



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine 1
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة 1
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie et Ecologie Végétale **قسم :** بيولوجيا و علم البيئة النباتية

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Ecologie Fondamentale et Appliquée

Valorisation des déchets solides issus du complexe CEVITAL

Présenté et soutenu par :

Le : 22 /06/2023.

Boulhraouat

Lidia

Jury d'évaluation:

Président du jury: (Dr Kara Karima/MCA- UFM Constantine 1)

Rapporteur: (Dr Abdellazize Wided/MCB - UFM Constantine 1)

Examineur: (Bazri Kamel-eddine /MCA - UFM Constantine 1)

Année universitaire : 2022- 2023.

Liste des figures

Figure 01 :	Organisation multi-échelle de la montmorillonite	5
Figure 02 :	Structure de la montmorillonite	6
Figure 03 :	Consommation mondiale d'oxyde de zinc.....	14
Figure 04 :	Situation géographique de complexe CEVITAL.....	18
Figure 05 :	Organigramme général du complexe CEVITAL.....	20
Figure 06 :	Schéma simplifié de la section décoloration au sein du complexe CEVITAL.....	26
Figure 07 :	Etapes de raffinage d'huile	33
Figure 08 :	Des photos qui montrent la prise des échantillons à partir des deux raffineries	37
Figure 09 :	Photos a,b,c,d qui montrent les étapes de l'extraction.....	38
Figure 10 :	Appareil de mesure foliaire portable Area Meter (LI-3000C).....	39
Figure 11 :	Les différentes étapes de l'extraction de ZnO.....	43
Figure 12 :	La mesure de salinité de l'eau de mer.....	43
Figure 13 :	La teneur en azote dans les échantillons.....	45
Figure 14 :	Photos qui montrent la croissance du blé.....	46
Figure 15 :	Une photo qui montre le blé après 21 jours (cas de : écume 2M).....	49
Figure 16 :	Une photo qui montre le blé après 21 jours (témoin).....	49

Liste des tableaux :

Tableau 01 :	Evaluation des propriétés des particules à l'échelle nanométrique.....	10
Tableau 02 :	Application des nanotechnologies et des matériaux en fonction des secteurs d'activités.....	11
Tableau 03 :	Fiche signalétique du groupe CEVITAL.....	16
Tableau 04 :	La gamme des produits de CEVITAL agro-alimentaire.....	22
Tableau 05 :	Classification de la terre décolorante dans le journal officiel.....	35
Tableau 06 :	Classification de la terre décolorante dans le journal officiel.....	36
Tableau 07 :	Réalisation de semis.....	39
Tableau 08 :	Détermination de pH.....	44
Tableau 09 :	La teneur en phosphore dans les différents échantillons.....	44
Tableau 10 :	La teneur en M.O dans les différents échantillons.....	45
Tableau 11 :	La longueur moyenne des feuilles (témoins).....	46
Tableau 12 :	La longueur moyenne des feuilles (Ecume 1M / 50%).....	46
Tableau 13 :	La longueur moyenne des feuilles (Ecume 1M / 75%).....	47
Tableau 14 :	La longueur moyenne des feuilles (Ecume 2M / 50%).....	47
Tableau 15 :	La longueur moyenne des feuilles (Ecume 2M / 75%)	47
Tableau 16 :	Surface foliaire des échantillons.....	48
Tableau 17 :	Mesure de la salinité de l'eau de mer.....	49
Tableau 18 :	Mesure de la salinité de l'eau de mer après 30 min.....	49
Tableau 19 :	Mesure de la salinité de l'eau de mer après 60 min.....	50
Tableau 20 :	Mesure de la salinité de l'eau de mer après 90 min.....	50
Tableau 21 :	Mesure de la salinité de l'eau de mer après 120 min.....	50

Liste des abréviations

- TDU : Terre décolorante usagée
- % : Pourcentage
- ZnO : Lesoxydes de zinc
- NPs : Les nanoparticules
- meq/100 g : mimiéquivalent/ 100 g
- ISO: International Standards Organization
- PUF : particules atmosphériques «ultrafines»
- NPM: Nanoparticules manufacturées
- °C : Degré celsius
- CRBT: Centre de recherche en biotechnologie
- PET: Polyéthylène téréphtalate
- HP: Haute pureté
- BP: Bas pureté
- AGL: Acides gras libre
- NaOH: Hydroxyde de sodium
- DASRI: Les déchets d'activités de soins à risues infecteux.
- TDV: Terre décolorante viéрге

Table des matières:

- **Liste des figures**
- **Liste des tableaux**
- **Liste des abréviations**

Synthèse bibliographique

Introduction.....	01
Chapitre 01 :	
1. Généralité sur les écumes sucrières.....	03
1.1. Définition des écumes de sucrerie.....	03
1.2. Les intérêts agronomiques.....	03
2. La terre décolorante (bentonite).....	04
2.1. Structure de la bentonite (Montmorillonite).....	04
2.2. Caractéristiques physiques de la bentonite : (la Montmorillonite).....	06
2.2.1. La capacité d'échange cationique.....	06
2.2.2. La surface spécifique.....	06
2.2.3. Le gonflement.....	06
2.3. Domaine d'application de la bentonite.....	06
2.4. Usage de la terre décolorante dans le processus de raffinage d'huile.....	08
3. Généralités sur les nanoparticules.....	08
3.1. Définition de la nanotechnologie.....	08
3.2. Définition des nanoparticules.....	08
3.3. Sources des nanoparticules.....	09
3.3.1 Les nanoparticules naturelles.....	09
3.3.2. Les nanoparticules non manufacturées.....	09
3.3.3. Les nanoparticules manufacturées.....	10
4. Propriétés des nanoparticules.....	10
5. Application des nanoparticules.....	11
6. Généralités sur ZnO.....	12

6.1. Propriétés de ZnO.....	13
6.1.1. Propriétés structurales de ZnO.....	13
6.1.2. Propriétés électriques de ZnO.....	13
6.1.3. Propriétés optiques de ZnO.....	13
6.2. Application de ZnO.....	13

Chapitre 02 :

1. Présentation générale du complexe CEVITAL.....	15
1.1. Historique.....	16
1.2. Vision, mission et valeurs du groupe CEVITAL.....	17
1.3. Situation géographique.....	18
1.4. Activité de CEVITAL.....	19
1.5. Structure du complexe CEVITAL.....	19
1.6. Les gammes des produits de CEVITAL agro-alimentaire.....	21
2. Présentation de la raffinerie de sucre de CEVITAL: (3500 tonnes/jour).....	22
3. Présentation de la raffinerie d'huile de CEVITAL: (1800 tonnes/jour).....	27
3.1. Démucilagination.....	28
3.2. Neutralisation.....	28
3.3. Lavage.....	29
3.4. Séchage.....	29
3.5. Décoloration.....	29
3.6. Filtration.....	30
3.7. Désodorisation.....	30
3.8. Refroidissement.....	30
4. Gestion des déchets.....	32

5. Echantillonnage.....	35
6. Extraction des écumes à partir des sucreries.....	35
6.1. Paramètres étudiés.....	37
6.1.1. La longueur moyenne des feuilles	37
6.1.2. La surface foliaire.....	37
6.1.3. Composition des écumes de sucrerie.....	38
7. Extraction des nanoparticules ZnO à partir de la terre décolorante.....	42

Chapitre 03 :

1. Résultats s'analyses physico-chimiques des écumes.....	44
1.1. Détermination du pH.....	44
1.2. Détermination de la teneur en phosphore.....	44
1.3. Détermination de la teneur en azote.....	45
1.4. Détermination de la teneur en M.O.....	45
1.5. Valorisation agricole.....	46
2. Dessalement de l'eau de mer.....	49
Conclusion.....	51

Références bibliographiques

Remerciements

Avant tout, nous remercions « Allah » le tout-puissant, le Miséricordieux de nous avoir donné la santé, le courage et la volonté et de nous avoir permis de déterminer nos études et accomplir ce modeste travail.

