SESSION 2026
Métropole

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL
E5 TECHNIQUES PROFESSIONNELLES

Intitulé : Laboratoire contrôle qualité

Durée : 180 minutes

Matériel(s) et document(s) autorisé(s) : **Aucun**

Le sujet comporte 13 pages

L'annexe A est à rendre avec la copie après avoir été numérotée

---

Certains documents et le contexte ont été modifiés pour les besoins de l'épreuve

SUJET

Contrôles de la potabilité de l'eau du robinet

Entre décembre 2023 et janvier 2024, la Bretagne a été frappée par deux tempêtes successives : Ciarán et Domingos, qui ont provoqué des pluies très importantes sur cette région. Ces fortes précipitations peuvent être à l'origine de pollutions des cours d'eau et des nappes phréatiques, qui sont des lieux de captage d'eau brute* pour les stations de potabilisation de l'eau.
Le maire d'une commune des Côtes d'Armor se rend au Laboratoire Départemental pour se renseigner dans le but de rassurer la population sur la qualité de l'eau. Vous êtes technicien dans ce laboratoire, et vous êtes chargé de présenter au maire les différentes analyses réalisées au niveau de la station de potabilisation de l'eau pour garantir la qualité sanitaire de l'eau du robinet.

Vous allez présenter notamment :

- Les analyses chimiques, en lien avec la chloration de l'eau en sortie de station de potabilisation.
- Les analyses microbiologiques réalisées sur site de prélèvement (eaux de rivière), en sortie de station de potabilisation et au robinet.
- Une analyse complémentaire réalisée sur site de prélèvement, pour la détection d'un virus bactériophage.

** eau brute : eau non traitée*

1. Contexte des analyses. (3 points)

Le **document 1** présente l'activité du laboratoire départemental.

1.1. Citer les trois secteurs dans lesquels vous intervenez dans le cadre de votre laboratoire.

Le **document 2** présente le rôle de l'ARS dans le contrôle de l'eau potable.

1.2. Justifier le besoin de contrôles réalisés sur les eaux potables dans la commune.

1.3. Présenter l'intérêt d'être accrédité COFRAC comme mentionné dans le **document 2 :** « Les prélèvements et analyses sont réalisés par des laboratoires certifiés COFRAC ».

1.4. Justifier, à l'aide du **document 2**, l'intérêt de la recherche de bactéries telles que *Escherichia Coli* et Entérocoques dans l'eau.

2. Analyses physico-chimiques. (8,5 points)

Afin que le maire situe l'intervention du laboratoire dans le contrôle de la qualité de l'eau, vous lui présentez dans un premier temps le fonctionnement de la station de potabilisation pour laquelle vous effectuez les contrôles. Le fonctionnement de la station ainsi que toutes les étapes de potabilisation sont détaillés dans le **document 3**.

2.1. Identifier les étapes au cours desquelles les paramètres microbiologiques sont traités dans la station de potabilisation.

Le maire vous fait part de l'inquiétude des habitants quant à l'utilisation du chlore pour la désinfection de l'eau.

Le **document 4** présente les conditions d'utilisation du chlore dans le traitement de l'eau.

2.2. Justifier la nécessité de la chloration effectuée à l'étape 7.

2.3. Préciser les paramètres organoleptiques pouvant être altérés par la chloration de l'eau.

Vous présentez ensuite au maire les différentes méthodes d'analyses réalisées par le laboratoire afin de contrôler le chlore libre résiduel présent dans l'eau potable. En effet, la concentration en chlore libre dans l'eau peut être déterminée selon plusieurs méthodes :

- par dosage spectrophotométrique, (**document 5**) ;
- par titrage colorimétrique, (**document 6**) ;
- à l'aide de bandelettes tests (**document 7**).

2.4. Présenter le principe d'un dosage spectrophotométrique.

2.5. Indiquer comment est réalisé la gamme étalon nécessaire au dosage spectrophotométrique.

La longueur d'onde du spectrophotomètre est réglée sur 510 nm.

