

66/73547



Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH

Manuel Pratique

revisé
Contrôle Bacteriologique de l'Eau

par

LA METHODE "MILLIVA"

1990

21, rue de Madrid, 21
75008 PARIS
Tel. (1) 22 14 67



Marie Claude VILAND
16, Rue de Marnes
92410 Ville d'Avray
France

PN 84.2085.3-01.100

3756

SOMMAIRE

A. F. E. E.
21, rue de Madrid, 21
75008 PARIS
Tél. (1) 22 14 67

Avant Propos : Objet et domaine d'application

- 1 - Pourquoi contrôler l'eau
- 2 - Les maladies dues à l'eau de consommation
- 3 - Principe des contrôles
- 4 - Les directives de l'OMS
- 5 - Les principales méthodes d'analyse
- 6 - La méthode Millivia - ses avantages -
- 7 - Réalisation pratique de la méthode Millivia

FICHES TECHNIQUES

- N° 1 Equipement et produits consommables
- N° 2 Préparation du matériel pour une tournée de 2 jours
- N° 3 L'incubateur
- N° 4 Le milieu de culture
- N° 5 Consignes de travail sur le terrain
- N° 6 Le prélèvement
- N° 7 Le test de détermination
- N° 8 Le test de confirmation
- N° 9 La fiche d'analyse
- N° 10 Les points à contrôler suivant le type d'installation
- N° 11 Le rythme de surveillance

COTE:

23756

NUMERO:

2398

DATE:

17 MAR 1991

AVANT PROPOS : OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

Ce manuel présente une méthode d'analyse bactériologique mise au point au Niger et adaptée au milieu africain : La méthode Millivia.

Cette méthode qui s'effectue par filtration de l'eau à analyser sur une membrane calibrée est destinée à contrôler des eaux peu chargées en matières en suspension ou en germes saprophytes interférents :

- . eau provenant d'un forage,
- . eau provenant d'un puits protégé,
- . eau filtrée ou désinfectée.

Elle permet de connaître la qualité d'une eau dans un délai de 24 heures avec un matériel simple, approprié et fiable.

Ce manuel est écrit pour être le support d'un stage de formation d'opérateurs de terrain. Pour que l'opérateur devienne praticien, il faudra qu'il réalise, après le stage de formation, une centaine d'analyses correctement menées (soit environ le contrôle de 50 points d'eau) : l'analyse bactériologique doit en effet s'exécuter avec des gestes précis et toujours identiques que le manipulateur ne pourra acquérir qu'avec la pratique.

Par ailleurs, cette formation des agents de terrain est à compléter par un enseignement à deux volets :

- . l'amélioration de la qualité de l'eau c'est-à-dire la destruction des germes pathogènes par des méthodes de désinfection ;
- . l'enquête sanitaire qui permettra de comprendre l'origine de la contamination et d'adopter des mesures pratiques en vue de protéger la ressource.

En effet, l'analyse bactériologique doit toujours s'effectuer dans le cadre d'une inspection sanitaire ; les résultats obtenus seront confrontés aux résultats de l'inspection sanitaire ce qui facilitera le choix des mesures correctives à prendre en priorité.

La séquence : stage de formation à la méthode Millivia,
exercice pratique de 100 contrôles sur le terrain,
formation à l'enquête sanitaire et à l'amélioration de la
qualité de l'eau

est la démarche complète en vue d'optimiser l'utilisation de la méthode. Ce qui permettra enfin, en l'absence d'un laboratoire équipé situé à proximité des points à contrôler, de suivre valablement la qualité de l'eau jusqu'à sa consommation, de vérifier que le traitement adopté ou les mesures mises en oeuvre pour remédier à une eau de qualité médiocre sont efficaces.

1 - POURQUOI CONTROLER L'EAU

Alors que dans les pays développés, les toxi-infections sont le plus souvent d'origine alimentaire, dans les pays en développement, 50 % des maladies infectieuses sont imputables à la qualité microbiologique de l'eau de boisson.

Les principales victimes sont les enfants. D'après le dernier rapport de l'OMS, OMS information N° 136-Septembre 1989, 11 millions d'enfants meurent chaque année dans les Pays en Voie de Développement; pour 4 millions d'entre eux les maladies diarrhéiques, le plus souvent d'origine hydrique en sont la cause.

Les agents pathogènes de ces diarrhées sont :

- des bactéries : bacille du choléra (*Vibrio cholerae*), bacille dysentérique (*shigella*), bacille typhique (*salmonella*), pasteurelles (*cholera des poules*), brucelles (agents de la brucellose) ;
- des virus : de l'hépatite, de la poliomyélite ;
- des parasites : amibes dysentériques, giardia.

Les germes se développent dans le tube digestif d'animaux à sang chaud et de l'homme et se retrouvent dans les excréments. S'ils passent dans l'eau ou s'ils entrent en contact avec l'eau de boisson, ils peuvent être absorbés et infestent de nouveaux sujets.

C'est là le risque essentiel lié à l'eau et l'assainissement dans les PVD.

Il est donc important de pouvoir vérifier si l'eau distribuée n'a pas été en contact avec des matières fécales.

L'analyse bactériologique permet cette vérification et quantifie le degré de contamination dans un délai de 24 heures.

La mise en évidence d'une contamination nécessite la mise en oeuvre de mesures sanitaires qui vont soit empêcher ces germes de passer dans l'eau, soit les éliminer.

L'analyse bactériologique pratiquée après toute mesure d'amélioration permet alors d'évaluer l'efficacité des mesures prises.

LES INFORMATIONS SANITAIRES FOURNIES PAR L'ANALYSE

BACTERIOLOGIQUE DE L'EAU

EVALUATION DU RISQUE SANITAIRE	MISE EN OEUVRE DE MESURES DE PROTECTION SANITAIRE	EVALUATION DE L'EFFICACITE DE TRAITEMENT
<p>L'ANALYSE comme AIDE AU DIAGNOSTIC</p>	<p>AU POINT D'EAU</p> <ul style="list-style-type: none"> . Traitement de l'eau. . Examen des installations. . Protection de la ressource visant à éloigner toute source de contamination : épandage d'engrais animaux, aire de défécation, troupeaux. <p>AU SEIN DES POPULATIONS</p> <ul style="list-style-type: none"> . traitement des sujets malades . mesures d'assainissement du milieu : collecte des eaux souillées et des ordures, latrines ou délimitation de zones de défécation . mesures d'hygiène : transport, stockage, utilisation. 	<p>L'ANALYSE comme MOYEN DE CONTROLE</p>

2 - LES MALADIES DUES A L'EAU DE CONSOMMATION

CONTAMINATION BACTERIENNES

- . Choléra
agent pathogène : vibrio choléra
- . Salmonelloses (Typhoides, Paratyphoïde)
- . Shigelloses (Dysenterie bacillaire)
- . Esherichia-coli (Enterotoxique)
- . Yersinioses, Leptospiroses

CONTAMINATION PARASITAIRES

- . Amibiases (formes aiguës : syndrome dysentérique)
- . Giardiases
- . Ascaridiases

AFFECTION VIRALES

- . Hépatite A
- . Polyomyélite
- . Entérovirus
- . Réovirus
- . Adénovirus
- . Rotavirus

LES GASTROENTERITES AGGRAVENT UN MAUVAIS ETAT NUTRITIONNEL

LA MALNUTRITION, LES DESEQUILIBRES NUTRITIONNELS AGGRAVENT LES SYNDROMES
DIARRHEIQUES, AUGMENTENT LA MORTALITE.

3 - PRINCIPES DES CONTROLES

En reconnaissant l'existence d'infections microbiennes transmises par l'eau, on a été amené à contrôler l'eau et à mettre au point des méthodes pour déceler la présence de micro-organismes pathogènes. Les méthodes qui servent à isoler ces germes pathogènes et à les dénombrer sont souvent longues et complexes ; on a donc recherché des germes non pathogènes, le plus souvent des bactéries, normalement présents dans les déjections de l'homme et des animaux à sang chaud, qui soient moins fragiles que les pathogènes, plus facilement isolés et détectés par une analyse.

Ces germes, dont la présence ne constitue pas un risque en soit pour la santé des utilisateurs de l'eau, témoignent d'un contact avec des matières fécales : ce sont des indicateurs. Appelés aussi "germes test", ils signalent la présence éventuelle d'organismes pathogènes.

Ces organismes pathogènes seront obligatoirement présents auprès des germes non-pathogènes dans des zones infestées ou en période d'épidémie. Aussi l'analyse bactériologique doit-elle toujours être complétée par des informations concernant la santé des populations.

Le but véritable de l'hygiéniste sur le terrain ne sera donc pas de déceler la présence effective de bactéries pathogènes, mais de définir les circonstances qui rendent cette présence possible.

La législation en vigueur dans la plupart des pays de l'OMS recommande, pour le contrôle bactériologique de l'eau, de rechercher et de dénombrer quatre indicateurs bactériens :

- . les coliformes totaux
- . les coliformes fécaux
- . les streptocoques fécaux
- . les clostridium sulfito-réducteurs.

En fait, on distingue deux types principaux d'indicateurs :

- les indicateurs de contaminations qui permettent d'apprécier avec plus ou moins de sûreté ou de précocité le risque d'une contamination éventuelle par des micro-organismes pathogènes ;
- les indicateurs d'efficacité de traitement qui permettent d'évaluer la qualité d'un traitement vis-à-vis d'un micro-organisme ou de plusieurs micro-organismes pathogènes dont la présence peut être redoutée dans l'eau utilisée.

