

République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. Mira- Bejaïa

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département des Sciences Alimentaires

Spécialité : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire



Réf :

Mémoire de fin de cycle
En vue de l'Obtention du Diplôme

MASTER.

Thème

Qualité microbiologique de l'eau de source

« Mont Djurdjura » Bouira.

Présenté par :

Mme IDIR Saloua

Soutenue le : 26/06/2019

Devant le jury composé de :

Mme MEZIANI S

MCB Présidente

Mme BOUALI N

MAA Encadreur

Mme SOUFI O

MCB Examinatrice

Année Universitaire : 2018/ 2019

Remerciements

Je remercie mon honorable promotrice Mme Bouali Nora pour son aide et conseils précieux.

Je remercie également les membres du jury; Mme Meziani et Mme Soufi d'avoir accepté de juger mon travail.

Mes vifs remerciements s'adressent, à tout le personnel de l'entreprise Mont Djurdjura, pour avoir mis à ma disposition les moyens nécessaires pour le bon déroulement de mon stage et de m'avoir facilité l'introduction dans cette unité et en particulier je tiens à remercier vivement Mme Bacha Hassina.

Ainsi que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

A cette personne qui est aujourd'hui si loin d'ici, très loin, mais qui est présente, juste à côté. A cette bougie qui fût la lumière de ma vie et qu'elle est toujours d'ailleurs, A cette personne qui a donné la moitié de sa misérable vie pour faire de nous, de moi, ce que tout le monde aurait souhaité pour ses chers. A cette personne qui a sacrifié sa vie pour la mienne, à cette personne qui a eu ce courage de vivre dans les ténèbres pour qu'un jour je puisse vivre dans la lumière du jour, à cette personne qui n'a pas pu fermer l'œil la nuit pour qu'un jour je puisse dormir paisiblement en pleine quiétude une nuit , à cette personne qui a vécu l'autre moitié de sa vie dans la nudité pour que je puisse vivre comme une reine un moment , à cette personne qui a tout donné pour nous, pour moi, absolument tout sans rêver du blanc ni du rose . A ce visage qui était un jour un de ces beaux visages angéliques comme le visage d'une mère ; je dédie ce modeste travail, pour toi ma mère, à ta mémoire et à ton amour indélébile.

Saloua

Liste des abréviations

GSA : Grande Source d'Aarafou.

CIP: Cleaning In Place

PET: Polyéthylène Triphthalate.

PVC : Polyvinyle Chlorure.

J.O.R.A.D.P : Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

ISO: International Organization for Standardization.

F.U. N.A.S.A: Fundação Nacional de saúde. Fondation nationale de la santé du Brésil.

C.E.A.E.Q : Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec.

Liste des figures

Figure 01 : Risques sanitaires	10
Figure 02 : Evolution de l'incidence annuelle de la fièvre typhoïde en Algérie.....	11
Figure 03 : Evolution de l'incidence annuelle des dysenteries en Algérie	12
Figure 04 : Evolution de l'incidence annuelle de l'hépatite virale « A » en Algérie	12
Figure 05 : Diagramme de la mise en jerrican de 5L.....	14
Figure 06 : Diagramme des différentes étapes de fabrication pour chaque gamme .	15
Figure 07 : Schéma de la SARL Abdellah IDAHMANENE.....	19
Figure 08 : Diagramme des processus de filtrations et les points de contrôle	20
Figure 09 : Rampe de filtration	23
Figure 10 : Recherche de <i>Escherichia coli</i> et des coliformes	25
Figure 11 : Recherche des entérocoques intestinaux	26
Figure 12 : Recherche de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	27
Figure 13 : Résultats pour les coliformes totaux et <i>E.coli</i>	28
Figure 14 : Résultats pour les entérocoques intestinaux	28
Figure 15 : Résultats pour <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	29
Figure 16 : Organigramme de l'entreprise « GSA ».....	annexe I
Figure 17 : Mise en bonbonne de 19 L.....	annexe II
Figure 18 : Mise en bouteille de 1.5 L.....	annexe III
Figure 19 : Thermoformage du gobelet de 0.25 L.....	annexe IV

Liste des tableaux

Tableau I : Les différents polluants des eaux.....	09
Tableau II : Résultats de l'analyse microbiologique de l'eau de source.....	29
Tableau III a : Caractéristiques de qualité de l'eau de source.....	annexe VI
Tableau III b : Caractéristiques de qualité de l'eau de source.....	annexe VII

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....01

Partie bibliographique

Chapitre I : Généralités sur l'eau

I.1. Les origines et sources de l'eau	03
I.1.1. L'eau souterraine.....	03
I.1.2. L'eau de surface	03
I.1.3. L'eau de mer	03
I.2. Les types d'eau.....	04
I.2.1. L'eau minérale naturelle	04
I.2.2. L'eau de source	04
I.2.3. L'eau potable.....	04
I.2.4. L'eau conditionnée.....	05
I.3. La qualité de l'eau.....	05
I.3.1. Les risques physico-chimiques	05
I.3.2. Les contaminants microbiens.....	06
• Les coliformes totaux	06
• Les coliformes fécaux (<i>Escherichia coli</i>).....	06
• Les <i>clostridium(s)sulfito</i> -réducteurs.....	06
• Les entérocoques intestinaux.....	07
• <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	07
I.4. Les types de pollutions	07
I.4.1. La pollution chimique.....	07
I.4.2. La pollution physique.....	08
I.4.3. La pollution microbienne.....	08
I.5. Les maladies à transmission hydrique en Algérie	11

Chapitre II : Processus d'embouteillage

II.1. La préforme PET	13
II.2. La mise en bouteille	13
II.3. Les étapes de fabrication du jerrican 5 L	16

Chapitre III : Traitement de l'eau de source GSA

III.1. La description de l'eau de source de « GSA »	18
III.2. Les étapes de traitement de l'eau de « GSA ».....	18
III.3. Le protocole de désinfection.....	21

Partie expérimentale

Chapitre IV : Matériel et méthodes

IV. Les analyses microbiologiques	23
IV.1. L'échantillonnage.....	23
IV.2. La recherche des bactéries.....	24
IV.2.1. La recherche des coliformes totaux et de <i>Escherichia coli</i>	24
IV.2.2. La recherche des entérocoques intestinaux.....	25
IV.2.3. La recherche de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	26

Chapitre VI : Résultats et discussions

V.1. Les résultats	28
V.2. La présentation des résultats.....	29
V.3. L'Interprétations des résultats	29
V.3.1. Les coliformes totaux et <i>Escherichia coli</i>	29
V.3.2. Les entérocoques intestinaux.....	30
V.3.3. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	30

Conclusion	31
------------------	----

Références bibliographiques

Annexes

L'eau est disponible sur notre planète, elle est indispensable à la survie de tout être vivant, animal ou végétal, l'eau n'est pas un liquide banal ; elle voyage entre ciel et terre, c'est la même eau qui circule partout, recyclée sans cesse depuis des milliards d'années ; prélevée dans les rivières, les fleuves et les nappes phréatiques, elle est ensuite traitée et acheminée ; elle nous semble inépuisable, mais puisée sans compter, gaspillée et polluée, cette ressource vitale risque de se tarir ; elle manque déjà cruellement dans certains pays du monde ; l'eau peut devenir l'or bleu de demain (**Véronique, 2003**).

L'eau douce est devenue une matière première essentielle ; La consommation de l'eau augmente par habitant, pour différents usages : agricoles, industriels et sociaux, cette croissance aboutira à une situation difficile (**Colin, 2004**). Les pays méditerranéens sont confrontés à des graves problèmes d'eau en termes de quantité et de qualité ; en Algérie, la disponibilité de l'eau est devenue une préoccupation majeure en raison de la pénurie de cette substance utile ; actuellement, la disponibilité d'eau potable est à environ 450 m³ par habitant/an et diminuera à environ 420 m³ par habitant/an en 2020 ; la demande en eau souterraine a fortement augmenté en ces quatre décennies et l'aquifère a fait l'objet d'une surexploitation grave (**Gouaidia, 2017**).

La gestion n'est pas seule en cause, la qualité fait aujourd'hui problème ; la pollution chimique des rivières des lacs et des nappes souterraines est ancienne (**Colin, 2004**).

L'eau peut également constituer une source de maladies lorsqu'elle est contaminée par des agents potentiellement pathogènes (**Adjahouinouetal., 2014**). Le secteur de l'eau conditionnée en Algérie a vécu ces dernières années un développement exceptionnel ; ce développement s'est concrétisé par l'implantation de dizaines d'unités d'exploitation et de production des eaux conditionnées à travers l'ensemble du territoire national ; il a été aussi accompagné par une augmentation exceptionnelle de la consommation dont la part par habitant a remarquablement évolué en vingt ans (4 L/habitant/ en (1989) à 22 L/habitant/ en(2007)), à travers ce développement qui a été dans ses débuts non réglementé, une situation de confusion relative à la nature et à la qualité du produit « eau conditionnée » s'est instaurée ; cette situation a poussé les pouvoirs publics à promulguer une série de textes réglementaires ayant pour objectif l'encadrement de l'exploitation, la production et la commercialisation des eaux embouteillées (Arrêté ministériel du 26 juillet 2000 ; Décret exécutif n° 04-196 du 15 juillet 2004) ; les conditions de sélection de la nature des eaux ; eaux minérales naturelles ou

eaux de sources ont été notamment mises en place et réglementées (Arrêté interministériel du 22 janvier 2006) (**Hazzab, 2011**).

Ce travail a été effectué au niveau de l'entreprise « Mont Djurdjura » qui produit de l'eau de source, où nous avons essayé d'apporter le minimum requis pour satisfaire la curiosité de ceux qui s'intéressent à ce sujet. Ce travail, consiste à réaliser après une première partie qui est une synthèse bibliographique sur l'eau et aussi sur le processus d'embouteillage de l'eau de source « Mont Djurdjura ». Une deuxième partie consacrée à des analyses microbiologiques et la dernière partie portera sur les résultats obtenus et leurs interprétations.

L'eau est une composante essentielle du régime alimentaire de toute société ; elle joue un rôle essentiel dans l'hydratation ainsi qu'elle est également un aliment acalorique ; cet aliment peut donc devenir un support intéressant dans un régime alimentaire pauvre en calories ; l'eau embouteillée répond à une attente du consommateur telle l'apport de certains minéraux grâce à la biodisponibilité des minéraux dissous, comme le calcium et le magnésium. (Belhomsa *etal.*, 2017)

I.1. Les origines et les sources de l'eau

L'eau peut être apportée sur terre par des météorites primitives : les chondrites carbonées issues de la région de Jupiter, Saturne comme le montre l'analogie de la composition isotopique de l'eau de ces chondrites avec l'eau terrestre ; l'eau terrestre aurait aussi une autre origine, plus récente, des objets de petites dimensions, des comètes constituées essentiellement de glace et de poussière ; on pense que ces comètes viennent du nuage d'Oort de la région l'Uranus, Neptune ; c'est par des collisions répétées que l'eau serait venue sur la terre (Henri, 2014)

I.1.1. L'eau souterraine

L'eau contenue dans le sol et le sous-sol a pour origine quasi exclusive les précipitations du grand cycle de l'eau ; on peut y distinguer une eau « verte », qui est l'eau de pluie stockée temporairement en surface dans les premiers mètres du sol et qui est reprise par l'évaporation et surtout par la transpiration de la végétation, et une eau « bleue » souterraine, qui s'infiltre plus profondément dans la terre, circule dans les pores, fissures et autres interstices ; cette eau s'écoule vers les sources, les fleuves ou directement dans la mer et elle peut être captée par l'homme grâce à des puits ou à des forages (Ghislain et Besbes, 2017)

I.1.2. L'eau de surface

Ce type d'eau englobe toutes les eaux succulentes ou stockées à la surface des continents (rivière, lac, étangs, barrage...) ; la composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par ces eaux durant leur parcours dans l'ensemble des bassins versants ; ces eaux sont le siège, dans la plupart des cas, dans le développement d'une vie microbienne à cause des déchets rejetés dans les zones environnantes et de l'importance des surfaces de contact avec le milieu extérieur (Degremont, 1989).

I.1.3. L'eau de mer

L'eau de mer est une solution complexe qui contient tous les éléments indispensables à la vie (calcium, silicium, carbone, azote, phosphore, oligo-éléments), des matières organiques (teneur comprise entre 0.5 et 2mg) et, naturellement à l'état dissous, les gaz présents dans

l'atmosphère ; l'eau de mer est faiblement alcaline ; son pH étant compris entre 7.5 et 8.4 (**Rapinat, 1982**)

La caractéristique la plus importante des eaux de mer est leur salinité, c'est-à-dire leur teneur globale en sels (chlorures de sodium et de magnésium, sulfates, carbonates), la salinité moyenne des eaux des mers et océans est de 35 g/l, cette salinité peut être différente dans le cas de mers fermées (**Huot, 2010**)

I.2. Les types d'eaux

I.2.1. L'eau minérale naturelle

Est une eau exclusivement d'origine souterraine, captée soit à une source, soit par forage ; c'est une eau pure, protégée géologiquement et présentant une composition minérale parfaitement stable, elle ne fait l'objet d'aucun traitement chimique ni désinfection avant son embouteillage ; ces eaux appartiennent, par définition, à des aquifères à forte inertie, en général profonds, carbogazeux dans certains cas ; bien protégés contre des contaminations superficielles par leur couverture géologique et, le cas échéant, également par des politiques de protection dédiées, ces aquifères se situent en général dans des régions peu soumises aux pressions anthropiques (agriculture intensive, industrie, urbanisation...) (**Lachassagne, 2019**).

I.2.2. L'eau de source

Contrairement aux eaux minérales, les eaux de source sont soumises à la même réglementation que l'eau du robinet, c'est-à-dire qu'elles doivent remplir tous les critères de potabilité ; en revanche, comme les eaux minérales, les eaux de source ne doivent pas subir de traitements de désinfection ; leur composition peut varier dans le temps ; d'un nom à l'autre et même d'une bouteille à l'autre, la teneur en minéraux d'une eau de source peut également varier sensiblement ; une même appellation d'eau de source peut en effet venir de plusieurs sources implantées dans différentes régions, et sa composition change évidemment en fonction de l'origine ; mais, en magasin, les bouteilles portent le même nom (**Elisabeth et Gaëlle, 2019**).