2.6. Justifier ce choix.

2.7. Préciser le changement de couleur attendu lors du titrage colorimétrique.

2.8. Justifier la présence de la solution tampon dans l'erlenmeyer lors du titrage colorimétrique.

On donne les résultats obtenus par les 3 méthodes d'analyse :

Méthode	**Dosage spectrophotométrique**	**Titrage colorimétrique**	**Test bandelettes**
Concentration en masse de chlore libre résiduel (en $mg.L^{-1}$)	$0,15\ mg.L^{-1}$	$0,16\ mg.L^{-1}$	$0\ mg.L^{-1}$

2.9. Comparer les 3 méthodes présentées en choisissant 3 critères. Vous présenterez votre réponse sous la forme d'un tableau.

2.10. Proposer la méthode la plus pertinente tenant compte de la réglementation. Cette méthode sera celle présentée par le maire au cours de sa conférence de presse.

3. Analyses microbiologiques. (5 points)

Le contrôle microbiologique de la qualité des eaux de consommation impose le dénombrement d'*Escherichia coli*.

Vous présentez au maire deux méthodes utilisées pour dénombrer *E. coli* dans les eaux :

- - la méthode par filtration sur membrane (**document 8**),
- - le test Colilert ® (**document 10**).

3.1. Présenter le principe général de la méthode par filtration sur membrane.

3.2. Préciser l'intérêt de la méthode par filtration pour l'analyse des eaux.

Après filtration, la membrane est déposée sur gélose lactosée au TTC-Tergitol 7. Les caractéristiques de ce milieu sélectif sont présentées dans le **document 9**.

3.3. Détailler les rôles des différents constituants de ce milieu permettant de caractériser spécifiquement les colonies d'*E. coli* (colonies jaunes).

Après incubation sur gélose TTC-Tergitol 7, les colonies typiques sont repiquées.

3.4. Justifier la nécessité de ces analyses complémentaires.

Vous présentez ensuite les résultats d'un test Colilert ® réalisé sur une eau brute non traitée. Après incubation, certains puits apparaissent jaune fluorescent.

3.5. Justifier l'apparition de cette coloration jaune et de la fluorescence en précisant les transformations chimiques mises en jeu.
3.6. Présenter le principe de cette méthode de dénombrement.
3.7. Justifier le choix d'un test Colilert ® pour le dénombrement d'*E. coli* dans une eau brute.

4. Présentation d'une technique d'identification basée sur la biologie moléculaire. (3,5 points)

Vous présentez au maire une analyse par méthode PCR basée sur la quantification des virus parasitant spécifiquement les bactéries coliformes. Ces virus sont appelés coliphages.
Les coliphages sont de bons indicateurs de la présence de bactéries coliformes. Dans la quasi-totalité des échantillons d'eau testés, les résultats suggèrent que les coliphages sont de meilleurs indicateurs de pollution fécale que les systèmes indicateurs classiques actuellement utilisés.

4.1. Justifier l'intérêt d'utiliser une méthode PCR dans le cas de cette technique basée sur la biologie moléculaire.
4.2. Légender **l'Annexe A** (à compléter et à rendre avec la copie après avoir été numérotée).
4.3. Présenter le principe général d'une analyse par PCR.
4.4. Détailler le rôle des 3 étapes d'un cycle PCR.

Suite à sa visite, le maire souhaite rassurer la population.

4.5. Indiquer lui les principales mesures prises par l'ARS, la station de potabilisation et le laboratoire départemental permettant de garantir la qualité de l'eau.

Liste des documents du sujet

Document 1 : Présentation du Laboratoire Départemental d'Analyse des Cotes-d'Armor

Document 2 : Rôle des ARS dans le contrôle sanitaire de l'eau potable

Document 3 : Schéma de la station de potabilisation

Document 4 : Utilisation du chlore dans le processus de potabilisation

Document 5 : Présentation du dosage spectrophotométrique du chlore libre

Document 6 : Titrage colorimétrique du chlore libre

Document 7 : Bandelettes de test

Document 8 : Présentation de la rampe de filtration et du protocole de dénombrement des *E. coli* par la méthode de filtration sur membrane

Document 9 : Composition de la gélose lactosée au TTC et au Tergitol 7

Document 10 : Comment utiliser Colilert-18, procédure de quantification avec Quanty-Tray®

DOCUMENT 1

Présentation du Laboratoire Départemental d'Analyse des Cotes-d'Armor

Le Laboratoire Départemental d'Analyse (LDA) exerce ses missions d'analyse et de contrôle dans des domaines cruciaux tels que la santé, l'environnement et la sécurité alimentaire. Intégré aux collectivités territoriales, il dispose de compétences techniques et scientifiques avancées qui lui permettent de réaliser des analyses fiables et précises. Il contribue ainsi activement à la prévention des risques sanitaires et à la protection de la santé des citoyens.