Les indicateurs de pollution fécale : le contrôle préventif d'une pollution fécale

Seuls les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux sont des indicateurs spécifiques d'une pollution fécale. Ils existent en grande quantité dans les matières fécales des hommes et des mammifères les plus susceptibles d'héberger des pathogènes.

Les valeurs approximatives par gramme de matières fécales sont transcrites ci-dessous :

	Coliformes fécaux CF	Streptocoques fécaux SF	SF/CF
Hommes	13-10 ⁶	3-10 ⁶	0,2
Bovidés	0,2-10 ⁶	1,4-10 ⁶	7
Porcs	3,3-10 ⁶	84-10 ⁶	25
Chiens	23-10 ⁶	980-10 ⁶	40

Les coliformes totaux (autres que les coliformes fécaux) et les clostridium sulfito-réducteurs sont des bactéries qui se trouvent normalement dans les matières fécales mais qui peuvent également vivre et se multiplier dans les milieux naturels.

Leur présence dans l'eau, en l'absence de coliformes fécaux et de streptocoques fécaux, autorise uniquement à avoir des doutes sur une pollution fécale.

Les indicateurs d'efficacité de traitement - le contrôle préventif d'efficacité de traitement.

Les procédés de traitement sont de deux types : les uns physico-chimiques ou physiques (sédimentation, filtration avec ou sans coagulation) visent à éliminer les micro-organismes mécaniquement. La similitude de taille et d'absorption déterminera le choix des germes témoins ; les autres utilisent des agents désinfectants (chlore et dérivés, ozone, rayons ultra-violet) qui détruisent ou inactivent les micro-organismes pathogènes. Le germe témoin devra, dans ce cas, présenter pour le moins la même sensibilité que le pathogène, un germe plus résistant sera un meilleur témoin.

Les diverses bactéries coliformes (fécales ou non) présentent une sensibilité proche des principaux germes pathogènes.

Les streptocoques fécaux sont nettement plus résistants à l'action des désinfectants (notamment du chlore) que certains germes pathogènes (salmonella, shigella).

Les clostridium sulfito-réducteurs sont des bactéries très résistantes aux agents extérieurs. Ils sont le signe d'une contamination ancienne, mais pas exclusivement humaine ou animale. Leur recherche s'effectue surtout pour vérifier l'efficacité des traitements physico-chimiques et plus spécialement de la filtration.

Autre contrôle : le comptage des colonies à 22° et 37°.

Ce test consiste à compter toutes les bactéries qui se développent dans l'eau à analyser à deux températures 22° et 37°. Ce test n'est pas significatif d'une contamination fécale.

4 - LES DIRECTIVES DE L'OMS

Les normes définissent les conditions que doivent respecter les eaux de boisson livrées à la consommation humaine pour être potables.

L'eau est potable si elle ne porte jamais atteinte à la santé des consommateurs.

les normes bactériologiques ont été définies en se basant sur la mise en évidence d'indicateurs bactériens.

En 1984, l'OMS a publié les "DIRECTIVES POUR LA QUALITE DE L'EAU" qui se substituent aux normes internationales de 1972. Le changement d'appellation est destiné à rendre compte de façon plus exacte du caractère consultatif des recommandations, l'établissement de normes légales relevant des autorités compétentes des Etats membres.

Ces directives forment une base d'acceptabilité des échantillons d'eaux potables publiques.

VALEUR INDICATIVES POUR LA QUALITE BACTERIOLOGIQUE

Micro-organisme	Unité	Valeur indicative	Observations
A. Avec adduction			
A.1 Eau traitée prélevée à l'entrée du réseau			
coliformes fécaux	Nombre/100 ml	0	
coliformes	Nombre/100 ml	0	
A.2 Eau non traitée prélevée à l'entrée du réseau			
coliformes fécaux	Nombre/100 ml	0	
coliformes	Nombre/100 ml	3	Occasionnellement
A.3 Eau prélevée dans le réseau			
coliformes fécaux	Nombre/100 ml	0	
coliformes	Nombre/100 ml	3	Occasionnellement
B. Sans adduction			
coliformes fécaux	Nombre/100 ml	0	
coliformes	Nombre/100 ml	10	Occasionnellement

Source : OMS 1984

5 - LES PRINCIPALES METHODES D'ANALYSE

Les problèmes techniques de l'analyse bactériologique résident d'une part dans l'isolement et l'identification d'une espèce bactérienne donnée parmi de nombreuses variétés présentes et d'autre part dans le dénombrement de ces espèces. La première recherche aboutit à un diagnostic de présence ou d'absence, la deuxième, plus complexe, donne un résultat quantitatif utilisé pour évaluer la concentration en germes indicateurs.

Il existe deux méthodes générales de dénombrement :

- la méthode du nombre le plus probable (NPP) ou méthode des tubes multiples consiste à inoculer des volumes variés d'eau dans des séries de tubes identiques contenant un milieu de culture liquide adapté au germe à dénombrer. Des tables statistiques permettent de rapporter les résultats au NPP de germes présents dans 100 ml.
- la méthode de filtration sur membrane consiste à dénombrer des colonies qui se développent sur un milieu nutritif spécifique après filtration d'un volume connu d'eau à analyser sur une membrane poreuse calibrée ($0,45 \mu$) généralement en ester de cellulose. Toutes les bactéries ou cellules de dimension supérieure à celle des pores sont retenues sur la membrane et se développent si elles trouvent dans le milieu nutritif les éléments nécessaires à leur croissance.

6 - LA METHODE MILLIVIA - SES AVANTAGES -

La méthode utilisée sur le terrain et mise au point au Niger est une méthode de filtration sur membrane qui s'effectue à l'aide d'un équipement portatif et avec du matériel stérile à usage unique de la marque MILLIPORE.

Elle permet d'apprécier la qualité d'une eau en mettant en évidence et en dénombrant les coliformes thermotolérants (ou fécaux) présents.

L'analyse s'effectue normalement sur un volume d'eau de 100 ml et compte deux étapes.

1ère étape : le test de détermination

Ce test s'exécute sitôt que l'eau à examiner est prélevée dans des sacs de prélement stériles.

Il consiste à filtrer 100 ml d'eau à travers une membrane poreuse à l'aide d'une seringue en pyrex graduée (60 ml) qui permet de créer une dépression. La membrane placée ensuite au contact d'un milieu nutritionnel spécifique des coliformes fécaux est incubée à 44°5.

Après 14 à 18 heures d'incubation les colonies bleues qui sont les coliformes fécaux présumés sont comptées. (voir fiche 7)

2ème étape : le test de confirmation

Il s'effectue sur les colonies présumées et permet d'identifier par 2 réactions biochimiques spécifiques les coliformes thermotolérants.

Ce test s'effectue en 4 heures à une température d'incubation de 35°5. (voir fiche 8)

la méthode Millivia qui identifie les coliformes thermotolérants considérés comme les indicateurs les plus significatifs d'une contamination fécale, prévoit pour un même point de prélèvement deux analyses afin d'augmenter le volume d'eau analysé et donc de garantir le résultat.

Les deux analyses coûtent environ en matériel 5000 FCFA.

Les avantages de la méthode

- l'échantillon est analysé dès qu'il est prélevé.
- l'analyse bactériologique complète s'exécute entièrement sur le lieu de prélèvement.
- Les résultats (test de détermination + test de confirmation) sont lus en 24 heures maximum.
- l'équipement ainsi que le matériel nécessaire à toutes les opérations loge dans le coffre d'un véhicule.
- l'incubateur, réglable aux 2 températures des essais, se branche sur l'allume-cigare du véhicule.
- le matériel de prélèvement et d'analyse est stérile, jetable, à usage unique : il ne nécessite ni stérilisation ni eau distillée.
- la membrane stérile n'est jamais manipulée, elle est donc à l'abri de toute contamination secondaire.
- les milieux nutritifs sont prédosés, prêts à l'emploi et fiables moyennant quelques précautions de conservation.
- la lecture des résultats est simple et sans confusion.

