

# CONCOURS GENERAL DES LYCEES

## Spécialité : Biotechnologies

### SESSION 2013

#### Epreuve d'admission

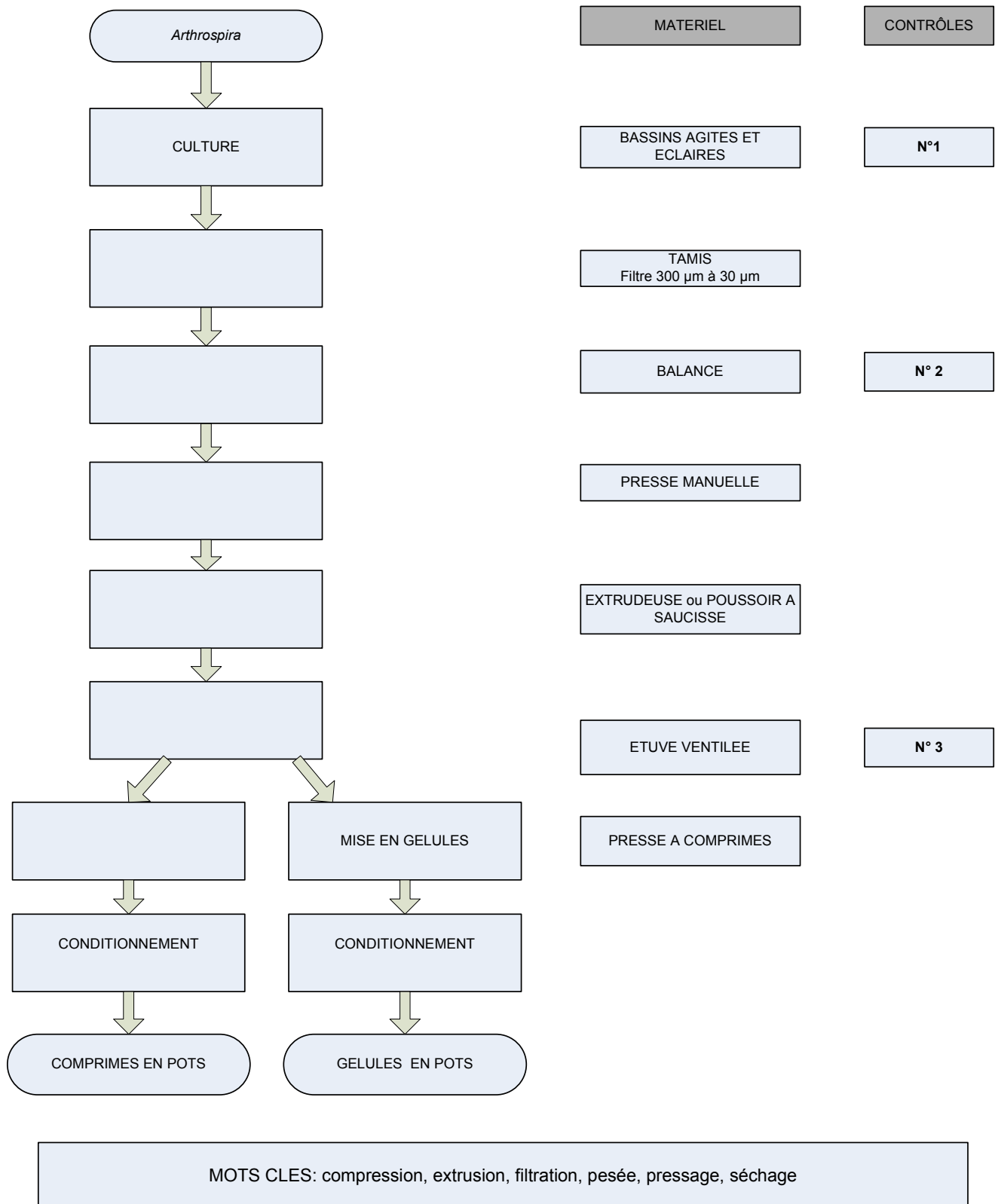
#### DOSSIER TECHNIQUE

<b>Annexe 1</b> (p. 2)	Fabrication des différentes formes de commercialisation de spiruline - <b>1</b> : Diagramme de fabrication
<b>Annexe 2</b> (p. 3 à 7)	Données relatives à la spiruline : intérêt, production dans le monde, composition - <b>2a</b> : Photographies de sites de production de spiruline - <b>2b</b> : Extraits publicitaires - <b>2c</b> : Extraits de la thèse d'état de Sébastien Sguera, docteur en pharmacie
<b>Annexe 3</b> (p. 8 à 10)	Aide mémoire de métrologie - <b>3a</b> : Compatibilité de deux ou trois valeurs mesurées en condition de répétabilité ; expression du résultat de mesure - <b>3b</b> : Vérification de l'acceptabilité d'une valeur mesurée à l'aide de la mesure ponctuelle d'un étalon de contrôle
<b>Annexe 4</b> (p. 11 à 14)	Cellules de numération - <b>4a</b> : Description du matériel et protocole d'utilisation d'une cellule de comptage - <b>4b</b> : Cellule de Malassez - <b>4c</b> : Cellule de Thoma - <b>4d</b> : Cellule de Nageotte