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier en premier lieu notre promotrice *Mme* Abdelazize Wided pour son efficace assistance, ses précieux conseils et son travail méticuleux.

Nous tenons à remercier les membres de jury pour avoir acceptés de juger ce travail.

Dr Kara K (Présidente de jury)

Mr Bazri K (Examineur)

Nos remerciements s'adressent aussi à notre chef de département de biologie et écologie végétale Mr Bazri K et tous les enseignants qui ont contribué à notre réussite dans nos études.

Nos sincères remerciements s'adressent aussi à toute l'équipe CEVITAL qui nous a toujours accueillis avec beaucoup de gentillesse et de patience, spécialement *Mme* Ilhem Zidani, Mr Tiari Ismail, Mr Belabed Mouloud, Mr Benchegra Hachimi et Mr Mourad.

Nous adressons nos remerciements à l'ensemble des ingénieurs et techniciens des laboratoires du centre de recherche en biotechnologie pour leur aide.

Nous adressons aussi nos remerciements à *Mme* Zerdazi ingénieure de laboratoire au niveau de la faculté génie des procédés.

Enfin, on adresse nos remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin au présent travail.

Dédicaces



Je dédie ce modeste travail, le fruit de plusieurs années d'études : À mon très cher père Pour m'avoir soutenu moralement et matériellement jusqu'à ce jour, pour son amour et ses encouragements. Que ce travail, soit pour vous, un faible témoignage de ma profonde affection et tendresse. Qu'ALLAH puissant te préserve, t'accorde santé, bonheur et te protège de tout mal

À ma très chère mère, Autant de phrases, aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études. Qu'ALLAH te protège et te donne la santé, le bonheur et longue

vie

Résumé :

Le présent travail réalisé au niveau de CEVITAL a pour objectif de proposer des solutions pour les déchets solides (terre décolorante usagée et les boues de filtration ou écumes) générés par le complexe agro-alimentaire CEVITAL.

La boue de filtration est riche en sels minéraux (azote, phosphore, matière organique, calcium...) indispensables pour la plante. L'extraction des minéraux à partir de la boue de filtration a été réalisée en utilisant l'hydroxyde de sodium NaOH (différentes molarités 1,2 et 4M). Pour la hauteur, la valeur maximale a été observée chez l'échantillon 2M (75%) après 21 jours avec 21.1 cm et la valeur minimale a été observée chez le témoin après 21 jours avec 7.1 cm.

Pour la surface foliaire, la valeur maximale a été observée chez l'échantillon écume 2M (75%) après 21 jours avec 7.63 cm² et la valeur minimale a été observée chez l'échantillon écume 1M après 21 jours avec 3.05 cm². D'après les résultats obtenus, on peut utiliser les écumes comme fertilisant.

La terre décolorante après son usage dans le processus de raffinage d'huile devient un déchet dangereux, pour sa réutilisation, elle a subi un traitement thermique à 500 °C. Les nanoparticules ZnO obtenues sont ensuite utilisées dans le processus de dessalement de l'eau de mer. La salinité de l'eau de mer est 35.3, après avoir mélangé avec les nanoparticules sa salinité a été diminuer jusqu'à 30,2.

Mots clés : Valorisation, déchets solides, CEVITAL, Déchet, Terre décolorante, écume, fertilisant, ZnO, dessalement de l'eau de mer.

Abstract:

The present work carried out at CEVITAL aims to propose solutions for solid waste (used bleaching earth and filter sludge or candy scum) generated by the CEVITAL agro-food complex. The filtration sludge is rich in mineral salts nitrogen, phosphorus, organic matter, calcium...) that are essential for the plant. Extraction of minerals from the filtration sludge has been achieved using sodium hydroxide NaOH (different molarities 1,2 and 4M). For the height, the maximum value was observed in the 2M sample (75%) after 21 days with 21.1 cm and the minimum value was observed in the control after 21 days with 7.1 cm.

For leaf area, the maximum value was observed in the foam 2M sample (75%) after 21 days with 7.63 cm² and the minimum value was observed in the foam 1M sample after 21 days with 3,05 cm². According to the results obtained, the scum can be used as a fertilizer.

The bleaching earth after its use in the oil refining process becomes hazardous waste, for its reuse it has undergone a heat treatment at 500°C. The ZnO nanoparticles obtained are then used in the seawater desalination process. The salinity of seawater is 35.3, after mixing with the nanoparticles its salinity has decreased to 30,2.

For leaf area, the maximum value was observed in the foam 2M sample (75%) after 21 days with 7.63 cm² and the minimum value was observed in the foam 1M sample after 21 days with 3,05 cm².

Keywords: Recovery, Solid-waste, CEVITAL, Waste, Bleaching earth, scum, fertilizer, seawater desalination.

Introduction générale :

La protection de l'environnement est devenue une préoccupation collective depuis le début des années 1990. En effet, la problématique des déchets est aujourd'hui un sujet de recherche très important, encouragé par les politiques publiques [1].

Selon la loi 01-19 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, on entend par déchets : tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou, plus généralement, tout objet, bien meuble dont le détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a l'obligation de se défaire ou de l'éliminer. [2]

La valorisation des déchets est une attitude positive, plus économe, plus responsable qui œuvre dans le but de la protection de l'environnement et la santé de l'homme. Elle est non seulement utile, mais aussi souhaitable. Toute l'activité humaine consiste à créer des richesses en partant d'un produit pour en fabriquer un autre, en transformant les choses pour en créer de nouvelles. Le déchet peut être ce produit qu'il faut savoir utiliser et transformer pour en faire un matériau utile, une véritable matière première ou secondaire.

Le complexe CEVITAL est le plus grand complexe privé en Algérie, concentré en première partie dans le secteur agroalimentaire ; raffinage d'huile et de sucre, produits dérivés, négoce de céréales, distribution de produits destinés à l'alimentation humaine et animale. Elle couvre les besoins nationaux et a permis de faire passer l'Algérie du stage importateur à celui d'exportateur pour les huiles et le sucre. Ses produits se vendent dans plusieurs pays, notamment en Europe, au Maghreb, au Moyen Orient et en Afrique de l'ouest.

Le complexe CEVITAL possède deux unités de production de sucre et une raffinerie d'huile qui génèrent de grandes quantités de déchets polluants et qui sont rejetées dans la décharge communale Boulimat sans subir aucun traitement permettant d'éviter une éventuelle contamination de l'environnement.

Les écumes de sucrerie issues sont les résidus de matières organiques contenus dans le jus sucré, elles sont générées en tant que sous-produit de la raffinerie de sucre, après filtration les écumes sont mises en décharge ce qui provoque une pollution visuelle et une dégradation des paysages.