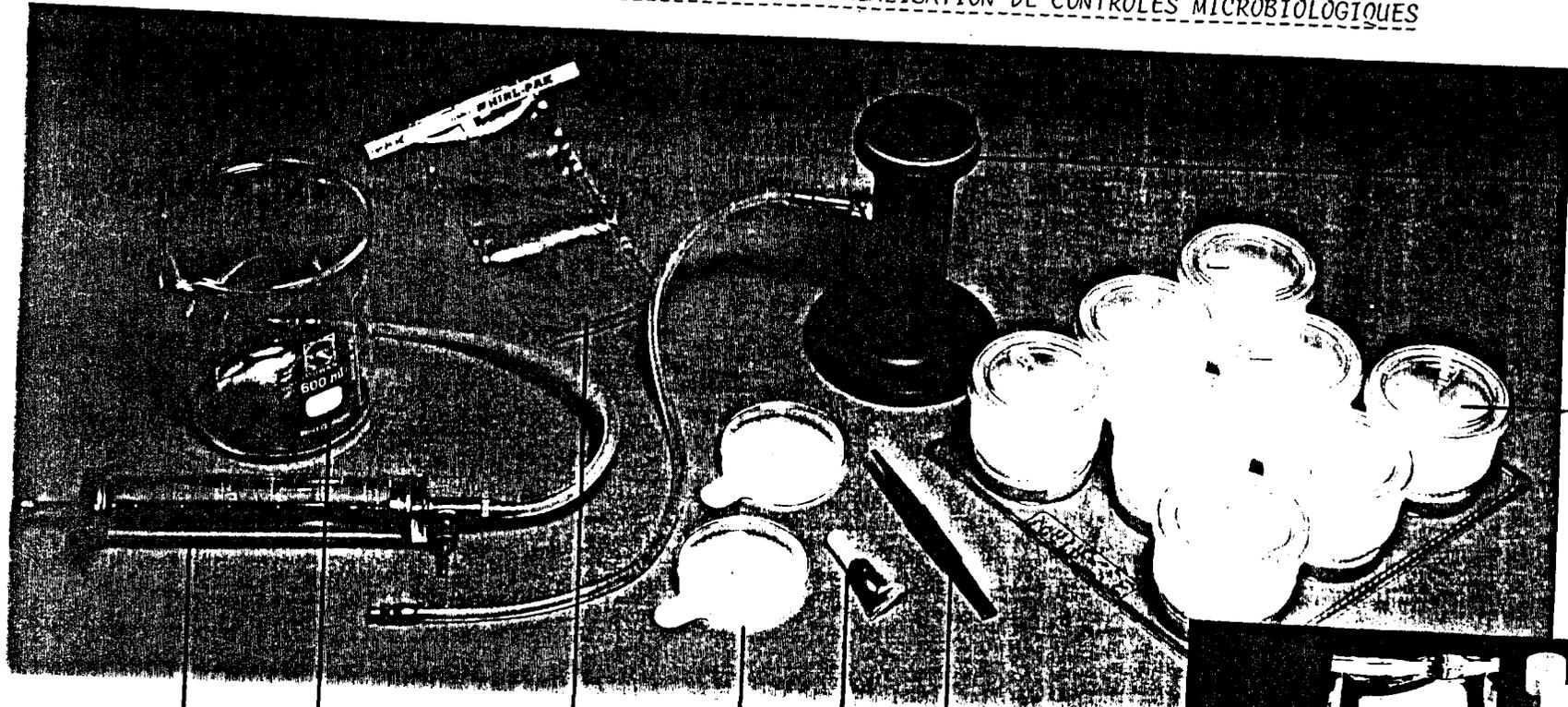
7 - REALISATION PRATIQUE DE LA METHODE MILLIVIA

- 1 - J'installe dans le véhicule mon matériel pour une tournée de 2 jours.
- 2 - ou je me présente au préfet (sous préfet...) qui me met en relation avec le service compétent
ou je me présente au chef du village qui me met en relation avec le responsable de l'installation.
- * j'examine les installations et j'évalue les causes visibles de contamination de l'eau (C'est aussi une autre histoire !)
- 3 - Je branche l'incubateur sur l'allume-cigarette; je remplis la fiche d'analyse
- 4 - J'enfile ma blouse et je me lave les mains
- 5 - J'éloigne les spectateurs
- 6 - J'allume le camping gaz
- 7 - J'installe mon matériel, je mets un sac de prélèvement dans ma poche.
- 8 - Je stérilise à la flamme le robinet ou la sortie d'eau.
- 9 - Je laisse couler 20 litres d'eau (2 seaux).
- 10 - Je remplis mon sac stérile.
- 11 - Je met en place le matériel de filtration
- 12 - Je remplis l'entonnoir et je mets le sac de prélèvement à la poubelle.
- 13 - Je filtre.
- 14 - Je prends une ampoule de milieu nutritif dans la glacière.
- 15 - J'imprégne le tampon.
- 16 - J'applique la membrane au contact du tampon.

- 17 - J'inscris sur le couvercle les éléments qui me permettent d'identifier l'échantillon et l'essai.
- 18 - Je place la préparation dans l'incubateur à 44°5.
- 19 - Je remplis la fiche d'analyse.
- 20 - Je nettoye mon matériel, je le range et j'emporte tous les déchets.
- 21 - Après 18 heures d'incubation, je compte les colonies bleues.
- 22 - Je pratique les tests de confirmation sur les colonies bleues.
- 23 - Je place dans l'incubateur à 35°.
- 24 - Je neutralise les essais achevés dans un bain d'eau javellisée.
- 25 - Après 4 heures je lis les résultats des tests de confirmation et je les porte sur la fiche d'analyses.
- 26 - L'eau n'est pas potable, pourtant les gens la consomme. Je dois immédiatement prendre les dispositions nécessaires

MAIS C'EST UNE AUTRE HISTOIRE

MATERIEL NECESSAIRE A LA REALISATION DE CONTROLES MICROBIOLOGIQUES



SUPPORT DE
FILTRATION

UNITES
MILLIFLEX 100

SERINGUE
A VIDE

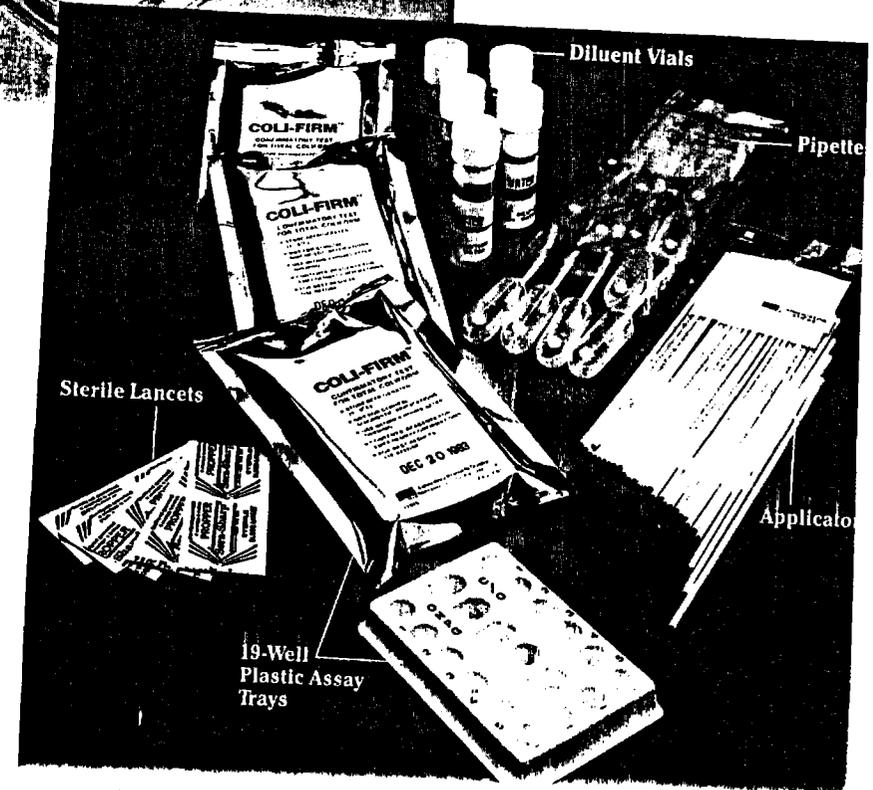
BECHER

SAC DE
PRELEVEMENT

CASSETTE
D'INCUBATION

MILIEU NUTRITIF

PINCE



Diluent Vials

Pipette

Sterile Lancets

19-Well
Plastic Assay
Trays

Applicato

FICHE N° 1

EQUIPEMENT ET PRODUITS CONSOMMABLES NECESSAIRES A
L'ANALYSE SUR LE TERRAIN

MATERIEL DE BASE

Références catalogue MILLIPORE

- 1 incubateur SC1P 687 R8
- 1 plateau de travail
(pouvant être passée à la flamme)
- 1 malette portable
- Matériel d'aspiration :
 - . Support de filtration (tùlpe d'aspiration) MXAC 000 02
 - . Seringue double voie (à vide) MXAC 000 06
- 1 glacière contenant 10 blocs accumulateurs de froid
- Pincés Millipore XX62 000 06
- Chalumeau à gaz , cartouches de recharge, allumettes
- 1 Bécher
- 1 Blouse
- 1 récipient bien fermé contenant de l'eau + javel

PRODUITS CONSOMMABLES

- Unités Milliflex 100 MXAH WG1 24
- Cassettes d'incubation (+ tampons stériles) MXLM C01 20
- Milieu nutritif MFC (50/boite) MXLM OOP 2F
- Test de confirmation
(5 X 5 boites) MCCK 000 00
- Pipettes stériles de 1 ml
- Sacs de prélèvement (500/boite) XX05 000 04
- Fiches d'analyses
- Sacs poubelles

FICHE N° 2

MATERIEL POUR UNE TOURNEE DE 2 JOURS (24 ANALYSES CE QUI
CORRESPOND A 12 POINTS CONTROLES)

- 1 plateau de travail
- Incubateur et rallonge électrique avec adaptateur prise allume-cigarette
- Chalumeau à gaz + 2 recharges + allumettes
- 1 blouse + 1 sac poubelle + 1 réserve d'eau propre + 1 récipient bien bouché contenant de l'eau + javel
- 1 serviette, 1 savon
- 1 malette portable contenant :
 - . 3 plateaux de 8 Milliflex 100
 - . 24 cassettes d'incubation
 - . 24 sacs de prélèvement
 - . 1 support de filtration
 - . 2 seringues double voie
 - . 1 pince, 1 béccher
 - . 1 crayon marqueur
 - . Feuilles de papier filtre ou un rouleau de papier torchon

Dans le couvercle de la malette 1 crayon et 12 fiches d'analyse photocopiées

- 1 glacière contenant :
 - . 24 ampoules de milieu nutritif MFC
 - . 5 boîtes de tests de confirmation
 - . 5 pipettes stériles de 1 ml

FICHE N° 3

L'INCUBATEUR

1. L'incubateur portable comporte 2 chambres d'incubation thermostatées qui peuvent être réglées à $35^{\circ} \pm 0.5^{\circ}$ ou à $44.5 \pm 0.2^{\circ}$ individuellement. Ces deux températures permettent donc de se servir du même incubateur pour la culture des coliformes fécaux à 44°C et pour les tests de confirmation à 35° .
Chaque chambre est équipée d'un thermomètre extérieur qui permet de contrôler la gamme de température sélectionnée.