I.2.3. L'eau potable

Une eau est dite potable, quand sa consommation par l'homme est sans danger et son niveau de contaminants chimiques ne doit pas être dommageable pour la santé ; selon l'OMS, une eau dite potable est une eau que l'homme peut consommer tout le long de sa vie sans danger ou risque pour la santé ; cette eau en effet doit être agréable à boire et ne doit renfermer en quantité, ni substances chimiques, ni germes nocifs pour la santé ; elle ne doit contenir certaines substances chimiques qu'en quantité limitée (**Bourre, 1996**).

I.2.4. L'eau conditionnée

On appelle eau conditionnée, l'eau mise en sachet ou en bouteille c'est-à-dire conditionnée dans du matériau adéquat (Dacosta, 1995).

I.3. La qualité de l'eau

L'eau doit être microbiologiquement saine, ne pas abriter de microorganismes pathogènes, notamment liés à des contaminations humaines ou animales ; elle ne doit pas faire l'objet de traitement de stérilisation et/ou de conservation (telle que l'adjonction de chlore, très fréquemment utilisé pour l'eau du robinet), ou de tout autre traitement chimique, elle n'est pas stérile et renferme donc une flore naturelle, celle-ci est néanmoins peu abondante du fait de la faible quantité de nutriments présents dans les eaux souterraines, notamment dans les eaux souterraines profondes ; la stabilité de ses caractéristiques essentielles (température, minéralisation...) constitue un des éléments clés de la définition d'une eau minérale naturelle, qui la distingue aussi des eaux de source, autre type d'eau embouteillé pour lequel cette stabilité n'est pas requise ; dans la pratique, cela veut dire que seuls des aquifères à forte inertie, montrant des circulations lentes, le plus souvent de durée plus que pluriannuelle, peuvent prétendre à une reconnaissance du statut d'eau minérale naturelle, ce n'est pas le cas des aquifères superficiels, régulièrement dilués par la recharge par les eaux de pluie ; des aquifères karstiques des roches calcaires, aux écoulements rapides ; ou des eaux des alluvions, en interaction avec un cours d'eau ; l'acquisition de la minéralisation (les sels minéraux naturellement dissous dans l'eau) se fait par l'interaction entre l'eau et la roche au cours du parcours souterrain de l'eau, l'eau dissout lentement la roche au sein de laquelle elle circule et atteint un équilibre avec elle à son contact (Lachassagne, 2019)

I.3.1. Les risques physico-chimiques

Les nitrates sont principalement toxiques pour les nourrissons et les femmes enceintes. Transformés en nitrites, ils provoquent un blocage de transfert de l'oxygène vers les cellules ; des suspicions subsistent sur le rôle des pesticides (lors d'expositions environnementales et/ou professionnelles) dans les pathologies telles les troubles neuro-dégénératifs, de la reproduction, de la fertilité, certains cancers (leucémies, rein, cérébraux...), des craintes portent sur les perturbateurs endocriniens et les résidus de médicaments, leur impact sur la santé reste à l'état d'hypothèse pour le moment ; à faible dose, le fluor est un oligo-élément aux effets bénéfiques (protection contre les caries). A forte dose, il peut provoquer des fluoroses dentaires (tâches sur l'émail et lésions) (Fortin *et al.*, 2016).

I.3.2. Les contaminants microbiens

- **Les coliformes totaux**

Les coliformes totaux sont des entérobactéries qui vivent dans l'intestin des animaux homéothermes, mais aussi dans l'environnement (sols, végétation et eau...). Ce groupe bactérien est utilisé comme indicateur de la qualité microbienne de l'eau parce qu'il contient notamment des bactéries d'origine fécale, comme *Escherichia coli* (*E. coli*) ; ce sont des bactéries en forme de bâtonnets, aérobies ou anaérobies facultatives, possédant l'enzyme β -galactosidase, qui permet de libérer un agent chromogène utilisé dans des milieux de culture servant à les identifier (Archibald, 2000 ; CEAEQ, 2014 ; Edberg *et al.*, 2000).

Le centre national de référence des *E.Coli* définit deux catégories de pathovars pour l'*E.Coli*, en se basant sur leur pathogénicité ; *E.Coli* à l'origine de pathologies extra intestinales et *E.Coli* à l'origine de pathologies intestinales, parmi ces derniers Le centre national de référence des *E.Coli* propose les *E.Coli* enterotoxinogènes, *E.Coli* enteropathogènes et *E.Coli* entérohémorragiques qui indique de colites hémorragiques chez l'homme (Kern-Benaibout, 2006)

- **Les coliformes fécaux (*Escherichia coli*)**

Bactéries du groupe coliformes ; est considéré comme l'indicateur le plus précis de la contamination fécale récente et de présence éventuelle de micro-organismes pathogènes ; l'origine fécale de *E. coli* est incontestable et sa nature omniprésente peu probable, ce qui valide son rôle précis d'organisme indicateur de contamination tant dans les eaux naturelles que traitées (F.U.N.A.S.A, 2013).

- **Les *clostridium(s)*sulfito-réducteurs**

Ces clostridies sont caractéristiques des bactéries anaérobies telluriques appartenant à la famille des *Bacillaceae* et au genre *Clostridium* ; Gram positif, elles produisent des spores de résistance, forme sous laquelle on les trouve dans l'eau ou en milieu aérobie ; elles se rencontrent fréquemment dans les sols, les sédiments et le tractus intestinal de l'homme (et des animaux à sang chaud), même en bonne santé, elles sont utiles pour diagnostiquer l'influence d'eaux usées mais elles peuvent donner lieu à de fausses interprétations du fait de leur résistance dans l'environnement ; la germination des spores n'intervient du reste qu'en milieu anaérobie strict (Ramseier, 2016).

- **Les entérocoques intestinaux**

Les entérocoques sont des bactéries Gram positif qui se présentent sous forme de diplocoques ou de coques en chaînettes ; ils sont anaérobies facultatifs, immobiles et dépourvus de capsule ; cette famille englobe une trentaine d'espèces qui ont longtemps été classées dans le genre des streptocoques au vu de leurs similitudes avec les streptocoques du groupe D ; les deux principales espèces importantes en clinique sont l'*enterococcus faecalis* et l'*enterococcus faecium*, le premier se retrouvant plus fréquemment que le second (90% vs 10% environ) ; ces germes sont peu exigeants et peuvent survivre dans des conditions hostiles, tels que des milieux très alcalins ou riches en sel (sels biliaires), ou des températures extrêmes (10 °C à 60 °C) ; ils font tous deux partie de la flore commensale de nos intestins et se comportent comme des germes opportunistes, les infections les plus souvent causées par ces germes sont des infections urinaires, des péritonites, des abcès intra-abdominaux, des bactériémies nosocomiales ou des endocardites (**Stuckietal., 2014**).

- ***Pseudomonas aeruginosa***

Pseudomonas aeruginosa est un bacille pyocyanique, hydrique, répandu dans l'environnement ; c'est un bacille à Gram négatif de 0,5µm, cette bactérie vit naturellement dans l'eau douce et de mer, les sols humides ou à la surface des végétaux ; elle peut survivre et se multiplier dans une infinie variété de liquide et de milieux, sur tout type de support et de matériel humide à une température entre 4°C et 45°C ; elle est fréquemment commensale de sujets sains, *Pseudomonas* est un pathogène opportuniste responsable d'épidémies graves chez les patients fragiles (**Bernetetal.,2009**).

I.4. Les types de pollutions

Avec le développement industriel, les problèmes de pollution de l'eau ont pris un tour d'abord régional puis continental et désormais, il est mondial ; une grande quantité d'eau est polluée par les usages industriels, agricoles ou encore domestiques ; l'industrie utilise des grandes quantités d'eau mais le principal problème tient à ce que la majeure partie de cette eau retourne à la nature, polluée car chargée de déchets, de produits chimiques et de métaux lourds ; plus de 85% de l'eau utilisée par l'industrie retourne à la nature sous forme d'eau usée (**Gupta, 1992**) (tableau I).

I.4.1. La pollution chimique

La pollution chimique affecte tout le cycle de l'eau, depuis la pluie (la concentration de pesticides peut y être beaucoup plus élevée que la concentration maximale autorisée pour l'eau potable) jusqu'aux eaux souterraines (7,8 % des eaux souterraines dépassent 40 mg/l de

nitrate contre 1,6 % pour les eaux de surface) ; on distingue parmi les produits chimiques ceux qui ont un effet néfaste à des concentrations de l'ordre de quelques milligrammes par litre : les micropolluants : nitrates, phosphates, matière organique en suspension, et ceux qui sont toxiques à des concentrations beaucoup plus faibles : les micropolluants : le plomb, les pesticides. (Tableau I) ;

Les macro-polluants proviennent principalement des rejets urbains (les égouts) et de l'agriculture ; la pollution due aux rejets urbains baisse régulièrement depuis que les eaux usées sont traitées dans des stations d'épuration ; en revanche, la pollution due à l'agriculture se maintient voire progresse (Arnaud *et al.*, 2011). Les quantités épandues ont des ordres de grandeur très différents : les engrais sont épandus des doses allant de 10 à 300 Kg/ha, alors que des doses d'épandage des pesticides sont actuellement de quelques dizaines à centaines de grammes /habitant ; les limites de potabilité étant de 50 mg/l pour les nitrates et de 0.1 mg/l pour les pesticides. (Atteia, 2005) ; les macro-polluants proviennent de l'agriculture, de l'entretien des espaces verts dans les zones périurbaines (pesticides), de l'industrie (métaux, plastifiants), des ménages (détergents, médicaments) et du trafic automobile (produits de combustion) (Arnaud *et al.*, 2011). Les pollutions diffuses liées à l'activité agricole se caractérisent par la multiplicité de petites sources de pollution dont le cumul détériore la qualité de l'eau (Sébastien, 2015).

I.4.2. La pollution physique

Elle peut être thermique, radioactive ou due au transport de matières en suspension (tableau I), ces dernières créent la turbidité qui donne à l'eau un aspect peu agréable, causent des dommages aux poissons et freinent le développement des organismes photosynthétiques. Les pollutions radioactives et thermiques proviennent quant à elles du rejet de radio-isotopes ou d'eaux chaudes ayant servi au refroidissement des centrales électriques et nucléaires ; les conséquences directes de ce rejet, est l'élévation de la température des eaux naturelles, ce qui modifie le taux d'oxygène, augmente l'activité cellulaire et la respiration de la biocénose, diminue la diversité du phytoplancton et peut provoquer la prolifération d'espèces thermophiles (Rodier *et al.*, 1996).

II.1.3. La pollution microbienne

La pollution microbienne de l'eau est très importante ; son origine est avant tout d'origine fécale, due aux déjections humaines et animales, au travers des eaux usées plus ou moins bien maîtrisées ; cette pollution retrouve donc au niveau des stations d'épuration dont les traitements primaires et secondaires n'affectent qu'en partie la charge microbienne des eaux

usées et, surtout, transfèrent cette pollution dans les boues qui sont microbiologiquement très contaminées, sauf traitement approprié, les microorganismes de pollution fécale des eaux sont des bactéries susceptibles de provoquer des troubles gastro-intestinaux (entéro-pathogènes) : salmonelles, shigelles, *E. coli*, vibrion cholérique..., des virus : entérovirus de type poliovirus, coxackie et echovirus, virus de l'hépatite A, corona et rota-virus, virus de Norwalk responsable, selon les cas, de gastro-entérites, hépatites ou syndromes neuro-méningés. Les virus sont en général plus persistants dans le milieu et plus résistants aux traitements de désinfection que les bactéries (Hartemann, 2013) (fig.01)

Tableau I : Les différents polluants des eaux (Moilleron, 2017)

Types de pollution	Nature	Source
Physique		
Pollution thermique	Rejets d'eau chaude	Centrales thermiques
Pollution radioactive	Radio-isotopes	Installations nucléaires
Matière organique	Glucides, lipides, protides Ammoniac, nitrates	Effluents domestiques, agricoles... Élevages et piscicultures
Chimique		
Fertilisants	Nitrates, phosphates	Agriculture, lessives
Métaux et métalloïdes	Hg, Cd, Pb, Al, As...	Industries, agriculture, pluies acides
Pesticides	Insecticides, herbicides...	Agriculture, industries
Organochlorés	PCB, solvants	Industries
Composés org de synthèse	Nombreuses molécules	Industries
Détersifs	Agents tensio-actifs	Effluents domestiques
Hydrocarbures	Pétrole et dérivés	Industrie pétrolière, transports
Microbiologique	Bactéries, virus, champignons	Effluents urbains et d'élevage

I.5. Les maladies à transmission hydrique en Algérie

La situation épidémiologique de la fièvre typhoïde, s'est nettement améliorée au cours de ces dernières années, relevant un infléchissement à partir de 2002 avec une baisse plus marquée en 2010 (inférieure à 1 cas pour 100.000 habitants) ; même tendance pour les dysenteries, en passant de 9 cas /100000 habitant en 2000 à 1 cas/100000 en 2015 ; par ailleurs le taux d'incidence de l'hépatite virale « A » est stable pendant cette période (2000, 2011). Toutefois une augmentation de 4 cas pour 100.000 habitants en 2000 à 5 cas pour 100.000 habitants en 2010 a été après un infléchissement à 2 ou 3 cas pour 100.000 entre de ces périodes (Kherifiet Bekiri, 2016).(fig.02, fig.03, fig.04)

