

NOTE TECHNIQUE N°6

LES BAREMES DE FIDELITE EN MICROBIOLOGIE DE BASE, *PSEUDOMONAS AERUGINOSA* ET STAPHYLOCOQUES PATHOGENES SUR EAUX PROPRES. DEBOUCHES SUR LES INCERTITUDE DE MESURE

Ce document est diffusé à titre informatif et est basé sur des résultats et observations d'essais interlaboratoires d'A.G.L.A.E.

DECEMBRE 2015

Rédacteurs :

- Olivier MOLINIER
- Mylène MARECHAL

Association AGLAE

Parc des Pyramides
427 rue des Bourreliers
59320 Hallennes lez Haubourdin
☎ 03 20 16 91 40
contact@association-aglae.fr
www.association-aglae.fr



RESUME

Dans cette note technique, A.G.L.A.E. communique près de 15 ans d'expérience pour vous aider à comprendre et interpréter les barèmes de fidélité en microbiologie de base et pour certains pathogènes sur eaux propres.

Pour les paramètres considérés, l'évolution de la reproductibilité en fonction du niveau de charge bactérienne est présentée dans l'objectif d'appréhender statistiquement la variabilité des dénombrements bactériens en routine.

Les liens directs avec les calculs d'incertitude de mesure à l'échelle de la profession et les perspectives en termes d'outils de calculs sont également discutés en fin de document.



SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	4
2. LES DONNEES	4
3. METHODES	4
4. RESULTATS ET DISCUSSION	5
5. DEBOUCHES SUR LES INCERTITUDES DE MESURE DE LA PROFESSION.....	12
6. PERSPECTIVES	15
7. CONCEPTION ET REALISATION DE LA NOTE TECHNIQUE	15
8. BIBLIOGRAPHIE	16



1. INTRODUCTION

Parallèlement à l'objectif premier des essais d'aptitude qui est de répondre à la question "est-ce que les résultats d'analyse de mon laboratoire sont satisfaisants", deux autres questions et non des moindres sont posées lors de la conduite de chaque essai :

- Quel est le niveau de charge bactérienne que contenaient les matériaux d'essai ?
- Quelle est la dispersion (distribution des résultats) autour de ce niveau de charge bactérienne observée par la profession ?

L'exploitation statistique des résultats des participants permet de répondre à ces trois questions pour chaque essai d'aptitude.

Pour chaque paramètre analytique, une étude transversale des données obtenues pour un grand nombre d'essais permet d'obtenir une estimation de la dispersion interlaboratoire en tout point de la gamme de quantification.

2. LES DONNEES

Cette étude a été menée à partir des données d'essais interlaboratoires réalisés dans le cadre du programme 30 – Microbiologie de base sur eaux propres – et du programme 31 – *Pseudomonas aeruginosa* et staphylocoques pathogènes sur eaux propres - depuis 2002.

Selon les paramètres, entre 23 et 42 essais interlaboratoires sont à l'origine des données exploitées transversalement pour élaborer les barèmes de fidélité.

Les matrices utilisées pour préparer les échantillons étaient des eaux de distribution chlorées et neutralisées ou seulement neutralisées pour certains essais. Pour la plupart des paramètres, un dopage avait été réalisé principalement avec des souches cultivées en bouillon.

Les méthodes employées par les participants pour la recherche et le dénombrement des germes correspondaient essentiellement aux normes françaises en vigueur dans le cadre du contrôle sanitaire.

3. METHODES

3-1 Exploitation des résultats d'essais interlaboratoires

Les moyennes et les écart-types de reproductibilité ont été estimés à partir des résultats des participants ayant mis en œuvre leurs analyses dans la période raisonnable pour le début de traitement des échantillons. Ce mode de traitement permet de ne pas intégrer d'éventuelles instabilités lors du calcul de ces statistiques.

Ces valeurs ont été calculées selon les lignes directrices des normes ISO 13528, ISO 5725-1 et ISO 5725-2 avec utilisation de tests de détection des aberrants. Excepté pour les très faibles dénombrements, le modèle log-Normal est celui communément employé pour ajuster des données de comptages bactériens (ISO 22117, 2010).

3-2 Elaboration des modèles de reproductibilité

Les modèles d'évolution de la reproductibilité en fonction des niveaux de charge bactérienne ont été élaborés pour chaque paramètre.

Dans un premier temps, cette modélisation a consisté à retenir le meilleur ajustement mathématique des nuages de points des écart-types de reproductibilité s_R en fonction des moyennes m exprimées dans une échelle log en suivant les lignes directrices de la norme ISO 5725-2.

Dans un second temps, une représentation des nuages de points et des modèles obtenus (barèmes) a été réalisée en retenant le coefficient de variation $CVR\%$ pour l'axe des ordonnées et la moyenne m pour l'axe des abscisses, avec :