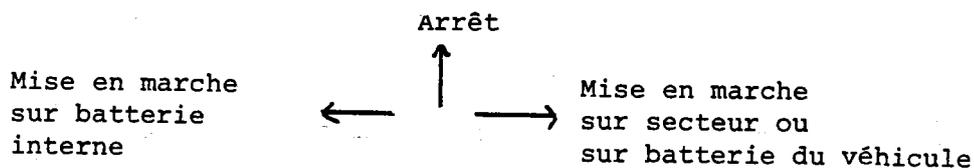
2. Cet appareil fonctionne à 2 voltages et donc possède 2 cordons d'alimentation différents qui permettent de le brancher :

- sur l'allume-cigarette ou la batterie du véhicule (12V)
- sur le secteur (220V)

Par ailleurs, il est équipé d'une batterie qui peut-être rechargée pendant 18 heures. Il a alors une autonomie de 5 à 10 heures suivant la température extérieure.

3. Le temps nécessaire pour atteindre la température sélectionnée dépend également de la température extérieure (la chambre la plus haute ,plus petite s'équilibrant plus vite).
Aucune culture ne doit être introduite tant que la température voulue n'est pas atteinte.

4. La mise en marche de chacune des chambres se fait à l'aide d'un interrupteur à 3 positions.



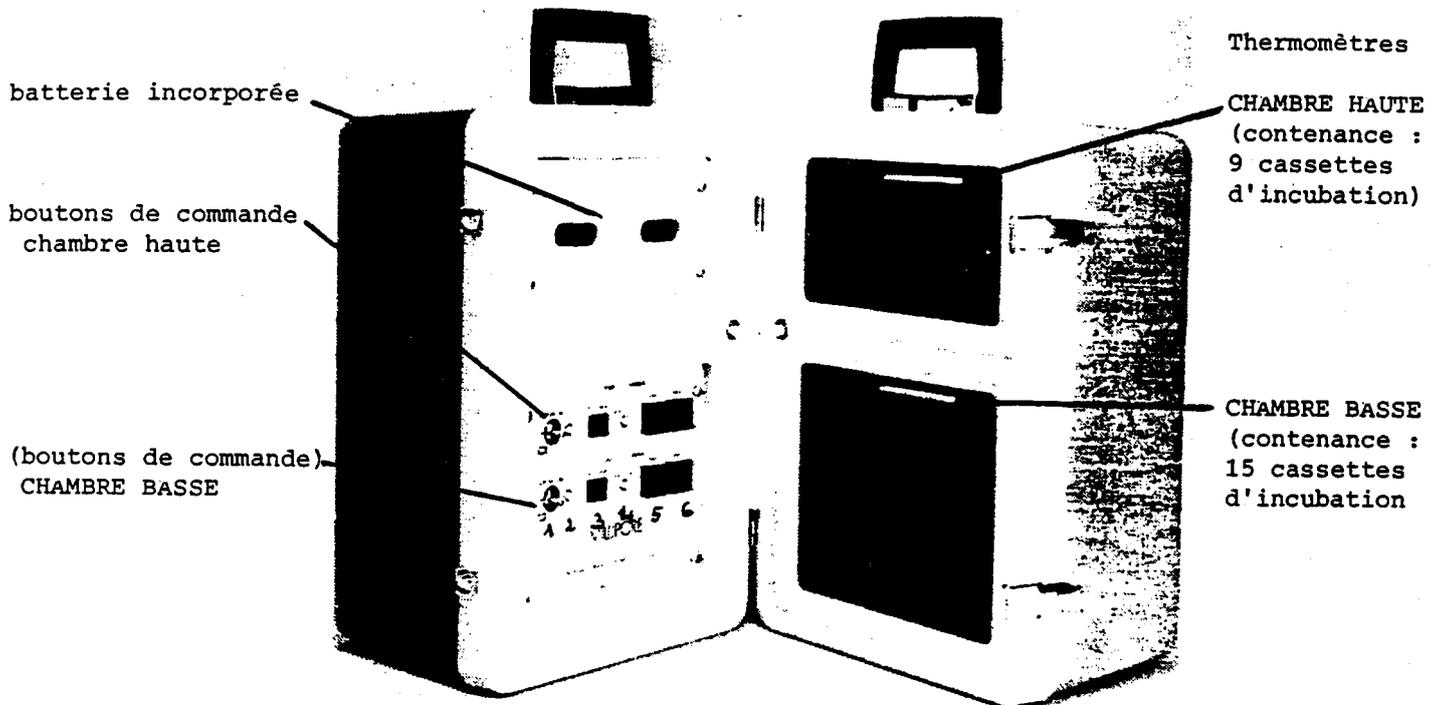
Des témoins lumineux signalent les périodes de chauffage.
Des fusibles facilement accessibles sont prévus pour chacune des chambres (0,2 A et 2 A)

5. Pour recharger la batterie

- Placer les 2 interrupteurs en position OFF
- Mettre le chargeur en position 0, brancher sur le courant et mettre le curseur à 12V
- Si la batterie est déchargée l'aiguille va à droite vers 6 à 8 amp/h. Elle se déplace vers le 1 en se chargeant.

6. CONSIGNES D'ENTRETIEN :

- Après chaque emploi la batterie doit être rechargée.
- Après chaque tournée les chambres d'incubation seront lavées à l'éponge, essorées et séchées.
- Si une des lampes témoins ne fonctionne pas changer le fusible correspondant.
- Lorsque les cultures sont en incubation, les chambres doivent rester fermées.



1. interrupteur 3 positions
2. Témoin lumineux de fonctionnement (temps de chauffage)
3. Sélecteur de température 35 ° et 44°5
4. Signal lumineux circuit électrique
5. Fusible 0.2 A
6. Fusible 2 A

FICHE N° 4

LE MILIEU DE CULTURE MFC

Le milieu utilisé pour la mise en évidence des coliformes fécaux sur le terrain est celui de la méthode standard américaine car il permet une identification facile des coliformes fécaux.

1. SA COMPOSITION

Ce milieu est conçu pour :

- apporter aux coliformes fécaux les éléments nécessaires à leur croissance : lactose, protéines (peptone protéinée, extrait de levure)
- inhiber ou gêner la croissance des bactéries des autres groupes : les sels biliaires sont inhibiteurs des bactéries gram+
- permettre de reconnaître (d'identifier) et donc de compter les colonies de coliformes fécaux : présence d'un solvant bleu d'aniline qui colore en bleu les colonies qui libèrent de l'acide.

Tryptose	1	%
Peptone protéosée	30.5	%
Extrait de levure	0.3	%
Chlorure de sodium	0.5	%
Lactose	1.25	%
Extrait de bile	30.15	%
Bleu d'aniline	0.01	%
Acide rosolique	50.01	%

Le pH final du milieu est de 7,4

2. SA PRESENTATION

Ce milieu se présente stérilisé et prêt à l'emploi en ampoules plastique de 2 ml correspondant à 1 essai. Il est donc d'utilisation très pratique sur le terrain.

Par ailleurs son conditionnement est prévu pour lui assurer une bonne conservation.

Chaque boîte de milieu contient 50 ampoules réparties dans des sachets fermés hermétiquement.

3. SA CONSERVATION

A la réception du matériel, vérifier la date de péremption du milieu et placer aussitôt les boîtes de milieu au frigidaire.

Les sachets hermétiques contenant les ampoules seront transportés sur le terrain dans une glacière. Chaque ampoule ne sera sortie de la glacière et de son sachet qu'au moment de l'emploi.

4. UTILISATION

Ce milieu s'utilise à une température d'incubation de 44°5 et ne permet donc que le développement de bactéries thermotolérantes.

En se développant, les coliformes fécaux fermentent le lactose du milieu en rejetant de l'acide qui fait virer l'aniline au bleu.

Les colonies de coliformes fécaux apparaissent de couleur bleu alors que les coliformes non fécaux sont colorés en gris ou crème et ne sont pas comptés à la lecture.

CONSIGNE DE TRAVAIL SUR LE TERRAIN

L'opérateur doit observer 2 règles essentielles de travail :

- * Eviter toute contamination secondaire de l'eau à examiner.
Les mains, tous les objets usuels, l'air ambiant contiennent des bactéries ; si elles s'introduisent dans l'eau au cours du travail toute étude bactériologique devient impossible.
- * Eviter de se contaminer ou de contaminer son entourage au cours des manipulations.

Pour répondre à ces deux règles l'opérateur doit s'astreindre :

- à organiser d'une façon rationnelle son poste de travail
- à acquérir des gestes précis pour manipuler.

Voici quelques consignes à respecter :

1. L'opérateur doit porter une blouse fermée pouvant supporter l'ébullition, la javellisation et le repassage.
2. Le lavage des mains, avant toute opération, doit être correctement effectué avec un brossage énergique au savon et un séchage à l'aide d'une serviette propre ou de serviettes de cellulose. Les ongles seront courts et propres.
3. Au cours de la manipulation, l'opérateur ne doit pas quitter son poste de travail, doit éviter de parler et effectuera les différentes opérations avec concentration.

Certains gestes familiers sont à proscrire comme par exemple :

- . porter les main aux visage et surtout à la bouche,
 - . toucher des objets personnels (mouchoir, peigne...)
 - . serrer la main d'un visiteur.
4. Avant et après toute manipulation le plan de travail doit être désinfecté par un lavage à l'eau javellisée.
Avant d'installer le poste de travail, le plateau de travail sera stérilisé correctement à la flamme.
 5. En installant son poste de travail l'opérateur se familiarisera avec le matériel , réfléchira aux gestes à effectuer et à la position de chacun des objets.
Le matériel doit être facilement accessible et pendant la manipulation sera dans la zone aseptique de travail c'est-à-dire à environ 15 à 20 cm de la flamme à intensité moyenne.