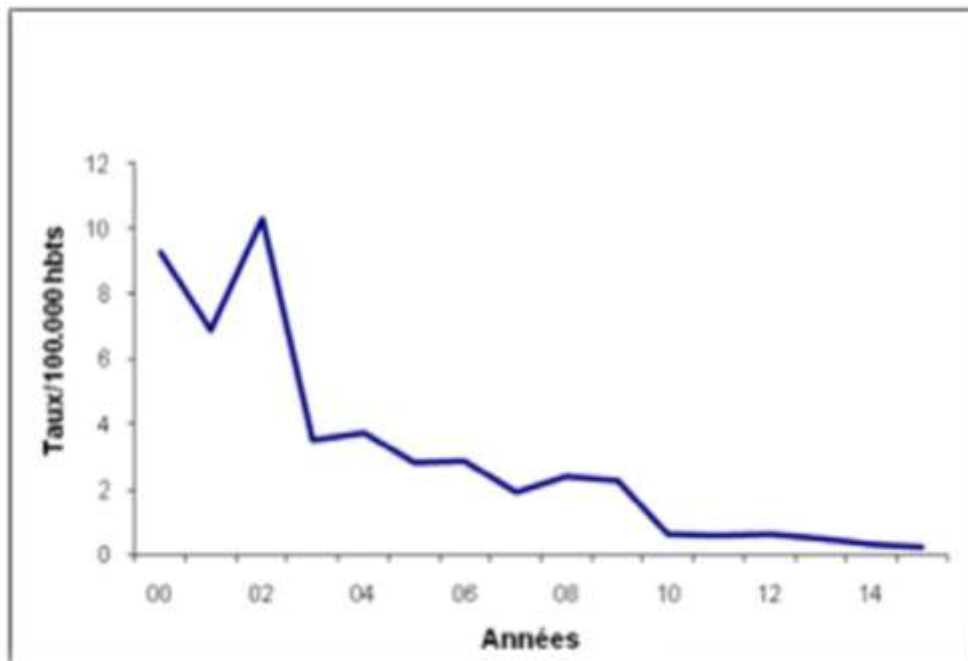


Figure 02 : Evolution de l'incidence annuelle de la fièvre typhoïde en Algérie (2000-2015) (Kherifi et Bekiri, 2016)

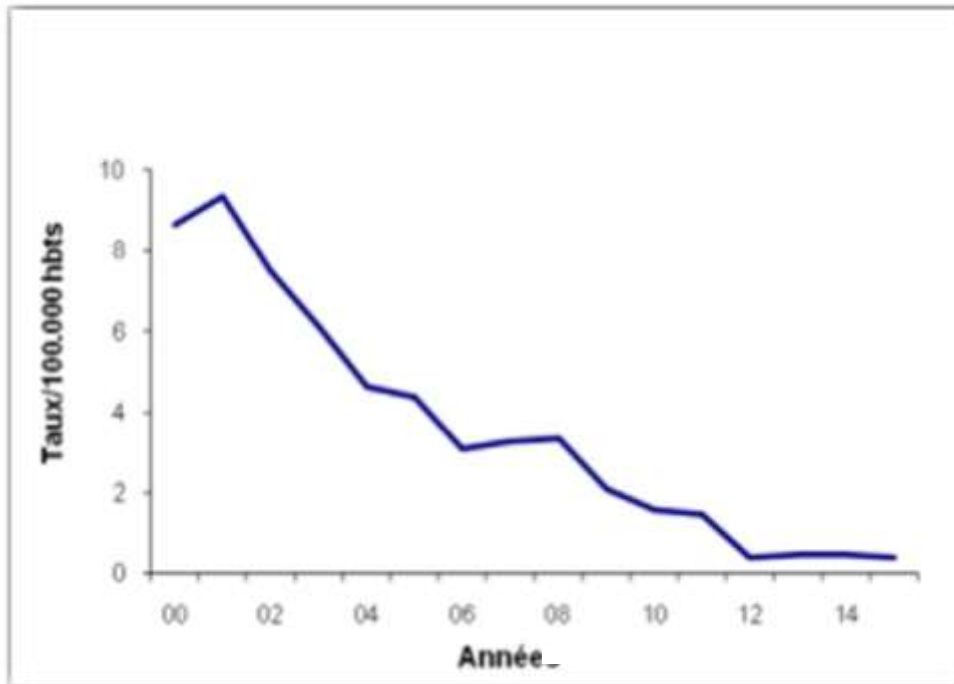


Figure 03 : Evolution de l'incidence annuelle des dysenteries en Algérie (2000-2015) (Kherifi et Bekiri, 2016)

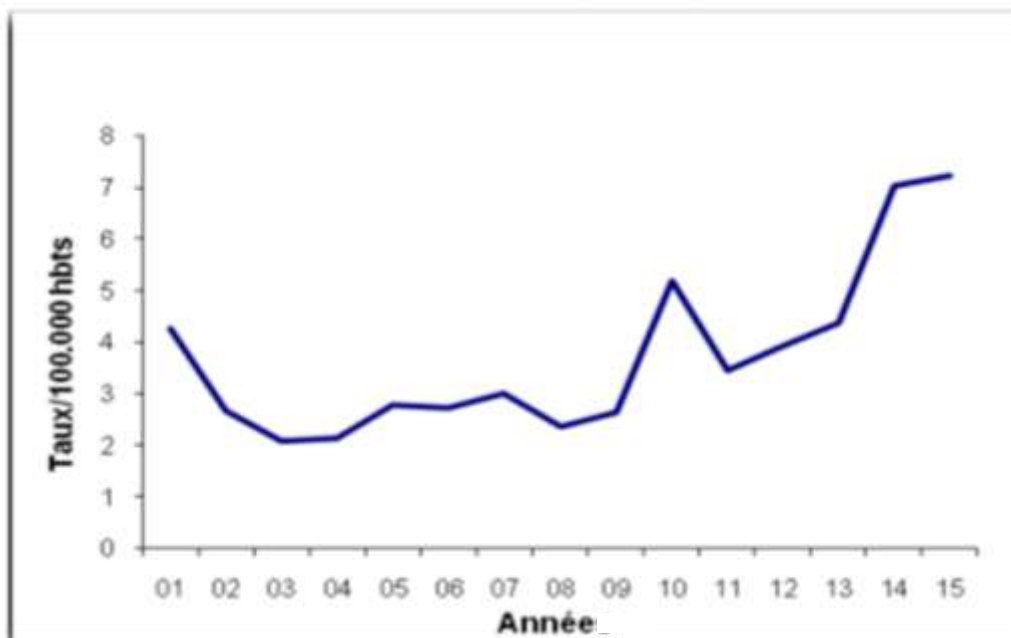


Figure 04 : Evolution de l'incidence annuelle de l'hépatite virale « A » en Algérie (2000-2015) (Kherifi et Bekiri, 2016)

L'eau conditionnée en Algérie a vécu ces dernières années un développement exceptionnel, notamment l'eau de source comme étant une eau d'origine exclusivement souterraine, adaptée à la consommation humaine, microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution (**Hazzab, 2001**).

II.1. La préforme PET

Au XIX^e siècle, l'eau était transportée dans des cruches de terre cuite, puis, dans des bouteilles en verre ; c'est à la fin des années 1960 que le plastique PVC fait son apparition et devient prépondérant très rapidement en raison de ses qualités (légèreté, solidité...), en 1992, la première bouteille en PET est une révolution : inaltérable, pratiquement incassable, flexible et plus résistant, plus léger, aussi transparent que le verre, recyclable ; la préforme PET est la matière première pour la fabrication des bouteilles, ces pièces de plastique, de couleurs et taille différentes en fonction des modèles ; elles sont chauffées, puis étirées et soufflées simultanément dans un moule afin d'être transformées en produit final ; la bouteille PET garantit la protection contre les éléments externes (odeurs, poussières, bactéries etc.) et une absence de transfert du matériau dans l'eau ; l'eau embouteillée peut être stockée de 2 à 3 ans à l'abri de la lumière dans un endroit sec et frais ; pour des raisons de sécurité, les fabricants limitent la date de consommation entre 6 mois et 1 an (**Elisabeth et Gaëlle, 2019**).

II.2. La mise en bouteille

Il est recommandé que toutes les eaux visées par les dispositions de la présente norme soient captées, transportées, entreposées et conditionnées conformément au code d'usage international recommandé, ainsi qu'au code d'usage en matière d'hygiène pour les eaux en bouteilles/conditionnées autres que les eaux minérales naturelles ; l'eau doit être conditionnée dans des récipients pour la vente au détail, hermétiquement clos, propres à éviter toute possibilité d'adultération ou de contamination (**Codex alimentarius, 2007**).

La production du jerricande 5 L se fait selon le code interne de l'entreprise en dix étapes avec des machines semi-automatiques. (fig.05), et la production de chaque gamme passe par des étapes divers (fig.06)

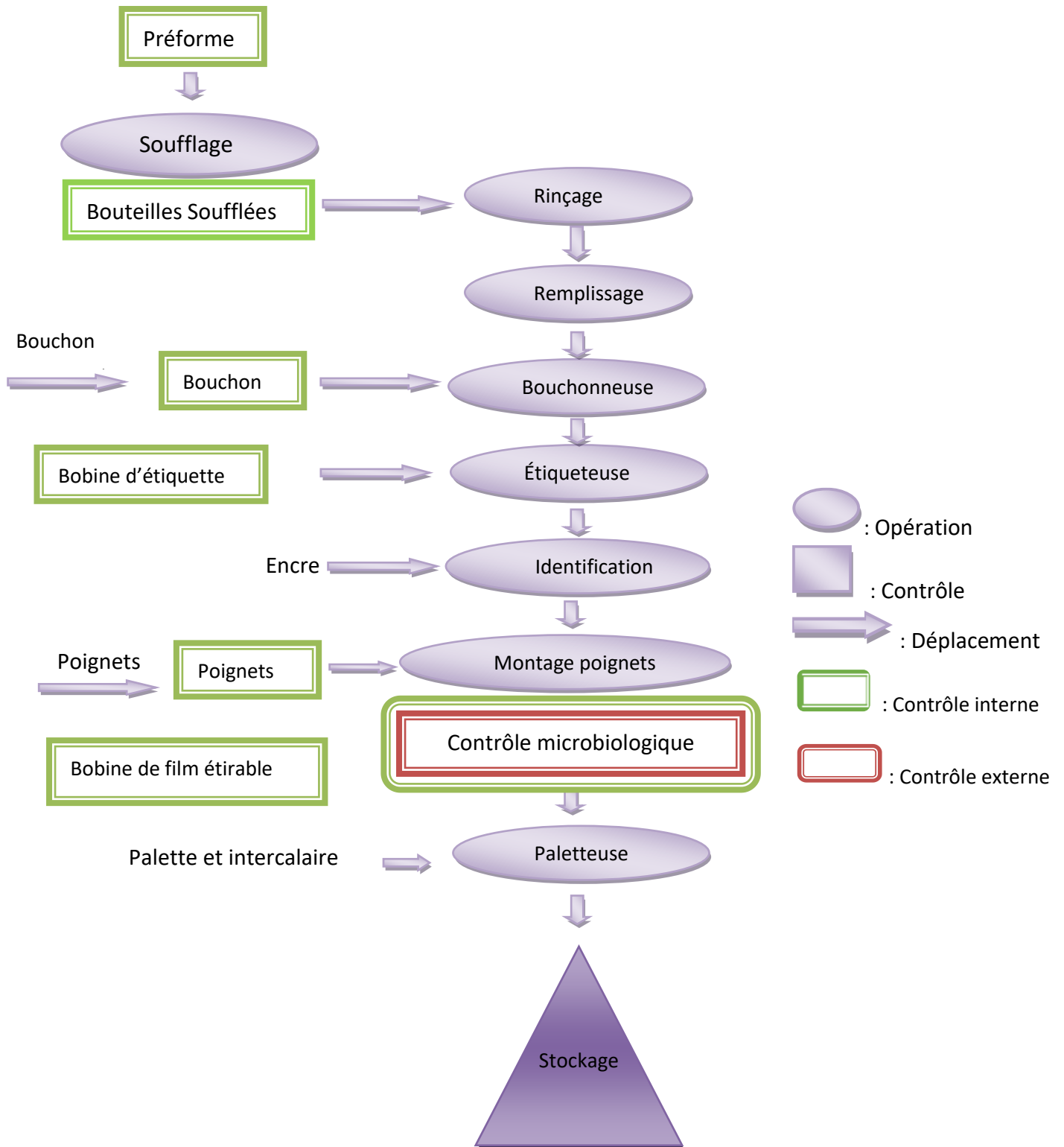


Figure 05 : Diagramme de la mise en jerrican de 5 L (Anonyme, 2015)