#### Documents techniques fournis par le centre :

- Spectrophotomètre Shimadzu UV mini 1240
- Tableur/grapheur Excel
- Microscope
- Balance IR Scaltec SMO 01

**Annexe 1 : Diagramme de fabrication de différentes formes de commercialisation de spirulines**



**Annexe 2a : Photographies de sites de production de spiruline**

**Production de spiruline à l'hôpital Saint-Camille de Ouagadougou (Burkina Faso)**

<http://www.spirulineburkina.org/>



**Production de spiruline par la société Cyanotech Corporation à Hawaï (USA)**

<http://www.cyanotech.com/company/facility.html>



**Photobioréacteur au kibboutz Ketura dans le désert du Néguev (Israël)**

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Algoculture\\_au\\_kibboutz\\_Ketura.JPG](http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Algoculture_au_kibboutz_Ketura.JPG)



### La spiruline pour une jolie peau



Pourquoi l'algue spiralée est-elle un complément alimentaire de premier choix quand il s'agit de santé cutanée ?  
Le zinc et le sélénium de la spiruline agissent en synergie avec la vitamine E et les pigments (bêta-carotène, phycocyanine, chlorophylle) pour un effet assainissant et antioxydant puissant.  
Il est avéré que la vitamine B5 joue un rôle au niveau de la résistance des muqueuses et de la peau.

### La spiruline riche en oligo-éléments et enzymes



Les oligo-éléments et enzymes sont indispensables pour une bonne santé : la nature est bien faite, la spiruline en est particulièrement bien garnie...

### La spiruline, un allié de choix pour la musculation



Les athlètes en phase de renfort musculaire, nécessitent une complémentation protéinée, en particulier en acides aminés « branchés » : Leucine, Isoleucine, Valine. Ces acides aminés branchés se retrouvent en forte proportion dans la spiruline, avec de surcroît le matériel vitaminique, enzymatique et les oligoéléments minéraux qui participent conjointement à l'anabolisme musculaire et à la réduction du pannicule adipeux.

### La spiruline pour la bonne santé des yeux



Les yeux ont besoin de vitamine A en haute concentration; un manque se fait ressentir par une cécité de nuit, des yeux secs et des inflammations fréquentes.  
La télévision excessive et le travail sur ordinateur peuvent augmenter le besoin de la vitamine A (jusqu'à le doubler). La spiruline est [l'aliment avec la plus haute concentration de caroténoïdes](#), ces derniers sont, dans les parois intestinales, transformés en vitamine A.

La spiruline croît naturellement dans la ceinture tropicale du globe, entre 35°N et 35°S environ. Elle se trouve communément dans des eaux saumâtres, ainsi que dans des lacs salins de régions tropicales et semi-tropicales à pH fortement alcalin.

Plus généralement, elle croît dans des eaux chaudes, très minéralisées riches en carbonate de sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ou bicarbonate de sodium ( $\text{NaHCO}_3$ ), d'autres minéraux et une source d'azote fixe. C'est pourquoi on peut en trouver aussi dans certains déserts, à l'endroit de ramassage de l'eau provenant occasionnellement des montagnes. Ces conditions de développement excluent la prolifération de la plupart des autres microorganismes

.../...

En moyenne, la spiruline contient en poids sec jusqu'à 70 % de protéines, 15 à 25 % de glucides, jusqu'à 11 % de lipides ainsi que des vitamines, des minéraux (principalement des oligoéléments), de la chlorophylle et des phycobiliprotéines.../..

.../...

La spiruline contient la plupart des acides aminés et notamment tous les acides aminés essentiels constituant près de 60% de la masse totale des protéines.

.../...

Les Apports Nutritionnels Conseillés (ANC) constituent une étape indispensable pour l'évaluation de la couverture des besoins physiologiques, en fonction des différentes situations et classes d'âge, tout en posant les limites de sécurité à ne pas dépasser, sans risque pour la santé.

En dessous des ANC, le risque de carence augmente de manière continue. Au-delà, la possibilité d'une carence est voisine de zéro, bien qu'il existe un risque de surdosage au-delà duquel peut apparaître la fonctionnalité négative du nutriment. Cependant, avant de dépasser cette limite, il existe une zone de sécurité très large, variable selon les nutriments.

.../...

La malnutrition constitue un problème de santé publique à travers le monde et particulièrement dans les pays en voie de développement. Contrairement à une idée très répandue, la malnutrition ne dépend pas simplement du fait qu'un enfant peut ou non satisfaire son appétit. Un enfant qui mange suffisamment pour calmer sa faim immédiate peut néanmoins être malnutri si ses besoins nutritionnels n'ont pas été compensés.

La malnutrition est en général le fruit de l'association d'un apport alimentaire inadéquat et d'une infection. Chez les jeunes, la malnutrition est synonyme de troubles de la croissance, les enfants mal nourris étant plus petits et plus légers que ne le voudrait leur âge.

.../...