Pourquoi le LDA a-t-il été créé ?

Initialement, les missions du LDA se concentraient sur la santé animale et l'hygiène alimentaire. Avec le temps, et selon les choix des conseils départementaux, leurs activités se sont élargies. Ils réalisent maintenant des analyses environnementales, comme l'hydrologie, la recherche de sources de pollutions, tout en répondant aux enjeux locaux, avec des analyses spécifiques pour les produits laitiers, les vins, les produits de la mer, etc.

Source : https://www.labocea.fr/laboratoire-departemental-danalyses/?cn-reloaded=1
(document modifié pour les besoins de l'épreuve)

DOCUMENT 2

Rôle des Agences Régionales de Santé (ARS) dans le contrôle sanitaire de l'eau potable

L'eau n'est pas naturellement potable. Dans son parcours jusqu'à nos robinets, elle peut rencontrer des éléments potentiellement néfastes pour les consommateurs. C'est pourquoi, souvent, l'eau doit subir plusieurs traitements avant d'être considérée comme potable.

Pour s'assurer que l'eau fournie pour la consommation humaine est bien conforme aux exigences de qualité, il est le plus souvent nécessaire de traiter l'eau avant de la distribuer aux consommateurs. Ce traitement peut aller d'une simple chloration à des procédés plus complets réalisés en stations de traitement.

Le contrôle sanitaire :

Le contrôle sanitaire peut être mis en œuvre par l'ARS qui s'assure de la qualité de l'eau distribuée conformément à la règlementation en vigueur. La qualité de l'eau du robinet est évaluée par rapport à des exigences réglementaires faisant référence à une soixantaine de paramètres microbiologiques et physico-chimiques, sans compter les pesticides. Les prélèvements et analyses sont réalisés par des laboratoires certifiés par le COmité FRançais d'Accréditation (COFRAC) et agréés par le Ministère chargé de la Santé.

Le contrôle des paramètres microbiologiques :

- Effets sur la santé

La présence de micro-organismes dans l'eau de consommation peut engendrer un risque à court terme pour la santé de la population. Les conséquences dépendent de la sensibilité des personnes exposées (enfants en bas âge, personnes âgées, personnes immunodéprimées), de la nature des germes pathogènes en présence mais aussi de leur concentration. Les symptômes sont le plus souvent de type gastro-entérite.