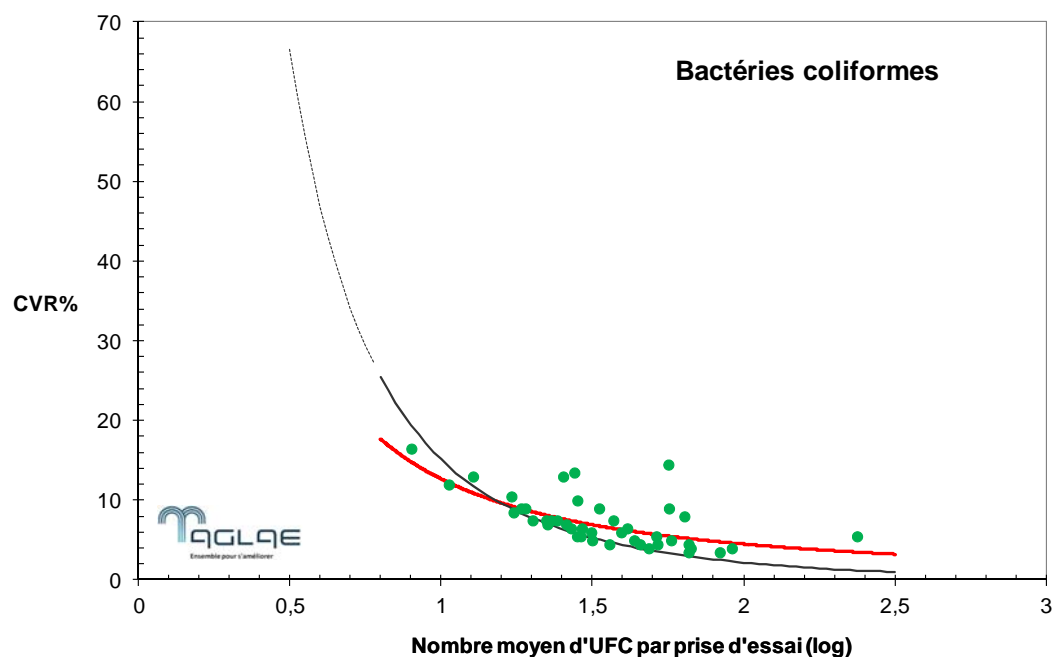
$$CVR\% = s_R / m \times 100$$

Sur ce même graphique et dans la même échelle de calcul, a également été visualisée la courbe correspondant à la variabilité intrinsèque de tout dénombrement microbien, modélisée par la loi de Poisson.

4. RESULTATS ET DISCUSSION

Résultats par paramètre :

Figure 1 : représentation graphique du coefficient de reproductibilité (CVR) en % en fonction du nombre moyen d'UFC en log pour le paramètre « coliformes totaux » (ISO 9308-1 (00))



Légende :

- Points colorés : Essais interlaboratoires réalisés entre 2002 et 2015
- Courbe rouge : Modèle d'évolution (barème)
- Courbe noire en trait plein et pointillée : Courbe correspondant à la loi de Poisson

Figure 2 : représentation graphique du coefficient de reproductibilité (CVR) en % en fonction du nombre moyen d'UFC en log pour le paramètre « Escherichia coli » (ISO 9308-1 (00))

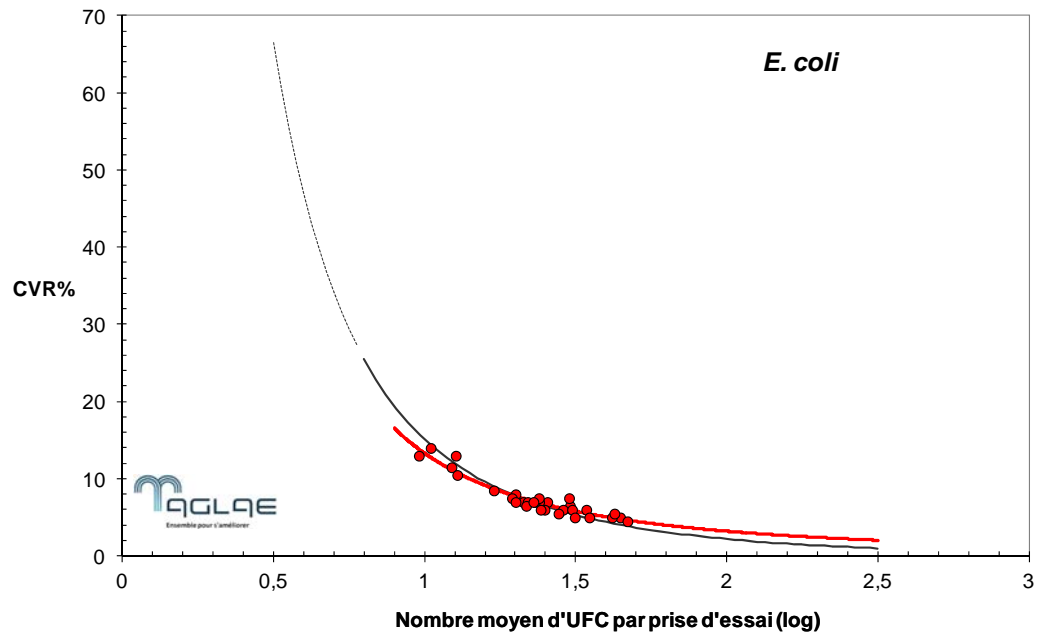
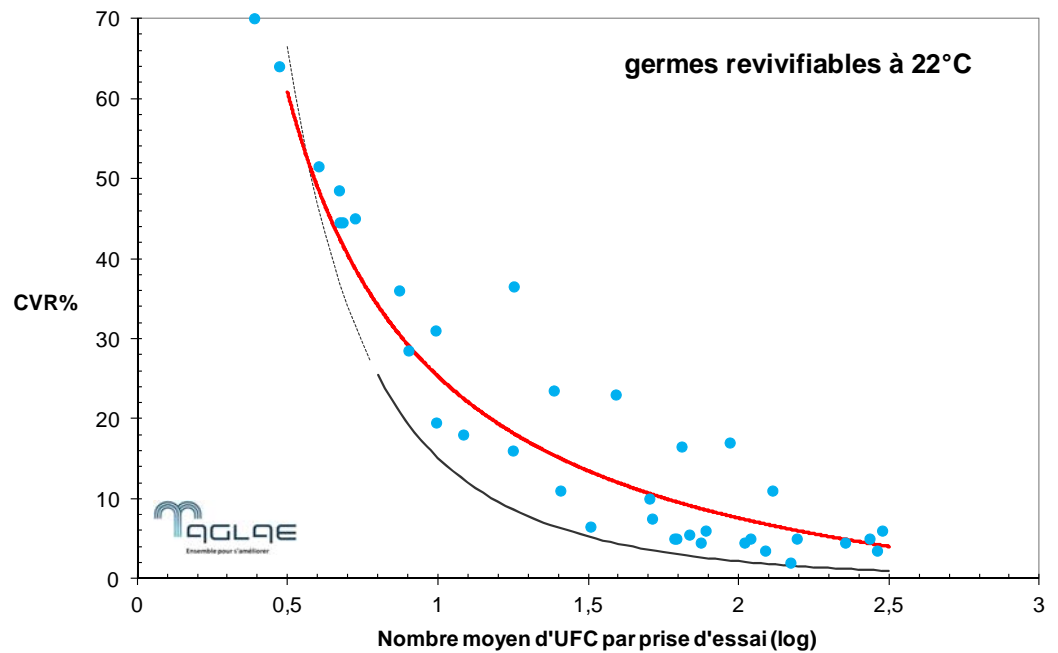