FICHE N° 5 (suite)

Plan d'installation du matériel :

- A gauche Le plateau supportant les Milliflex 100
Les cassettes d'incubation
- A droite Le matériel de filtration support, seringue et
bécher
La pince à portée de la main droite sera passée à
la flamme avant chaque usage.
- En arrière Le récipient rempli d'une solution aseptique
(eau javellisée) dans lequel seront placés tous
les éléments (pipettes, cassettes d'incubation,
batonnets de prélèvement, lancettes...) ayant été en
contact avec les colonies qui se sont développées
sur la membrane.

6. En fin de manipulation tout le matériel souillé et jetable doit être récupéré (même si les enfants insistent pour le récupérer). Il est enfermé dans un sac poubelle qui sera emporté.

FICHE N° 6

LE PRELEVEMENT

C'est une étape extrêmement importante qui nécessite des précautions. En effet, un échantillon mal prélevé rend inutile toute analyse ultérieure.

Le prélèvement s'effectue lorsque le matériel est installé et que la fiche d'analyse est remplie.

Les sacs de prélèvements utilisés sont stériles, à usage unique. Leur contenance est de 120 ml.

Si l'eau est prélevée au bec d'une pompe ou à un robinet procéder dans l'ordre suivant :

- stériliser le bec ou le robinet au moyen d'une flamme pendant une à deux minutes,
- faire couler l'eau pendant une à deux minutes sans toucher l'orifice de sortie (2 seaux pleins),
- puis ouvrir le sac de prélèvement en le tenant par les deux languettes jaunes,
- le remplir sans éclabousser et le refermer aussitôt.

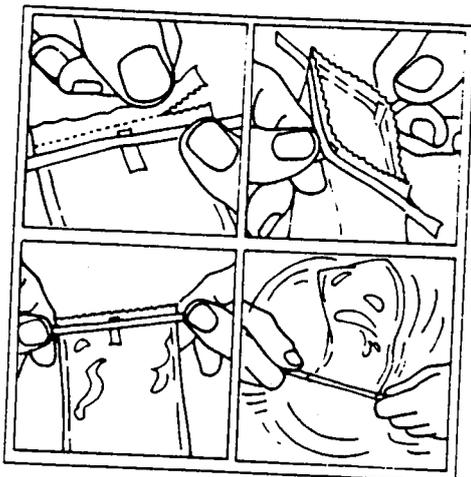
Pour les prélèvements dans les seaux et les jarres la sortie d'eau sera également stérilisée avant de remplir le seau ou la jarre où l'échantillon sera pris.

Dans le cas d'échantillons provenant d'eau chlorée on mettra dans le sac de prélèvement du thréosulfate de sodium (quelques cristaux ou quelques gouttes d'une solution à 10%).

Si l'eau est prélevée dans un puits ou dans une réserve (réservoir, citerne, château d'eau) le prélèvement s'effectue à l'aide d'une bouteille lestée selon le protocole décrit dans "Les Directives de la Qualité de l'Eau" 1984 - OMS - Vol. 3. (cf : Annexe 1)

Fournisseurs en France de flacons de prélèvements lestés :
WILD LEITZ - 86 avenue du 18 Juin 1940 - B.P 326 - 92506 RUEIL MALMAISON

L'eau prélevée sera immédiatement analysée.



FICHE N° 7

LE TEST DE DETERMINATION

L'eau prélevée sera immédiatement soumise au test de détermination.

Le test de détermination comporte diverses opérations : filtration, mise en culture et lecture qui se déroulent comme suit :

- dégager l'unité Milliflex de son support et placer le séparateur stérile sur la tête du support de filtration,
- adapter l'unité Milliflex sur le support de filtration (appelée aussi tulipe d'aspiration) et la seringue double voie : le système support de filtration - seringue double voie permet d'obtenir la dépression nécessaire pour que l'eau travers la membrane poreuse,
- verser dans l'entonnoir du Milliflex 100, 100 ml d'eau à analyser et commencer l'aspiration qui doit être complète,
- prendre une cassette d'incubation et une ampoule de milieu nutritif, retirer le papier autocollant qui protège le tampon absorbant et imprégner le tampon de milieu,
- dégager le Milliflex vide du support de filtration et l'adapter sur la cassette d'incubation pour mettre en contact la membrane et le tampon imprégné de milieu,
- par une pression sur le couvercle, détacher l'entonnoir de l'ensemble membrane + cassette d'incubation,
- fermer la cassette à l'aide du couvercle du Milliflex 100 et la placer dans l'incubateur membrane vers le bas à 44°5, ne pas oublier auparavant d'inscrire au marqueur sur le couvercle le code de l'échantillon, de l'essai et l'heure de mise en incubation.

La lecture s'effectue 14 à 18 heures après :

. les colonies de couleur bleue sont comptées en se servant du quadrillage de la membrane.

LE TEST DE CONFIRMATION

PRINCIPE

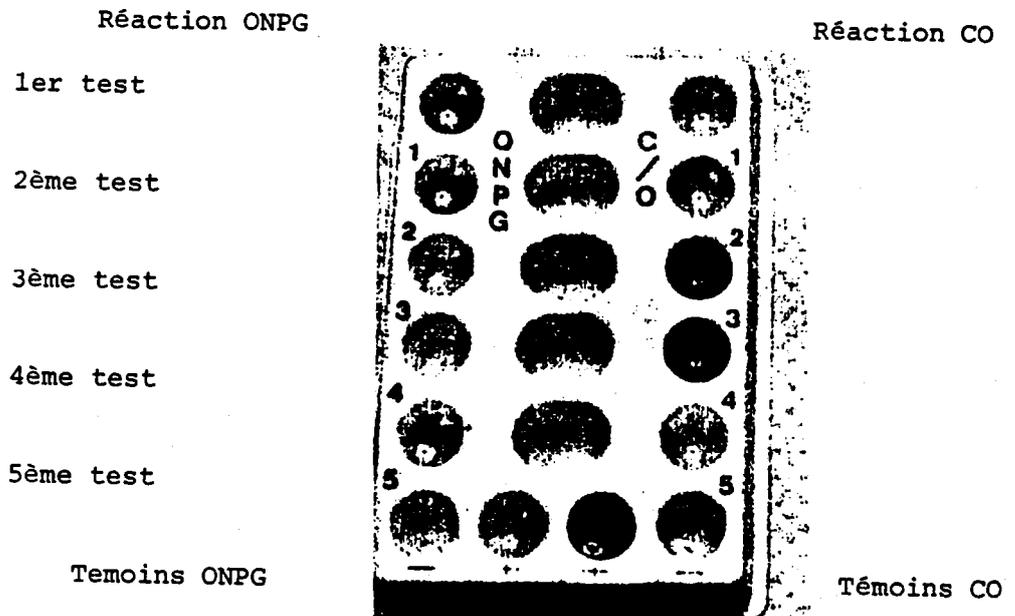
Ce test basé sur deux réactions biochimiques permet en 4 heures de confirmer que les colonies bleues dénombrées après 24 heures d'incubation à 44°5 sont bien des coliformes fécaux (ou thermotolérants).

Deux caractéristiques biochimiques des coliformes sont utilisées :

- La fermentation du lactose mise en évidence par le test ONPG.
- L'absence de cytochrome oxydase mise en évidence par le test CO.

PRESENTATION

5 tests sont réalisables sur un même plateau et se présentent selon le schéma suivant :



Chaque boîte Colifirm contient tout le nécessaire pour 25 tests :

- 5 plateaux de 5 tests
- 5 flacons d'eau stérile
- 25 batonnets de prélèvement
- 30 pipettes de transfert (en plastique souple)
- 5 lancettes stériles
- 5 feuillets transparents auto-collants pour recouvrir les plateaux.

A réception du matériel, les boîtes doivent être placées au réfrigérateur. Leur transport sur le terrain s'effectue dans une glacière.

FICHE N° 8 (suite)

MODE OPERATOIRE

1. préparer la fiche d'analyse correspondant à chacun des plateaux et mentionner pour chacun des test les colonies qui vont être vérifiées.
 2. Stériliser à la flamme le plan de travail
 3. Installer sur le plan de travail le nécessaire pour vérifier 5 colonies suspectes.
 - La ou les boites d'incubation contenant les colonies à vérifier.
 - 1 plateau de 5 tests (sur lequel on mentionne le code d'identification de la fiche d'analyse correspondante).
 - 1 pipette stérile de 1 ml
 - 5 pipettes de transfert
 - 5 batonnets
 - 1 feuillet autocollant
 - 1 flacon d'eau stérile
 - 1 lancette
 4. Remplir les cuvettes ovales du plateau avec 0.5 ml d'eau stérile et mettre 0.2 ml d'eau stérile dans les 4 cuvettes rondes en bas du plateau qui sont les témoins des 2 réactions.
 5. A l'aide d'un bâtonnet, prélever délicatement sur la membrane une colonie à vérifier et la mettre en suspension dans l'eau de la première cuvette ovale. Bien remuer avec le bâtonnet.
- Effectuer la même opération pour les 4 autres colonies qui seront mises respectivement en suspension dans les 4 autres cuvettes ovales puis réparties dans les cuvettes latérales correspondantes.
6. Prélever dans une pipette plastique le mélange eau + colonie en suspension et le répartir dans les 2 cuvettes rondes latérales. Inoculer de la même façon les 4 autres essais.
 7. Recouvrir le plateau à l'aide du transparent adhésif.
 8. Faire quelques trous à la lancette au dessus des cuvettes concernant la réaction de la cytochrome oxydase.
 9. Placer dans l'incubateur à 35° pendant 4 heures.