Beaucoup d'expériences avec la spiruline, notamment sur la dénutrition, n'ont pas donné lieu à des publications dans des revues spécialisées. Ceci en raison des difficultés pour les ONG de publier de telles revues et par manque de moyens humains et financiers pour respecter les protocoles expérimentaux adaptés afin d'éviter par la suite un scepticisme de la part de la communauté scientifique et en particulier des nutritionnistes. Il faut aussi reconnaître que la plupart des essais nutritionnels sur la spiruline, même publiés dans des revues scientifiques à comité de lecture, restent critiquables sous certains aspects. Pourtant depuis quelques années, certaines publications sérieuses ont permis de démontrer l'efficacité nutritionnelle de celle-ci.

.../...

Exemple d'étude de réhabilitation nutritionnelle menée dans un Centre hospitalo-universitaire (CHU) de Dakar au Sénégal. Cette étude a été réalisée sur 59 enfants d'âge moyen d'environ 19 mois, atteints de formes graves de malnutrition protéino-énergétique. Chacun a reçu une dose journalière de 10 grammes de spiruline en poudre, répartie en deux prises journalières, mélangée à la bouillie de céréales pendant 30 jours en milieu hospitalier puis 30 jours à domicile. Les résultats de cet essai ont montré un gain moyen en poids de 7,64 grammes/kg/jour avec une reconstitution partielle de la masse musculaire des enfants.

.../...

Les pays riches n'ont qu'un faible intérêt à développer la culture de spiruline pour son pouvoir nutritionnel car l'abondance de nourriture fait qu'il n'y a pas de problème de dénutrition. De plus cette bactérie ne peut pas être brevetable telle quelle, il n'y a donc aucun avantage économique à en tirer et donc peu de moyen d'intéresser les grands groupes pharmaceutiques.

.../...

En trente années de recherches, jamais une seule publication scientifique n'a fait état d'un risque quelconque de toxicité ou d'effet secondaire, même à forte dose. Ceci a été confirmé d'une part, par une étude réalisée dans les années 1970 à l'hôpital Bichat à Paris sur des enfants et adultes dénutris n'ayant mis en évidence aucune augmentation de l'urémie (l'hyperurémie pouvant être due à un excès d'apport protéique), pas plus qu'une augmentation du taux d'acide urique (l'hyperuricémie pouvant être provoquée par un excès d'apport en acides nucléiques), pourtant les quantités de spiruline ingérées approchaient les 100 g par jour et d'autre part, par le fait que cet organisme ne possède pas les gènes assurant la synthèse des toxines de cyanobactéries.

.../...

La spiruline est consommée depuis des siècles par différents peuples à travers le monde. Aujourd'hui de nombreux pays la cultivent artisanalement pour une consommation locale. Ainsi, des fermes artisanales se sont créées un peu partout dans le monde, principalement dans les pays du Tiers-monde où sévissent la famine et la malnutrition (Burkina Faso, Burundi, Cameroun, Kenya, Madagascar, Mali, Niger, Inde, Congo...). Dans ces pays, la spiruline a contribué à aider les populations qui n'ont pas une diversité alimentaire suffisante, à apporter les protéines, vitamines et oligoéléments nécessaires à une nutrition équilibrée. De nombreuses ONG participent au développement local des fermes à spiruline dans le but d'apporter une solution simple et efficace à la malnutrition. La consommation de spiruline n'est pas un moyen de substitution de l'alimentation courante mais réellement un complément alimentaire riche, facile à cultiver et économiquement très avantageux pour ces peuples souvent très pauvres.

.../...

Dans les pays industrialisés, les carences en nutriments ou en vitamines sont rares, ceci étant lié à la diversité des aliments consommés qui assure la totalité des besoins et souvent même les dépasse. Certaines populations peuvent cependant avoir certaines carences. Ainsi, des carences peuvent apparaître suite à un comportement alimentaire particulier (ex : carences en vitamine B12 chez les végétaliens). D'autres populations dites à risque peuvent avoir des carences du fait de certaines pathologies telles qu'une malabsorption intestinale ou un cancer. Enfin durant certaines périodes au cours de la vie, des carences peuvent aussi survenir (carence en fer et vitamine B9 chez les femmes enceintes, besoins accrus au cours de la croissance ou lors de la vieillesse par des pertes augmentées).

Pour toutes ces populations, la prise de compléments alimentaires peut être conseillée.

**Tableau 7 : Composition en acides aminés de *Spirulina platensis* [21]**

<i>Acides aminés</i>	%	<i>Acides aminés</i>	%
Asp	0,9	Met*	0,8
Thr*	0,5	Ile*	1,3
Ser	0,6	Leu*	0,8
Glu	1	Tyr	3,3
Pro	0,3	Phe*	2,5
Gly	0,6	His	4,7
Ala	1	Lys*	1,9
Val*	1,3	Arg	2,1

Non inclus Trp\* and Cys

\* Acide aminé essentiel

**Tableau 9 : Vitamines hydrosolubles contenues dans la biomasse de *Spirulina platensis* en fonction des saisons (mg/100g de matière sèche) [21]**