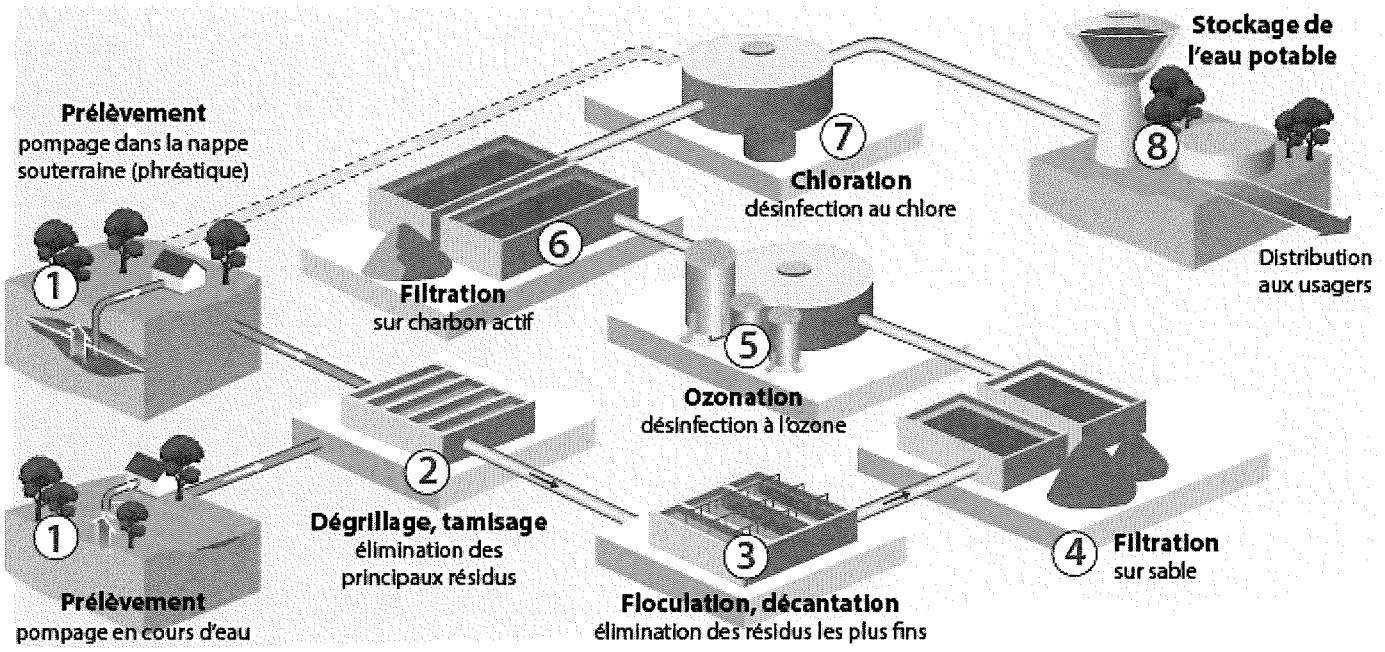
- Exigences de qualité

La diversité des pathogènes susceptibles d'être présents dans l'eau est très grande. C'est pourquoi la qualité microbiologique est appréciée à partir de la recherche de certains germes utilisés comme témoins : *Escherichia coli* et certains entérocoques. La présence de ces germes dans une eau témoigne d'une contamination fécale et donc de la possibilité de présence de germes pathogènes. Pour l'eau du robinet, compte tenu du risque sanitaire à court terme pour les consommateurs, la réglementation exige l'absence d'*Escherichia coli* et d'entérocoques dans un échantillon d'eau de 100 millilitres. Le suivi de ces paramètres permet de juger de l'état d'entretien des installations de production et de distribution d'eau et de l'efficacité de la désinfection lorsqu'elle existe. Les contrôles de ces paramètres sont réalisés en sortie de production mais aussi au plus près du consommateur, sur le réseau de distribution (domicile ou établissement recevant du public).

Source : extraits de https://www.occitanie.ars.sante.fr/leau-du-robinet

DOCUMENT 3

Schéma de la station de potabilisation



Source : Extrait de ANNABAC – Baccalauréat Professionnel – « Module B4 – L'eau et le développement durable »

DOCUMENT 4

Utilisation du chlore dans le processus de potabilisation

Le chlore est un puissant oxydant et désinfectant. Suivant la qualité de l'eau brute (non traitée), il peut être nécessaire d'ajouter jusqu'à 1,2 $mg.L^{-1}$ de chlore dans l'eau. Lorsque le traitement est terminé, la teneur en chlore libre ne doit pas être supérieure à 0,2 $mg.L^{-1}$. Aux concentrations utilisées dans les processus de désinfection des eaux de consommation, le chlore libre est sans danger pour l'homme et peut simplement altérer les propriétés organoleptiques de l'eau. Néanmoins, en cas de surdosage important, il peut se former des Sous-Produits de Chloration (SPC) qui peuvent être, entre-autres, cancérigènes.

Sources : Extraits de « Guide de la mesure ampérométrique du chlore libre » JUMO, FAS 619, Édition 01.08 et de « Évaluation des risques sanitaires des sous-produits de chloration de l'eau potable » VANDERTORREN S., DOR F., BONVALLOT N. – Institut de veille sanitaire – 2004.

