigle international "SI". Les unités de mesure qui font partie de ce système sont dites "unités SI". Plusieurs pays ont déjà adopté les unités SI en médecine, dans d'autres le processus est en cours, et pour d'autres enfin on n'en est encore qu'au stade de la planification. De plus, dans certains pays, le changement ne se fait pas à l'échelon national, mais à l'échelon local (voire dans un seul laboratoire à la fois).

Parallèlement à l'introduction des unités SI, les spécialistes ont préparé une liste systématique des noms de grandeur. Dans certains cas, on a conservé les appellations traditionnelles, mais dans d'autres elles étaient inexactes, trompeuses ou ambiguës, et on les a remplacées par de nouvelles désignations.

Le présent Manuel utilise essentiellement les unités SI et les nouveaux noms de grandeur. Toutefois, comme dans de nombreux cas, les régions ou les laboratoires où il sera utilisé n'ont pas encore opéré la conversion, les unités et les noms de grandeur traditionnels sont également mentionnés, ainsi que les relations entre les deux systèmes.

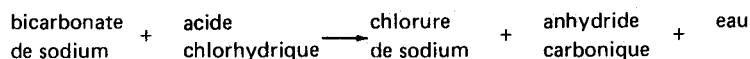
On trouvera ci-après une brève description des unités SI et des nouveaux noms de grandeur utilisés dans le Manuel.

Unités SI utilisées dans le Manuel

Toutes les unités SI sont fondées sur sept *unités SI de base*. Le Manuel n'en utilise que quatre, qui figurent dans le tableau suivant:

Grandeur	Nom de l'unité SI de base	Symbole
longueur	mètre	m
masse	kilogramme	kg
temps	seconde	s
quantité de matière	mole	mol

Les trois premières unités vous sont certainement familières, encore que la grandeur dénommée "masse" puisse appeler certaines précisions. Par contre, des explications sont certainement nécessaires en ce qui concerne la quantité de matière. La *masse* est le nom exact de ce que l'on désigne communément sous le terme de "poids". (Le mot "poids" a un sens technique: c'est une mesure de la force d'attraction terrestre qui s'exerce sur une masse donnée. En revanche, la masse est indépendante de l'attraction terrestre. Dans l'usage courant, on ne distingue pas entre ces deux termes; de plus, on parle de "pesée" pour désigner la mesure d'une masse). La "quantité de matière" et son unité, la *mole*, revêtent une grande importance en médecine et jouent un rôle capital dans le travail de laboratoire. Quand deux ou plusieurs substances chimiques réagissent ensemble, elles ne le font pas en fonction de leur masse. Ainsi, dans la réaction



1 kg (1 kilogramme) de bicarbonate de sodium ne réagit pas avec 1 kg d'acide chlorhydrique. En revanche, 1 mol (1 mole) de bicarbonate de sodium réagit avec 1 mol d'acide chlorhydrique. Chaque fois que des substances chimiques réagissent entre elles, elles le font en fonction de leur masse moléculaire relative (nouveau nom de ce que l'on appelait autrefois "poids moléculaire"). L'emploi de la mole, qui est fondée sur la masse moléculaire relative, donne donc la mesure des valeurs équivalentes de deux ou plus de deux substances différentes (ce qui ne serait pas le cas avec des unités de masse).

La grande majorité des unités SI sont appelées *unités SI dérivées*. Elles s'obtiennent en multipliant une unité de base par elle-même, ou en associant deux unités de base ou davantage par une simple multiplication ou une simple division, selon le cas. On trouvera ci-dessous quelques unités dérivées courantes.

Grandeur	Nom de l'unité SI dérivée	Symbole
superficie	mètre carré	m ²
volume	mètre cube	m ³
vitesse	mètre par seconde	m/s

L'unité de superficie correspond à un mètre x un mètre = un mètre carré; l'unité de volume à un mètre x un mètre x un mètre = un mètre cube, et l'unité de vitesse est le mètre par rapport à la seconde = un mètre par seconde. Toutes les unités SI dérivées sont formées avec la même simplicité. Toutefois, dans certains cas, il est nécessaire d'effectuer plusieurs multiplications ou divisions, ce qui complique l'expression du résultat; ainsi, l'unité de pression est le kilogramme divisé par (mètre x seconde x seconde). Pour éviter cet écueil, ces unités ont reçu un nom spécial — le pascal dans le cas de l'unité de pression.