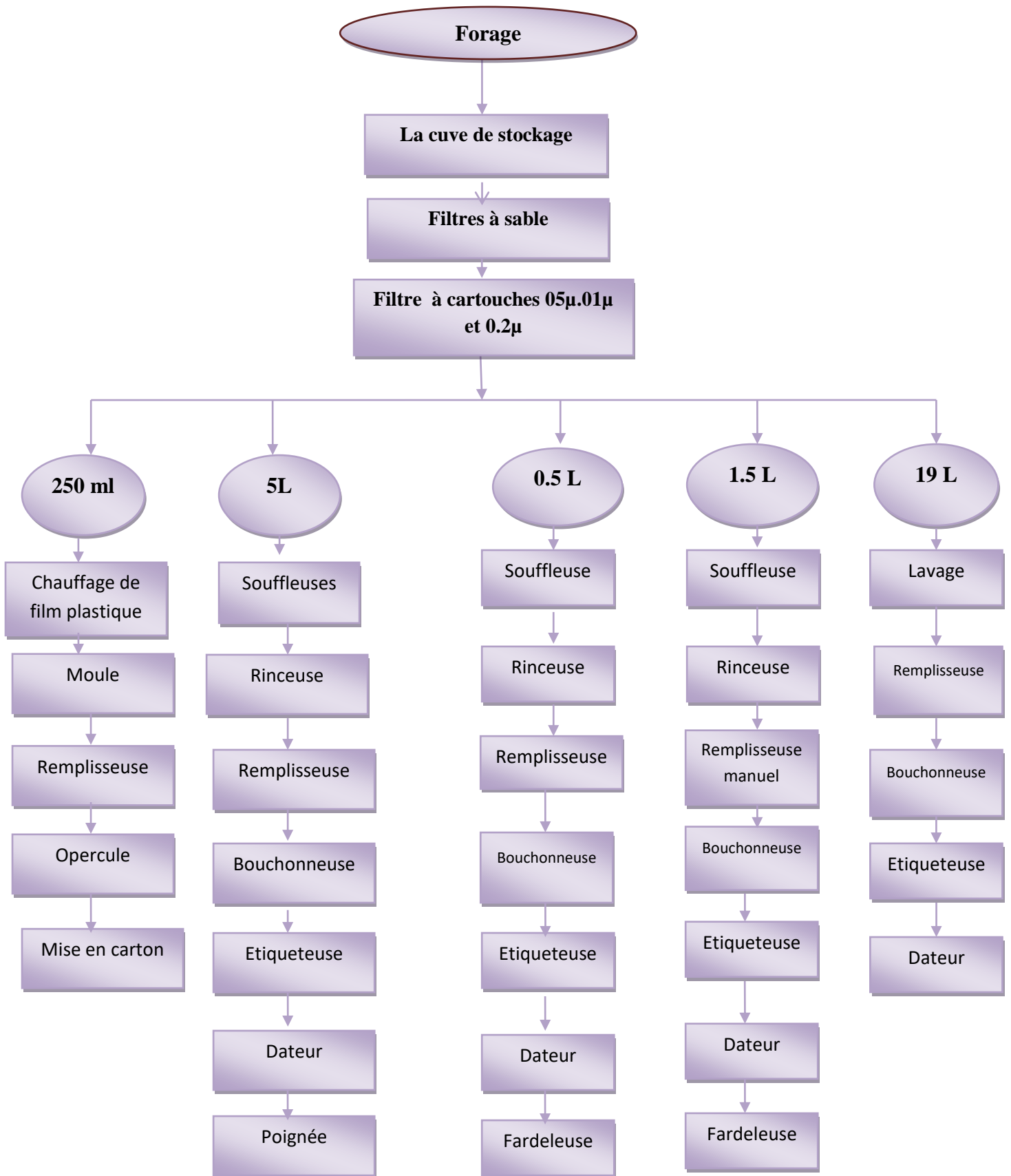


Figure 06 : Diagramme des différentes étapes de fabrication pour chaque (Anonyme, 2015)

II.3. Les étapes de fabrication du jerrican de 5 L

Selon le code interne de l'entreprise, les étapes de fabrication du jerrican de 5 L sont expliquées ainsi (Anonyme, 2015) :

- **Tunnel de chauffe**

On prépare les préformes dans des boxes et on les met dans un tunnel de chauffe qui est une machine programmée sur une vitesse et une température bien choisie.

On place environ 48 préformes dans un convoyeur qui fait passer les préformes dans le tunnel de résistance à une température de 159°C. Après une durée de 4 minutes les préformes s'échauffent.

- **Souffleuse**

On met les préformes déjà chauffées dans la souffleuse à deux moules. Le soufflage se fait automatiquement par l'injection de l'air à une pression de 20 à 25 Bar, pour prendre la forme du moule, après avoir formé les jerricans, le refroidisseur les refroidit.

- **Rinceuse**

On pose les jerricans sur une chaîne convoyeuse, ils se déplacent vers la rinceuse, quand le capteur capte un lot de 8 jerricans. Cette opération doit être dans tous les cas d'une durée suffisante pour assurer un bon rinçage.

- **Remplisseuse**

Après le nettoyage, le lot se déplace vers la remplisseuse pour remplir les bouteilles soufflées avec d'eau déjà traitée. Les niveaux de remplissage doivent être réguliers et constants, on s'assurera qu'il n'y a aucune possibilité de contamination de l'eau.

- **Bouchonneuse**

Consiste à fermer automatiquement le volume de la bouteille pour éviter que l'eau ne s'écoule ou ne s'évapore pas.

A la fin de remplissage les bouteilles se déplacent sur le convoyeur vers la bouchonneuse pour mettre les bouchonnes sur les jerricans.

- **Visseuse**

Les bouteilles s'orientent vers la visseuse qui est une machine automatique et qui fonctionne en parallèle avec la rinceuse et la remplisseuse. Le capteur assemble le lot, il donne ordre au moteur pour visser les bouchons.

- **Dateur**

Quand cette étape est terminée les jerricans se déplacent vers le dateur qui est déjà programmé à la date de fabrication et péremption au moment où le capteur capte les bouchons, le dateur marque au-dessus à l'aide de l'infrarouge.

- **Etiqueteuse**

Est une machine automatique qui sert à coller des étiquettes sur les bouteilles d'eau pour bien informer le consommateur sur sa composition, les bouteilles passent à l'étiquetage, après avoir placé un rouleau d'étiquettes, et lorsque le capteur capte les jerricans, le rouleau se colle sur le dos des jerricanes, ainsi on retire le papier non collé.

- **Fardeleuse**

La fardeleuse regroupe les bouteilles en lots, ces lots sont entourés d'un film de plastique.

- **Palettiseuse**

Le produit fini se déplace sur la chaîne convoyeuse vers la table de sortie, Les fardeaux sont alors regroupés en palettes. Le palettiseur doit être apte à palettiser des palettes et assurer la mise en palettes des cartons et fardeaux. Une feuille de carton intercalaire est placée entre chaque couche constituant la palette.

L'eau Mont Djurdjura est une eau de source moyennement minéralisée et ses teneurs en sels minéraux sont de 701mg/l, le faciès physicochimique est de type bicarbonaté calcique, chloruré sodique.

III.1. Les étapes de traitement de l'eau de« GSA »

L'eau est pompée à partir d'un forage d'une profondeur de 80 m, équipé d'un tubage en inox 304L à l'aide d'une pompe émergée.

- Décantation : l'eau pompée est stockée dans une cuve de 35 m³ où elle subit son premier traitement physique qui est la décantation.
- Filtration : l'eau décantée est filtrée dans une série de filtres à savoir : filtre à sable et filtre à cartouche (5µm ; 1µm ; 0,2 µm).

L'eau traitée va être distribuée vers toutes les chaînes de production (fig.07).

Les étapes de traitement de l'eau pompée sont sous contrôle interne et externe (fig.08).

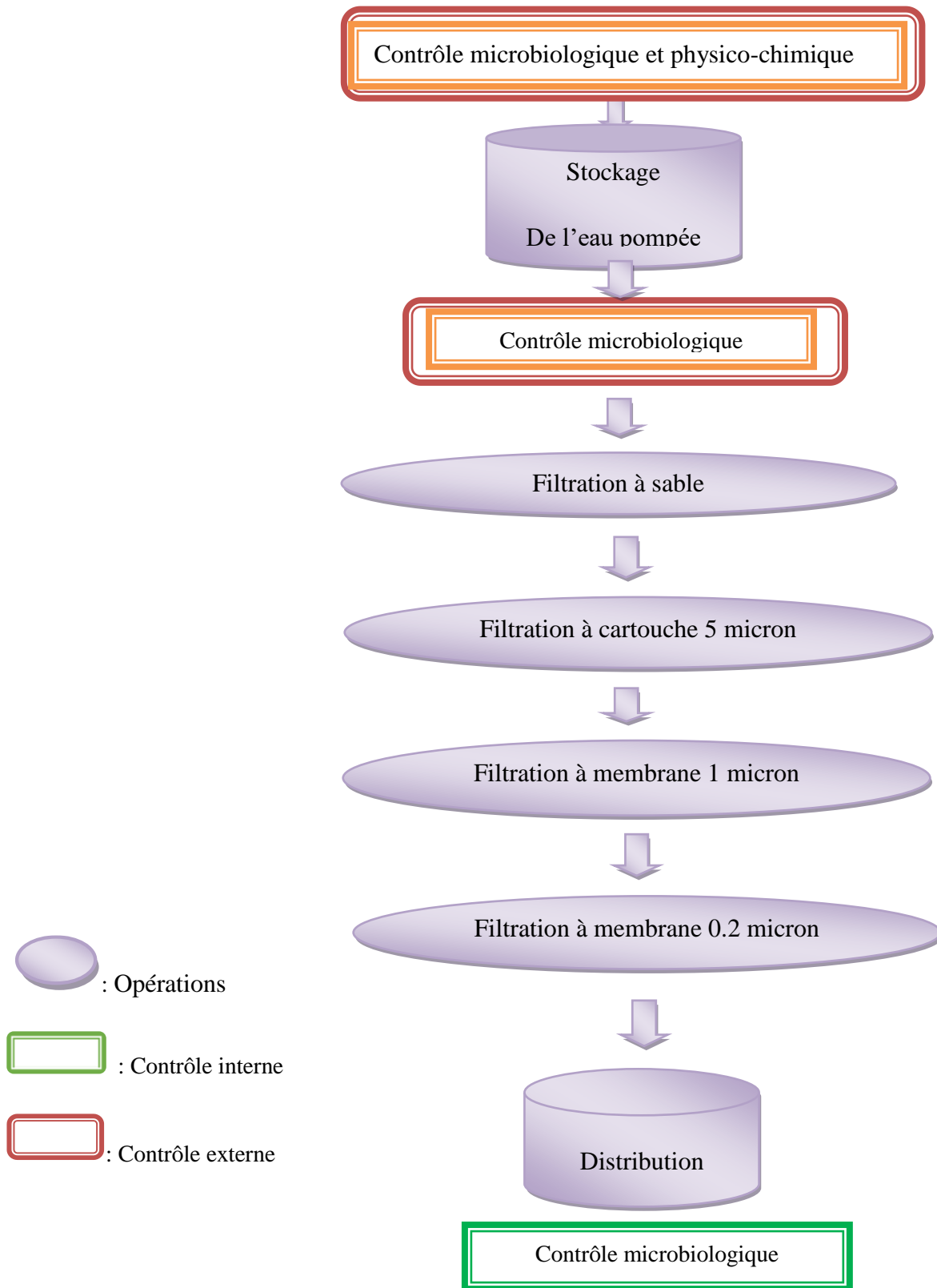


Figure 08 : Diagramme des processus de filtrations et les points de contrôle (Anonyme, 2015)

- **Forage**

Un forage est un trou creusé dans la terre, l'équipement de trou tel les tubages et de manière générale les moyens techniques permettant de creuser varient en fonction de son dimensionnement et de ses objectifs. On fore pour exploiter l'eau qui se retrouve au sous-sol.

- **Cuve de stockage**

L'eau passe dans une cuve pour la décantation et pour le stockage de l'eau. En cas d'arrêt de production, l'eau reste toujours en circulation grâce à la pompe d'alimentation pour éviter la stagnation d'eau qui constitue un milieu favorable pour le développement des micro-organismes.

- **Filtres à sable**

L'eau entre dans le filtre à sable pour assurer l'élimination complète de matière en suspension.

- **Filtres à cartouches :**

Filtres à cartouche 5 μ m : La filtration réalisée par un filtre de 05 μ m, a pour but d'assurer la filtration en retenant les petites particules en suspension pour éviter le colmatage du filtre suivant.

Filtre à cartouche 1 μ m et filtre à 0.2 μ m : Pour assurer une meilleure filtration de l'eau.

III.3. Le protocole de désinfection

- **Passage de l'eau chaude :** Faire chauffer dans une cuve un volume d'eau à 80°C et envoyer vers la ligne concernée, cela pour chauffer les circuits et diminuer le taux de charge organique.
- **Passage de la phase alcaline :** Prépare une solution d'un produit alcalin sélectionné (selon type de contamination et disponibilité de produit) en se référant à la fiche technique du produit, chauffer la solution à une température choisie puis l'envoyer à la ligne, cette étape permet d'éliminer les souillures organiques.
- **Rinçage intermédiaire :** Rincer à l'eau potable à température ambiante.

- **Passage de la phase acide :** Préparer une solution d'un produit acide sélectionnée en se référant la fiche technique du produit (concernant la concentration, température et de temps de contact) puis l'envoyer au linge concerné. Cette étape permet d'éliminer les souillures minérales et neutraliser les traces du produit alcalin.
- **Rinçage intermédiaire :** Rincer à l'eau potable à température ambiante.
- **Rinçage finale :** Rincer à l'eau de source à température ambiante.

On constate que la qualité microbiologique de l'eau analysée est satisfaisante conformément aux normes indiquées dans journal officiel de la république algérienne 2 juillet 2017 (n°39), relatif aux spécificités microbiologiques, en cas de non-conformité, c'est-à-dire présences des microorganismes dans des échantillons, nécessite un CIP qui veut dire nettoyage enplace.

V. Les analyses microbiologiques

V.1.L'échantillonnage

Le prélèvement des échantillons d'eau est l'une des étapes les plus importantes pour l'évaluation de la qualité de l'eau ; il est donc essentiel que l'échantillonnage soit effectué avec prudence afin d'éviter toutes les sources possibles de contamination.

Les prélèvements destinés au laboratoire en vue de l'analyse microbiologique de l'eau se fait selon la norme algérienne.

Pour l'eau embouteillée : 19L, 5 L, 1.5 L, 0.5 L et les gobelets, on fait un échantillonnage au hasard.

Pour l'eau de source et la cuve de stockage, les échantillons doivent être prélevés dans des flacons ronds en verre blanc, avec un bouchon à filetage, d'une capacité d'un litre, stérilisés au préalable, on doit flamber le canal après avoir désinfecté les mains avec l'alcool.

Pour réaliser les analyses microbiologiques, on prélève 5 échantillons pour chaque gamme dont on effectue 5 analyses pour chacun, en appliquant la méthode par filtration à l'aide d'une rampe (fig.09) ;

- On place les membranes sous les entonnoirs à l'aide d'une pince bien stérilisée ;
- On remplit les entonnoirs à 250ml ;
- On allume la pompe à vide ;
- On tire les membranes pour les mettre dans des boites de Pétri où se trouve le milieu de culture correspondant à la bactérie recherchée, et les mettre par la suite dans l'incubateur.