LECTURE DES RESULTATS

La lecture se fait en se référant aux témoins situés en bas du plateau

ONPG +	jaune	ONPG -	incolore
CO +	noir	CO -	gris

Les colonies de coliformes fécaux sont donc celles qui sont jaunes dans la cuvette à gauche et grise dans la cuvette à droite.

Lactose +

Cytochrome oxydase -

FICHE N° 9

LA FICHE D'ANALYSE

Cette fiche doit comporter toutes les indications nécessaires à l'identification de l'échantillon ainsi que les informations sur :

- le lieu de prélèvement
- l'eau prélevée
- les installations hydrauliques et leur environnement
- les analyses exécutées

Les résultats y seront mentionnés

et en conclusion il sera porté une appréciation sur la qualité de l'eau.

Il sera emporté sur le terrain dans le couvercle de la malette portable 10 fiches d'analyse à remplir.

Par ailleurs il est indispensable de bien annoter au crayon marqueur indélébile le couvercle de chacune des cassettes mises en incubation. Les éléments qui doivent figurer sont transcrits sur le schéma ci-dessous:

Date de la manipulation

Heure de mise en incubation

Code de l'échantillon avec le numéro de l'essai

FICHE SANITAIRE

Organisme responsable :

Date du contrôle bactériologique :

Nom de l'opérateur :

Date de traitement du point d'eau :

Nom de l'opérateur :

Code de la fiche

Code des échantillons

(à reporter sur le couvercle de la cassette d'incubation)

1

2

1

2

Population

1 - Informations sur le lieu examiné :

- Lieu dit

- Type d'ouvrage ou lieu de prélèvement : P = puits - F = forage - R = réservoir

S = seau de transport J = Jarre de stockage

- Moyen d'exhaure : pompe manuelle, motopompe

- N° d'identification de l'ouvrage auprès des services techniques

- Niveau statique de la nappe

Cote d'installation

- Profondeur de l'ouvrage

2 - Informations sur les installations hydrauliques et leur environnement

. Etat du matériel d'exhaure

Scellement de la pompe

. Abords du point d'eau

	OUI	NON	REMARQUES
Zone de captage protégée par une dalle bétonnée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Périmètre de protection immédiat matérialisé par un mur, rigole d'évacuation puisard	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Activités sur le périmètre secondaire animaux domestiques cultures habitation ou marché	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

3 - Informations sur l'examen organoleptique et les paramètres physico-chimiques

Remarques organoleptiques : Sans goût - Sans odeur - Sans saveur (1)

Observations faites par les consommateurs :

L'eau se trouble-t-elle de temps en temps ?

Paramètres physico-chimiques

	°C	pH	C µs/cm	Autres paramètres mesurés
Eau de forage				
Eau sotckée				

(1) Rayer la mention inutile

5 - Informations sur le contrôle bactériologique

Echantillon	(1) F1	(1) F2	(1) J1	(1) J2
Volume filtré				
Heure de mise en incubation				
Résultats du test de détermination nb de coliformes fécaux/100 ml				
Résultats des tests de confirmation				
Qualité de l'eau				

6 - Informations sur les opérations de désinfection pratiquées

Date des essais

Produit utilisé Dose utilisée

Temps de contact

Quantité pompée après traitement

Analyse bactériologique effectuée après désinfection Oui Non

Résultats

7 - Informations sur la collecte, le transport et le mode de stockage à domicile

- . l'eau est collectée à la pompe dans un seau en métal ou en matière plastique, une bassine, unealebasse (2), un autre récipient. Lequel ?
- . Récipient de transport de l'eau si il est différent du récipient de collecte :
- . Le stockage de l'eau à domicile se fait-il à l'intérieur ou à l'extérieur (2) dans une jarre en terre, un fût en métal (2), autre. Lequel ?
- . Le récipient est-il recouvert d'un couvercle adapté efficace
- . Le gobelet est-il en plastique, en métal émaillé, unealebasse (2), autre Lequel?
- . Où est placé le gobelet après avoir servi dans quelle position  
- . A quel rythme l'eau est-elle renouvelée 1fois/jour 1fois/2jours 1fois/3jours 1fois/4jours (2)
- . Le récipient de stockage est-il lavé à chaque remplissage
- . comment : avec savon sans savon avec de l'eau de javel (2)

REMARQUES

(1) Code de la fiche
 (2) Rayer la mention inutile

FICHE N° 10

LES POINTS A CONTROLER SUIVANT LE TYPE D'OUVRAGE

Les points de prélèvements doivent être choisis afin que les échantillons soient représentatifs du point d'eau ou des principaux éléments de l'installation.

Dans le cas d'un approvisionnement communautaire (forage équipé de pompes à main, puits, borne fontaine) il est important de pouvoir contrôler l'eau tout au long de sa chaîne depuis son exhaure jusqu'à son utilisation afin de cerner les causes de contamination et d'y remédier.

Dans le cas le plus simple, les prélèvements d'échantillons s'effectueront en 1 , 2 , et 3 , c'est-à-dire :

FORAGE
équipé de
pompe à main

SEAU
de transport

JARRE DE STOCKAGE
à domicile

1

2

3

- 1 Prélèvement à la sortie du forage
- 2 Prélèvement dans le seau de transport
- 3 Prélèvement dans les jarres à domicile

Si l'eau est stockée dans un réservoir avant d'être distribuée, un prélèvement supplémentaire sera fait à la sortie du réservoir ou du château d'eau.

Un tel programme mettra en évidence les points de contamination et permettra d'adopter des mesures correctives appropriées : désinfection de réservoir ou traitement d'eau en continu...

QUELQUES DONNEES SUR LE RYTHME DE SURVEILLANCE

En l'absence d'un programme annuel régulier de contrôle :

l'analyse bactériologique doit s'envisager chaque fois que survient un changement ou un événement important par exemple début d'une saison de pluies, travaux dans le forage ou au voisinage des installations, cas de typhoïdes ou de choléra dans une région voisine, plaintes des consommateurs..

Avant leur mise en service les nouvelles installations doivent être désinfectées, ainsi qu'après toute intervention ou réparation, l'analyse bactériologique sera alors pratiquée pour vérifier que les interventions ne sont pas de nouvelles causes de contaminations.

Le contrôle bactériologique qui révèle une eau de qualité douteuse ou médiocre sera interprété en tenant compte des éléments de l'enquête sanitaire.

Il sera suivi de remèdes : désinfection de l'eau, protection de la ressource, désinfection des ouvrages.

L'eau sera ensuite contrôlée à nouveau afin de vérifier que les solutions adoptées sont efficaces.

On trouvera dans l'Annexe 2 des informations complémentaires.

Extrait de : Manuel pédagogique sur la qualité de l'eau et les maladies liées à l'eau - M.C Viland - Dossier technologiques - FAC - (sous presse)

□ Les contaminations microbiennes et l'analyse bactériologique

En principe, les éléments chimiques des eaux souterraines varient peu ou du moins assez lentement. Par contre la propreté de l'eau au point d'eau ou à domicile peut évoluer assez vite; il est important de l'évaluer souvent et de pouvoir réagir dans les délais les plus brefs si l'eau testée se révèle douteuse ou dangereuse.

L'opérateur de terrain ou l'agent sanitaire doit être capable de surveiller la qualité bactériologique de l'eau et d'effectuer sur place des observations (caractères organoleptiques) et certaines mesures physico-chimiques simples à l'aide d'appareils portatifs.

Ces observations et mesures fourniront des indications sur la minéralisation de l'eau, détecteront une contamination microbienne ou des signes de développement d'une pollution organique, vérifieront la stabilité de la qualité de l'eau.

Il doit surtout au préalable surveiller l'environnement des captages et savoir faire les dilutions et dosages de chlore, les analyses bactériologiques étant encore souvent difficiles à mettre en œuvre et à interpréter.

Principe du contrôle bactériologique

L'analyse bactériologique doit détecter les maladies d'origine fécale ; elle a pour objet d'identifier les agents pathogènes de l'eau, qui transportés dans l'intestin, déclenchent des infections intestinales graves (cf. Chapitre 2).

Ces affections peuvent être contractées à la suite de la consommation d'une eau souillée par des déjections animales ou par celles de malades ou des porteurs sains. Les bactéries spécifiques (éventuellement les virus) responsables de la maladie, prolifèrent dans le tube digestif de leur hôte à des températures de 37° à 40° C. Aussi, lorsqu'ils sont rejetés dans le milieu extérieur, font-ils l'objet d'une vive concurrence de la part de l'ensemble de la flore microbienne des eaux et du sol et disparaissent-ils le plus souvent.

Pour cette raison, l'analyse bactériologique va rechercher des germes tests qui accompagnent toujours les germes pathogènes qui sont beaucoup plus nombreux ou qui se maintiennent plus facilement dans le milieu extérieur et qui peuvent donc être aisément cultivés et reconnus. Ce sont des germes indicateurs de contamination.

Ces germes témoins sont des *coliformes* et, plus spécialement, les coliformes fécaux avec *Escherichia coli* qui n'est pas pathogène dans l'intestin humain. Ils sont normalement absents dans l'eau et signifient donc par leur présence que l'eau testée a été souillée par des excréments.

Cette contamination fécale peut être confirmée par la recherche de streptocoques fécaux. La présence de ces différents germes témoigne de l'existence de contaminations fécales qui rendent les eaux dangereuses à consommer.