Si l'on ne disposait que des unités SI de base et des unités SI dérivées, certaines mesures seraient difficiles, car ces unités sont souvent trop grandes ou trop petites. Ainsi, le mètre est une unité beaucoup trop grande pour permettre de mesurer commodément le diamètre d'une hématie. Pour tourner cette difficulté, le SI comporte une série de *préfixes SI* qui permettent de former des multiples et des sous-multiples décimaux des unités SI. Ceux qui figurent dans le Manuel sont énumérés ci-après.

Préfixe	Symbole	Facteur de multiplication ou de division
méga	M	mult. par 1 million ($\times 10^6$)
kilo	k	mult. par 1000 ($\times 10^3$)
centi	c	div. par 100 ($\times 0,01$ ou 10^{-2})
milli	m	div. par 1000 ($\times 0,001$ ou 10^{-3})
micro	μ	div. par 1 million ($\times 10^{-6}$)
nano	n	div. par 1 milliard ($\times 10^{-9}$)

Ainsi, 1 kilomètre (symbole: km) = 1000 mètres (1000 m); 1 centimètre (1 cm) = 0,01 mètre (0,01 m ou 10^{-2} m); 1 millimètre (1 mm) = 0,001 mètre (0,001 m ou 10^{-3} m) et 1 micromètre ($1\mu\text{m}$) = 0,000 001 mètre (0,000 001 m ou 10^{-6} m). La plupart de ces préfixes sont déjà bien connus dans leur application au mètre. Il suffit de se rappeler qu'ils ont le même sens lorsqu'ils sont appliqués à une autre unité.

Nouveaux noms de grandeur

On a vu ci-dessus que, parallèlement aux changements d'unités SI, certains nouveaux noms de grandeur ont été introduits. Ils ne sont pas très nombreux; des noms tels que longueur, hauteur, superficie, volume et vitesse sont restés inchangés. La plupart des termes nouveaux concernent la concentration et les grandeurs apparentées. La difficulté vient de ce qu'on peut exprimer de plusieurs manières différentes des notions qui étaient toutes rendues, autrefois, par le terme de "concentration", ce qui était gênant. On leur a désormais attribué à chacune un nom spécial. Mais avant de traiter de ces nouveaux noms, il faut expliquer l'unité de volume appelée "litre". C'est une unité bien connue, et on peut être surpris de ne pas la voir figurer parmi les unités SI dérivées. Si ce n'est pas le cas, c'est que le litre n'est pas, à strictement parler, une unité SI. L'unité SI (dérivée) de volume est le mètre cube, mais elle est beaucoup trop grande pour permettre de mesurer commodément les liquides organiques. Aussi utilise-t-on un sous-multiple du mètre cube: le décimètre cube. Le préfixe "déci" ne figure pas dans la liste donnée plus haut parce qu'il n'est pas employé dans le présent Manuel, mais il correspond à une division par 10 (ou à une multiplication par 0,1 ou par 10^{-1}). Un décimètre est donc égal à 0,1 m, et un décimètre cube à $0,1 \times 0,1 \times 0,1 \text{ m}^3 = 0,001 \text{ m}^3$ (ou 10^{-3} m^3 , soit un millième de mètre cube). Le "litre", bien que ne faisant pas partie du système SI, a été approuvé comme nom spécial du décimètre cube. Le litre et ses sous-multiples, comme le millilitre, sont surtout utilisés pour mesurer des volumes relativement faibles de liquides, et parfois de gaz; les volumes de solides et les grands volumes de liquides et de gaz se mesurent généralement en mètres cubes ou en un de ses multiples ou sous-multiples. Le litre est une unité très importante, car c'est celle qu'emploie le laboratoire médical pour mesurer toutes les concentrations ou quantités connexes. On peut cependant observer (par exemple sur des récipients gradués) des volumes marqués en sous-multiples du mètre cube. Aussi trouvera-t-on plus loin une table de conversion d'un système à l'autre.