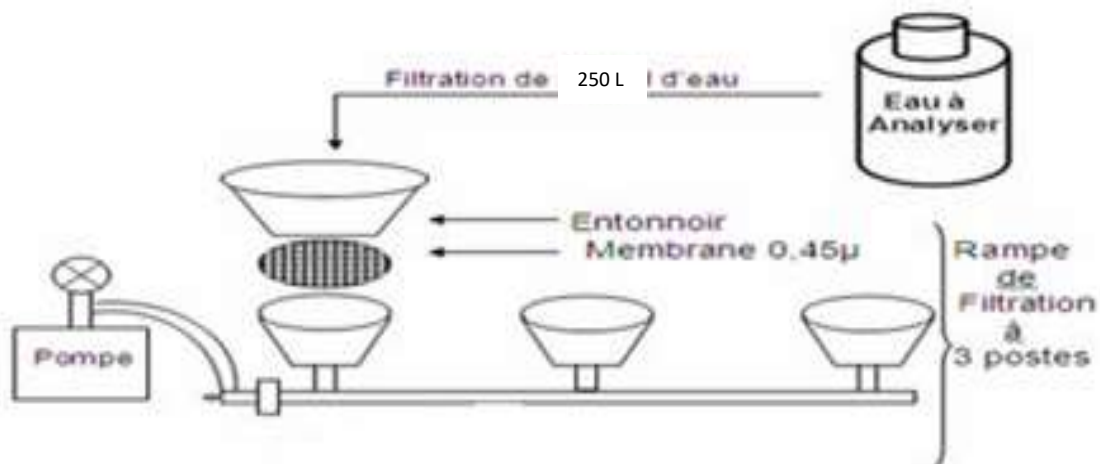


Figure 09 : Rampe de filtration

V.2. La recherche des bactéries

V.2.I. La recherche des coliformes totaux et d'*Escherichia coli*

La filtration des prises d'essai des échantillons d'eau sur une membrane filtrante, qui retient les organismes, la membrane est placée par suite dans une boîte de gélose chromogène, puis incubée à 37 °C pendant 48 h.

Le comptage des colonies positives pour la β -D-galactosidase (couleur rose à rouge) en tant que bactéries coliformes présomptives qui ne sont pas des *E.coli*.

Comptage des colonies positives pour la β -D-galactosidase et la β -D-glucuronidase (couleur bleu foncé à violet) en tant que *E.coli*. (fig.10)

Les bactéries coliformes totales sont la somme des colonies négatives à l'oxydase de couleur rose à rouge et de toutes les colonies de couleur bleu foncé à violet.

- **Mode opératoire**

Après filtration, placer la membrane filtrante sur la gélose chromogène pour les bactéries coliformes, en veillant à ce qu'il n'y ait pas d'air piégé en-dessous.

Retourner la boîte de Pétri et incuber à 37 °C pendant 48 h

- **Expression des résultats**

Examiner les membranes filtrantes et compter toutes les colonies présentant les réactions β -D-galactosidase positives (couleur rose à rouge) en tant que bactéries coliformes présomptives qui ne sont pas des *E.coli*.

Compter toutes les colonies présentant une réaction β -D-galactosidase positives (bleu foncé à violet) en tant que *E.coli*.

A partir du nombre de colonies confirmées et dénombrées sur la membrane filtrante, calculer le nombre d'*E.coli* et les coliformes présents dans 250 ml de l'échantillon conformément à l'ISO 8199. Le dénombrement des bactéries coliformes est la somme de toutes les colonies négatives à l'oxydase de couleur rose à rouge et de toutes les colonies de couleur bleu foncé à violet.

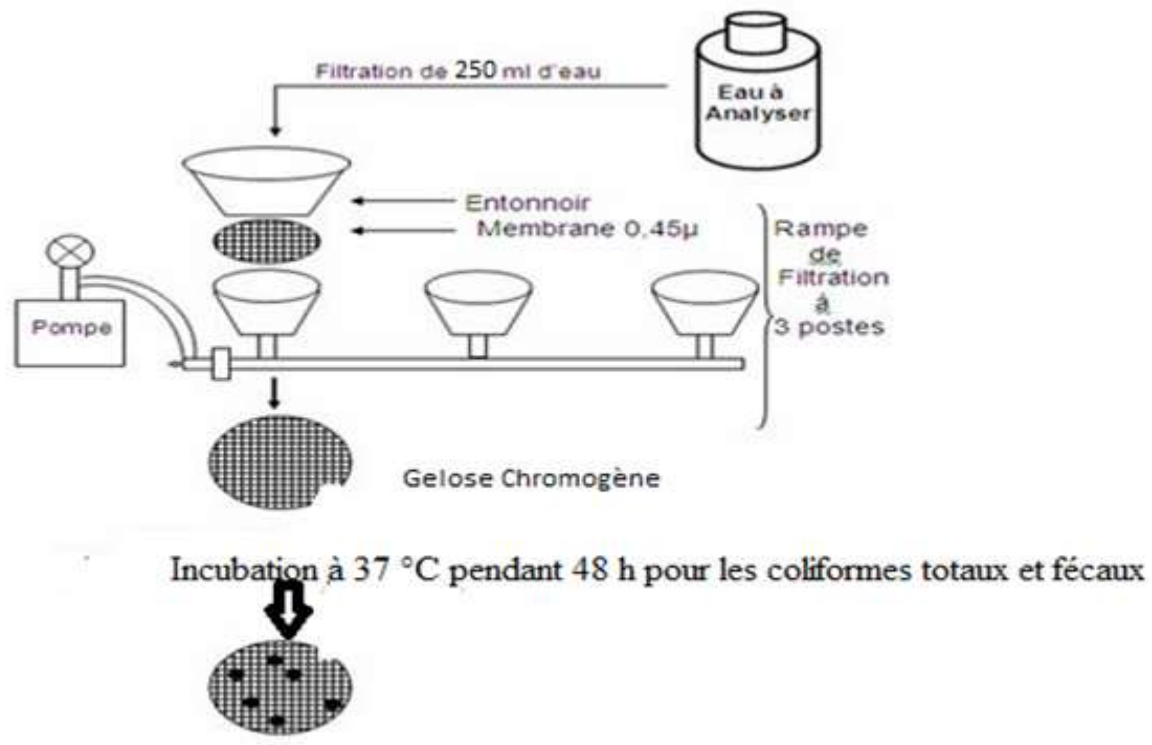


Figure 10 : Recherche de *Escherichia coli* et des coliformes

V.2.2. La recherche des entérocoques intestinaux

Le dénombrement des streptocoques fondé sur la filtration d'un volume de 250 ml d'un échantillon d'eau à travers une membrane filtrante ayant une porosité de 0.45 µm suffisante pour retenir les bactéries, le filtre est placé sur un milieu sélectif solide contenant de l'azoture de sodium (pour inhiber les bactéries Gram négatif) et du chlorure de 2, 3,5-triphényl-tétrazolium, un colorant incolore qui est réduit en formazan rouge par les entérocoques intestinaux. (fig.11)

Les colonies typiques sont bombées avec une couleur rouge, marron, rose, soit au centre soit sur l'ensemble de la colonie.

- **Mode opératoire**

Placer la membrane filtrante sur un milieu de Slanetz-Bratley

Incuber les boites à 37 °C pendant 48 h

- **Expression des résultats**

Après incubation, considérer comme typiques toutes les colonies bombées montrant une couleur rouge, marron ou rose, soit au centre soit sur l'ensemble de la colonie.

Considérer toutes les colonies typiques montrant une couleur brune à noire dans le milieu environnant comme donnant une réaction positive, et les compter comme étant entérocoques intestinaux.

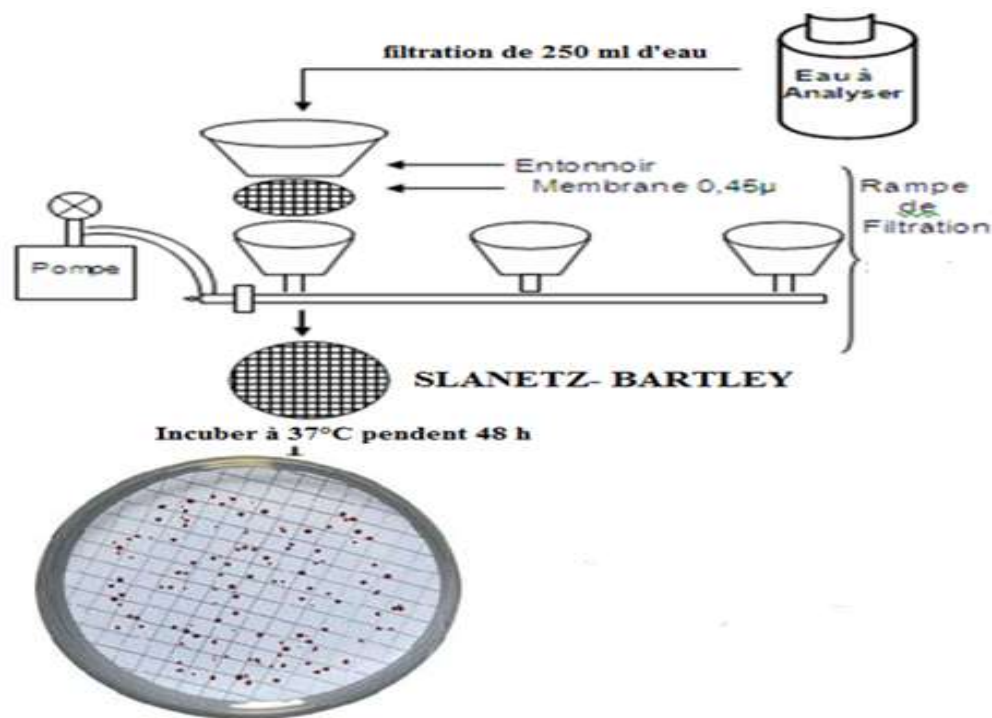


Figure 11: Recherche des entérocoques intestinaux

V.2.3. La recherche de *Pseudomonas aeruginosa*

Un volume de 250 ml de l'échantillon d'eau est filtré sur une membrane filtrante de porosité de 0,45 µm ; la membrane filtrante est placée sur le milieu cétrimide puis incubée dans les conditions spécifiques pour le milieu. (37°C / 48h) (fig.12)

- **Mode opératoire**

Filtrer des volumes de l'échantillon sur une membrane filtrante stérile en ester de cellulose, de diamètre de pore nominal de 0,45 µm,

Placer chaque membrane sur une boîte de Pétri contenant de la gélose cétrimide ; en veillant à ne pas emprisonner d'air sous les membranes.

Incuber les boîtes de Pétri à 37 °C pendant 48 h.

- **Expression des résultats**

Le nombre de *Pseudomonas aeruginosa* présumé est obtenu par comptage du nombre de colonies caractéristiques formées sur la membrane filtrante après incubation.

Les colonies produisant une pigmentation bleu-vert (pyocyanine) sont considérées comme *Pseudomonas aeruginosa* confirmés ; Mais les colonies qui produisent une fluorescence ou celle de couleur brune rougeâtre nécessitent une confirmation.

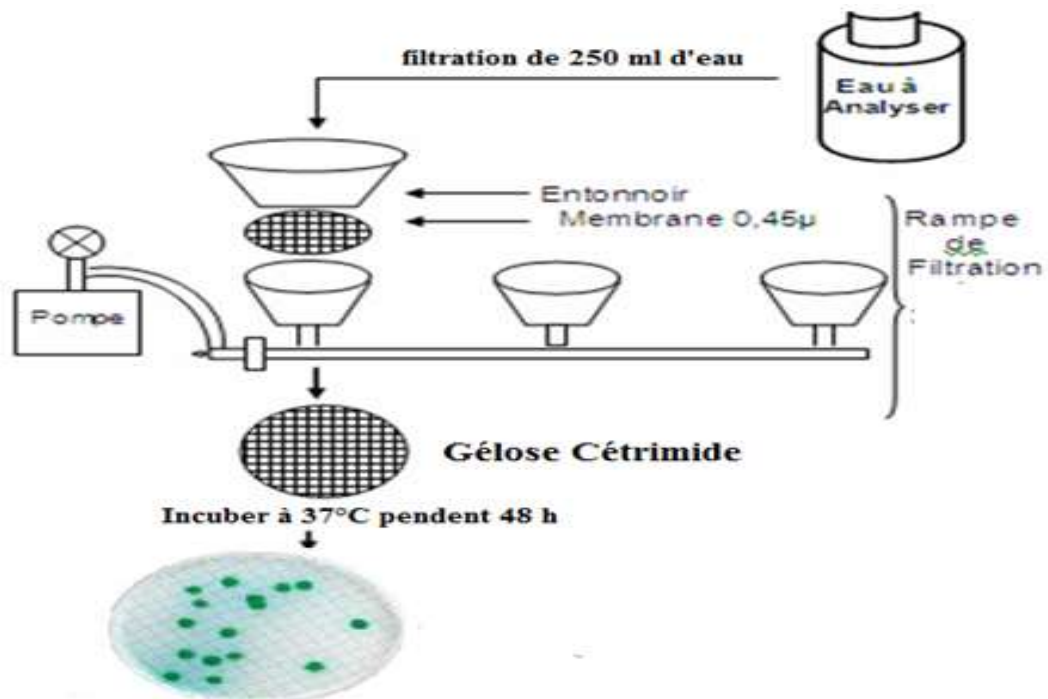


Figure 12 : Recherche de *Pseudomonas aeruginosa*

VI.1. Les résultats

Les résultats des analyses microbiologiques de l'eau de source « Mont Djurdjura » sont résumés ci-dessous ;



-Absence des colonies roses à rouges (coliformes totaux) ;

-Absence des colonies : bleu foncé à violet (*E.coli*) dans 250 ml d'eau analysée.

Figure 13 : Résultats pour les coliformes totaux et *E.coli*



Absence des colonies : bombées brune à noire dans 250 ml d'eau analysée.

Figure 14 : Résultats pour les entérocoques intestinaux



Absence de colonies : bleu vert, dans 250 ml d'eau analysée.

Figure 15 : Résultats pour *Pseudomonas aeruginosa*

VI.2. La présentation des résultats

Les analyses microbiologiques sont effectuées pour le processus mise en bouteille 5 L

Tableau II: Résultats des analyses microbiologiques de l'eau de source.