Figure 3 : représentation graphique du coefficient de reproductibilité (CVR) en % en fonction du nombre moyen d'UFC en log pour le paramètre « Germes revivifiables à 22°C » (ISO 6222 (99))



Légende :

- Points colorés : Essais interlaboratoires réalisés entre 2002 et 2015
- Courbe rouge : Modèle d'évolution (barème)
- Courbe noire en trait plein et pointillée : Courbe correspondant à la loi de Poisson

Figure 4 : représentation graphique du coefficient de reproductibilité (CVR) en % en fonction du nombre moyen d'UFC en log pour le paramètre « Germes revivifiables à 36°C » (ISO 6222 (99))

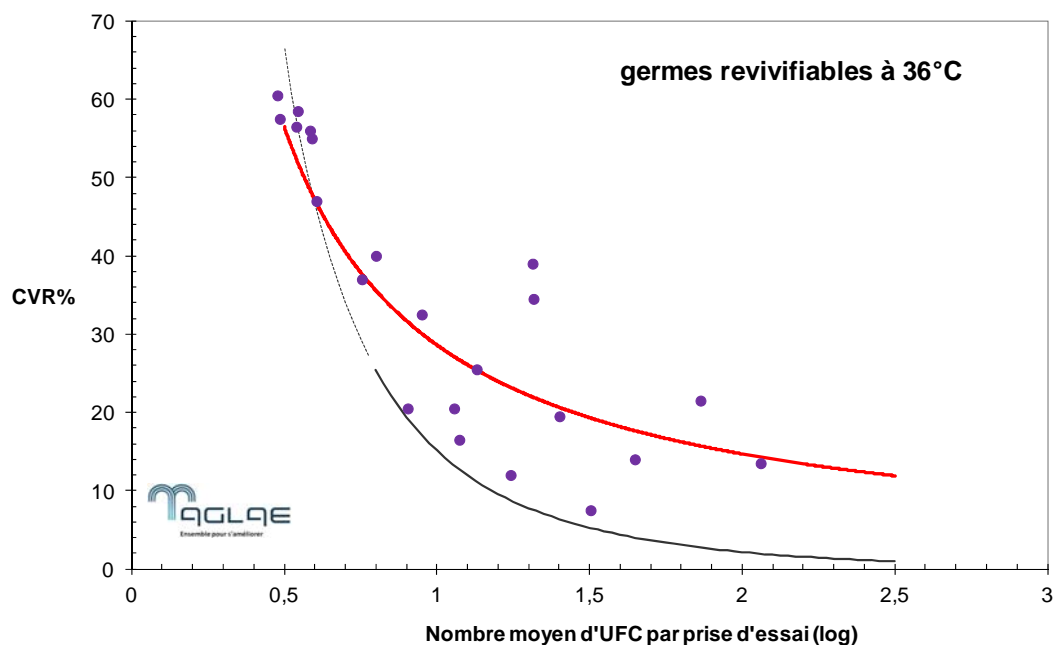
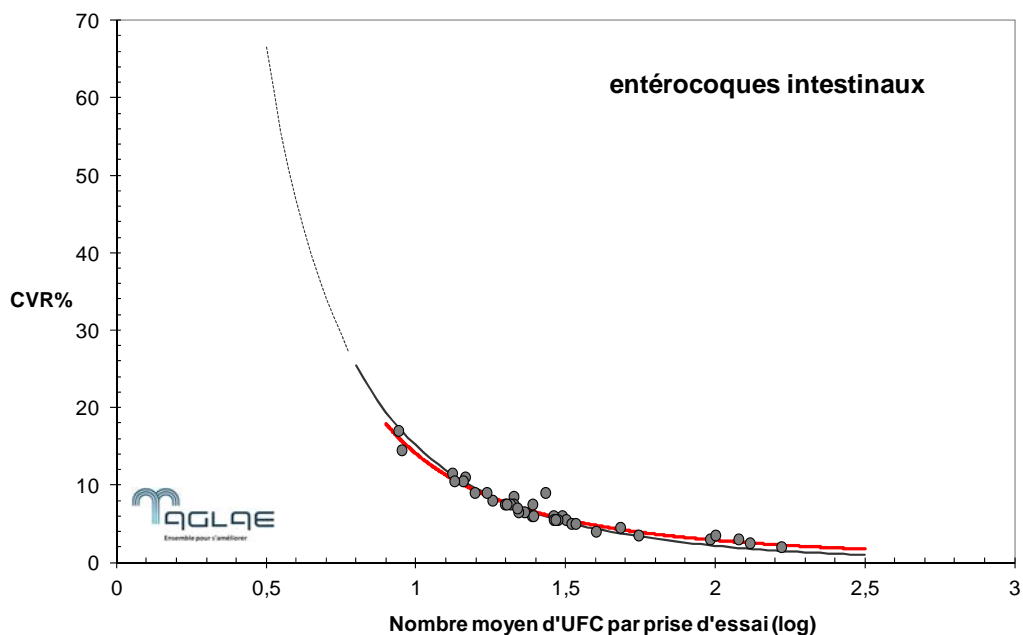


Figure 5 : représentation graphique du coefficient de reproductibilité (CVR) en % en fonction du nombre moyen d'UFC en log pour le paramètre « Entérocoques intestinaux » (ISO 7899-2 (00))



Légende :

- Points colorés : Essais interlaboratoires réalisés entre 2002 et 2015
- Courbe rouge : Modèle d'évolution (barème)
- Courbe noire en trait plein et pointillée : Courbe correspondant à la loi de Poisson

Figure 6 : représentation graphique du coefficient de reproductibilité (CVR) en % en fonction du nombre moyen d'UFC en log pour le paramètre « Spores de germes anaérobies sulfito-réducteurs » (NF EN 26461-2 (93))