Cela dit, revenons maintenant aux différents noms utilisés pour exprimer la concentration. Supposons tout d'abord que nous avons une solution saline. La masse de sel dissous rapportée au volume de la solution est dite *concentration massique*. On peut en donner une définition plus générale en disant que c'est "la masse d'un composant donné (par exemple une substance dissoute) par rapport au volume de la solution". Elle s'exprime en grammes (ou milligrammes, microgrammes, etc.) par litre. Le système SI fait relativement peu appel à la concentration massique; elle n'est utilisée que pour les substances dont la masse moléculaire relative ("poids moléculaire") est floue, comme les protéines.

Supposons maintenant que nous ayons une autre solution saline, pour laquelle cette fois la quantité de sel dissous est exprimée en "quantité de matière". La quantité de matière saline (c'est-à-dire le nombre de moles de sel) contenue dans la solution par rapport au volume de la solution est appelée *concentration de quantité de matière*. On pourrait en donner la définition plus générale suivante: c'est "la quantité de substance d'un composant donné (c'est-à-dire la substance dissoute) par rapport au volume de la solution". L'unité de mesure est la mole (ou la millimole, la micromole, etc.) par litre. Quand on utilise les unités SI, on exprime dans toute la mesure possible toutes les concentrations en concentrations de quantité de matière.

C'est cet emploi qui constitue la différence la plus importante entre les unités SI et les unités traditionnelles.

Dans le système traditionnel, on utilisait presque exclusivement la concentration massique (sans la désigner sous cette appellation relativement nouvelle). Mais celle-ci n'était pas toujours exprimée en termes de "par litre". On disait tantôt "par litre", tantôt "par 100 ml" (c'est-à-dire par 100 millilitres ou 1/10ème de litre), tantôt par "millilitre". La pratique variait selon les pays (voire selon les laboratoires d'un même pays), ce qui rendait la situation très confuse.

Pour les particules ou les entités qui ne sont pas dissoutes, on ne peut avoir recours ni à la concentration massique ni à la concentration de quantité de matière, aussi doit-on faire intervenir une nouvelle grandeur. Ainsi le sang renferme de nombreux types différents de globules. Ceux-ci y sont en suspension, et il faut donc trouver un moyen d'exprimer le nombre de globules contenus dans chaque litre de sang. Dans ce cas, le nom de la grandeur est la *concentration de nombre*, définie comme "le nombre de particules ou d'entités élémentaires présentes dans un mélange, par rapport au volume du mélange". L'unité de mesure est le nombre par litre.

Dans le système traditionnel, la concentration de nombre était appelée "numération" et exprimée par l'unité "nombre par millimètre cube".

Il arrive que la grandeur considérée ne soit pas le nombre effectif de globules par litre (concentration de nombre), mais la proportion de globules d'un type donné par rapport à l'ensemble — c'est-à-dire la fraction du nombre total qui correspond aux globules de ce type. Cette valeur s'appelle *fraction de nombre* et l'unité correspondante est 1 (une unité, "un").

A première vue, cela peut paraître difficile à comprendre, mais c'est en fait très simple. L'unité, ou le chiffre 1, représente l'ensemble; 0,5 correspond à la moitié, 0,2 à un cinquième, 0,25 à un quart, 0,1 à un dixième, etc. Ainsi, il existe dans le sang cinq types de leucocytes (globules blancs). La fraction de nombre de chaque type peut être: 0,45, 0,35, 0,10, 0,08 et 0,02. (Si vous additionnez ces fractions entre elles, vous constaterez que leur total est égal à 1,0 — l'unité.)

Dans le système traditionnel, cette valeur n'avait pas de nom distinct et les résultats obtenus étaient exprimés en pourcentages, et non en fractions — par exemple 50% pour une fraction de nombre de 0,5 et 8% pour une fraction de 0,08. On voit donc que la fraction de nombre correspond au pourcentage divisé par 100.

Une autre grandeur correspondant à l'unité "un" est la *fraction de volume*. Celle-ci se définit comme le volume d'un constituant d'un mélange divisé par le volume total du mélange. Ainsi, si le volume total occupé par les érythrocytes (hématies) d'1 litre (1000 ml) de sang est de 450 ml, la fraction de volume érythrocytaire est $450/1000 = 0,45$. Cette fraction de volume est importante pour le diagnostic de nombreuses maladies et doit souvent être mesurée au laboratoire.