DETERMINATION	E1	E2	E3	E4	E5	Norme	Méthode
Coliformes totaux et <i>E.Coli</i> / 250 ml	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence	NA 764
Entérocoques intestinaux / 250ml	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence	NA 766
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> / 250ml	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence	NA 6825

VI.3. L'interprétation des résultats

VI.3.1. Les coliformes totaux et *Escherichia coli*

Les coliformes qui sont des bactéries indicatrices de contamination fécale, le principal représentant de ce groupe de bactéries est *Escherichiacoli*, sa présence dans l'eau indique la présence probable de germes pathogènes entériques qui constituent un risque immédiat pour la santé ; donc leur absence totale (Tableau II) est due à la bonne pratique de désinfection

appliquée, le respect d'hygiène du personnel et la protection continue du forage contre d'éventuelles infiltrations contaminantes.

Si la majorité des souches d'*E.coli* sont inoffensives, certaines ont acquis des facteurs de virulence qui les rendent pathogènes et responsables d'infections intestinales, celles-ci se manifestent par des diarrhées associées à des douleurs abdominales, la gravité des diarrhées est due à la présence des facteurs de virulence (Cousin, 2018).

VI.3.2. Les entérocoques intestinaux

Considérés comme indicateurs de pollution fécale ; norme (ISO 7899), donc leur absence est due au bonne pratique de désinfection appliquée, le respect d'hygiène du personnel et la protection continue du forage contre d'éventuelles infiltrations contaminantes.

L'absence totale de ces microorganismes dans l'eau de source s'explique par l'action conjuguée entre le traitement physique (décantation et filtration) qui sert à éliminer les matières en suspension, et la mise en place d'un protocole de désinfection.

La détection des streptocoques dans une nappe d'eau souterraine doit faire sérieusement soupçonner une contamination d'origine fécale ; les entérocoques font partie de la flore normale de l'intestin humain, ils sont impliqués dans diverses infections nosocomiales où le genre *Enterococcus* est reconnu comme la troisième plus importante cause de ce type d'infection (Facklam *et al.*, 1999).

VI.3.3. *Pseudomonasaeruginosa*

Généralement la présence de cette bactérie est due au non-respect de la désinfection ou le non-respect d'hygiène après une soudure ou l'intervention de l'équipe de maintenance, au niveau des tuyaux de distributions, donc son absence est due à la bonne pratique de l'hygiène et de la désinfection.

L'eau est si indispensable qu'on s'accorde à dire qu'il n'y a pas de vie sans eau, notamment l'eau destinée à la consommation humaine, c'est pour cette raison qu'on s'intéresse à une compréhension presque globale du type et de la qualité de l'eau consommée par la population à l'échelle nationale et locale ; c'est dans ce cadre que ce travail a été réalisé, et a porté sur les analyses de la qualité microbiologique de l'eau de source de l'entreprise Grande Source d'Arafou « GSA » Sarl Mont Djurdjura de la wilaya de Bouira, localisée à Chorfa, au bas du piémont formant versant sud du Djurdjura, dans la partie haute de la vallée de la Soummam. Ce travail a consisté à suivre de près les analyses microbiologiques effectuées sur l'eau de source embouteillée et aussi à commenter, et vérifier le fonctionnement du processus d'embouteillage dans cette entreprise.

Pour que les analyses microbiologiques soient confirmées, il est utile de comparer les résultats afin de déterminer d'éventuelles contradictions ; il existe trois approches principales pour l'interprétation des données produites par les analyses de qualité de l'eau de source, qui sont expliquées ainsi ;

- Les résultats doivent être comparés aux normes nationales de qualité de l'eau ou aux Directives de l'OMS pour la qualité de l'eau de boisson.
- Des analyses microbiologiques au sein d'un laboratoire externe peuvent être effectuées afin de comparer et de confirmer les résultats obtenus.
- Des analyses physico-chimiques sur les échantillons de l'eau analysée, dans un laboratoire externe.

En conclusion, l'eau de source « Mont Djurdjura », est une eau agréablement plaisante sur tous les plans et elle est microbiologiquement saine, elle ne contient pas des micro-organismes pathogènes, notamment liés à des contaminations humaines ou animales ; et les résultats sont conformes aux normes nationales, elle obéit aux normes admises par l'arrêté interministériel dans le journal officiel de la république Algérienne du 2 juillet 2017(J.O.R.A N°29) ainsi qu'aux directives de l'OMS pour la qualité de l'eau, d'où cette eau ne présente aucun risque pour la santé du consommateur.

Références bibliographiques

Adjahouinou D.C, Boniface Y, Mouhamadou N. D. L et Emile D. F. 2014. Journal of Applied Biosciences 78 :6705 – 6713. Caractérisation bactériologique des eaux résiduaires brutes de la ville de Cotonou (Bénin). P : 6706.

Alain H, Fabrice D, Marie O.D, Nina F, Denis F, Rudy L, Emmanuelle O, Aziz O, Mathieu P, Caroline, Bertrand S et Arnaud C. 2011. Qualité de l'eau et lutte contre la pollution. UPMC. Science et politiques publiques. P: 2.

Anonyme. 2015. Code interne de l'entreprise. SARL Grande source d'Arafou.

Archibald, F. 2000. The presence of coliform bacteria in Canadian pulp and paper mill water systems – a cause for concern. Water QualRes J. Canada. P : 1-22.

Atteia O. 2005 : Chimie et pollution des eaux souterraines. Edition : TEC & DOC Lavoisier. Paris. P : 398.

Belhomsa A, Sibari M, Kherrati I, El Madhi Y, Bouchaib S, Belghyti D et El KharrimK. 2017. American journal of scientific research. Recherche des levures et des moisissures dans les eaux conditionnées et contrôle de la qualité marchande selon les conditions de stockage (Maroc). P : 200.

Bernet C, Laprugne G.E et Saint G.L. 2009. L'ouverture d'un établissement de sante. Le risque de contamination à pseudomonasaeruginosa. P :1.

Besbes M et De Marsily G. 2017. Responsabilité &environnement. Les eaux souterraines. P : 1.

Bourre P. 1996. Cycle parasitaire. Première édition : Dopamine. Paris. P -40.

C.E.A.E.Q. 2014. Recherche et dénombrement simultané des coliformes fécaux et d'Escherichia coli dans l'eau potable avec le milieu de culture MI. Méthode par filtration sur membrane. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. P : 23.

Codex alimentarius, 2007.L'eau. Organisation mondiale de la santé. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Première édition. Rome. P : 5-9.

Colin J.J. 2004. Les eaux souterraines. Edition : brgméditio. P : 169.

Cousin S. 2018. Agents infectieux. Bactérie *E.coli* : une alliée et une menace. P : 2

Dacosta Y. 1995. Effet comparé des différents modes de conditionnement sur la croissance des bactéries pathogènes responsables des intoxications alimentaires. P : 142.

Références bibliographiques

- Defranceschi M.** 2001. L'eau dans tous ses états. Edition : Ellipses Marketing. Paris. France. P : 9
- Degremont S.** 1989. Mémento technique de l'eau. Technique et documentation. Tome 1. Edition du cinquantenaire. P : 3
- Delmont J et Mouton P.** 2016. Les enjeux de santé liés à la qualité de l'eau de boisson dans les pays en développement. La qualité de l'eau dans les projets de développement des services d'eau potable. P: 13.
- Edberg S.C, Rice E.W, Karlin R.J et Allen M.J.** 2000. Escherichia coli: the best biological drinking water indicator for public health protection. Journal of AppliedMicrobiology.
- Elisabeth C et Gaëlle L.** 2019. Union Fédérale des Consommateurs – QueChoisir. Quelle eau boire. Eau du robinet, eau en bouteille ou eau filtrée. P : 1-3.
- Facklam, R.R, Sahn D. F et Teixeira L. M.** 1999. Manual of clinical microbiology. American Society for Microbiology. P: 297-305.
- Fortin C, Montigny F et Ribreau A.** 2016. L'eau en Poitou-Charentes. Qu'est-ce qu'une eau potable. P : 1.
- F.U.N.A.S.A.** 2013. Fondation nationale de la santé. Manuel pratique d'analyse de l'eau. P : 32.
- Gouaidia L.** 2017. International journal of environment & water issn 2052-3408. Origine de la minéralisation des eaux souterraines d'un aquifere dans une zone semi – aride. Cas de la nappe de la merdja, nord - est algerien. P : 105.
- Gupta. D.B.** 1992. The importance of water resources for urban socioeconomic development. In International Conference on Water and the Environment. Development Issues for the 21st Century.
- Hartemann P.** 2013. Cairn.info. Eau de consommation, risque, sante. P: 16.
- Hazzab A.** 2011. Comptes Rendus Geoscience. Eaux minérales naturelles et eaux de sources en Algérie. Natural mineral waters and spring waters in Algeria. P: 21.

Références bibliographiques

- Henri S.** 2014. L'implantation et l'exploitation par forage des masses d'eau souterraines. Edition : LACOUR. Paris. P :1.
- Huot A.** 2010. La revue Bio contact, n°200. Eau et santé. P : 132.
- J.O.R.A.P.D.** 2015. Journal officiel de la république algérienne n° 03. 6 Rabie Ethani 1436. P : 26.
- Kern-Benaibout E. M.** 2006. *Escherichia Coli* potentiellement pathogène pour l'homme : synthèse bibliographique sur le portage par les animaux domestiques et la transmission à l'homme par la contamination de l'environnement. Thèse pour obtenir le grade de doctorat vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire Toulouse. P : 25.
- Kherifi W et Bekiri F.** 2016. Journal Algérien des Régions Arides (JARA) N°14 (2017). Les maladies à transmission hydrique en Algérie. Waterborne diseases in Algeria. P : 76-78.
- Lachassagne P.** 2019. Encyclopédie de l'environnement. Les eaux minérales naturelles. P :1
- Moilleron R.** 2017. Laboratoire eau environnement et systèmes urbains. Pollutions hydriques. P :10.
- Ramseier S.** 2016. Rapp. Comm. int. prot. Eaux Léman contre pollute. Campagne 2015, 2016, 142-156. Bacteriologie. P : 145.
- Rapinat M.** 1982. Presse universitaire de France. 1re édition. L'eau.
- Rodier J.** 1996 L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer. 8^{ème} Edition Dunod. Paris. P : 1383.
- Sébastien L.** 2015. La lutte contre les pollutions diffuses dans le bassin Artois-Picardie. P : 1
- Stucki K, Nendaz M, Harbarth S.** 2014. Revue médicale suisse. Infections à entérocoques : du plus simple au plus complexe. P : 1918.
- Véronique L.M.** 2003. L'eau : source de la vie, source de conflits. Edition : Milan. Paris. P : 63.

Annexe I

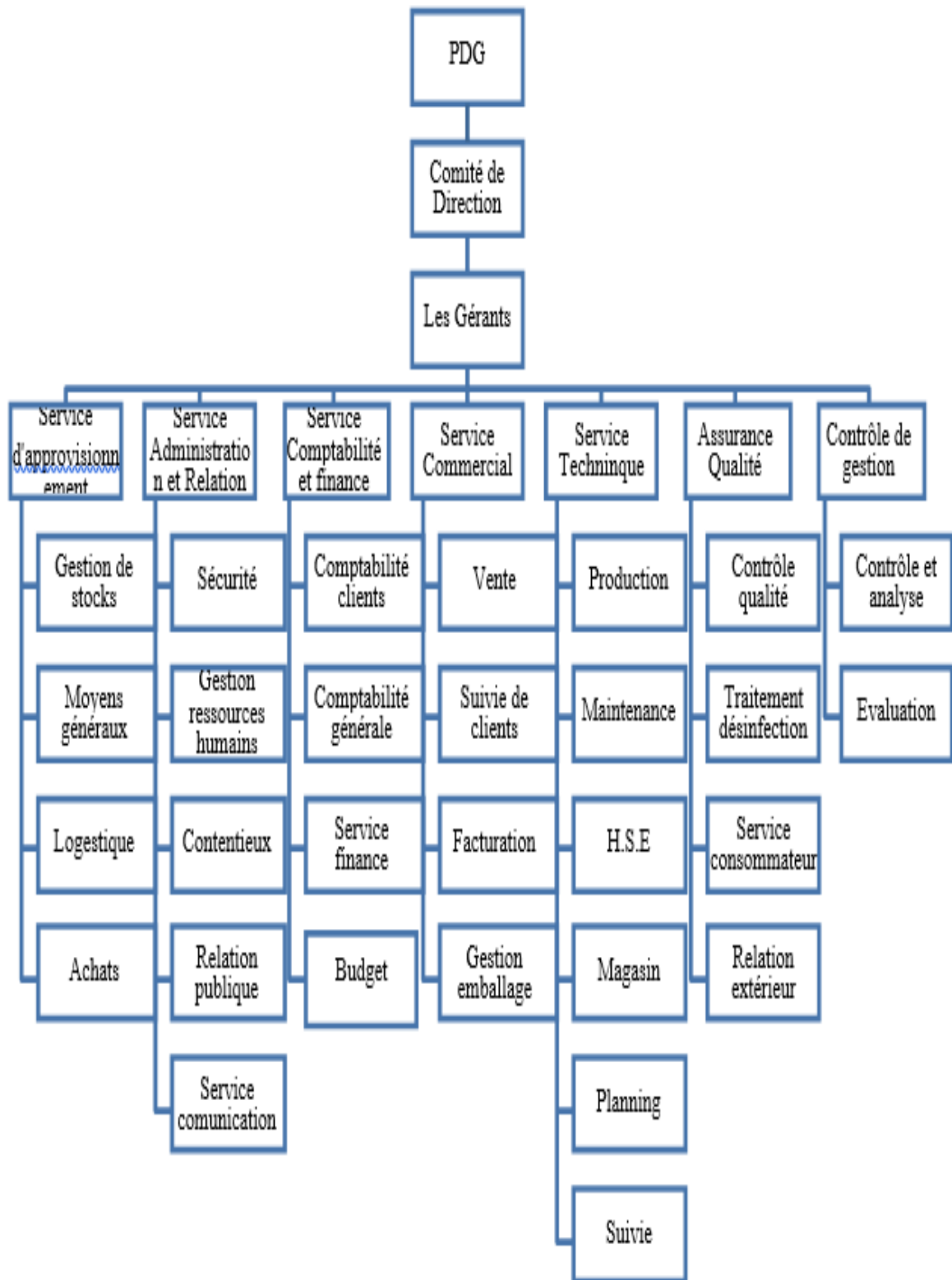


Figure 16 : Organigramme de l'entreprise « GSA »