Introduction générale :

L'étape de décoloration du procédé de raffinage des huiles alimentaires est réalisée au moyen d'une argile activée, appelé terre décolorante. Ce matériau est très performant pour adsorber les éléments indésirables tels que les colorants (chlorophylle- α et de β -carotène) et autres résidus (de savon, de traces des métaux lourds, etc), contenus dans l'huile. Après usage dans la décoloration de l'huile, la terre décolorante perd ses propriétés d'adsorption et devient un déchet dangereux spécial appelée terre décolorante usagée (TDU). Les terres décolorantes sont généralement mises en décharge sans subir aucun traitement. La TDU présente non seulement un risque d'incendie (combustion spontanée), mais elle dégage également une odeur désagréable, sans oublier une pollution de l'environnement proche de la décharge, parce qu'elle contient jusqu'à 30% en poids d'huile.

L'objectif de cette étude est de lutter contre la pollution de l'environnement causée par ces déchets. Le premier objectif consiste à valoriser les écumes de sucrerie en agriculture comme bio-fertilisant le second objectif consiste à valoriser et réutiliser la terre décolorante usagée dans le but de dessaler l'eau de mer à partir de l'extraction des nanoparticules ZnO.

Pour atteindre les objectifs fixés, nous avons structuré notre mémoire en trois parties :

La première partie est consacrée à une synthèse bibliographique où on a rassemblé des généralités sur les écumes de sucreries, la terre décolorante, les nanoparticules ainsi que les oxydes de zinc.

La seconde partie est consacrée à la représentation de la méthodologie adoptée pour la réalisation de ce travail.

La troisième partie comporte la présentation et la discussion des différents résultats obtenus. Enfin, nous terminions notre étude par une conclusion générale.

Chapitre 01 :

Synthèse bibliographique.

Chapitre 01 : synthèse bibliographique

1. Généralité sur les écumes de sucrerie :

1.1. Définition :

Les écumes de sucrerie ou gâteau de filtration, sont générés en tant que sous-produit des industries sucrières. Les impuretés précipitées contenues dans le jus de canne, après élimination par filtration, forment un gâteau de teneur en humidité variable appelé boues filtrante. Ce gâteau contient en grande partie des anions de matière organique colloïdale qui précipite lors de la clarification.

Les écumes de sucrerie sont riches en sels minéraux, notamment en calcium et en chaux, et contiennent également 0,3 à 0,5 % d'azote sous forme protéique. De plus, du phosphore (jusqu'à 1 % sous forme de P_2O_5) et du magnésium sont présents. La teneur en composants fixant les acides dans l'écume-chaux séchée est de 40%. Elles sont valorisées en agriculture comme engrais organique. [3]

1.2. Les intérêts agronomiques :

- Un amendement calcique efficace : les sols ont tendance naturellement à s'acidifier, du fait notamment du lessivage des éléments par les précipitations et de l'exportation par les récoltes. La granulométrie fine des écumes de sucrerie permet une correction rapide de pH trop acide des sols.
- En plus d'apporter du calcium, les écumes de sucrerie sont aussi une source d'acide phosphorique et de magnésium assimilables pour la plante.
- Elles permettent de compenser la consommation de CaO (400 à 600 kg / an) en sol non calcaire.
- Une stimulation de l'activité biologique des sols : les écumes de sucrerie participent à la stimulation de l'activité biologique la minéralisation se réalise plus rapidement créant des conditions favorables à la décomposition des résidus organiques.
- Une amélioration de la stabilité structurale des sols : l'apport d'écume de sucrerie va améliorer le complexe argilo-humique et donc la structure du sol. Elles limitent de plus le risque de formation d'une couche de battance.
- Elles possèdent d'autres effets bénéfiques pour les plantes et le sol :
 - Limite la toxicité de l'aluminium et du manganèse.
 - Améliore la stabilité structurale des sols et l'assimilation des éléments nutritifs par la plante, et limite les phénomènes de battance et d'érosion.

Chapitre 01 : synthèse bibliographique

2. La terre décolorante : (Bentonites)

La terre décolorante ou bentonite est une argile d'origine volcanique constituée principalement de montmorillonite Ce dernier nom fut proposé pour la première fois en 1847, pour désigner une argile plastique découverte à Mont morillon, en France. [4]

L'altération et la transformation hydrothermale de cendres des tufs volcaniques riches en verre entraînent la néoformation des minéraux argileux, qui font partie essentiellement du groupe des smectites. Les roches argileuses ainsi formées portent le nom de bentonite, d'après le gisement situé près de Fort Benton (Wyoming, États-Unis). Elle contient plus de 85 % de montmorillonite. .

À partir de ce concept, les bentonites sont définies comme des argiles à grains fins contenant pas moins de 85 % de montmorillonite. Ainsi, il existe des bentonites qui sont riches en sodium, d'autres en calcium, potassium ou magnésium. La bentonite est une roche tendre ayant à peu-près la consistance du kaolin, c'est-à-dire friable, onctueuse au toucher, sa teinte est blanche, grise ou légèrement teinte de jaune.

Les bentonites ont de ce fait de larges applications et dans différents domaines (forage, fonderie, céramique, peinture, pharmacie, terres décolorantes, etc.). La majeure partie de la bentonite exploitée dans le monde est utilisée comme liant du sable de moulage, dans l'industrie de fonderie et aussi pour préparation des boues de forage.

En Algérie, les gisements de bentonite les plus importants économiquement se trouvent dans l'ouest algérien. On relève en particulier la carrière de Maghnia (Hammam Boughrara) dont les réserves sont estimées à un million de tonnes et de celle de Mostaganem (M'zila) avec des réserves de deux millions de tonnes.[5]

2.1. Structure de la bentonite (Montmorillonite)

D'une manière générale, la bentonite est structurée à différents niveau d'échelle : en feuillet (ou plaquette), en particule primaire ou agrégats, comme schématisé dans la figure :