<i>Vitamines hydrosolubles</i>	<i>Échantillon recueilli en hiver</i>	<i>Échantillon recueilli en automne</i>	<i>Échantillon recueilli en été</i>	<i>Échantillon recueilli au printemps</i>
Acide ascorbique (Vit C)	42,8	42	106,2	195,3
Nicotinamide (Vit B3 ou PP)	5,3	0,6	0,4	0,9
Pyridoxine (Vit B6)	4	0,6	0,3	0,5
Riboflavine (Vit B2)	0,8	0,7	0,9	0,2
Thiamine (Vit B1)	11,6	15,4	0,8	0,8
Cyanocobalamine (Vit B12)	0,4	0,8	0,3	0,3
Acide folique (Vit B9)	0,6	0,4	0,2	0,6

**Tableau 10** : Vitamines liposolubles contenues dans la biomasse de *Spirulina platensis*  
( mg/100g de matière sèche) [21] [20]

Vitamines	Quantités
$\beta$ -carotène (provitamine A)	64 à 200 mg/100g
Tocophérol (Vitamine E)	10 à 19 mg/100g
Vitamine D	12000 U soit 0,3 mg/100g

**Tableau 15** : Comparaison des ANC avec les apports de la spiruline [40]

	B1	B2	B3	B5	B6	B8	B9	B12	C
<b>Spiruline</b> (mg/10g de biomasse)	0,08- 1,54	0,02- 0,09	0,06- 0,53	-	0,03-0,4	-	0,02-0,06	0,03-0,08	4,2- 19,33
<b>Rapports</b> <b>Spiruline/ANC (%)</b> <i>enfant 1-3 ans</i>	20-385	2,5-11	1-8	-	5-67	-	20-60	3750- 10000	7-32
<b>Rapports</b> <b>Spiruline/ANC (%)</b> <i>femmes allaitantes</i>	4,5-85	1-5	0,4-3,5	-	1,4-18	-	5-15	1000- 4000	3-15

ANC = Apports Nutritionnels Conseillés

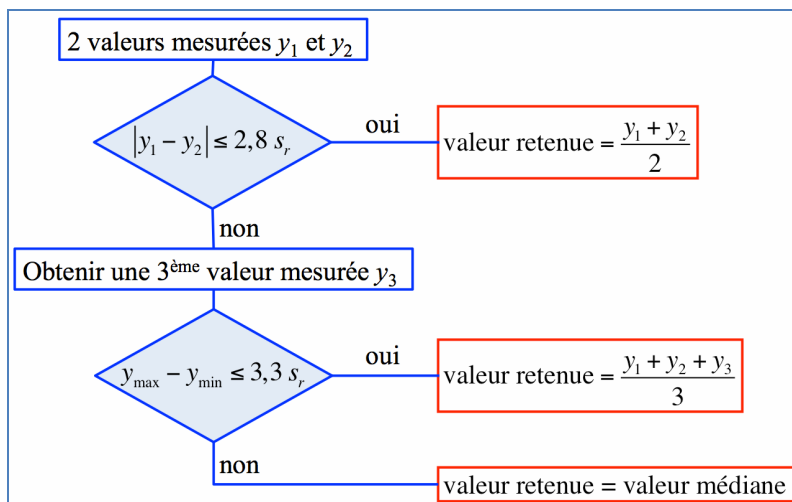
**Tableau 17** : Comparaison des ANC en vitamines liposolubles avec les apports de la spiruline [40]

	Pro A (A)	D	E	K
<b>Spiruline</b> (mg/10g de matière sèche)	6,4- 20 (1-3)	0,03	1,0- 1,9	-
<b>Rapports</b> <b>Spiruline/ANC (%)</b> <i>enfant 1-3 ans</i>	500- 1700	300	25-50	-
<b>Rapports</b> <b>Spiruline/ANC (%)</b> <i>femmes allaitantes</i>	225- 700	300	8-16	-

## Annexe 3a : Compatibilité de deux ou trois valeurs mesurées en condition de répétabilité Expression du résultat de mesure

### 1. Compatibilité de deux ou trois valeurs mesurées en condition de répétabilité

La compatibilité de deux ou trois valeurs mesurées en condition de répétabilité est déterminée grâce à l'écart type de répétabilité ( $s_r$ ), indiqué dans le mode opératoire de la méthode de dosage mise en œuvre. L'étude de la compatibilité de deux ou trois valeurs mesurées en condition de répétabilité se fera en s'appuyant sur le logigramme suivant :



Pour la compatibilité de deux ou trois valeurs mesurées en condition de répétabilité, il sera obligatoirement précisé dans le compte-rendu : la valeur de  $s_r$ , le nombre de valeurs mesurées utilisées pour le calcul, si la moyenne ou la médiane des résultats a été retenue.