DOCUMENT 5

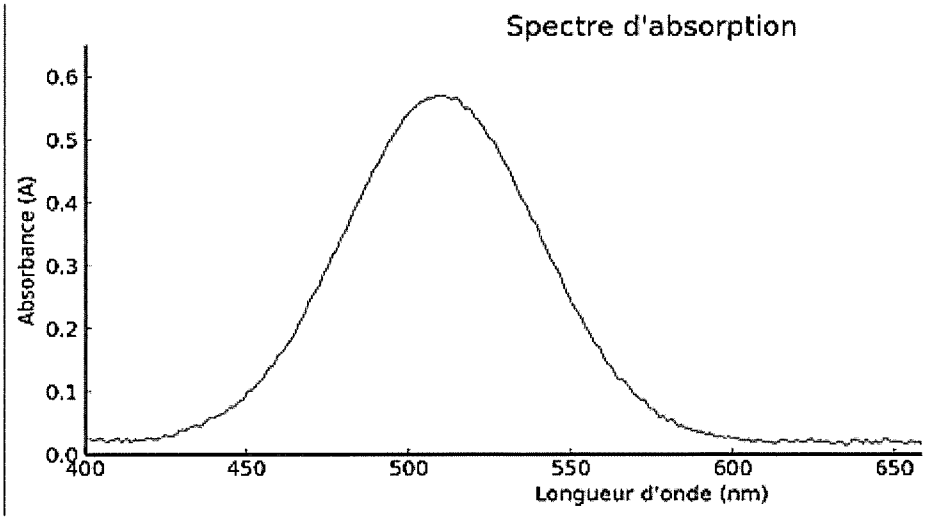
Présentation du dosage spectrophotométrique du chlore libre

Échantillonnage :

1. Lors de la préparation de l'échantillon, il faudra éviter le dégazage du chlore, par exemple en procédant par pipetage.
2. L'analyse devra avoir lieu immédiatement après le prélèvement de l'échantillon.

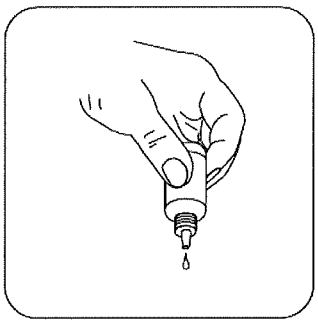
Cette méthode est applicable pour des concentrations en masse allant de 0,02 à 4,0 $mg.L^{-1}$.

Paramétrage :

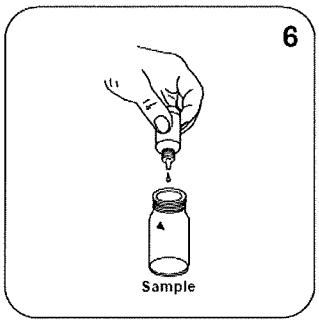


Le spectre d'absorption du composé formé est donné ci-contre.
On paramètre le spectrophotomètre sur une longueur d'onde de 510 nm.

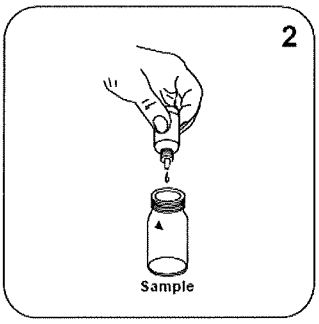
Protocole



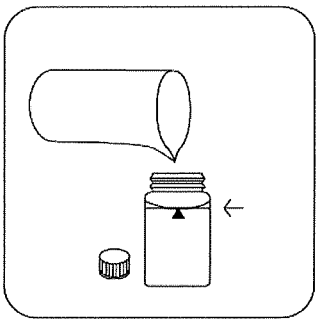
Tenez les flacons compte-goutte à la verticale et ajoutez des gouttes uniformes en appuyant lentement.



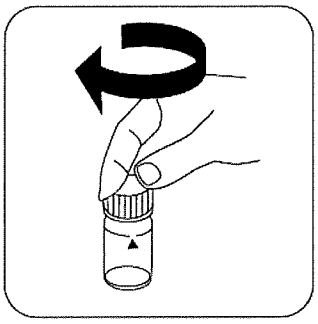
Ajoutez **6 gouttes de DPD 1 Buffer Solution** dans la cuvette réservée à l'échantillon.



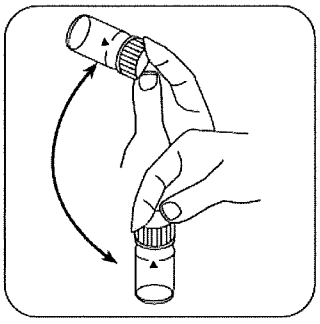
Ajoutez **2 gouttes de DPD 1 Reagent Solution** dans la cuvette réservée à l'échantillon.