Chapitre 01 : synthèse bibliographique

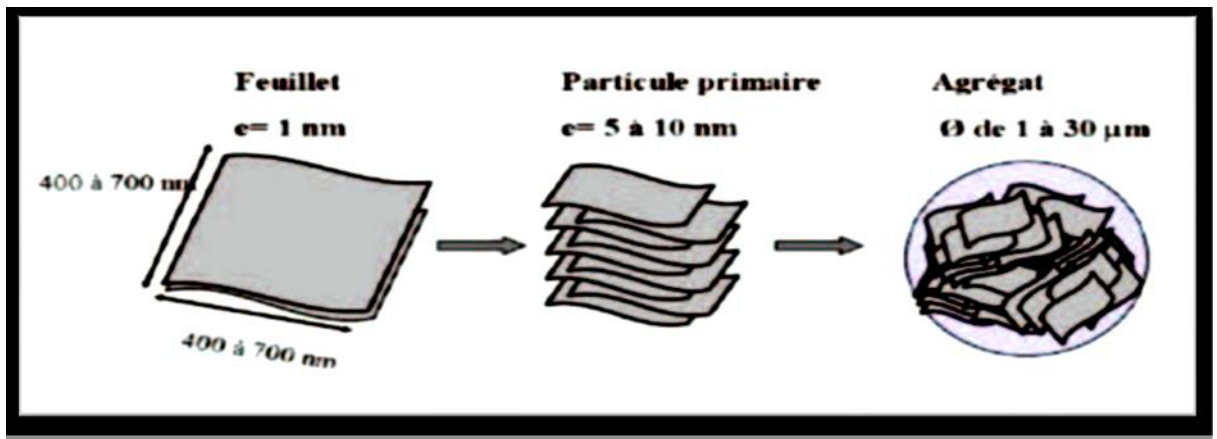


Figure 01: Organisation multi-échelle de la montmorillonite

La structure élémentaire des feuillets de phyllosilicates 2 :1 est représentée dans la Figure. Chaque feuillet élémentaire, d'épaisseur proche du nanomètre, est composé d'une couche d'octaèdres d'alumine, entourée de deux couches de tétraèdres de silice. Ses dimensions latérales peuvent varier de 100 à 1000 nm. De plus, une des spécificités de la montmorillonite est qu'un échange partiel des ions situé dans les sites octaédriques des feuillets de montmorillonite peut avoir lieu, par exemple Al^{3+} sera remplacé par Mg^{2+} . Ce phénomène, encore appelé substitution isomorphe, va créer un excès de charges négatives dans la plaquette qui sera compensé globalement par la présence de cations, généralement des ions calcium ou sodium, dans l'espace inter-folaire. Aussi, la présence de ces cations dans l'espace interfolaire, va conférer à la montmorillonite naturelle un comportement hydrophile, ce qui peut rendre par la suite sa dispersion dans une matrice organique difficile. L'association régulière de 5 à 10 feuillets constitue une particule primaire. La distance de séparation entre les plaquettes d'une même particule primaire est déterminée par des forces de Van der Waals et des forces électrostatiques qui s'exercent entre les feuillets et les cations compensateurs. La distance interfeuillet, en diffraction des rayons X, donne lieu à un pic, d_{001} , qui caractérise l'empilement des feuillets élémentaires. Enfin, l'assemblage des particules primaires, d'épaisseur moyen 10 nm, forme des amas de taille micronique (1 à 30 μm), encore appelés agrégats.

Chapitre 01 : synthèse bibliographique

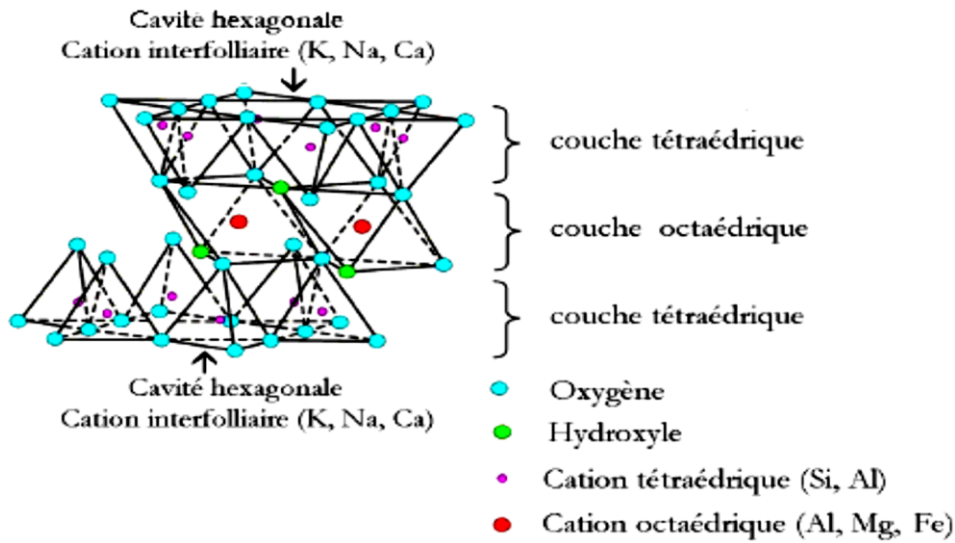


Figure 02 : Structure de la Montmorillonite

2.2. Caractéristiques physiques de la bentonite : (la Montmorillonite)

2.2.1. La capacité d'échange cationique :

La CEC d'une argile désigne la quantité de cations susceptibles d'être échangée. Elle s'exprime généralement en milliéquivalent / 100 g d'argile (meq/ 100 g).

2.2.2. La surface spécifique :

Les argiles sont composées de la surface externe comprise entre les particules et la surface interne correspondant à l'espace inter-foliaire. L'augmentation de la surface spécifique donne un pouvoir de gonflement plus important et par conséquent un potentiel de gonflement plus élevé. [6]

2.2.3. Le gonflement :

Le phénomène de gonflement des argiles est dû au fait que les cations mobiles ont la capacité de s'entourer d'une ou de plusieurs couches de molécules d'eau.

Les particules de montmorillonite présentent une grande affinité pour l'eau qui s'exprime d'une part par la quantité d'eau qu'est susceptible de retenir et d'autre part par l'énergie avec laquelle cette eau est retenue.

2.3. Domaine d'application de la bentonite :

La bentonite est largement utilisée dans plusieurs domaines d'activités en raison de leurs propriétés chimiques et physiques :

Chapitre 01 : synthèse bibliographique

- **Forage :**

Une autre utilisation conventionnelle de bentonite est comme constituant de boue pour le forage puits d'eau de pétrole. Ses rôles sont principalement de sceller les murs de forage.

- **Fonderie :**

La bentonite est employée comme matériel de liaison dans la préparation du sable de bâti.

- **Construction et génie civil :**

La bentonite, dans des applications de génie civil, est employée traditionnellement comme agent thixotropique, de soutien et de lubrifiant dans des murs, dans le perçage d'un tunnel.

- **Marchés environnementaux :**

Les propriétés d'adsorption de la bentonite sont très utiles pour la purification d'eau usagée. Les directives environnementales communes recommandent les bas sols de perméabilité, qui naturellement devraient contenir la bentonite, en tant qu'un matériel de cachetage dans la construction et réadaptation des remblais pour assurer la protection des eaux souterraines contre les polluants. La bentonite est la couche protectrice active de recouvrements.

- **Décoloration des huiles/marchés de nourriture :**

La bentonite est utilisée dans le déplacement des impuretés en huiles où ses propriétés adsorptions sont cruciales dans le traitement d'huiles de table et de graisses, la bentonite est employée comme agent de clarification.

- **Agriculture :**

La bentonite est employée comme un supplément d'alimentation des animaux, en tant qu'aide de pelletisation dans la production des granules d'alimentation des animaux, comme une aide de fluidité. Elle est employée comme échangeur ionique pour l'amélioration et le traitement du sol.

- **Pharmaceutiques, produits de beauté et marchés médicaux :**

La bentonite est employée comme remplisseur en pharmaceutiques, et en raison de la propriété absorption/adsorption, il permet la formation de pâte. De telles applications incluent protecteur industriel crème, peroxyde de zinc, mouille des compresse.

- **Médecine :**

La bentonite est employée comme antidote dans l'empoisonnement par les métaux lourds. Les produits personnels de soin, tels que les paquets de boue, la peinture de coup de soleil, écrément peuvent contenir la bentonite.

Chapitre 01 : synthèse bibliographique

2.4. Usage de la bentonite dans le procédé du raffinage des huiles :

Les huiles brutes, obtenues par pressage et extraction des graines oléagineuses, contiennent en faibles proportions de nombreuses substances autres que les triglycérides. Si certaines d'entre elles possèdent des propriétés nutritives comme les vitamines ou les stérols, d'autres au contraire ont un effet négatif sur la qualité et la conservation des huiles. Ces composés néfastes peuvent donner un mauvais goût, un aspect indésirable, une mauvaise odeur et perturbent les propriétés fonctionnelles de l'huile.