Annexe II

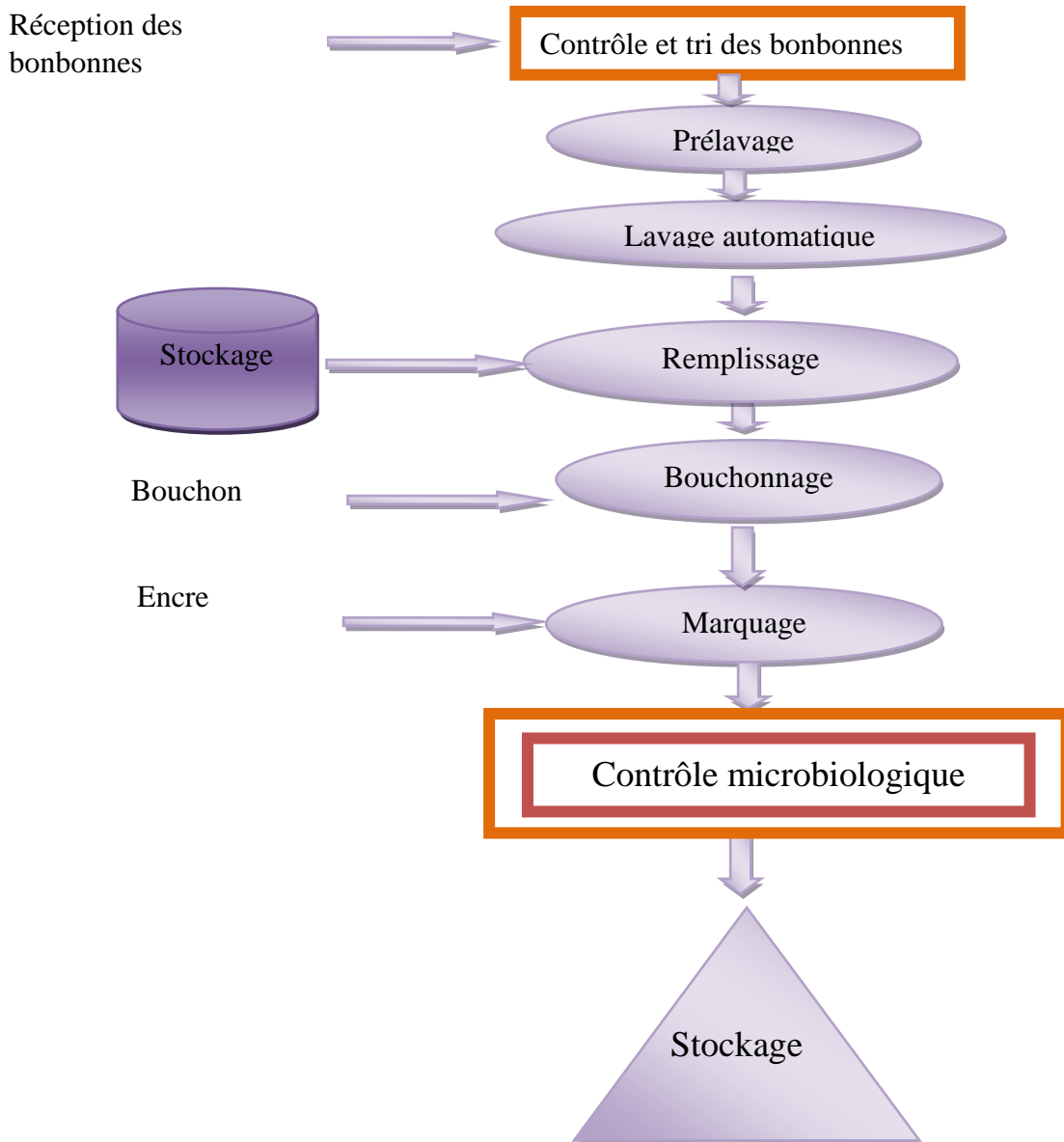


Figure 17 : Mise en bonbonne de 19 L (Anonyme, 2015)

Annexe III

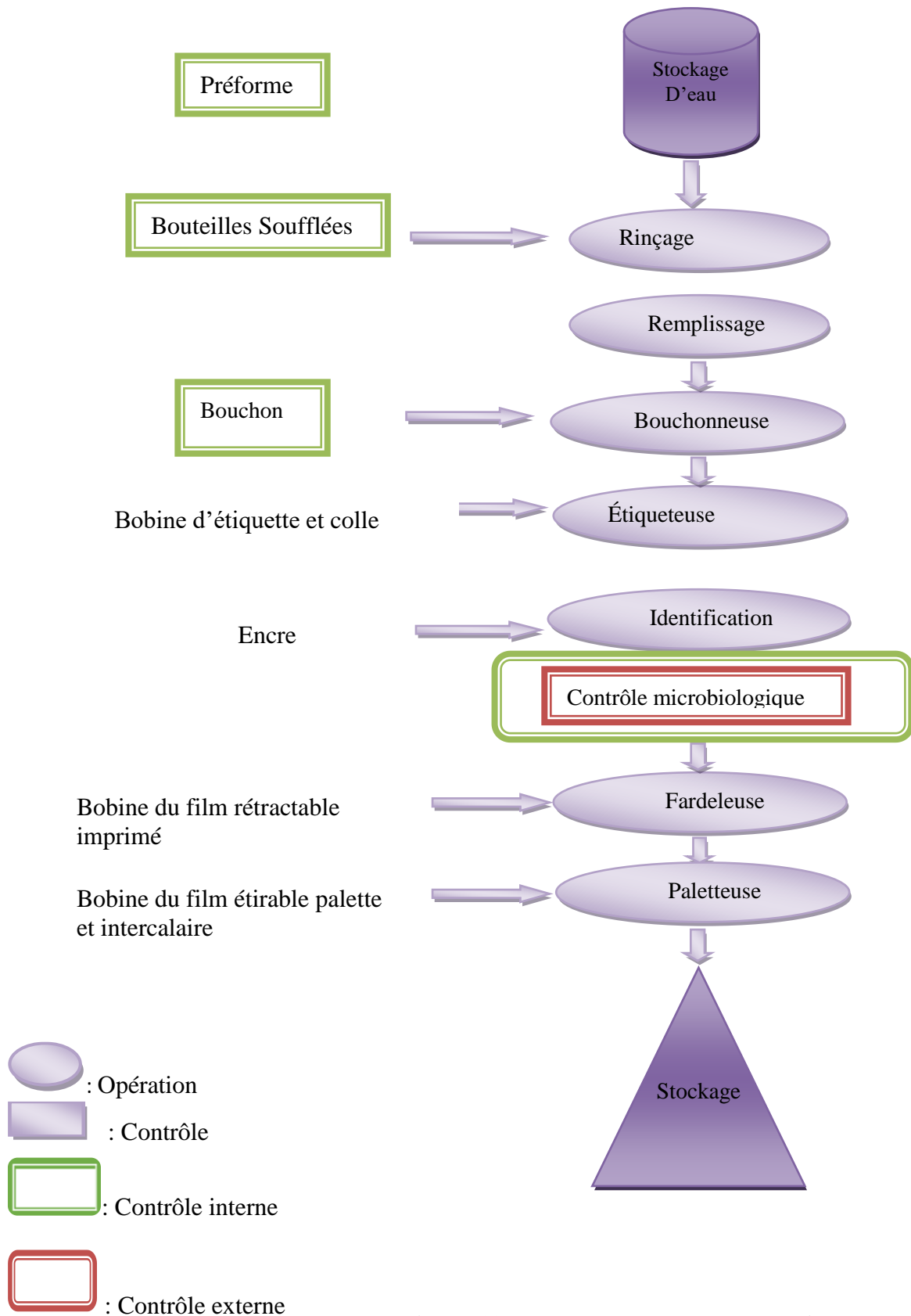


Figure 18 : Mise en bouteille de 1.5 L (Anonyme, 2015)

Annexe IV

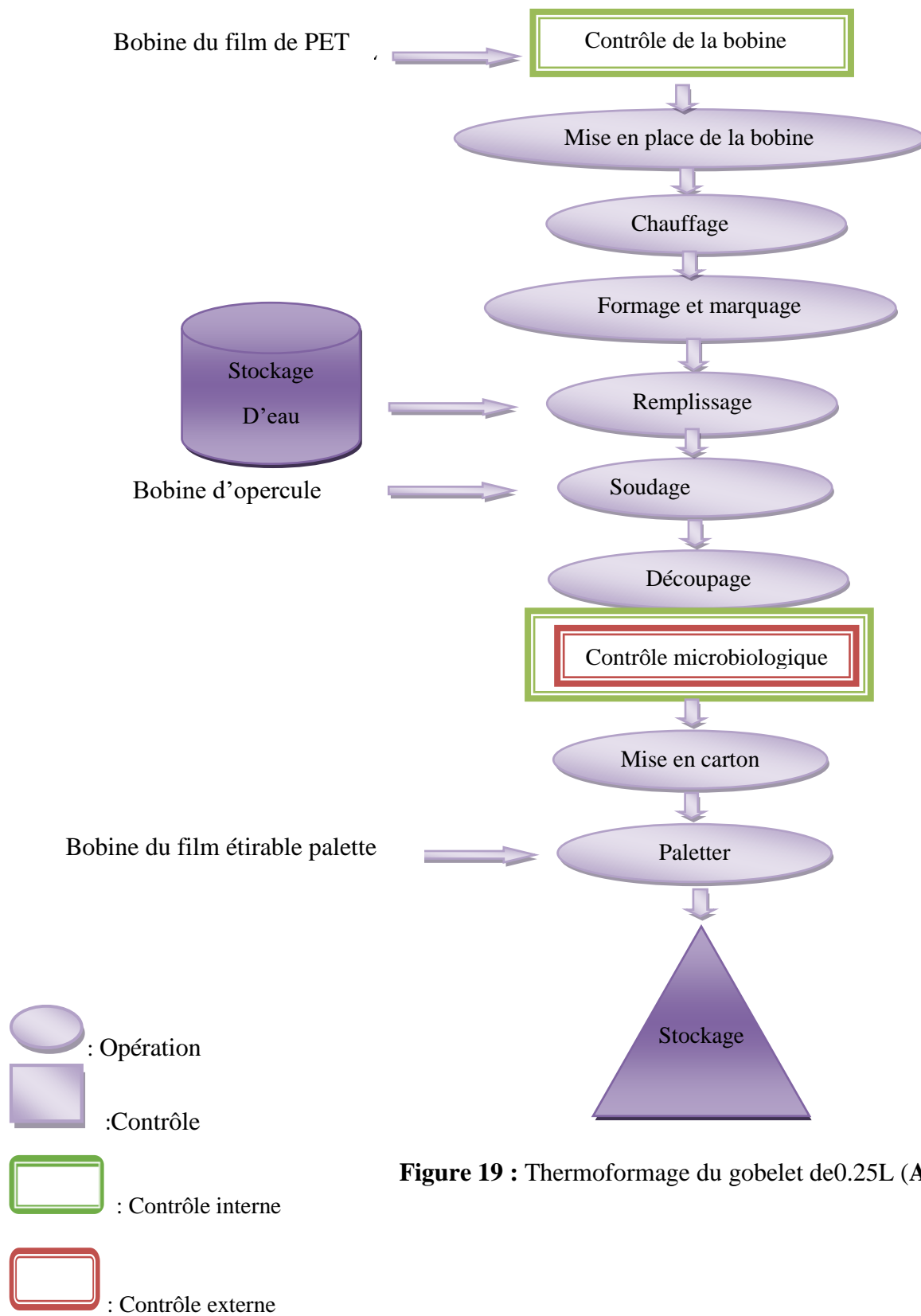


Figure 19 : Thermoformage du gobelet de 0.25L (Anonyme, 2015)

Annexe V

Préparation des milieux de culture

Gélose Chromogène

Milieu utilisé pour la recherche et le dénombrement des coliformes, mettre en suspension les ingrédients en chauffant dans un bain-marie en ébullition ou dans de la vapeur de l'eau à écoulement libre sous agitation fréquente jusqu'à dissolution complète (environ 37 min). Si nécessaire d'ajuster le pH pour que sa valeur après traitement thermique soit de 6.8 ± 0.2 à 25°C. Ne pas stériliser à l'autoclave. Ne pas surchauffer. Et verser dans des boîtes de Pétri jusqu'à une profondeur pasteuriser à l'autoclave, ne pas surchauffer. Verser dans boîte des pétri jusqu'à une profondeur de moins 4mm. Si elles ne sont pas utilisées immédiatement les boîtes peuvent être conservé à l'abri de la lumière à (5 ± 3) °C et protéger contre l'évaporation au moins pendant un mois. Aucune trace visible d'humidité ne doit apparaître sur les boîtes avant utilisation. En cas d'humidité, il convient de sécher les boîtes pendant la durée minimale requise pour éliminer toute trace visible d'humidité.

Gélose SLANETZ-BARTLEY

Milieu utilisé pour la recherche et le dénombrement des streptocoques fécaux, mettre en suspension une quantité demandée du milieu dans un litre d'eau distillée. Bien mélanger et faire dissoudre en chauffant tout en agitant fréquemment. Faire bouillir pendant une minute jusqu'à dissolution complète. Éviter de surchauffer, ne pas autoclaver. Refroidir à 45°C-50°C ; ajouter l'additif Slanetz bien mélangé puis répartir dans les boîtes pétries

Gélose CETRIMIDE

Milieu utilisé pour la culture, croissance des *Pseudomonas aeruginosa*.