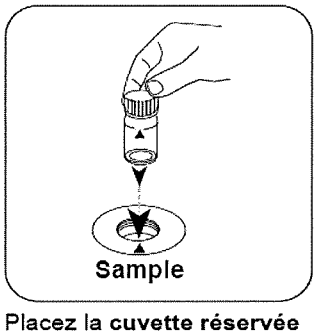
Remplissez la cuvette jusqu'au **repère de 10 mL** en y versant l'**échantillon**.



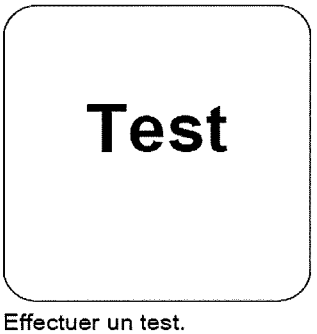
Fermez la(les) cuvette(s).



Mélangez le contenu en mettant le tube plusieurs fois à l'envers puis à l'endroit.



Placez la **cuvette réservée à l'échantillon** dans la chambre de mesure. Attention à la positionner correctement.



Effectuer un test.

Source : Extrait de « Mode d'emploi méthode unique M101 – Chlore L » Spectrophotomètre XD7000 VIS – LOVIBOND, modifié pour les besoins de l'épreuve

DOCUMENT 6

Titrage colorimétrique du chlore libre

On réalise au préalable la transformation chimique se produisant entre le chlore présent dans l'eau et une solution de N,N-diéthylphénylène-1,4 diamine (DPD). Le produit formé, appelé ici Cl-DPD, est rouge entre pH = 6,2 et 6,5. Pour cela, dans un erlenmeyer de 250 mL :

- Placer rapidement 5,0 mL de solution tampon pH = 6,5 ;
- Ajouter 5,0 mL de réactif DPD ;
- 100,0 mL de la prise d'essai.

Titrer rapidement avec une solution de sulfate d'ammonium ferrique jusqu'au changement de couleur. Noter le volume versé à l'équivalence.

Toutes les espèces chimiques, sauf Cl-DPD, sont incolores.

Cette méthode est applicable pour des concentrations en masse en chlore libre comprises entre 0,03 et 5 $mg.L^{-1}$.