Exemples :

#### Exemple 1

- Ecart-type de répétabilité :  $s_r = 0,32 \text{ mmol.L}^{-1}$  pour un niveau de concentration d'environ  $50 \text{ mmol.L}^{-1}$

- Valeurs mesurées obtenues :  $c_1 = 51,236 \text{ mmol.L}^{-1}$   
 $c_2 = 51,245 \text{ mmol.L}^{-1}$

- Calculs :

$$2,8 \cdot s_r = 0,896 \text{ mmol.L}^{-1}$$

$$c_2 - c_1 = 0,009 \text{ mmol.L}^{-1}$$

$$0,009 \text{ mmol.L}^{-1} < 0,896 \text{ mmol.L}^{-1}$$

Les valeurs mesurées sont compatibles, la valeur retenue est la moyenne des deux valeurs mesurées

Valeur retenue :  $c_{(X; \text{sol Z})} = 51,241 \text{ mmol.L}^{-1}$

**Remarque :** C'est l'incertitude élargie qui permet de fixer le nombre de chiffres significatifs du résultat. **Lors de l'étude de la compatibilité de deux ou trois valeurs mesurées en condition de répétabilité, il convient de toujours conserver 5 chiffres significatifs (et de préférence en écriture scientifique).**

#### Exemple 2

- Ecart-type de répétabilité :  $s_r = 0,32 \text{ mmol.L}^{-1}$  pour un niveau de concentration d'environ  $50 \text{ mmol.L}^{-1}$

- Valeurs mesurées obtenues :  $c_1 = 51,236 \text{ mmol.L}^{-1}$   
 $c_2 = 52,245 \text{ mmol.L}^{-1}$

- Calculs :

$$2,8 \cdot s_r = 0,896 \text{ mmol.L}^{-1}$$

$$c_2 - c_1 = 1,009 \text{ mmol.L}^{-1}$$

$$1,009 \text{ mmol.L}^{-1} > 0,896 \text{ mmol.L}^{-1}$$

Les valeurs mesurées ne sont pas suffisamment proches, un troisième essai doit être effectué.

**Remarque :** Si pour des raisons matérielles, il n'est pas possible de réaliser un troisième essai alors que celui-ci serait nécessaire, la moyenne ne sera pas effectuée et un résultat sera rendu pour l'un des essais.



<p>Pour le troisième essai (<b>version 1</b>)</p> <p>- Valeur mesurée obtenue : <math>c_3 = 52,266 \text{ mmol.L}^{-1}</math></p> <p>- Calculs :</p> <p><math>3,3 \cdot s_r = 1,056 \text{ mmol.L}^{-1}</math></p> <p><math>c_{\max} - c_{\min} = 1,030 \text{ mmol.L}^{-1}</math></p> <p><math>1,030 \text{ mmol.L}^{-1} &lt; 1,056 \text{ mmol.L}^{-1}</math></p> <p>Les valeurs mesurées sont compatibles, la valeur retenue est la moyenne des trois valeurs mesurées</p> <p>Valeur retenue : <math>c_{(X; \text{sol Z})} = 51,916 \text{ mmol.L}^{-1}</math></p>	<p>Pour le troisième essai (<b>version 2</b>)</p> <p>- Valeur mesurée obtenue : <math>c_3 = 52,306 \text{ mmol.L}^{-1}</math></p> <p>- Calculs :</p> <p><math>3,3 \cdot s_r = 1,056 \text{ mmol.L}^{-1}</math></p> <p><math>c_{\max} - c_{\min} = 1,070 \text{ mmol.L}^{-1}</math></p> <p><math>1,070 \text{ mmol.L}^{-1} &gt; 1,056 \text{ mmol.L}^{-1}</math></p> <p>Les valeurs mesurées ne sont compatibles, la valeur retenue est la médiane des trois valeurs mesurées</p> <p>Valeur retenue : <math>c_{(X; \text{sol Z})} = 52,245 \text{ mmol.L}^{-1}</math></p>
---	--

Remarque : Ce logigramme ne peut, en aucun cas, être utilisé pour des numérations sur une suspension.

## 2. Expression du résultat de mesure

**L'incertitude** est un **indicateur de la qualité** du résultat de mesure, qui prend en compte les erreurs non maîtrisées.

En effet, le mesurage parfait n'existe pas, dans une méthode de mesurage les sources de variabilité de la mesure sont multiples. A chaque facteur de variabilité est associée une **incertitude-type (notée u)**.

Le bilan global de ces incertitudes-types permet de construire une **incertitude-type composée (notée  $u_c$ )**.

**L'expression du résultat de mesure doit être accompagnée de son incertitude élargie (U)**. Cette dernière est calculée en multipliant l'incertitude-type composée ( $u_c$ ) par un facteur d'élargissement (k) :  $U = k \cdot u_c$

Pour un niveau de confiance d'environ 95 %, k sera égal à 2.

Expression du résultat de mesure :

**Grandeur mesurée = (valeur retenue U) unité**

Remarques :

- L'incertitude élargie doit être arrondie à **deux chiffres significatifs** quand le chiffre dominant dans l'incertitude est 1, 2 ou 3
- L'incertitude élargie doit être arrondie à **un seul chiffre significatif** quand le chiffre dominant dans l'incertitude est 4 ou plus
- Il faut adapter le nombre de chiffres avec lequel le résultat de mesure est rendu, en fonction de l'expression de l'incertitude élargie sur ce résultat.

