

Les incertitudes de mesure en microbiologie

Contrairement à l'analyse chimique, la microbiologie ne mesure pas des unités de la taille d'une molécule ou d'un atome, mais des particules beaucoup plus grandes, à savoir des organismes vivants, des cellules individuelles. Dans les méthodes de culture classiques, standardisées et fréquemment utilisées, ces organismes vivants ont même la propriété de pouvoir se reproduire. Ces "unités", qui sont analysées en microbiologie, se comportent tout autrement que celles des méthodes de test chimiques. Par conséquent, les résultats doivent être interprétés ou approchés statistiquement d'une manière différente.

Concentrations de molécules en chimie

Les méthodes de mesure chimiques consistent à déterminer le nombre d'éléments ou de molécules par volume, puis à les convertir en une unité de mg/L. Il s'agit donc d'un nombre de particules imaginable, par exemple un résultat de 80 mg/L de calcium dans l'eau potable serait de 1.2×10^{21} particules. Le nombre de particules est si grand qu'il n'est pas possible d'écrire ce nombre de manière raisonnable, et il doit être indiqué à l'aide de la puissance de dix. Si le nombre exact de particules ne peut être déterminé dans une procédure de mesure et que, par exemple, 10 particules de plus ou de moins sont ajoutées, cela ne serait pas perceptible.

Peu de colonies à dénombrer

Par contre, les méthodes de culture microbiologique traitent des particules singulières, des organismes individuels qui peuvent se multiplier et donc former des colonies. L'unité de mesure est donc l'unité formant colonie (UFC) par volume examiné. Lors de la détermination des résultats

des méthodes de culture microbiologique, les colonies formées sont très souvent comptées à l'œil nu, c'est-à-dire en utilisant un simple «travail manuel» au lieu d'un détecteur techniquement complexe.

Distribution aléatoire

Le croquis en bas de page illustre le comportement de quelques particules dans un volume d'eau : il montre 30 bactéries individuelles reproductibles – par exemple *Escherichia coli* – distribuées de manière aléatoire dans un litre d'eau.

Si vous deviez prélever un échantillon d'eau d'un volume de 100 mL de ce litre, et qu'il s'agissait du premier échantillon en partant de la gauche dans le croquis, vous auriez un résultat pour *E. coli* de 7 UFC/100 mL après analyse. Pour le deuxième échantillon en partant de la gauche, ce serait 1 UFC/100 mL, pour le troisième échantillon 0, puis à nouveau 7 et ainsi de suite. Ces résultats différents obtenus à partir de plusieurs échantillons provenant d'une même masse d'eau seraient dus à la seule distribution aléatoire. Ces différences n'ont rien à voir avec une erreur de mesure. Dans cet exemple, l'aliquote de l'échantillon avec le résultat 0 ne se produit qu'une seule fois. Ainsi, on aurait une probabilité relativement faible (10 %) de «capturer» cette aliquote avec 0 *E. coli*. Pour tous les autres échantillons, l'interprétation serait «détecté dans 100 mL», ce qui signifie que les exigences légales pour l'eau potable selon l'OPBD ne seraient pas respectées.

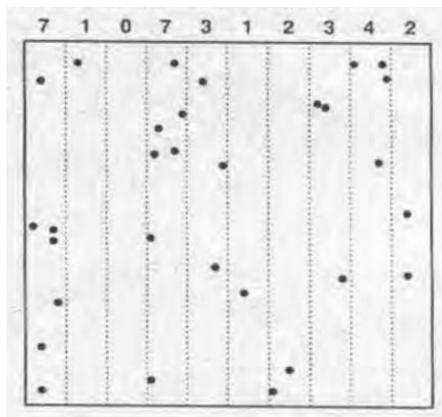
Cette distribution aléatoire des quelques bactéries dans un échantillon d'eau est décrite dans les statistiques avec la loi de Poisson (du nom du physicien et mathématicien français S.D. Poisson). Selon cette formule, un résultat de 0 ou «n.d. - non détectable» dans 100 mL devrait être confirmé 3 fois en parallèle pour avoir approchement à 100% de certitude que la valeur «n.d.» est également correcte dans le premier échantillon. Selon la législation (OPBD), cette incertitude est déjà incluse dans la valeur maximale.

Néanmoins, les valeurs numériques d'un résultat microbiologique donnent parfois lieu à des interprétations spontanément erronées lorsqu'un nombre est légèrement supérieur à l'autre. En comparant les résultats d'échantillons d'eau, qui proviennent d'un même système ou dans le cadre d'une série chronologique, il faut être conscient de cette loi de Poisson en cas de valeurs basses, afin de ne pas tirer de fausses conclusions.

Le tableau à droite contient des commentaires sur l'exactitude d'un résultat ou sur une éventuelle variation tenant compte de la loi de Poisson.

Aides à l'interprétation des résultats microbiologiques en UFC par volume

Résultat	Commentaire sur l'exactitude de la valeur ou la variation possible du résultat
0 ou n.d.	Avec 3 examens parallèles et 3 résultats avec «0», la «vraie» valeur serait également 0, ou n.d. dans le volume examiné avec une certitude de pratiquement 100%.
1	Le résultat pourrait également être 0 ou 2 (même probabilité), et un peu moins probable le résultat pourrait être 3.
2	Le résultat pourrait également être 1 ou 3 (même probabilité), et un peu moins probable le résultat pourrait être 0 ou 4.
3	Le résultat pourrait également être 1 ou 2 (même probabilité), et un peu moins probable le résultat pourrait être 4, 5, 6 ou 0.
4-10	Le résultat pourrait tout aussi bien varier d'un facteur de 2 à 1,5.
10-30	Le résultat pourrait tout aussi bien varier d'un facteur de 1,5 à 0,2.
30-300	Gamme idéale pour le coulage sur plaques pour compter des colonies. Un résultat dans cette gamme est très probablement correct en raison de la distribution aléatoire, ou autrement dit, la variation ne soit que d'environ 30 %.
>300	En cas d'un nombre de colonies supérieur à 300, un échantillon doit être dilué, ce qui réduit le volume examiné. Cette étape de travail de dilution contribue à l'incertitude, donc l'incertitude de mesure devient à nouveau plus grande que dans la gamme idéale de quantification entre 30 et 300.



Croquis montrant 30 bactéries distribuées au hasard dans un litre d'eau, dont on prélève 10 échantillons de 100 mL chacun.

Après H.E. Tillet et N.F. Lightfoot (1995) "Quality control in environmental microbiology compared with chemistry : what is homogenous and what is random." Water science and technology 31 (5-6): 471-477.