Le processus de raffinage consiste en un certain nombre de traitements qu'on fait subir à une huile brute (tournesol, soja, colza...) pour aboutir un produit de bonne qualité, pur, non peroxydé, neutre et peu coloré. [7]

L'opération de raffinage passe par quatre étapes fondamentales : la démulcination, la neutralisation, la décoloration et la désodorisation.

Pour débarrasser l'huile de ses impuretés et lui rendre sa brillance et sa limpidité les raffineries utilisent des matériaux à grand pouvoir d'adsorption tels que le charbon actif ou la terre décolorante durant l'étape de décoloration. L'industrie préfère utiliser cette dernière pour leur faible coût.

3. Nanoparticules

3.1. Définition de la nanotechnologie :

Les nanotechnologies sont l'objet d'un intérêt considérable ces dernières années. Définie par Ferrari comme étant la science impliquant la manipulation de la matière fabriquée par l'homme à l'échelle nanométrique, les nanoparticules (NPs) possèdent au moins une dimension comprise entre 1 et 100 nm. Les NPs possèdent des propriétés qui résultent du fait de leur très petite dimension qui se situe entre les atomes et les molécules.

3.2. Définition des nanoparticules NPs :

Il existe plusieurs définitions du terme « nanoparticules » :

Le terme de « nanoparticule » est utilisé lorsque la particule a au moins une de ses dimensions inférieure à 100 nm. Le rayon typique d'un atome étant de l'ordre de 0,1 nm, une nanoparticule peut être constituée de quelques dizaines à plusieurs centaines d'atomes. [8]

Chapitre 01 : synthèse bibliographique

En octobre 2011, dans le cadre d'une recommandation, la Commission européenne a proposé une définition du terme « nanomatériaux ». Un nanomatériau est un matériau naturel, formé accidentellement ou manufacturé, contenant des particules libres, sous forme d'agrégat ou sous forme d'agglomérat, dont au moins 50 % des particules, dans la répartition numérique par taille, présentent une ou plusieurs dimensions externes se situant entre 1 nm et 100 nm.) [9]

Selon la norme ISO TS 80004-1, un nanomatériau est un matériau dont au moins une dimension externe est à l'échelle nanométrique, c'est-à-dire comprise approximativement entre 1 et 100 nm ou qui possède une structure interne ou de surface à l'échelle nanométrique [10].

3.3. La source des nanoparticules :

Les sources de nanoparticules sont diverses elles peuvent être classées en trois grandes catégories en fonction de leur origine : les nanoparticules produites naturellement, que l'on peut trouver dans les plantes, les animaux et les corps humains. Ou les nanoparticules qui sont produites incidemment comme sous-produit de processus industriels tels que les gaz d'échappement des moteurs de véhicules, ou encore les nanoparticules manufacturées qui ont été fabriqués par les humains pour avoir certaines propriétés requises pour les applications souhaitées. [11]

3.3.1. Les nanoparticules naturelles :

Les nanoparticules naturelles sont produites dans la nature par des espèces biologiques ou par des activités anthropiques. Les NPs d'origine naturelle sont présentes dans les sphères terrestres (c'est-à-dire dans l'hydrosphère, l'atmosphère, la lithosphère et même dans la biosphère), elles sont essentiellement le résultat des phénomènes de nucléation et de condensation des gaz et vapeurs dans l'atmosphère, Indépendamment des actions. [12]

3.3.2. Les nanoparticules non manufacturées :

Les nanoparticules non manufacturées sont celles produites par l'homme de façon non intentionnelle; on retrouve dans cette catégorie les particules atmosphériques «ultrafines» (PUF). Dans les zones urbaines, les PUF peuvent être constitués à plus de 80% de suies fines (inférieur à 1) et ultrafines issues de la combustion de combustibles

Chapitre 01 : synthèse bibliographique

fossiles. Ces particules, notamment celles émises par les véhicules diesel, les véhicules à essence et le chauffage urbain et le soudage. [13]

3.3.3. Les nanoparticules manufacturées :

Les nanoparticules manufacturées sont intentionnellement produites par l'homme, car les développements récents de la nanotechnologie rassemblent toutes les techniques visant à concevoir, caractériser et produire des matériaux à l'échelle du nanomètre, et avec la production accrue de nanomatériaux manufacturés, y compris les nanomatériaux manufacturés, ont commencé à élargir le la source des particules est constituée de nanoparticules (NPM). En raison des propriétés nouvelles des matériaux ainsi produits, les nanotechnologies connaissent un essor particulièrement important depuis ces dernières années à l'échelle internationale, où l'on observe un investissement grandissant de la part de pays de plus en plus nombreux. [14]

4. Propriétés des nanoparticules :

Les nanoparticules présentent des propriétés qui sont en fonction de leur composition, leur structure, et de la surface exposée ainsi que de leur procédé de synthèse. Cependant, quelle que soit leur origine, les nanoparticules possèdent des propriétés physiques communes qui découlent notamment de leur dimension (tableau 1) [15]

Tableau 01: Evolution des propriétés des particules à l'échelle nanométrique

Propriétés	Exemple
Catalytique	Efficacité catalytique élevée due au rapport surface/volume élevé
Electrique	Augmentation de la conductivité électrique des céramiques et des nano composites magnétiques. Augmentation de la résistance électrique des métaux.
Magnétique	Augmentation de la coercivité magnétique, comportement super paramagnétique.
	Augmentation de la dureté et de la solidité

Mécanique	des métaux et des alliages, de la ductilité et de la Super élasticité des céramiques.
Optique	Changement spectral de l'absorption optique et des propriétés fluorescentes, augmentation de l'efficacité quantique des cristaux semi-conducteurs
Biologique	Augmentation de la perméabilité vis-à-vis des barrières biologiques (membrane, barrière épithéliale), augmentation de la biocompatibilité

5. Application des nanoparticules :

Les nanoparticules sont utilisées dans plusieurs domaines d'activité tels que : l'environnement, la santé, l'agroalimentaire, l'électronique...etc

Tableau 02: Applications des nanotechnologies et des nanomatériaux en fonction des secteurs d'activité

Secteurs d'activité	Exemples d'applications actuelles et potentielles :
Automobile, aéronautique et aérospatial	Matériaux renforcés plus légers ; peintures extérieures avec effet de couleur, plus brillantes, anti-rayures, anticorrosion et antisalissure , capteurs optimisant les performances des moteurs , détecteurs de glace sur les ailes d'avion , additifs pour diesel permettant une meilleure combustion , pneumatiques plus durables et recyclables.
Electronique et communications	Mémoires à haute densité et processus miniaturisé, cellules solaires, bibliothèques électroniques de poche, ordinateurs et jeux électroniques ultra-rapides, technologies sans fil, écrans plats...
Agroalimentaire	Emballages actifs, additifs, colorants, antiagglomérants, émulsifiants...
Chimie et matériaux	Pigments, charges, poudres céramiques, inhibiteurs de corrosion, catalyseurs multifonctionnels, textiles et revêtements antibactériens, et ultra-résistants.