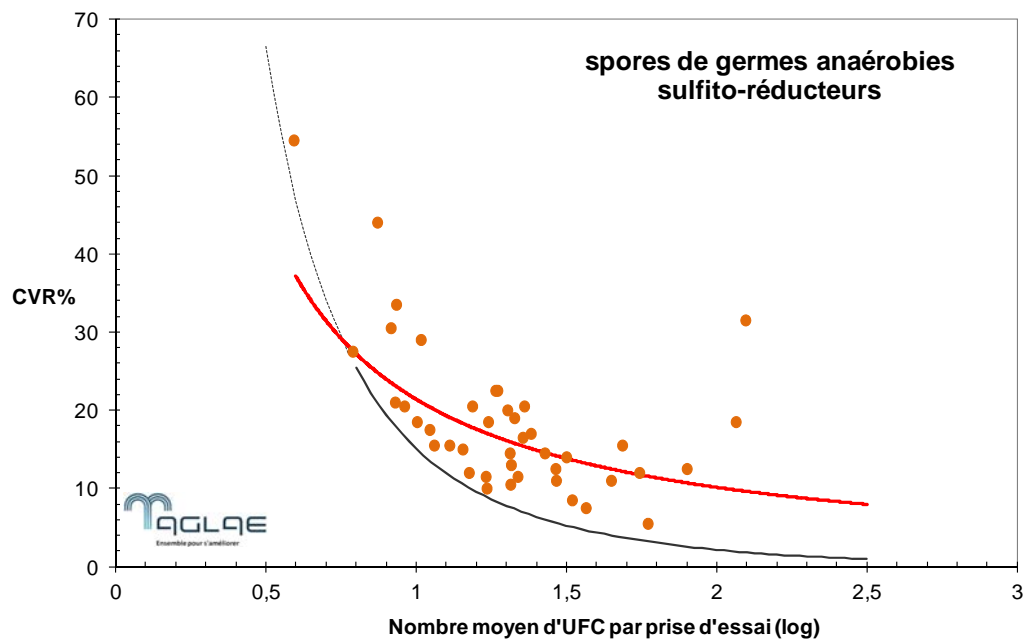
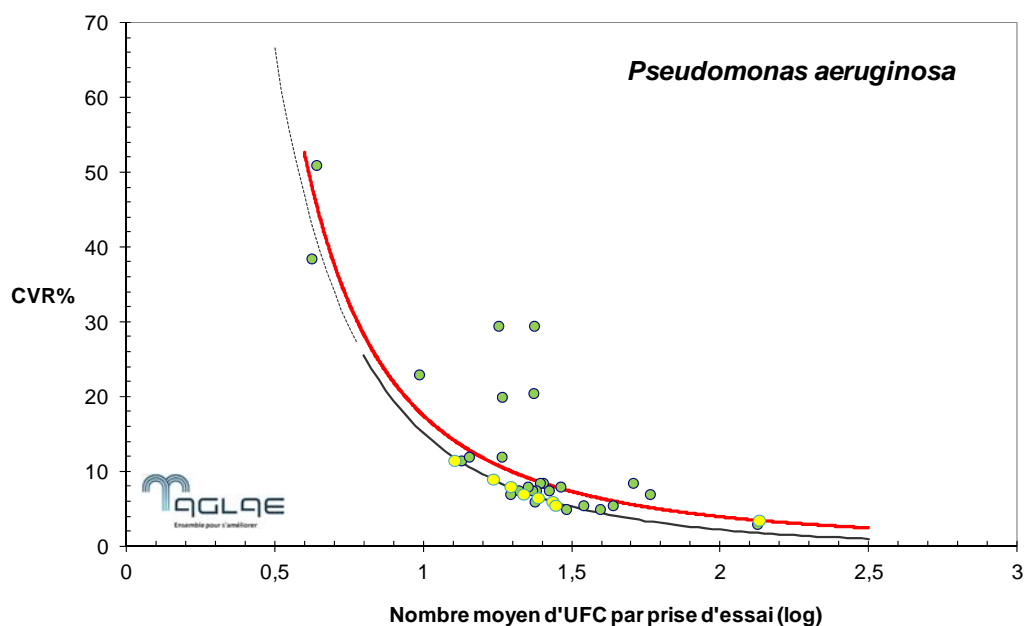


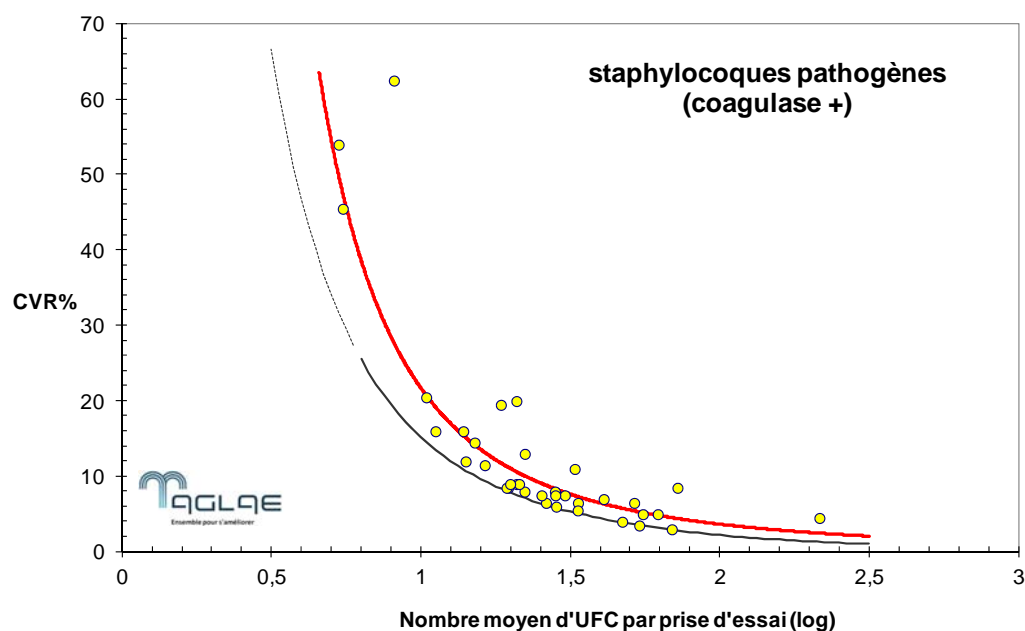
Figure 7 : représentation graphique du coefficient de reproductibilité (CVR) en % en fonction du nombre moyen d'UFC en log pour le paramètre « Pseudomonas aeruginosa » (ISO 16266 (08))



Légende :

- Points colorés : Essais interlaboratoires réalisés entre 2002 et 2015
- Courbe rouge : Modèle d'évolution (barème)
- Courbe noire en trait plein et pointillée : Courbe correspondant à la loi de Poisson

Figure 8 : représentation graphique du coefficient de reproductibilité (CVR) en % en fonction du nombre moyen d'UFC en log pour le paramètre « Staphylocoques pathogènes (coagulase+) » (XP T 90-412 (06))



Légende :

- Points colorés : Essais interlaboratoires réalisés entre 2002 et 2015
- Courbe rouge : Modèle d'évolution (barème)
- Courbe noire en trait plein et pointillée : Courbe correspondant à la loi de Poisson

Pour chaque paramètre, le barème illustre **la dispersion maximale** (coefficient de variation en reproductibilité) à laquelle la profession doit s'attendre **pour tout point de la gamme de travail**.