Prélèvement des échantillons destinés à l'analyse bactériologique

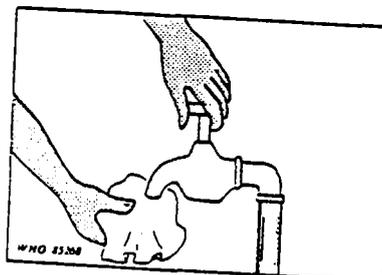
Un échantillon d'eau destiné à subir un examen bactériologique doit être prélevé dans un flacon stérile de 200 ml selon un protocole précis décrit dans le volume 3 des *Directives de qualité pour l'eau de boisson - OMS* d'où sont extraites les explications ci-dessous. Bien évidemment il est indispensable de se laver les mains correctement avant d'effectuer toute manipulation.

Prélèvement d'un échantillon au robinet ou à la sortie d'une pompe

La marche à suivre pour prélever un échantillon au robinet ou à la sortie d'une pompe est décrite ci-dessous.

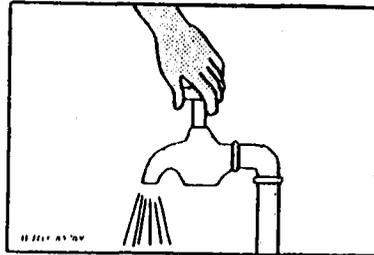
A. Nettoyer le robinet

Retirer du robinet tout accessoire qui risque de provoquer des éclaboussures puis nettoyer soigneusement l'orifice du robinet à l'aide d'un tissu propre.



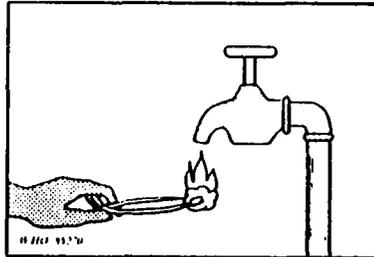
B. Ouvrir le robinet

Tourner le robinet de façon à obtenir le débit maximal et laisser l'eau s'écouler pendant 1-2 minutes.



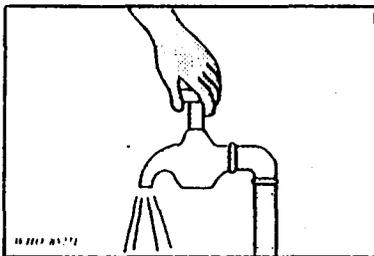
C. Stériliser le robinet

Stériliser le robinet pendant 1 minute au moyen d'une flamme obtenue en faisant flamber un coton-tige préalablement imbibé d'alcool; à défaut, on peut se servir d'un brûleur à gaz ou d'un briquet.



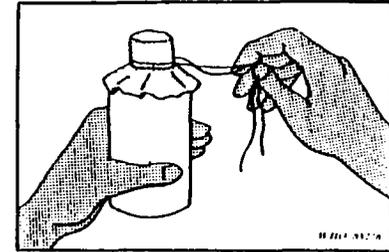
D. Ouvrir le robinet avant le prélèvement de l'échantillon

Ouvrir le robinet en prenant des précautions pour ne pas le contaminer de nouveau et laisser l'eau couler pendant 1-2 minutes à débit moyen.

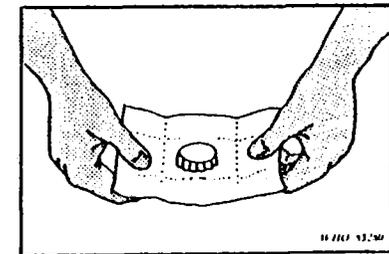
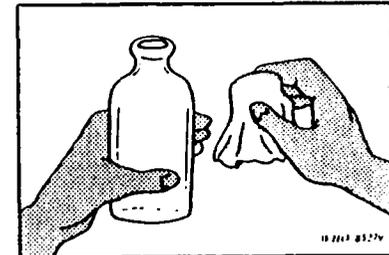


E. Ouvrir un flacon stérilisé

a) *Technique normale:*
Dénouer la ficelle fixant le papier d'emballage protecteur et retirer ou dévisser le bouchon.

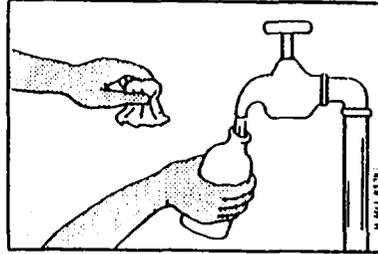


b) *Technique de la capsule:*
Dénouer la ficelle qui fixe le papier d'emballage protecteur, retirer ce dernier tandis qu'un aide ouvre le paquet contenant la capsule stérile.

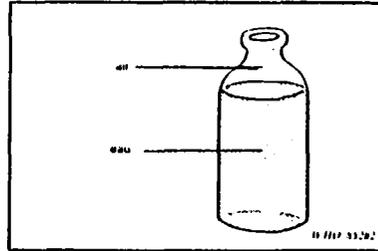


F. Remplir le flacon

Tout en tenant la capsule et le papier protecteur dirigé vers le bas (de façon à empêcher l'entrée de poussières susceptibles d'être porteuses de germes), placer immédiatement le flacon sous le jet d'eau et le remplir.

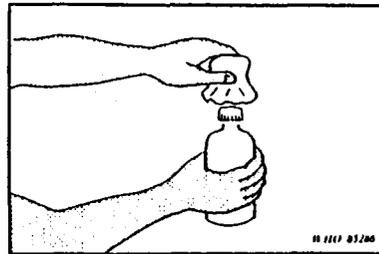


Ne pas remplir complètement de façon qu'on puisse facilement secouer le flacon avant le prélèvement d'une prise d'essai.

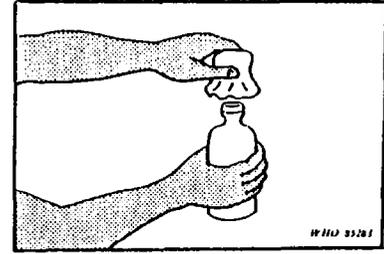
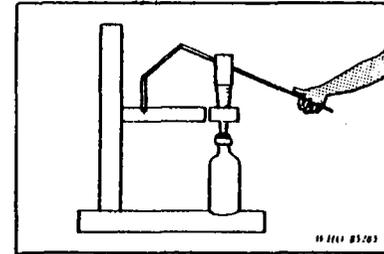
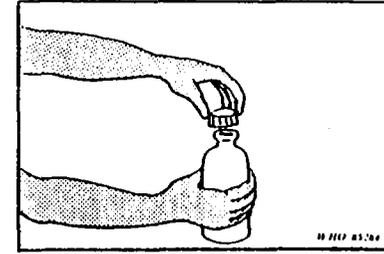


G. Refermer le flacon

a) *Technique normale:*
Enfoncer le bouchon dans le col du flacon ou le visser et remettre en place le papier protecteur avec la ficelle.



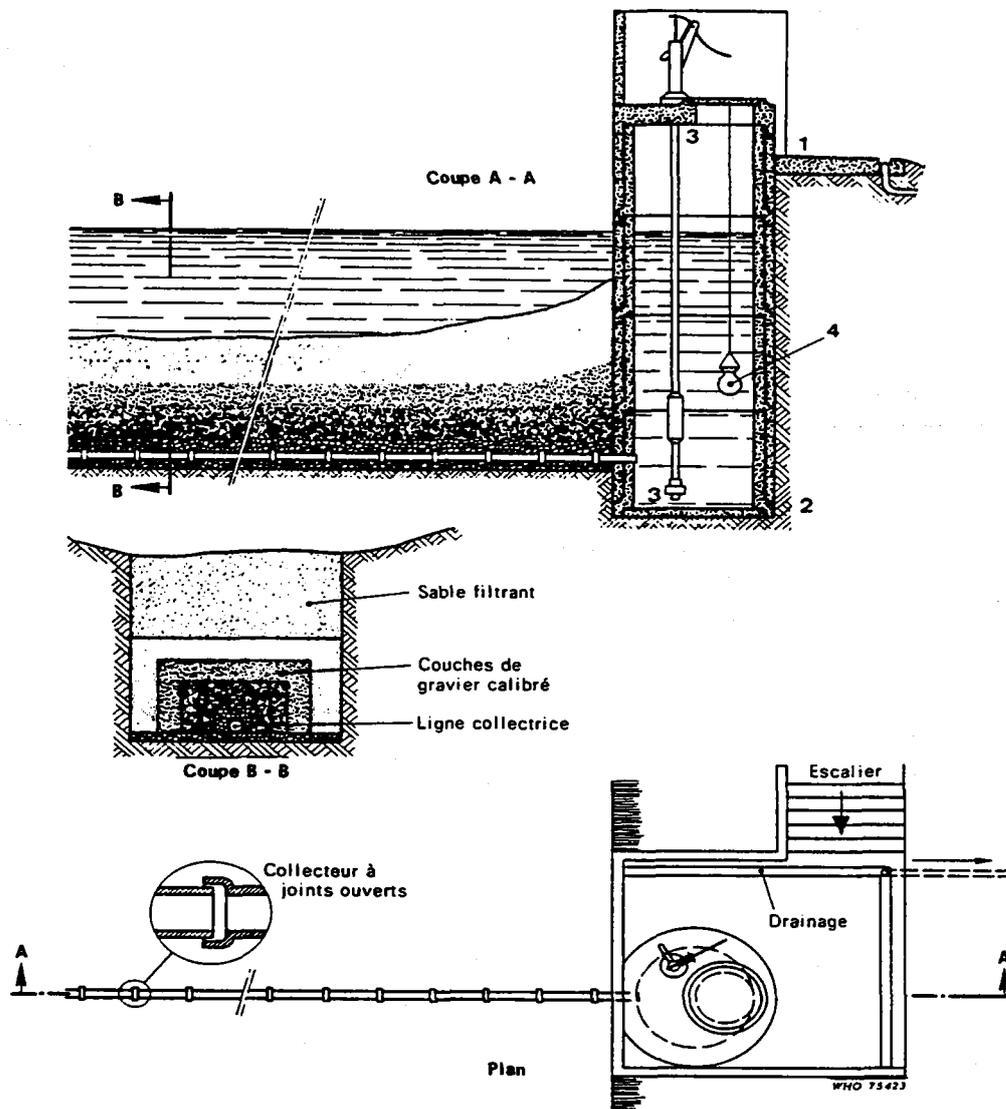
b) *Technique de la capsuleuse:*
Mettre la capsule en place puis la fixer à l'aide de la capsuleuse; attacher le papier protecteur avec de la ficelle.