Mettre en suspension une quantité demandée du milieu dans un litre d'eau distillée. Bien mélanger et faire dissoudre en chauffant tout en agitant fréquemment. Faire bouillir pendant une minute jusqu'à dissolution complète. Répartir dans les récipients adaptés et stériliser en l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes. Refroidir à 45°C-50°C bien mélangé puis répartir dans les boîtes pétries.

Annexe VI

Tableau III a : Caractéristiques de qualité de l'eau de source (J.O.R.A.D.P, 2015)

Caractéristiques	Unité	Concentration %
1. Caractéristiques organoleptiques		
Couleur	Platine	au maximum 25
Odeur (seuil de perception $\pm 25^{\circ}\text{C}$)	-	au maximum 4
Saveur (seuil de perception $\pm 25^{\circ}\text{C}$)	-	au maximum 4
Turbidité	Unité de Jackson	au minimum 2
2. Caractéristiques physicochimique liées à la structure naturelle de l'eau :		
PH	Unité de PH	$6,5 \pm 8,5$
Conductivité (à 20°C)	$\mu\text{s}/\text{cm}$	au maximum 2.800
Dureté	mg/l	100 ± 500
Chlorures (Cl^-)	mg/l	200 ± 500
Sulfates (SO_4^{2-})	mg/l	200 ± 400
Calcium (Ca^{2+})	mg/l	75 ± 200
Magnesium (Mg^{2+})	mg/l	150
Sodium (Na^+)	mg/l	200
Potassium (K^+)	mg/l	20
Aluminium (Al^{2+})	mg/l	0,2
Oxydabilité au permanganate de potassium	mg/l	au maximum 3
Résidus secs après dessiccation 180°C	mg/l	1.500 ± 2.000

Annexe VII

Tableau III a : Caractéristiques de qualité de l'eau de source (J.O.R.A.D.P, 2015)

Caractéristiques	Unité	Concentration %
3. Caractéristiques concernant		
les substances indésirables :		
Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/l	au maximum 50
Nitrites (NO ₂ ⁻)	mg/l	au maximum 0,1
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	au maximum 0,5
Azotes (N ⁻³)	mg/l	au maximum 1
Fluor (F ⁻)	mg/l	0,2 ± 2
Hydrogène sulfuré (H ₂ S)	mg/l	
Fer (Fe ³⁺)	mg/l	Ne doit pas être décelable
Manganèse (Mn ²⁺)	mg/l	au maximum 0,3
Cuivre (Cu ⁺)	mg/l	au maximum 0,5
Zinc (Zn ²⁺)	mg/l	au maximum 1,5
Argent (Ag ⁺)	mg/l	au maximum 5
4. Caractéristique concernant		
les substances toxiques :		
Arsenic (As)	mg/l	au maximum 0,05
Cadmium (Cd)	mg/l	0,05
Cyanure (Cn)	mg/l	0,01
Chrome total (Cr)	mg/l	0,05
Plomb (Pb)	mg/l	0,05
Sélénium (Se)	mg/l	0,001

Résumé

L'eau douce est une ressource fragile qui peut facilement être polluée si des mesures visant sa protection ne sont pas mises en place. En effet la qualité de nos réserves en eau douce est de plus en plus alarmée par la contamination, bien que l'eau contienne des contaminants naturels, elle est de plus en plus polluée par les activités humaines ce qui menace la qualité de l'eau. Ce présent travail consiste à évaluer la qualité microbiologique de l'eau de source au niveau l'entreprise « GSA », en utilisant la méthode par filtration à l'aide d'une rampe. L'échantillonnage soit effectué avec prudence afin d'éviter toutes les sources possibles de contamination, les prélèvements destinés au laboratoire en vue de l'analyse microbiologique de l'eau se fait selon la norme algérienne. Les analyses microbiologique indique l'absence totale des germes recherchés, les résultats sont donc conforme à la norme. Ceci est témoin de la bonne qualité microbiologique de cette eau. Ce travail démontre ainsi l'efficacité des différentes étapes de protocole de désinfection qui a été appliqué.

Mots clés : Eau. Analyses. Qualité microbiologique. Contaminants. Méthode par filtration.

Abstract

Freshwater is a fragile resource that can easily be polluted if measures to its protection are not put in place. Indeed the quality of our freshwater reserves is increasingly alarmed by the contamination, although the water contains natural contaminants, it is more and more polluted by human activities which threatens the quality of the water. This work consists in evaluating the microbiological quality of the source water at the "GSA" company, using the filtration method using a ramp. Sampling should be carried out with caution in order to avoid all possible sources of contamination, samples taken for the laboratory for the microbiological analysis of water are made according to the Algerian standard. The microbiological analyzes indicate the total absence of the desired germs; the results are therefore in accordance with the standard. This is evidence of the good microbiological quality of this water. This work demonstrates the effectiveness of the various steps of the disinfection protocol that has been applied.

Keywords: Water. Analyzes. Microbiological quality. Contaminants. Filtration method.

ملخص

المياه العذبة هي مورد هش يمكن تلوثه بسهولة إذا لم يتم وضع تدابير لحمايته. إن جودة احتياطياتنا من المياه العذبة في خطر التلوث بشكل متزايد ، على الرغم من أن الماء يحتوي على ملوثات طبيعية ، إلا أنها تلوث أكثر فأكثر بسبب الأنشطة البشرية التي تهدد جودة المياه . يتكون هذا العمل من تقييم الجودة الميكروبيولوجية لمصدر المياه في شركة "GSA" ، باستخدام طريقة الترشيح باستخدام منحدر. يجب أن يتم أخذ العينات بحذر لتجنب جميع مصادر التلوث المحتملة ، العينات المأخوذة للتحليل الميكروبيولوجي للمياه . تم القيام بها وفقاً للمعايير الجزائرية. تشير التحليلات الميكروبيولوجية إلى الغياب التام للجراثيم المطلوبة، وبالتالي فإن النتائج تتفق مع المعيار. هذا دليل على الجودة الميكروبيولوجية الجيدة لهذا الماء. يوضح هذا العمل فعالية الخطوات المختلفة لبروتوكول التطهير الذي تم تطبيقه.

كلمات مفتاحية: ماء. تحليلات. جودة ميكروبيولوجية. الملوثات. طريقة الترشيح.

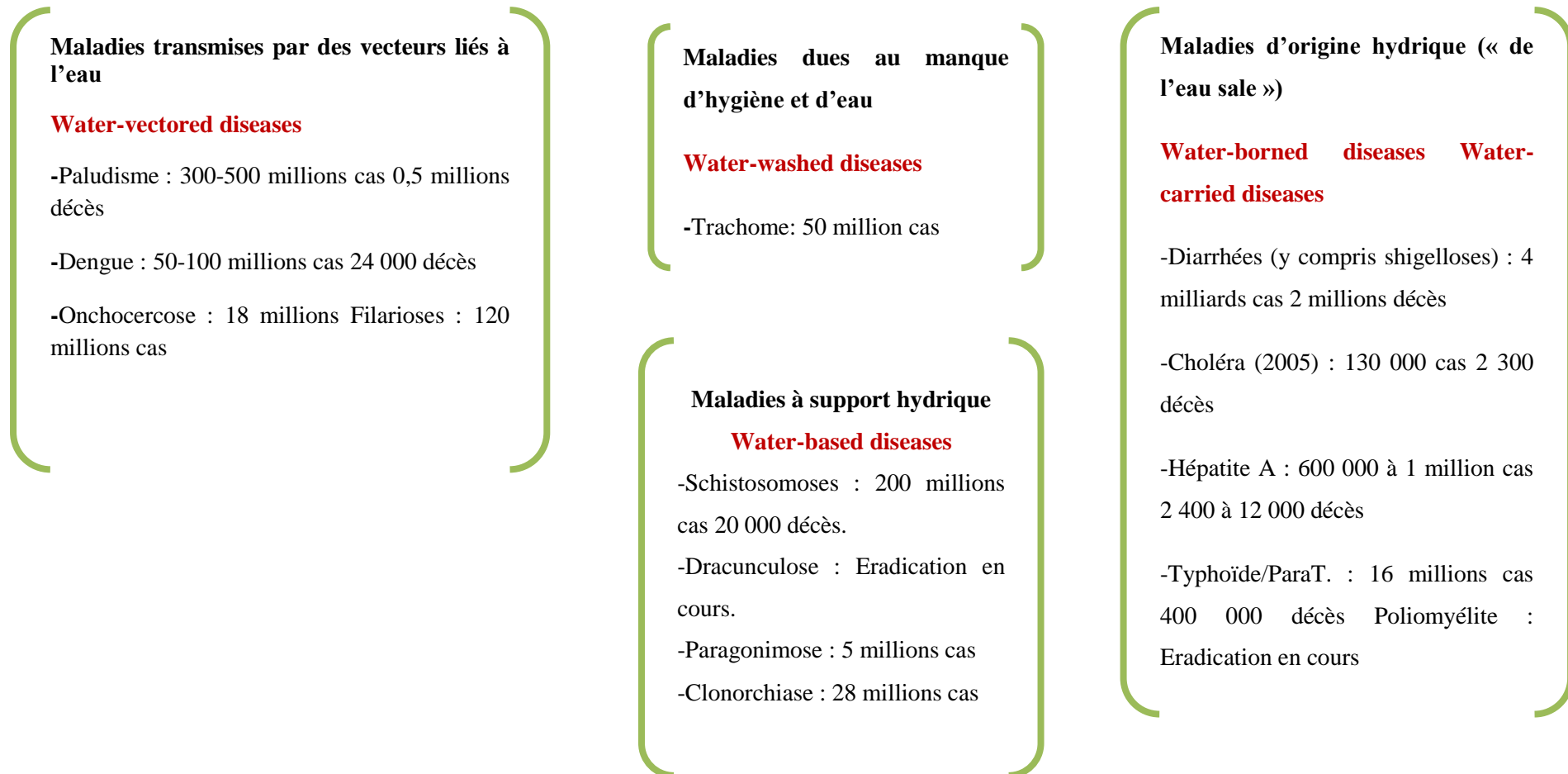


Figure 01 : Risques sanitaires (Delmont et Mouton, 2016)

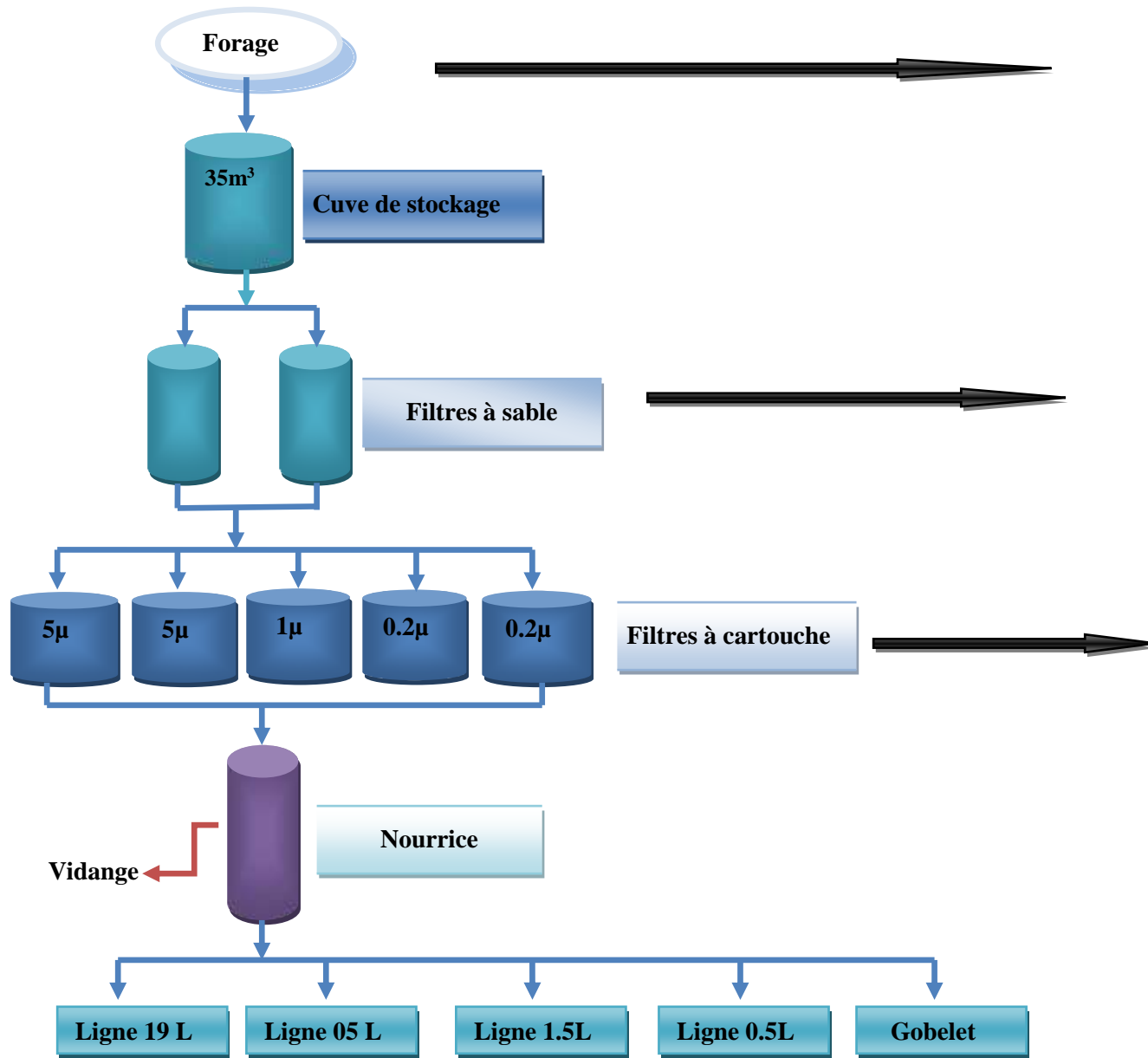


Figure 07 : Schéma de la SARL Abdellah IDAMANENE