Par exemple, à un niveau de charge moyen de 30 germes par prise d'essai (soit autour de 1,5 en log), la variabilité observée en log est :

- ✓ 6% pour le dénombrement des entérocoques intestinaux
- ✓ 8% pour le dénombrement des staphylocoques pathogènes
- ✓ 14% pour le dénombrement des spores de germes anaérobies sulfito-réducteurs

Note : Ces notions de moyenne et surtout de variation en log peuvent ne pas être intuitives pour les microbiologistes de l'environnement. C'est la raison pour laquelle lors des calculs d'incertitude, un changement d'échelle est généralement opéré afin de permettre un raisonnement dans l'échelle naturelle des dénombrements (en UFC par prise d'essai – voir section 5).



La courbe représentant **la loi de Poisson** (en noir) permet de visualiser le cas idéal où seule la variabilité aléatoire induite par la répartition des germes dans l'échantillon est observée lors des essais interlaboratoires. Cette courbe est celle qui peut être retenue pour caractériser la dispersion obtenue dans les conditions les plus homogènes d'analyse que sont **les conditions de répétabilité**, ceci pour tous les paramètres couverts dans le cadre de cette étude.

Il peut être remarqué que pour les **entérocoques intestinaux** et **E. coli**, le modèle d'évolution (courbe rouge) est très proche, voire confondu avec la loi de Poisson. Cela signifie que les résultats d'un laboratoire à l'autre (dans des conditions de reproductibilité) sont **presque totalement expliqués par la variabilité aléatoire** (très proches des résultats en répétabilité). C'est le cas idéal où la mise en œuvre de la méthode normalisée dans différents laboratoires ne génère quasiment pas de disparités techniques pouvant influencer sur les résultats.

Sur le plan microbiologique, pour les entérocoques intestinaux, la bonne sélectivité du milieu de Slanetz et Bartley couplée à la confirmation totale des colonies présomptives par transfert de membrane sur milieu BEA peuvent expliquer les bonnes performances de la méthode.

Le dénombrement d'*E. coli* présente l'avantage de reposer sur la recherche d'un germe clairement défini au plan taxonomique. Malgré la confirmation partielle par repiquage "aléatoire" des colonies présomptives (oxydase et indole), les résultats présentent également une bonne reproductibilité.

A l'inverse, les paramètres **"germes revivifiables à 22°C et à 36°C"** sont parmi ceux présentant les **reproductibilités les plus élevées**. Sur le plan technique, le dénombrement de la flore totale selon la NF EN ISO 6222 est une méthode pouvant engendrer des disparités en raison de la sensibilité des souches ou des populations naturelles en lien avec la température du milieu coulé et de l'état physiologique des germes face au choc thermique. Il peut être noté que le volume d'ensemencement de 1 mL est moindre par rapport aux autres paramètres cités dans cette étude. La variabilité inhérente aux conditions d'incubation (comme décrit dans l'ISO 29201), pourrait être une composante contribuant à une dispersion des résultats interlaboratoires, compte-tenu de l'utilisation d'un milieu non sélectif.

Le dénombrement des **spores de germes anaérobies sulfito-réducteurs** est l'autre paramètre engendrant de **fortes disparités interlaboratoires**. La multiplicité des modalités analytiques (traitement thermique, porosité de la membrane et anaérobiose notamment) et les problèmes de robustesse de la méthodologie NF EN ISO 26461-2 plusieurs fois soulevés dans nos rapports d'essais de routine sont des facteurs critiques conduisant à ce constat.

A un **niveau "intermédiaire" de dispersion interlaboratoire**, nous retrouvons le dénombrement des **bactéries coliformes** qui, en tant que "groupe bactérien", présente logiquement plus de variabilité que le seul dénombrement d'*E. coli*, ainsi que les deux pathogènes couverts par l'étude.

Pour ***Pseudomonas aeruginosa***, il peut être remarqué que d'après nos observations le type de colonies caractéristiques (au sens de la NF EN ISO 16266) n'influe pas sur la reproductibilité observée. Malgré l'étape de confirmation à l'acétamide requise, il n'est en effet pas observé de variabilité interlaboratoire plus importante lorsque les souches introduites produisent des colonies non bleu-vert mais fluorescentes (points jaunes sur la Figure 7) par rapport aux essais pour lesquels les colonies produisent une pigmentation bleu-vert (points verts sur la Figure 7). Pour chacun des deux types de colonies caractéristiques, des souches interférentes avaient parfois été introduites pour certains essais (*Ps. putida*, *Ps. mendocina*, *Serratia rubidaea*...).

Pour les **staphylocoques pathogènes (coagulase +)**, il peut être noté que les essais où des écarts majeurs entre types de milieu de culture (Chapman – BP – BP+RPF) ont été détectés ne figurent pas parmi les points représentés, ce qui a tendance à idéaliser le modèle d'évolution obtenu. Néanmoins, la re-standardisation de la

méthode XP T 90 412 à venir avec l'utilisation d'un seul type de milieu de culture (BP+RPF) devrait théoriquement conduire à l'observation d'une reproductibilité améliorée.