ANNEXE 2

Extrait de : La surveillance de la qualité de l'eau de boisson OMS - Genève 1977
Série de monographies n° 63

Fig. 9. Galerie d'infiltration sous un étang^a



Liste de contrôle

1. Le puits collecteur émerge-t-il de 1 m au-dessus du sol?
2. Les parois du puits collecteur sont-elles étanches de bout en bout?
3. Les tuyaux d'entrée et de sortie sont-ils parfaitement scellés en place?

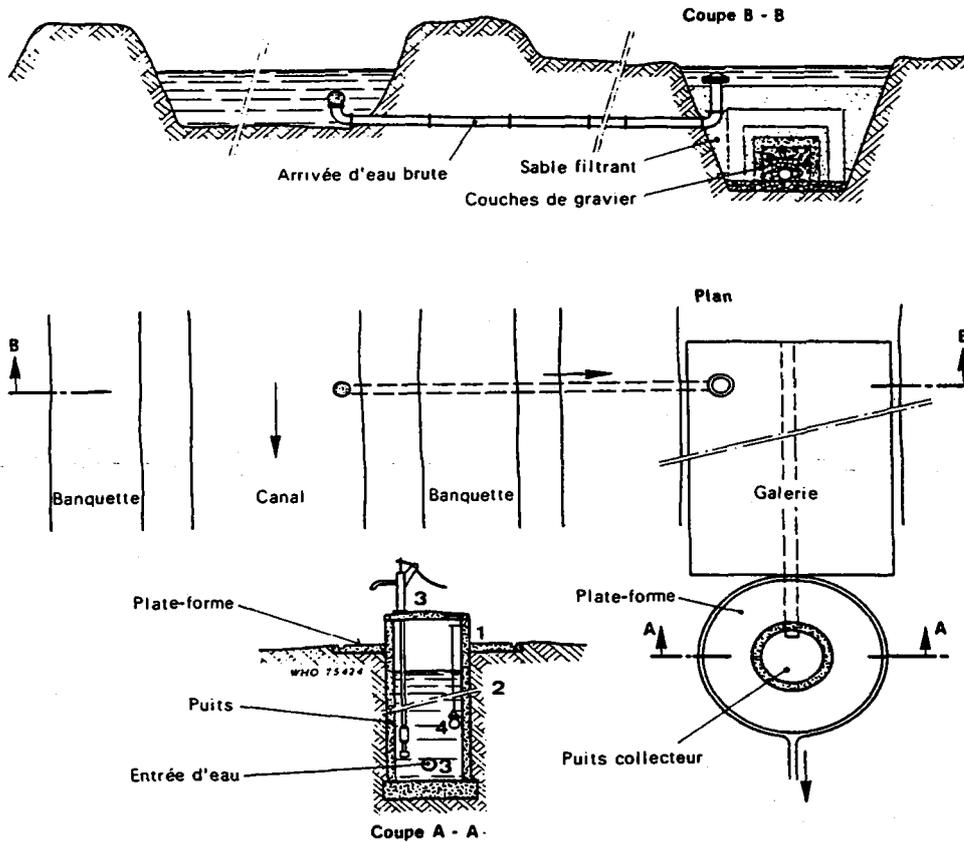
^a D'après Rajagopalan & Shiffman (30).

Sources d'eau souterraine :

1) grottes, avens, puits forés abandonnés et servant au drainage des eaux de surface ou au rejet d'eaux usées à proximité de la source; fissures ou véritables failles dans les couches surmontant des formations aquifères;

2) fuites du cuvelage de puits tubulaires ou insuffisance de l'extension de ce cuvelage, en profondeur ou en hauteur au-dessus du sol; défaut d'extension de la dalle de la salle de pompage ou absence d'obtu-

Fig. 10. Galerie d'infiltration alimentée par un canal^a



Liste de contrôle

1. Le puits collecteur émerge-t-il de 1 m au-dessus du sol?
2. Le puits collecteur est-il étanche à l'eau de bout en bout?
3. Les tubes d'entrée et de sortie sont-ils parfaitement scellés en place?
4. L'eau est-elle chlorée?

^a D'après Rajagopalan & Shiffman (30).

ration supérieure ou encore utilisation indue du cuvelage comme tube d'aspiration;

3) puits ou réservoir de collecte sujet à la contamination par un contre-courant d'eau polluée, soit à cause d'un mauvais drainage, soit par pénétration d'une eau de drainage superficielle; absence de toiture; mauvaise conception des trous d'homme, des événements, etc., n'excluant pas toute possibilité de contamination;

4) sources d'approvisionnement ou de structures voisines sujettes à des inondations;

5) utilisation de tuyaux d'argile cuite ou d'autres conduites perméables en des lieux où l'eau souterraine risque d'être contaminée;

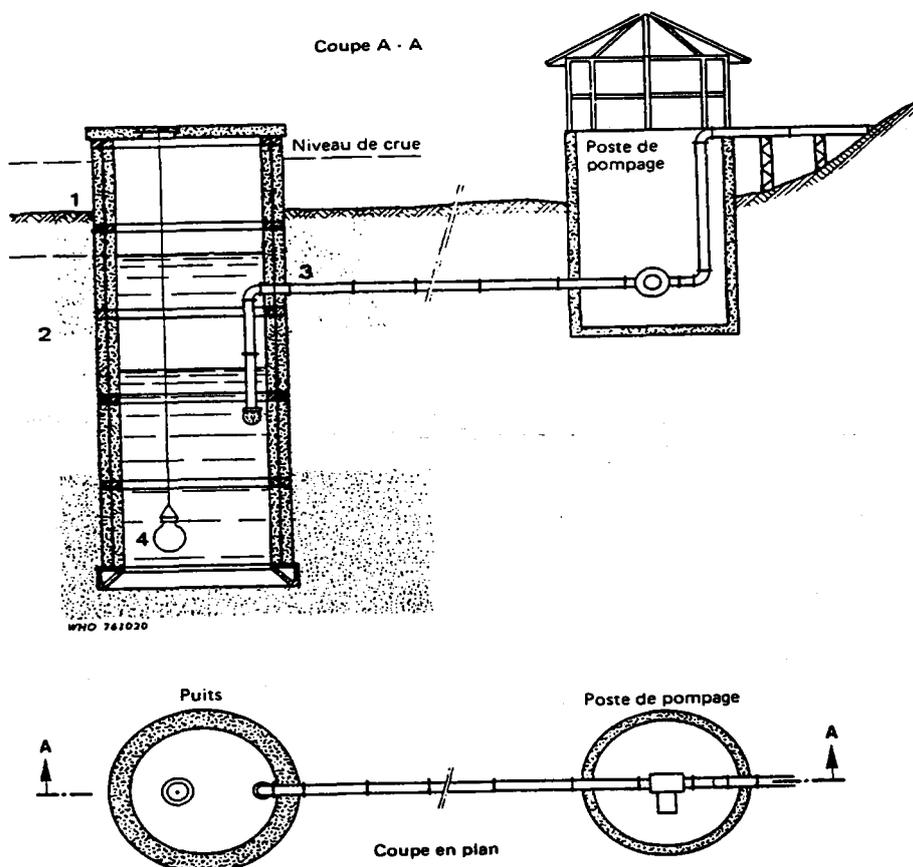
6) fuites de canalisations où la pression est réduite;

7) ligne(s) d'aspiration interconnectée(s) à un égout ou à un approvisionnement d'eau secondaire;

8) existence de puits à proximité d'égouts, de latrines, de fosses

ANNEXE 2 (Fin)

Fig. 11. Puits d'infiltration dans le lit d'un cours d'eau et poste de pompage ^a



Liste de contrôle

1. Le puits d'infiltration émerge-t-il de 1 m au-dessus du sol?
2. Les flancs du puits sont-ils étanches à l'eau de bout en bout?
3. Le tube de sortie est-il parfaitement scellé en place?
4. L'eau est-elle chlorée?

^a D'après Rajagopalan & Shiffman (30).

d'aisance, de fosses septiques, de réseaux souterrains de drains ou tubes de terre cuite, de basses-cours, de puits perdus, ou de toute autre source de contamination;

9) margelles de puits, cuvelages, pompes, machineries de pompage, tubes d'aspiration exposés ou boîtes à clapet connectées à des tubes d'aspiration aménagés à l'intérieur de fosses dont le fond se trouve au-dessous du niveau du sol;

10) omission de désinfecter les puits ou fontaines nouvellement mis en exploitation;

11) carence en matière d'installations sanitaires à l'usage de la main-d'œuvre affectée aux travaux de construction;

12) pompe dénuée de dispositif d'auto-amorçage; utilisation d'eau insalubre pour l'amorçage.