**Le dernier chiffre significatif du résultat de mesure doit être à la même position décimale que le dernier chiffre significatif de l'incertitude élargie.**

Exemples :

### **Exemple 1**

Valeur retenue :  $c_{(X; \text{sol Z})} = 0,22561 \text{ mmol.L}^{-1}$

Incertitude-type composée :  $u_c = 0,0027 \text{ mol.L}^{-1}$  pour ce niveau de concentration

$U = 2 \cdot 0,0027 = 0,0054 \text{ mol.L}^{-1}$  arrondi à  $0,005 \text{ mol.L}^{-1}$

$c_{(X; \text{sol Z})} = (0,226 \pm 0,005) \text{ mmol.L}^{-1}$

Incertitude élargie d'un facteur 2 pour avoir un niveau de confiance d'environ 95 %

### **Exemple 2**

Valeur retenue :  $c_{(X; \text{sol Z})} = 0,12961 \text{ mmol.L}^{-1}$

Incertitude-type composée :  $u_c = 0,0014 \text{ mol.L}^{-1}$  pour ce niveau de concentration

$U = 2 \cdot 0,0014 = 0,0028 \text{ mol.L}^{-1}$

$c_{(X; \text{sol Z})} = (0,1296 \pm 0,0028) \text{ mmol.L}^{-1}$

Incertitude élargie d'un facteur 2 pour avoir un niveau de confiance d'environ 95 %

Remarque :

Pour des **numérations sur une suspension**, l'incertitude sur le mesurage est nettement plus importante que celle sur des mesurages réalisés sur des solutions (dosages biochimiques).

**L'incertitude élargie, pour un de confiance d'environ 95 %, sera directement fournie.**

### **Annexe 3b** : Vérification de l'acceptabilité d'une valeur mesurée à l'aide de la mesure ponctuelle d'un étalon de contrôle

Une procédure de mesure ne peut être utilisée dans un laboratoire que si l'on a préalablement fait une étude de ses qualités dans le laboratoire lui-même, avec les systèmes de mesure dont dispose le laboratoire.

Une **étude statistique complète** de cette procédure de mesure attestera de sa **fidélité** et de sa **justesse**.

La réalisation d'un **essai sur un étalon de contrôle** s'inscrit dans cette démarche.

Elle permet de vérifier si la valeur mesurée pour l'étalon de contrôle se situe, ou non, dans un intervalle d'acceptabilité choisi et donc de savoir si on peut accepter, ou non, la série des mesurages réalisés dans les mêmes conditions.

Exemples :

#### **Exemple 1**

La valeur conventionnelle de l'étalon de contrôle (valeur de référence) est :  $y_{\text{réf}} = 1,50 \text{ mol.L}^{-1}$

L'intervalle d'acceptabilité choisi est :  $(1,26 < 1,50 < 1,74) \text{ mol.L}^{-1}$

Comparaison :

La valeur mesurée obtenue lors d'un mesurage de l'étalon de contrôle au laboratoire est :  $y_{\text{exp}} = 1,36 \text{ mol.L}^{-1}$

La valeur mesurée  $y_{\text{exp}}$  est bien comprise dans l'intervalle d'acceptabilité.

Conclusion :

La valeur mesurée pour l'étalon de contrôle est conforme.

En conséquence, les valeurs mesurées obtenues pour la série des échantillons à doser sont acceptées.

#### **Exemple 2**

La valeur conventionnelle de l'étalon de contrôle (valeur de référence) est :  $y_{\text{réf}} = 4,60 \text{ mmol.L}^{-1}$

L'intervalle d'acceptabilité choisi est :  $(3,77 < 4,60 < 5,43) \text{ mmol.L}^{-1}$

Comparaison :

La valeur mesurée obtenue lors d'un mesurage de l'étalon de contrôle au laboratoire est :  $y_{\text{exp}} = 5,46 \text{ mmol.L}^{-1}$

La valeur mesurée  $y_{\text{exp}}$  n'est bien comprise pas dans l'intervalle d'acceptabilité.

Conclusion :

La valeur mesurée pour l'étalon de contrôle n'est pas conforme.

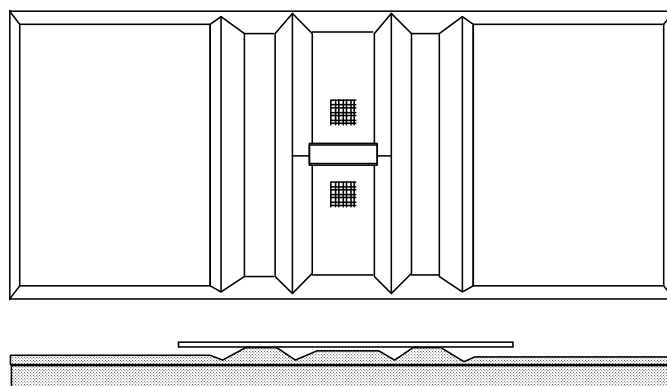
En conséquence, les valeurs mesurées obtenues pour la série des échantillons à doser ne sont pas acceptées.