Cette hypothèse s'appuie, entre autres, sur une étude relative à la variabilité des résultats selon les types de milieux observés et sur un examen des effets « fournisseurs de milieux » et « fournisseurs de membranes » au sein de chaque type de milieu. Les observations réalisées sur les 32 derniers essais interlaboratoires A.G.L.A.E. pour lesquels un dopage monosouche avait été opéré, ont été exploitées de manière transversale, afin de déterminer un éventuel effet souche.

Un résumé des écarts entre types de milieux est présenté dans la figure 9 ci-dessous pour chacune des 8 souches testées lors de ces essais.

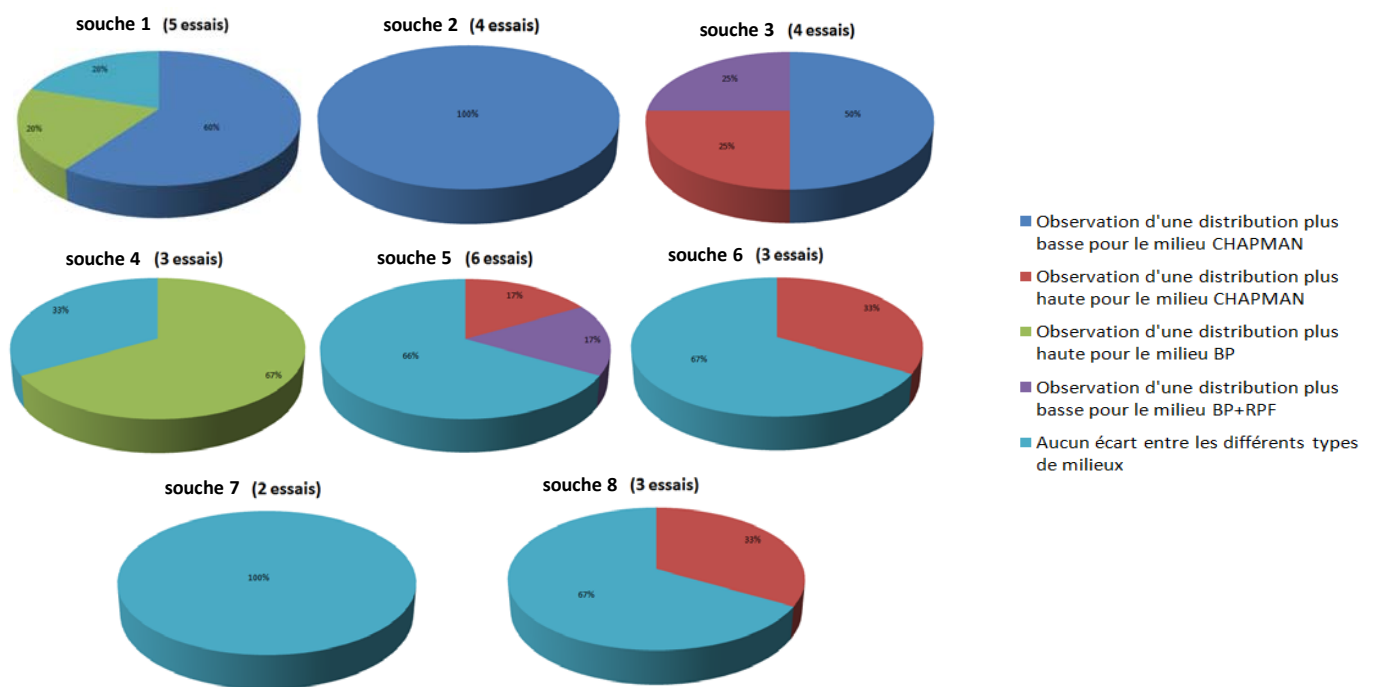


Figure 9 : représentations graphiques des écarts significatifs entre types de milieux pour le paramètre « Staphylocoques pathogènes (coagulase+) »

Il est à retenir que parmi les 8 souches testées, 6 d'entre elles ont montré des écarts significatifs détectés sur milieux CHAPMAN (comparativement à BP et BP+RPF) alors que 2 d'entre-elles ont montré des écarts sur milieux BP + RPF (comparativement à Chapman et BP).

D'autre part, des écarts significatifs, d'ampleur plus ou moins importante, entre « fournisseurs de milieux » et « fournisseurs de membranes » ont également été détectés au sein des milieux CHAPMAN et BP + RPF. Le tableau 1 ci-après illustre ces informations.

Observations \ Souches	souche 1	souche 2	souche 3	souche 4	souche 5	souche 6	souche 7	souche 8
Ecart entre « fournisseur de milieu » CHAPMAN	80%	25%	25%	0%	0%	0%	100%	67%
Ecart entre « fournisseur de milieu » BP+RPF	40%	50%	25%	33%	0%	0%	0%	0%
Ecart entre « fournisseur de membrane » associé au milieu CHAPMAN	80%	75%	50%	100%	0%	33%	50%	0%
Ecart entre « fournisseur de membrane » associé au milieu BP+RPF	0%	25%	25%	0%	0%	0%	0%	0%

Tableau 1 : Récapitulatif du nombre d'essais où un écart a été détecté (en %) selon la souche utilisée et le type de milieu employé pour le paramètre « Staphylocoques pathogènes (coagulase+) »

Note : pour un essai donné, il est possible qu'un écart soit détecté pour plusieurs types de milieu

Vu au travers des essais interlaboratoires, le milieu BP+RPF semble générer moins d'écarts entre fournisseurs de consommables, comparativement au milieu de CHAPMAN ; ce qui devrait théoriquement réduire les disparités d'un laboratoire à l'autre si la normalisation adopte le premier milieu exclusivement.

5. DEBOUCHES SUR LES INCERTITUDES DE MESURE DE LA PROFESSION

L'objectif ultime qui est généralement visé lors d'une étude transversale des essais d'intercomparaison est le raccordement de la fidélité observée aux déterminations des incertitudes de mesure.

Pour rappel, l'incertitude des méthodes microbiologiques se structure en deux composantes (ISO 29201, 2012):

- La **variabilité intrinsèque** (incertitude de distribution) associée à la distribution aléatoire des germes dans l'échantillon. Sur le plan statistique, elle est modélisée par la loi de Poisson
- La **variabilité opérationnelle** (incertitude technique) qui est la combinaison de toutes les incertitudes associées aux étapes techniques du mode opératoire d'analyse. C'est cette composante qu'il convient d'évaluer.