Dans le système traditionnel, la fraction de volume n'avait pas de nom spécial, chaque fraction différente ayant une appellation différente. La fraction de volume érythrocytaire, par exemple, était dite "volume globulaire", expression ambiguë, car elle ne précisait pas de quel type de globule il s'agissait, ni que cette valeur était exprimée en pourcentage, et non en volume.

On peut déduire de ce qui précède que la fraction de nombre est un "nombre par rapport à un nombre" et la fraction de volume un "volume par rapport à un volume" — c'est-à-dire qu'il s'agit dans les deux cas de rapports. Par commodité, on décide que l'unité utilisée pour exprimer le rapport est "un".

On trouvera ci-après un tableau des noms de grandeur nouveaux et traditionnels, ainsi que des unités SI et traditionnelles, avec leur facteurs de conversion.

UNITÉS DE VOLUME

Sous-multiples équivalents du mètre cube ou du litre

Nom	Symbole	Equivalent en mètres cubes	Nom	Symbole	Equivalent en litres	Equivalent en millilitres
décimètre cube	dm ³	= 0,001 m ³	= litre	1	=	= 1000 ml
(pas de nom)	100 cm ³	= 0,0001 m ³	= décilitre*	dl	= 0,1 litre	= 100 ml
(pas de nom)	10 cm ³	= 0,000 01 m ³	= centilitre*	cl	= 0,01 litre	= 10 ml
centimètre cube	cm ³	= 0,000 001 m ³	= millilitre	ml	= 0,001 litre	
millimètre cube	mm ³	= 0,000 000 001 m ³	= microlitre	μl	= 0,000 001 litre	= 0,001 ml

* Rarement utilisé en laboratoire.

NOUVEAUX NOMS DE GRANDEURS ET D'UNITÉS SI, ÉQUIVALENTS TRADITIONNELS ET FACTEURS DE CONVERSION

Nouveau nom de grandeur	Unité SI	Désignation traditionnelle	Unité traditionnelle	Facteurs de conversion et exemples*
concentration (de nombre) érythrocytaire (voir p.366)	nombre x 10 ¹² /l	numération érythrocytaire	millions/mm ³	pas de facteur de conversion: 4,5 millions/mm ³ = 4,5 x 10 ¹² /l 5,0 x 10 ¹² /l = 5,0 millions/mm ³
fraction de volume érythrocytaire (voir p.379)	1	hématocrite ou volume globulaire	%	hématocrite 38% x 0,01 = fraction de volume érythrocytaire 0,38 fraction de volume érythrocytaire 0,4 x 100 = hématocrite 40%
concentration (de nombre) leucocytaire – sang (voir p. 360)	nombre x 10 ⁹ /l	numération leucocytaire (sang)	nombre/mm ³	8000/mm ³ x 0,001 = 8,0 x 10 ⁹ /l 7,5 x 10 ⁹ /l x 1000 = 7500/mm ³
concentration (de nombre) leucocytaire – liquide céphalo-rachidien (voir p. 342)	nombre x 10 ⁶ /l	numération leucocytaire (liquide céphalo-rachidien)	nombre/mm ³	pas de facteur de conversion: 27/mm ³ = 27 x 10 ⁶ /l; 25 x 10 ⁶ /l = 25/mm ³
fraction de nombre (pour tel ou tel type de leucocyte, p. ex. fraction de nombre lymphocytaire) (voir p. 397, 343)	1	numération (p. ex. lymphocytaire)	%	lymphocytes 33% x 0,01 = fraction de nombre lymphocytaire 0,33 fraction de nombre lymphocytaire 0,33 x 100 = lymphocytes 33%
concentration (de nombre) réticulocytaire (voir p. 416)	nombre x 10 ⁹ /l	numération réticulocytaire	nombre/mm ³	86 000/mm ³ x 0,001 = 86,0 x 10 ⁹ /l 91,5 x 10 ⁹ /l x 1000 = 91 500/mm ³
fraction de nombre réticulocytaire ^a (voir p. 416)	10 ⁻³	numération réticulocytaire	% ou ‰	0,50% x 10 = 5 x 10 ⁻³ ; 12 x 10 ⁻³ x 0,1 = 1,2% ou 5 ‰ = 5 x 10 ⁻³ 12 x 10 ⁻³ = 12 ‰
concentration (de nombre) thrombocytaire	nombre x 10 ⁹ /l	numération thrombocytaire	nombre/mm ³	220 000/mm ³ x 0,001 = 220 x 10 ⁹ /l 250 x 10 ⁹ /l x 1000 = 250 000/mm ³

* Les exemples montrent d'abord la conversion en unités SI des grandeurs exprimées en unités traditionnelles, puis l'opération inverse. Le facteur de conversion est souligné.