Source : Extrait de ISO 7393/1 – 2000

DOCUMENT 7

Bandelettes de test

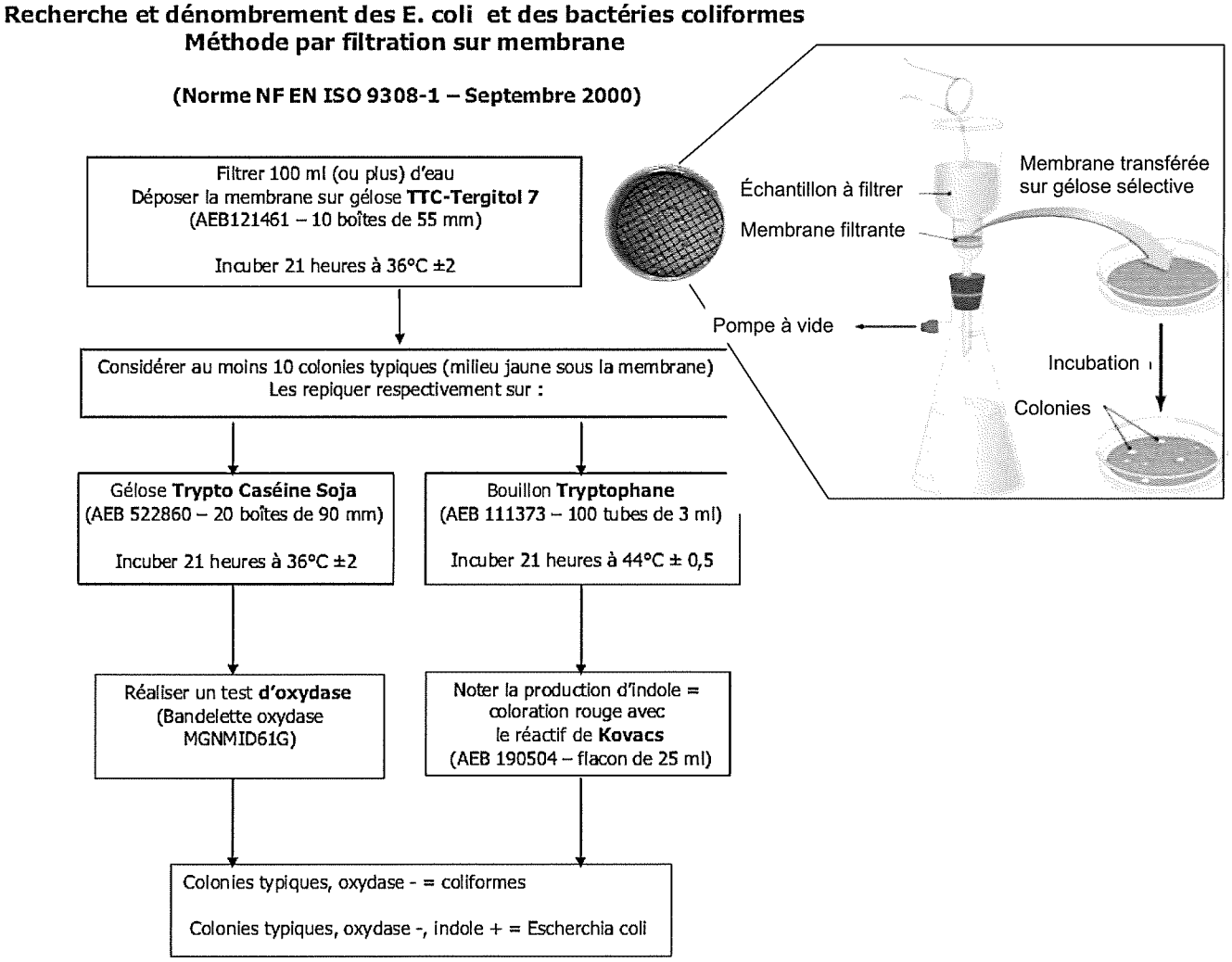


Paramètre analysé	Chlore libre et chlore total
Étendue de mesure	0 – 10 $mg.L^{-1}$
Valeurs (en $mg.L^{-1}$)	0 ; 0,5 ; 1 ; 2 ; 4 ; 10
Avantages	Jetable; rapide; utilisable sur le terrain

Source : Extrait de « Bandelettes de test chlore libre et total » HACH

DOCUMENT 8

Présentation de la rampe de filtration et du protocole de dénombrement de *Escherichia coli* par la méthode de filtration sur membrane



Source : http://aeslaboratoire.com

DOCUMENT 9

Composition de la gélose lactosée au TTC et au Tergitol 7

Pour 1L de milieu complet :

- Peptone pancréatique de viande..... 10,0 g
- Extrait de viande ..... 5,0 g
- Extrait autolytique de levure..... 6,0 g
- Lactose..... 20,0 g
- Tergitol 7..... 0,1 g
- Bleu de bromothymol..... 50,0 mg
- Chlorure de 2,3,5 triphényltétrazolium..... 25,0 mg
- Agar agar bactériologique..... 10,0 g

Source : extrait de la fiche technique, BioKar

DOCUMENT 10

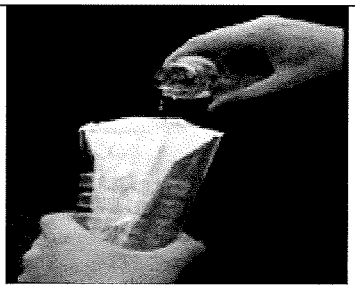
Comment utiliser Colilert-18, procédure de quantification avec Quanty-Tray®

1



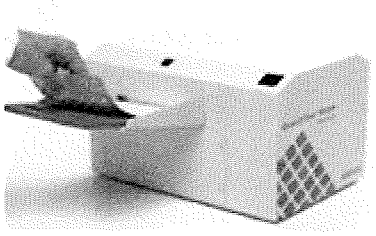
Retirez soigneusement le paquet à encliqueter de la bande, ouvrez-le et ajoutez le réactif à un échantillon de 100 ml d'eau dans un récipient stérile. Fermez et scellez le récipient de manière aseptique, puis agitez jusqu'à dissolution.