Construction	Ciments anti-nettoyants et anti-pollution, vitrages autonettoyants et anti-salissures, peintures, vernis, colles, mastics...
Pharmacie et santé	Médicaments et agents actifs, surfaces adhésives médicales anti-allergènes, médicaments sur mesure délivrés uniquement à des organes précis, surfaces biocompatibles pour implants, vaccins oraux, imagerie médicale...
Cosmétique	Crèmes solaires transparentes, pâtes à dentifrice abrasives, maquillage avec une meilleure tenue...
Energie	Cellules photovoltaïques nouvelle génération, nouveaux types de batterie, fenêtres intelligentes, matériaux isolants plus efficaces, entreposage d'hydrogène combustible...
Environnement et écologie	Diminution des émissions de dioxyde de carbone ; production d'eau ultra- pure à partir d'eau de mer, pesticides et fertilisants plus efficaces et moins dommageables , analyseurs chimiques spécifiques...
Défense	Détecteurs d'agents chimiques et biologiques, systèmes de surveillance miniaturisés, systèmes de guidage plus précis, textiles légers et qui se réparent d'eux-mêmes...

6. Généralité sur le composé ZnO

L'oxyde de Zinc est un composé métallique, de formule ZnO composé de zinc et d'oxygène. Il apparait généralement sous forme de poudre blanche, presque insoluble dans l'eau, largement utilisée comme additif dans de nombreux matériaux et produits biomédicales.

ZnO est présent dans la nature sous la forme de Zincite minérale, contenant, en général, une certaine quantité de Manganèse et d'autres éléments. Toutefois, dans la plupart des cas, ZnO utilisé en commerce, est produit synthétiquement.

ZnO est un semi-conducteur de la classe II-VI, de type n, car le Zinc et l'Oxygène appartiennent, respectivement, à la deuxième colonne du tableau périodique des éléments.

Sa masse molaire est 81,38 g/mol, et sa température de fusion est 1975 C° ce qui reflète sa considérable stabilité.

Chapitre 01 : synthèse bibliographique

Ce semi-conducteur possède plusieurs propriétés intéressantes: une bonne transparence, une mobilité des électrons importante, une large bande interdite et une forte luminescence à température ambiante.

6.1. Les propriétés de ZnO :

6.1.1. Propriétés structurales de ZnO :

L'Oxyde de Zinc, connu sous le nom de Zincite à l'état naturel, est un semi conducteur du groupe II-VI. Sa structure peut être Rocksalt (symétrie cubique), Zinc blende ou Wurtzite (symétrie hexagonale). [17]

6.1.2. Propriétés électriques de ZnO :

Il est aujourd'hui admis que le composé ZnO est un semi-conducteur à large bande interdite, égale à 3,36 eV à température ambiante. Cette valeur est élevée, si bien qu'un cristal parfait de ZnO posséderait un caractère isolant ; de plus, cette dernière varie suivant le mode de préparation (création des défauts cristallins comme des lacunes de O) et le taux de dopage (qui consiste à remplacer un certain nombre d'atomes de Zn par un autre élément du tableau périodique, souvent les métaux de transition comme le Fe, Ni, Co, Cu etc. et les terres rares comme Er, Nd, etc.), entre 3,30 et 3,39eV. [18]

6.1.3. Propriétés optique de ZnO :

L'interaction de la lumière (onde électromagnétique) avec la matière (électrons du matériau) peut expliquer les propriétés optiques d'un matériau.

6.2. Application de ZnO :

Grace à ses propriétés diverses, chimiques et physiques, l'oxyde de zinc est largement utilisé dans de nombreux domaines. Il joue un rôle important dans une très large gamme d'application. La figure ci-dessous montre la consommation mondiale d'oxyde de zinc par région.

Chapitre 01 : synthèse bibliographique

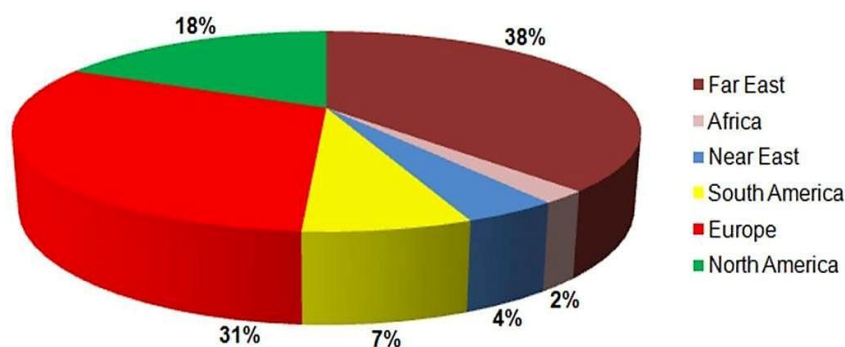


Figure 03: consommation mondiale d'oxyde de zinc [19]

➤ Application de ZnO sous forme de poudre :

L'industrie du caoutchouc est la plus grosse consommatrice d'oxyde de zinc, avec 57% du marché. Une faible quantité ajoutée, 3 à 5%, permet d'activer le processus de vulcanisation. Une plus grande quantité, 20 à 30%, améliore la conductibilité thermique, la résistance à l'usure, et ralentit le vieillissement du caoutchouc. L'industrie de la peinture l'utilise également beaucoup, car il permet d'obtenir un grand pouvoir couvrant, une meilleure rétention de la couleur, une durabilité plus grande et une protection contre les rayons ultraviolets, du fait de sa capacité à absorber ces rayonnements. Il entre ainsi dans l'industrie des céramiques, en participant à la fabrication du verre, de la porcelaine et des frittés, car il permet de diminuer le coefficient de dilatation et d'améliorer la stabilité en tension. Il peut servir aussi pour la fabrication de varistances parce qu'en présence de petite quantité d'oxydes métalliques (bismuth, praséodyme), l'oxyde de zinc présente d'excellentes propriétés de non-linéarité électrique. Ceci permet de l'utiliser largement dans la protection de dispositifs électroniques et notamment dans les stations électriques à haute tension. Enfin, ce composé a d'autres atouts tels que sa non-toxicité et un faible coût d'utilisation. [20]

Chapitre 02 :

Matériels et méthodes

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

Introduction :

Ce chapitre est consacré à la présentation de l'ensemble de matériels utilisés et les diverses techniques et les protocoles expérimentaux utilisés dans le cadre de cette étude. Pour cela, on procède comme suit : Pour cela, on procède comme suit :

- Présentation de l'organisme d'accueil, le complexe agro-alimentaire CEVITAL (Béjaia) et les différentes étapes de raffinage d'huile et de sucre ainsi que la gestion des déchets à partir les informations et les connaissances acquises lors de notre stage pratique d'un mois effectué au sein de l'entreprise.
- Extraction des minéraux à partir les écumes de sucrerie et l'ensemble des analyses effectuées au niveau du centre de recherche en biotechnologie (CRBT).
- Extraction des nanoparticules ZnO à partir de la terre décolorante usagée.

1. Présentation générale du complexe CEVITAL :

Crée en 1998 et implantée à l'extrême du port de Bejaia, CEVITAL agro-industrie, première entreprise privé algérienne et le leader du secteur agro-alimentaire. Elle contribue largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale et vise à satisfaire le marché national et exporter le surplus, en offrant une large gamme de produits de qualité.


C'est une société par action (SPA) dont les actionnaires principaux sont M.ISSAD Rebrab et fils. Un groupe familial qui s'est bâti sur une histoire, un parcours et des valeurs qui ont fait sa réussite et sa renommée.