Pour chaque graphique présenté dans la section 4, l'écart entre la courbe noire (Loi de Poisson) et la courbe rouge (modèle d'évolution) représente la variabilité opérationnelle (incertitude technique) observée par la profession et exprimée dans une échelle log.

Or, la métrique qui est utilisée pour décrire l'incertitude de mesure en microbiologie est la variance relative, u^2 , calculée sur les nombres de colonies comptées. Sur le plan mathématique, le paramètre u^2 est issu d'une expression particulière de la variance selon la loi Binomiale Négative et représente la sur-dispersion par rapport à

la loi de Poisson (ISO 13843, 2000). D'un point de vue biostatistique, cette sur-dispersion correspond bien à la variabilité opérationnelle dite alors "relative" que nous cherchons à évaluer.

L'utilisation de cette métrique permet finalement de raisonner dans l'échelle naturelle du nombre de bactéries par prise d'essai.

Concrètement pour passer des variances en log aux variances relatives en u^2 , une conversion peut être appliquée en suivant les lignes directrices de l'ISO 29201:

- $u_{tR}^2 = 5,3019 s_R^2$ avec u_{tR}^2 = incertitude type relative de reproductibilité interlaboratoire
 s_R^2 = incertitude type de reproductibilité interlaboratoire, exprimée en log

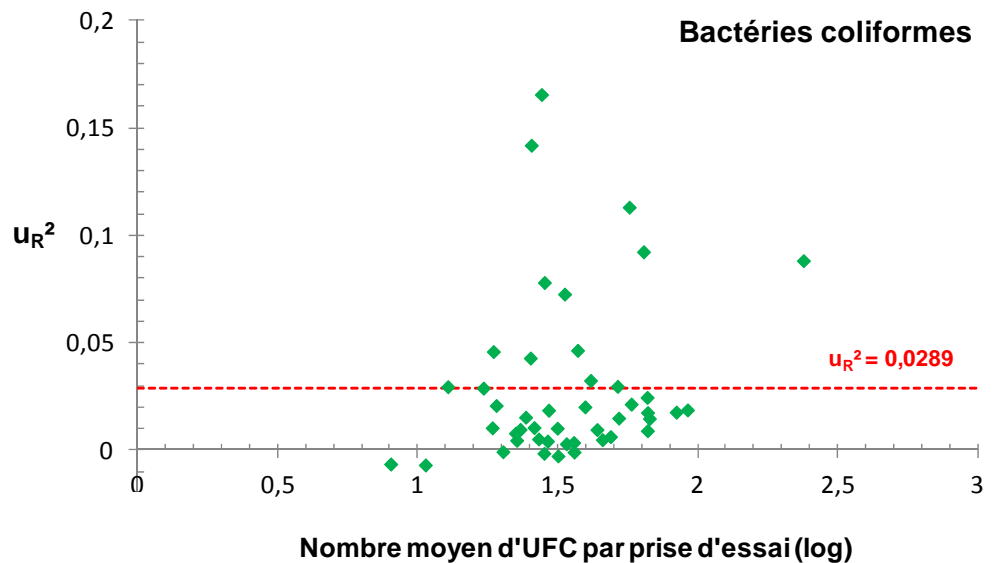
Une ultime étape de calcul permet de déduire la variance opérationnelle relative recherchée et nommée u_R^2 :

- $u_R^2 = u_{tR}^2 - u_{\text{Poisson}}^2$ avec u_R^2 = variance opérationnelle relative de reproductibilité interlaboratoire (incertitude technique en reproductibilité)
 u_{Poisson}^2 = variance intrinsèque relative (incertitude de distribution de Poisson)

Ainsi, pour chaque paramètre considéré et pour chaque essai, l'application de ces conversions permet de transformer la variabilité interlaboratoire mesurée en incertitude de mesure pour la profession.

Par exemple, pour le dénombrement des bactéries coliformes, paramètre pour lequel nous avons pu relever l'ampleur de la reproductibilité dans le chapitre précédent, l'expression de la variabilité interlaboratoire en u_R^2 est visualisée dans la Figure 10 ci-dessous.

Figure 10 : représentation graphique de l'écart-type relatif au carré de la profession, u_R^2 , en fonction de la moyenne obtenue pour chaque essai portant sur le paramètre "bactéries coliformes"



Légende :

- **Points verts** : u_R^2 lors des différents essais interlaboratoires réalisés
- **trait pointillé rouge** : valeur moyenne des u_R^2

Ce type d'information relative à l'incertitude de mesure de la profession est fourni dans nos rapports d'essais de routine pour les programmes 30 et 31.

Lors d'une évaluation globale de l'incertitude, la variance opérationnelle se décline en fonction des conditions dans lesquelles les mesures ont été obtenues. Il s'agit de l'information générale sur la profession d'après le FD T 90-465-1 :

- u_r^2 pour les conditions de répétabilité
- u_R^2 pour les conditions de reproductibilité interlaboratoire.

Le tableau 2 ci-après résume l'ensemble des estimations mises à jour pour les paramètres étudiés dans cette note technique.

Paramètres	u_r^2 : conditions de répétabilité	u_R^2 : conditions de reproductibilité interlaboratoire.
Coliformes totaux	0,0000	0,0289
<i>Escherichia coli</i>	0,0000	0,0068
Germes revivifiables à 22°C	0,0000	0,1542
Germes revivifiables à 36°C	0,0000	0,1649
Entérocoques intestinaux	0,0000	0,0064
Spoires de germes anaérobies sulfito-réducteurs	0,0000	0,1725
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0,0000	0,1041
Staphylocoques pathogènes	0,0000	0,0541

Tableau 2 : Résumé des estimations d'incertitude de mesure de la profession (valeurs disponibles en octobre 2015)

A noter que la valeur de u_R^2 retenue pour chaque paramètre est la moyenne des estimations disponibles pour l'ensemble des essais interlaboratoires déjà réalisés (ex : $u_R^2 = 0,0289$ dans la figure 10 et du tableau 2 ci-dessus). La valeur moyenne de u_r^2 quant à elle, n'apparaît pas significativement différente de 0,0000 sur un grand nombre d'essais interlaboratoires. C'est la raison pour laquelle la valeur nulle a été retenue.