2



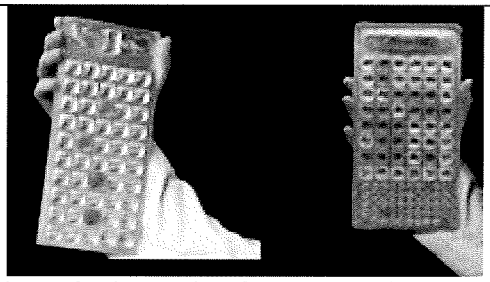
Verser dans un Quanti-Tray® (comptages de <1 à 200 NPP/100 ml) ou Quanti-Tray®/2000 (comptages de <1 à 2419 NPP/100 ml).

3



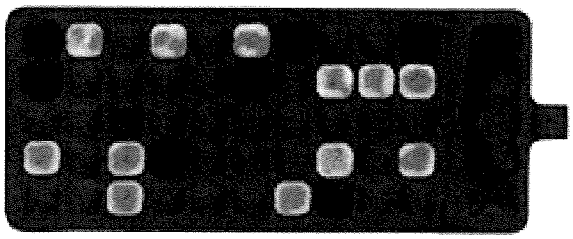
Sceller dans la scelleuse Quanti-Tray® et placer dans l'incubateur pendant 18 heures à 35 ± 0,5 °C (ou selon la réglementation locale).

4



Lire les résultats du Quanti-Tray®. Les puits jaunes = coliformes totaux confirmés. Compter le nombre de puits positifs (y compris le puits de débordement) et se référer au tableau NPP. Remarque : compter séparément les grands et les petits puits lorsqu'on utilise le Quanti-Tray®/2000.

5



Lire les résultats du Quanti-Tray® Les puits jaunes et fluorescents = présence confirmée d'E. coli. Comptez le nombre de puits positifs (y compris le puits de débordement) et référez-vous au tableau NPP (Nombre le plus probable). Remarque : Comptez séparément les grands et les petits puits lorsque vous utilisez le Quanti-Tray® 2000.

Instructions de lecture des résultats :

Lire les résultats à 18 heures et comparer chaque résultat à un comparateur.
Interprétation :

- Si aucune couleur jaune n'est observée, l'échantillon est négatif pour les coliformes et E. coli.
- Si l'échantillon présente une couleur jaune ≥ au comparateur, l'échantillon est positif pour les coliformes.
- Si une couleur jaune est observée, vérifier la fluorescence du Quanti-Tray® en plaçant une lampe UV de 6 watts à 365 nm à 13 cm (5 pouces) de l'échantillon dans un environnement sombre. → Si la fluorescence est ≥ au comparateur, l'échantillon est positif pour E. coli.

Le test Colilert utilise la technologie brevetée Defined Substrate Technology (DST) pour détecter simultanément les coliformes totaux et *E. coli*. Deux indicateurs, ONPG et MUG, constituent les principales sources de carbone du test Colilert et sont métabolisés par la β-galactosidase et la β-glucuronidase, enzymes spécifiques, respectivement des coliformes et *E. coli*.
Lors de leur croissance dans le test Colilert, les coliformes synthétisent de la β-galactosidase qui métabolisent la sonde ONPG, faisant virer le milieu d'incolore à jaune.

Source : https://www.idexx.fr/fr/water/water-products-services/colilert/

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

NOM :

(EN MAJUSCULES)

Prénoms :

Date de naissance :

EXAMEN :

Spécialité ou Option :

EPREUVE :

Centre d'épreuve :

Date :

N° ne rien inscrire

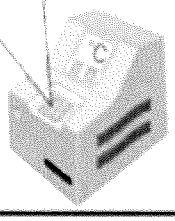
N° ne rien inscrire

ANNEXE A ***(à compléter, numéroter et à rendre avec la copie)***

Mélange déposé dans les tubes

- Solution tampon
- ADN extrait
-
-
-

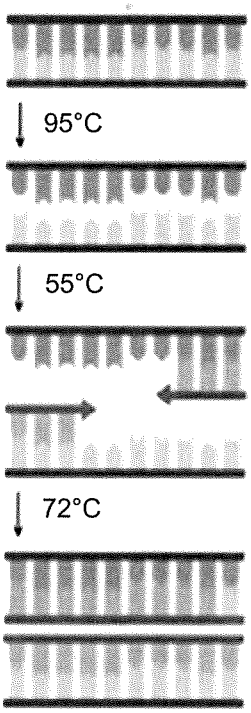
BioMadam.com



PCR Cycle

Nom de l'automate :

Cycles PCR



Etape 1 : .....

Etape 2 : .....

Etape 3 : .....