Porté par 18 000 employés répartis sur 03 continents, il représente le fleuron de l'économie algérienne et œuvre continuellement dans la création d'emplois et de richesses.

CEVITAL agro-industrie dispose de plusieurs unités de production ultramodernes de sucre, corps gras, eau minérale, boissons et sauces. Elle couvre les besoins nationaux et a permis de faire passer faire l'Algérie du stade d'importateur à celui d'exportateur pour les huiles, les margarines et le sucre. Ses produits se vendent dans plusieurs pays, notamment en Europe, au Maghreb, au Moyen-Orient et en Afrique de l'Ouest.

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

Tableau 03: Fiche signalétique du groupe CEVITAL

Logo	
Dénomination	CEVITAL
Date de création	Mai 1998
Régime	Privé
Statut juridique	SPA
Domaine d'activité	Industrie agroalimentaire - Services et manufactures - Construction - Distribution - Industries primaires
Effectif	18000
Site web	WWW.CEVITAL.COM

1.1 Historique :

Le groupe CEVITAL a traversé d'importantes étapes historiques pour atteindre la taille et la notoriété actuelle :

1998 : création de CEVITAL SPA, entrée en production de la raffinerie d'huile.

2001 : entrée en production de la margarinerie et lancement de la première marque de margarine de table de haute qualité, 100% tournesol « FLEURIAL ».

2002 : entrée en production de la raffinerie de sucre (sucre blanc cristallisé aux normes de l'Union Européenne), lancement de la margarine de feuilletage, la « Parisienne », pour les boulangeries pâtisseries.

2006 : CEVITAL à commencer la production des eaux fruitées.

2007 : lancement de trois projets dont deux sur le site de Larbaâ (verre plat, fabrication industrielle de produits manufacturés en béton), et l'acquisition des eaux minérales LALLA KHADIDJA.

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

2010 : entrée en production de l'énergie électrique et de la vapeur (unité de cogénération).

2013 : entrée en fabrication de chaux.

2018 : entrée en production des sauces.

2020 : projet trituration.

1.2 Vision, mission et valeurs du groupe CEVITAL :

Vision :

Forts de leur esprit entrepreneurial, leur saisissons des opportunités de croissance et de diversification rentables pour devenir un acteur majeur en Afrique, en Europe et dans le bassin méditerranéen.

Mission :

L'entreprise a pour mission principale de contribuer au développement économique de l'Algérie et servir leurs concitoyens.

Valeurs :

Leurs règles d'or sont : intégrité-respect-initiative – solidarité, s'inscrivent dans une philosophie et une pratique quotidienne de développement humain, de création de richesse et de protection de l'environnement au bénéfice de toutes les parties prenantes internes et externes de CEVITAL.

Objectif :

Les objectifs visés par CEVITAL peuvent se présenter comme suit :

- L'extension de ses produits sur tout le territoire national.
- L'importation de graines oléagineuses pour l'extraction directe des huiles brutes.
- L'optimisation de ses offres d'emploi sur le marché du travail.
- Encouragement des agriculteurs par des aides financières pour la production locale de
- graines oléagineuses.
- La modernisation de ses installations en termes de machines et techniques pour augmenter le volume de sa production.
- Positionner ses produits sur le marché étranger par leurs exportations.

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

1.3 Situation géographique :

CEVITAL agro-industrie est le leader du secteur agro-alimentaire en Algérie, elle est implantée au sein du nouveau quai du port de Béjaia à 3 Km du sud-ouest du centre-ville, à proximité de la route nationale N° 26.

Elle se trouve proche du port et de l'aéroport. Cette situation géographique lui a beaucoup profité étant donné qu'elle lui confère l'avantage de proximité économique.

Grâce à sa situation géographique et à ses importantes capacités d'accostage, d'entreposage et de transit, le port de Béjaia est devenu un pôle économique de première importance. Le complexe agro-alimentaire CEVITAL couvre une superficie de 45000 m² (le plus grand complexe en Algérie), avec une capacité de stockage de 182000 tonnes /an (silo portuaire) et un terminal de déchargement portuaire de 200 000 tonnes /heure (réception de matière première), comme elle possède un réseau de distribution de plus de 52 000 points de vente sur tout le territoire national.
[21]



Figure 04:Situation géographique du complexe CEVITAL

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

1.4 Activité de CEVITAL :

L'ensemble des activités de CEVITAL repose essentiellement sur la production et la commercialisation des huiles végétales, de sucre, de margarine et graisse végétales, boissons ainsi que la production de l'énergie électrique répartit à travers plusieurs unités de production :

- 02 raffineries de sucre (3000 tonnes/jour---3500 tonnes/jour).
- 01 unité de sucre liquide et une unité de production de sucre roux.
- 02 unités de conditionnement de sucre.
- 01 raffinerie d'huile.
- 01 unité de conditionnement d'huile (1400 tonnes/heure).
- 01 margarinerie (600 tonnes/jour).
- 01 unité d'eau minérale gazéifiée.
- 01 unité de fabrication et de conditionnement de boissons fruitées et de production de conserves et confiture.
- 01 unité de production des sauces.
- 01 unité de fabrication de chaux.
- 01 unité de cogénération (production de l'énergie électrique et de la vapeur).
- Fabrication des emballages (P.E.T) : Poly-Ethylène-Téréphtalate (9600 unité/h).
- Silos portuaires ainsi qu'un terminal de déchargement portuaire d'une capacité de 2000 tonnes / jours).

1.5 Structure du complexe agro-alimentaire CEVITAL :

Pour présenter le complexe CEVITAL d'une manière générale, le schéma ci-dessous représente la structure hiérarchique du complexe ainsi que les différentes directions et services :