## CELLULE DE COMPTAGE

### Description du matériel

Une cellule de numération est une épaisse lame de verre, creusée de rigoles qui délimitent des plates-formes :

- deux plates-formes latérales élevées qui supporteront une lamelle épaisse et plane
- une plate-forme centrale légèrement abaissée, sur laquelle est gravé un quadrillage (ou deux quadrillages)



### Protocole d'utilisation

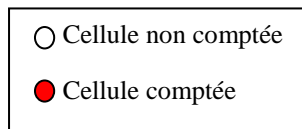
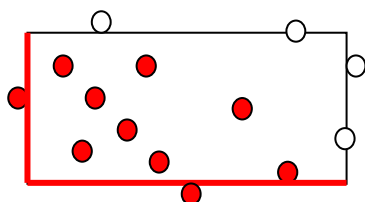
- Humecter les deux plates-formes latérales de la cellule de numération avec un petit papier humide essoré.
- Faire adhérer la lamelle en la faisant glisser sur les deux plates-formes latérales de la cellule : il apparaît des irisations sur les bords de la lamelle.
- Laisser entrer par capillarité une goutte d'échantillon à dénombrer à l'aide d'une pipette molle stérile
- Laisser reposer la cellule à plat en chambre humide 10 minutes
- Dénombrer les éléments à l'intérieur des lignes délimitant la surface

Consignes de montage

- Vérifier la présence d'un léger débordement de la goutte dans les rigoles de la cellule de numération
- Le liquide doit recouvrir toute la surface quadrillée de la cellule.

Consignes de comptage

- Pour les éléments situés sur les lignes sont comptés:
  - les éléments situés sur la ligne de gauche mais pas ceux situés sur la ligne de droite, ou l'inverse
  - ceux situés sur la ligne du bas mais pas ceux situés sur la ligne du haut, ou l'inverse.



- **La numération est significative si l'on compte environ 200 cellules.**

**Annexe 4b** : Caractéristiques de la **cellule de Malassez** et expression du résultat

**Cellule de Malassez**

	<p>Le quadrillage de la cellule de Malassez est constitué d'un grand rectangle de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2,5 mm de longueur</li> <li>- 2 mm de largeur</li> </ul> <p>Il est divisé en 100 unités rectangulaires égales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 25 rectangles sont clairs</li> <li>- 50 rectangles sont rayés verticalement ou horizontalement</li> <li>- 25 rectangles sont subdivisés en 20 petits carrés de 0,05 mm de côté.</li> </ul> <p>La profondeur est de 0,2 mm.</p> <p>Le volume total est de 1 mm<sup>3</sup>.</p> <p>Chaque unité rectangulaire a un volume de :</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <math>V = 0,25 \times 0,20 \times 0,20 = 0,01 \text{ mm}^3</math> </div>
--	--

On dénombre dans X unités rectangulaires (au moins 5)

**Expression du résultat en nombre de cellules par mm<sup>3</sup>**

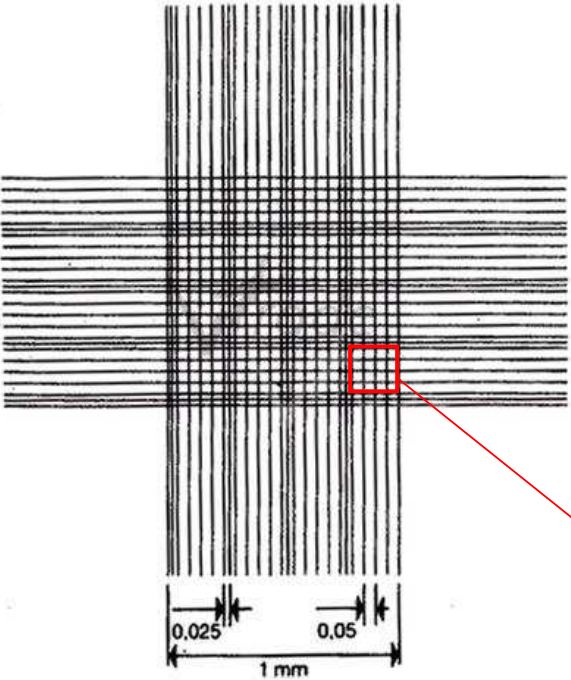
**Equation aux grandeurs ou formule littérale**

$N \text{ (cellules ; suspension à dénombrer) =}$	$\frac{\text{nombre de cellules comptées}}{\text{volume d'une unité rectangulaire. } X}$
---	--

**Equation aux unités**

$\text{cellules. mm}^{-3} =$	$\frac{\text{sans unité}}{\text{mm}^3 \text{. sans unité}}$
------------------------------	---

### Cellule de Thoma

	<p>Le quadrillage de la cellule de Thoma est composé d'une forme carrée comprenant 16 grands carrés séparés par des triples bandes.</p> <p>La profondeur est de 0,1 mm.</p> <p>Le volume total est de 0,1 mm<sup>3</sup>.</p> <p>Chaque grand carré est subdivisé en 16 petits carrés.</p> <p>Un petit carré correspond à une surface élémentaire de 0,05 mm de côté.</p> <p>Le quadrillage de la cellule de Thoma comprend 400 petits carrés.</p> <p>Chaque grand carré a un volume de :</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <math>V = 0,05 \times 0,05 \times 0,1 \times 16 = 0,004 \text{ mm}^3</math> </div>
--	---