Ces valeurs de u^2 peuvent être transformées en informations concrètes sur l'incertitude, comme préconisé dans le protocole FD T90-465-1 : limite de détection (LD), intervalle de confiance (ou de crédibilité) IC autour d'un résultat observé...

Par exemple : pour le dénombrement des coliformes totaux dans 100 mL, avec $u_R^2 = 0,0289$

- LD = 3,13 germes dans 100 mL
- Pour 6 colonies confirmées observées sur une boîte :
 - résultat = 6 coliformes totaux dans 100 mL
 - IC : entre 2,16 et 13,68 coliformes totaux dans 100 mL, au risque α de 5%

Les modalités de conversion de u^2 en informations explicites sur l'incertitude sont notamment l'objet du protocole FD T90-465-2.

A titre informatif, est présentée dans la figure 11 ci-après une échelle empirique des incertitudes techniques observables lors des essais de routine.

A l'échelle de la profession ou au niveau de chaque laboratoire, cette échelle peut permettre d'appréhender et de relativiser l'ampleur prise par toute incertitude évaluée en terme de u^2 , par rapport à l'expérience acquise dans le domaine de la microbiologie de l'eau.

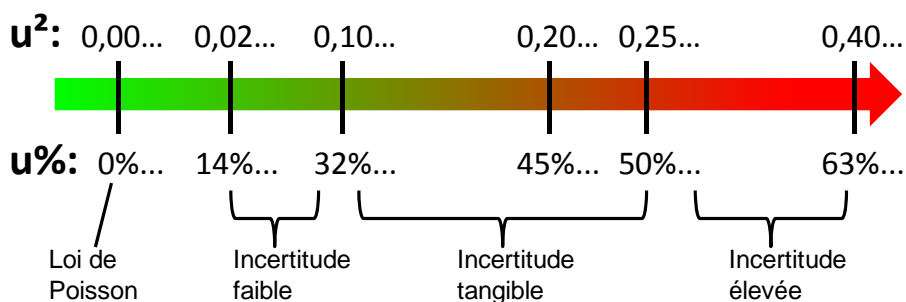


Figure 11 : échelle empirique de l'incertitude de mesure en microbiologie de l'eau

Note : Loi de Poisson : variabilité intrinsèque (incertitude de distribution entièrement aléatoire des nombres de particules lors de l'aliquotage d'une suspension parfaitement homogénéisée)

Incertitude "technique" : variabilité opérationnelle correspondant à la sur-dispersion par rapport à la loi de Poisson, en termes de variance relative (u^2) ou d'écart-type relatif ($u\% = \text{racine carrée } (u^2) \times 100$)

6. PERSPECTIVES

Des perspectives peuvent être entrevues en termes de modélisation de la variabilité des mesures en microbiologie, afin que les modèles utilisés en routine pour exploiter les résultats d'essais interlaboratoires reposent directement sur les variables aléatoires reconnues comme les plus adéquates sur le plan biostatistique (distribution de Poisson, Binomiale Négative ou Gamma-Poisson).

Ces améliorations pourraient en particulier permettre d'éviter la transformation des données de comptages susceptibles de perturber les estimations de dispersion et ouvriraient l'opportunité d'un raccordement total des indicateurs statistiques utilisés pour les calculs d'incertitude de mesure avec ceux employés pour l'évaluation des performances analytiques dans le cadre du Contrôle Externe de Qualité.

7. CONCEPTION ET REALISATION DE LA NOTE TECHNIQUE

La présente note technique a été réalisée par l'équipe d'Exploitation Biologie, en collaboration avec l'équipe Technique et la Direction d'AGLAE et publiée après consultation de la Commission Technique Microbiologie.

Nous remercions vivement les membres de la Commission Technique pour leur relecture avisée.

8. BIBLIOGRAPHIE

FD T90-465-1: 2014 - Qualité de l'eau - Protocole d'estimation de l'incertitude de mesure associée à un résultat d'analyse pour les méthodes de dénombrement microbiologiques - Partie 1 : références, définitions et généralités

FD T90-465-2: *finalisation en cours* - Qualité de l'eau - Protocole d'estimation de l'incertitude de mesure associée à un résultat d'analyse pour les méthodes de dénombrement microbiologiques - Partie 2 : cas des méthodes énumératives

ISO 13528:2015 - Méthodes statistiques utilisées dans les essais d'aptitude par comparaisons interlaboratoires

ISO/TR 13843:2000 - Qualité de l'eau -- Lignes directrices pour la validation des méthodes microbiologiques

ISO/TS 22117:2010 - Microbiologie des aliments -- Exigences spécifiques et lignes directrices pour les essais d'aptitude par comparaison interlaboratoires

ISO 29201:2012 - Qualité de l'eau -- Variabilité des résultats d'essais et incertitude de mesure des méthodes d'énumération microbienne

ISO 5725-1:1994 -Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure -- Partie 1: Principes généraux et définitions

ISO 5725-2:1994 - Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure -- Partie 2: Méthode de base pour la détermination de la répétabilité et de la reproductibilité d'une méthode de mesure normalisée

NF EN ISO 16266:2008 - Qualité de l'eau - Détection et dénombrement de *Pseudomonas aeruginosa* - Méthode par filtration sur membrane

NF EN ISO 26461-2 :1993 - Qualité de l'eau - Recherche et dénombrement des spores de micro-organismes anaérobies sulfito-réducteurs (clostridia) - Partie 2 : méthode par filtration sur membrane

NF EN ISO 6222 :1999 - Qualité de l'eau - Dénombrement des micro-organismes revivifiables - Comptage des colonies par ensemencement dans un milieu de culture nutritif gélosé

NF EN ISO 7899-2 :2000 - Qualité de l'eau - Recherche et dénombrement des entérocoques intestinaux -- Partie 2: Méthode par filtration sur membrane

NF EN ISO 9308-1 :2000 - Qualité de l'eau - Recherche et dénombrement des *Escherichia coli* et des bactéries coliformes -- Partie 1: Méthode par filtration sur membrane

XP T 90-412 :2006 - Qualité de l'eau - Recherche et dénombrement des staphylocoques pathogènes - Méthode par filtration sur membrane