^a Dans ce cas, la fraction de nombre est indiquée, non pas comme une fraction de 1, mais comme une fraction de 1000, ceci pour éviter des valeurs numériques trop faibles pour être maniables.

NOUVEAUX NOMS DE GRANDEURS ET D'UNITÉS SI, ÉQUIVALENTS TRADITIONNELS ET FACTEURS DE CONVERSION

Nouveau nom de grandeur	Unité SI	Désignation traditionnelle	Unité traditionnelle	Facteurs de conversion et exemples*
glucose, concentration de quantité de matière (sang et liquide céphalo-rachidien)	mmol/l	glycémie ^b glycorachie ^b	g/l	$0,81 \text{ g/l} \times \underline{5,55} = 4,5 \text{ mmol/l}$ $4,2 \text{ mmol/l} \times \underline{0,1802} = 0,76 \text{ g/l}$
hémoglobine (Fe), concentration de quantité de matière	mmol/l	hémoglobine, concentration ^b	g/100 ml	Hb 13,7 g/100 ml $\times \underline{0,621} =$ Hb (Fe) 8,5 mmol/l Hb (Fe) 9 mmol/l $\times \underline{1,61} =$ Hb 14,5 g/100 ml
hémoglobine, concentration massique ^c	g/l	hémoglobine, concentration	g/100 ml	$14,8 \text{ g/100 ml} \times \underline{10} = 148 \text{ g/l}$ $139 \text{ g/l} \times \underline{0,1} = 13,9 \text{ g/100 ml}$
hémoglobine (Fe) concentration érythrocytaire moyenne de quantité de matière ^c	mmol/l	concentration globulaire moyenne	% ^d	$35\% \times \underline{0,621} = 21,7 \text{ mmol/l}$ $22 \text{ mmol/l} \times \underline{1,611} = 35,4\%$
hémoglobine, concentration massique érythrocytaire moyenne ^c	g/l	concentration globulaire moyenne	% ^d	$35\% \times \underline{10} = 350 \text{ g/l}$ $298 \text{ g/l} \times \underline{0,1} = 29,8\%$
protéines, concentration massique (liquide céphalo-rachidien)	g/l	albuminorachie ^b	g/l mg/100 ml	pas de changement $25 \text{ mg/100 ml} \times \underline{0,01} = 0,25 \text{ g/l}$ $0,31 \text{ g/l} \times \underline{100} = 31 \text{ mg/100 ml}$
urée, concentration sanguine de quantité de matière	mmol/l	taux d'urée sanguine ^b taux d'azote uréique ^e	g/l mg/100 ml	$0,15 \text{ g/l} \times \underline{16,7} = 2,5 \text{ mmol/l}$ $2,9 \text{ mmol/l} \times \underline{0,06} = 0,17 \text{ g/l}$ N-ur. $7 \text{ mg/100 ml} \times \underline{0,357} =$ urée, 2,5 mmol/l

* Les exemples montrent d'abord la conversion en unités SI des grandeurs numériques exprimées en unités traditionnelles, puis l'opération inverse. Le facteur de conversion est souligné.

^b Il s'agit de concentration massique, mais cette expression n'était pas encore en usage.

^c On trouvera les explications dans le corps du texte.

^d Il arrive qu'on exprime la concentration globulaire moyenne sous la forme d'un nombre décimal, et non en %, p.ex. 0,35 au lieu de 35%. Dans ce cas, les facteurs de conversion doivent être multipliés ou divisés par 100, comme dans les exemples suivants:

$$0,35 \times \underline{62,1} = 21,7 \text{ mmol/l}$$

$$22 \text{ mmol/l} \times \underline{0,01611} = 0,354$$

$$0,35 \times \underline{1000} = 350 \text{ g/l}$$

$$298 \text{ g/l} \times \underline{0,001} = 0,298$$

^e Dans le système traditionnel, le taux d'urée est exprimé parfois en quantité d'urée et parfois en quantité d'azote uréique. On a tenu compte ici des deux possibilités.