On dénombre dans X grands carrés (au moins 4)

#### Expression du résultat en nombre de cellules par mm<sup>3</sup>

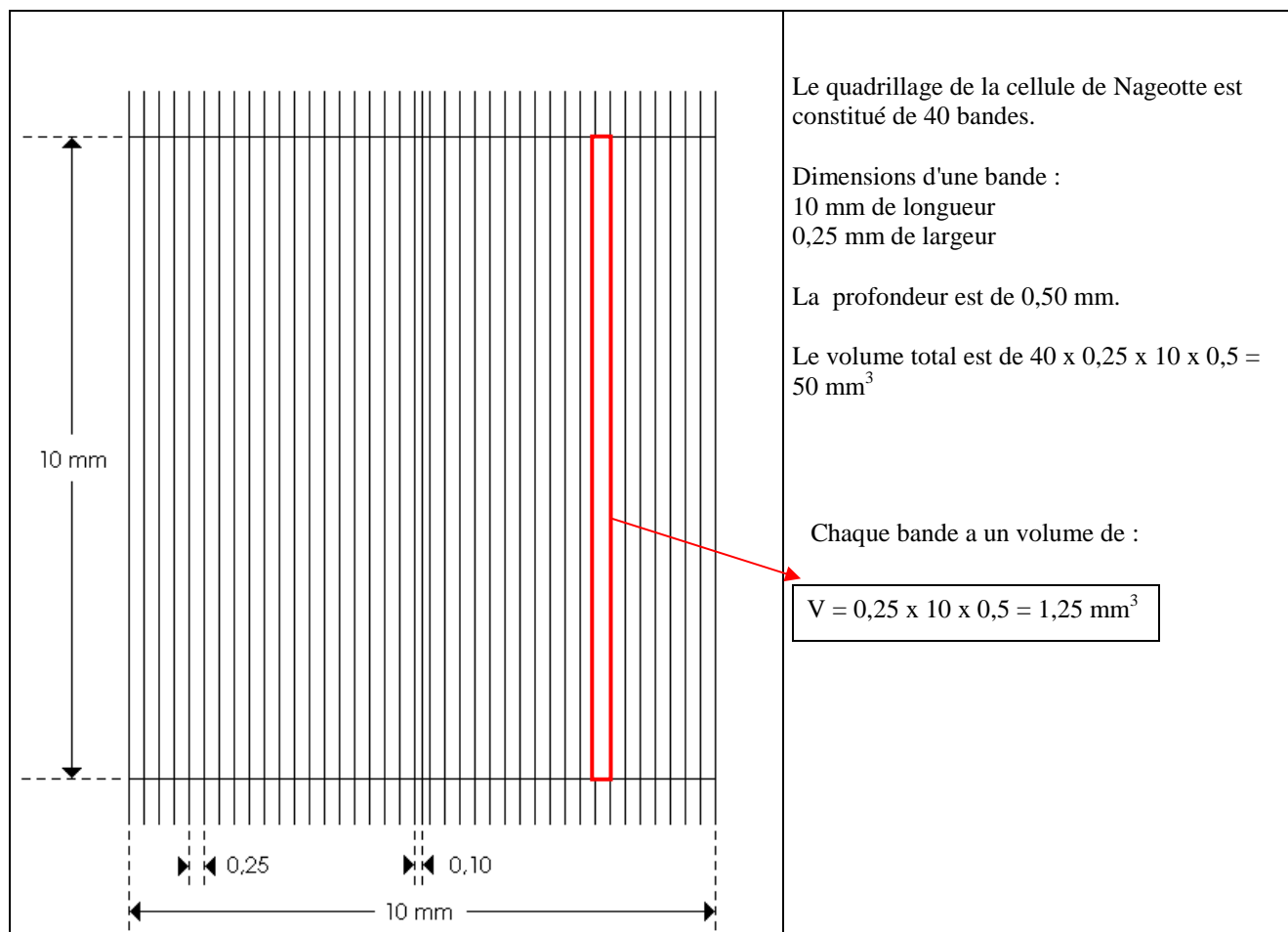
##### Equation aux grandeurs ou formule littérale

N (cellules ; suspension à dénombrer) =	$\frac{\text{nombre de cellules comptées}}{\text{volume d'un grand carré. X}}$
---	--

##### Equation aux unités

cellules. mm <sup>-3</sup> =	$\frac{\text{sans unité}}{\text{mm}^3 \cdot \text{sans unité}}$
------------------------------	---

**Cellule de Nageotte**



On dénombre dans X bandes (au moins 4)

**Expression du résultat en nombre de cellules par mm<sup>3</sup>**

**Equation aux grandeurs ou formule littérale**

N (cellules ; suspension à dénombrer) =	$\frac{\text{nombre de cellules comptées}}{\text{volume d'une bande. X}}$
---	---

**Equation aux unités**

cellules . mm <sup>-3</sup> =	$\frac{\text{sans unité}}{\text{mm}^3 . \text{sans unité}}$
-------------------------------	---