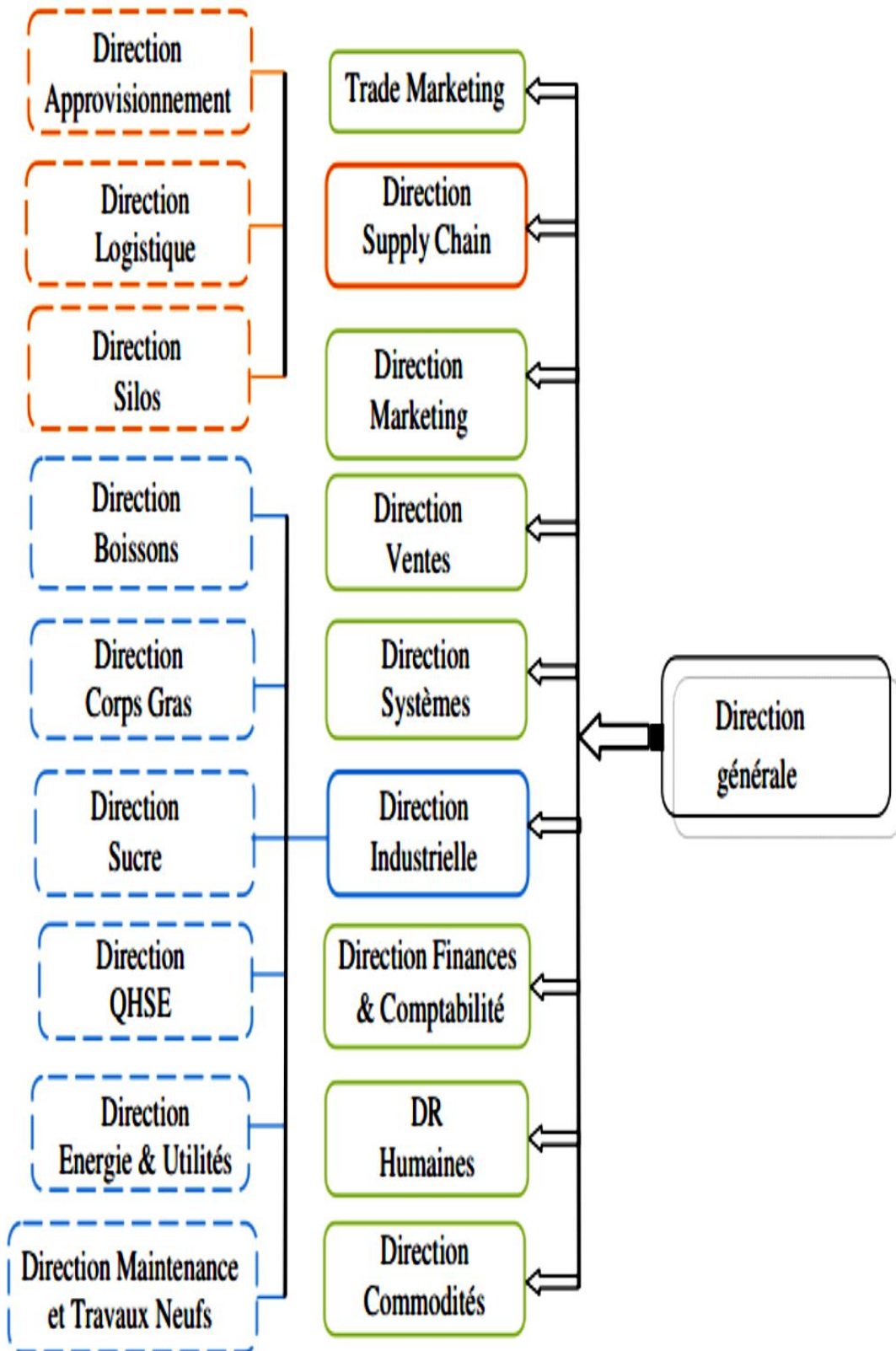


Figure 05: Organigramme général du complexe CEVITAL (Document interne de l'entreprise)

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

1.6 La gamme des produits de CEVITAL agro-alimentaire :

Le complexe CEVITAL dispose d'une large gamme de produits présentés comme suite :

Tableau 04: La gamme des produits CEVITAL agro-alimentaire [22]

Produit	Marque	Format
Huile de table	Fleurial	1L, 1.8L, 4L
	Elio	1L, 2L, 5L
	Fridor pour professionnel	10L
	Fridor DUO	1L, 2L, 5L
Sucre	Sucre blanc Skor	Sachet 1kg, 2kg, 5kg, 10kg 1kg verseur 750gr morceau
	Sucre roux Skor	1kg sachet, 700gr sachet zippé
	Sucre glace Skor	700gr sachet zippé
	Sucre liquide	
Margarines	Fleurial	Plaquette 250gr Barquette 500gr et 250 gr
	La parisienne	Plaquette 500gr
	Tendre gourmand	Plaquette 250gr
	Matina	Barquette 250gr
Boissons	Lalla khedidja eau minéral	Pet : 1,5L et 0,5L
	Lalla khedidja eau pétillante	Pet : 1L et 0,33cl
	Tchina plusieurs saveurs	Pet 2L, 1L, 33cl Verre 25cl
	Tchina PEP'S (3 saveurs)	Canette 24cl

Smen	Smen MÉDINA	Barquette 1,8kg, 900g, 500g
Mayonnaise	Mayonnaise fleurial	Pot : 220 gr, 450gr, 680gr Flacon : 200gr, 395gr
	Sauce mayonnaise	Pot : 235gr, 485gr, 700gr Flacon : 220 gr, 420gr
	Moutard de Dijon Fleurial	Pot : 350gr, 150gr Douce : 230 gr
	Sauce barbecue Fleurial	Flacon : 250gr, 470gr
	Ketchup Fleurial	Flacon : 220gr, 435gr
	Mayonnaise ail et fines herbes Fleurial	Flacon : 200 gr, 395gr
	Sauces vinaigrettes Fleurial plusieurs saveurs	500ml
	Harrissa Fleurial	Pot : 150 gr
Sauces pour professionnels	Foody's mayonnaise	Seau : 3 kg Bouteille : 900gr
	Sauce Foody's	Bouteilles : 950gr, 900gr

2. Présentation de la raffinerie de sucre de CEVITAL: (3500 tonnes/jour)

La raffinerie de sucre traite des sucres roux de canne, des sucres bruts de betterave et des sirops de sucrerie. Le but du raffinage est d'éliminer les impuretés telles que les sels minéraux et les matières organiques, les colorants.

Cette unité est mise en production en 2002, elle a une capacité de production de 3500 tonnes/jour, elle est dotée d'équipements très perfectionnés que ce soit sections de raffinage de sucre ou laboratoire pour suivre les différentes analyses nécessaires.

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

Le processus de raffinage de sucre roux au niveau de CEVITAL comporte huit sections, à savoir :

Section 01 : Affinage et refonte

Cette étape s'effectue dans l'atelier d'affinage, dans un malaxeur le sucre roux est mélangé avec de l'eau chaude à environ 80 °C dans le but d'éliminer les impuretés qui se trouvent dans la partie superficielle des cristaux (empattage) ou avec un sirop chaud (il favorise la dissolution superficielle des cristaux).

Cette opération permet à la couche superficielle des cristaux de se fondre, le sucre affiné obtenu passe dans les turbines dites « turbines d'affinage » afin de libérer les matières colorantes présentes dans la surface des cristaux.

Le sucre affiné est refondu dans un fondoir avec de l'eau sucrée chaude à 60-80 °C (pour augmenter la solubilité du sucre). Le sirop obtenu est appelé « sirop de refonte ».

Ensuite, le sirop est passé dans un échangeur thermique (sirop + vapeur d'eau chaude sans contact).

Section 02 : Carbonatation :

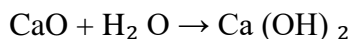
La carbonatation est un procédé chimique qui consiste à décolorer le sirop de refonte et à éliminer les impuretés contenantes dans ce dernier. Cette opération consiste à additionner au sirop de refonte de la chaux vive sous forme de lait de chaux et du gaz carbonique provenant des fumées de l'unité d'énergie.

Le sirop de refonte passe d'abord par deux tamiseurs qui empêchent le passage des déchets physiques et les grosses particules (graines...).

La carbonatation passe par les étapes suivantes :

A/ Préparation du lait de chaux LDC :

La préparation du lait de chaux s'effectue dans l'atelier de chaux, elle consiste à mélanger de la chaux vive industrielle CaO avec de l'eau.



Lait de chaux

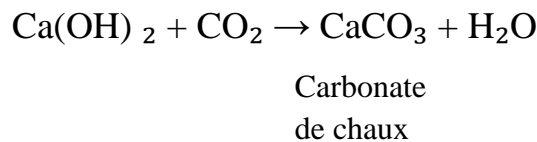
Chapitre 02 : Matériels et méthodes

Le sirop de refonte est ensuite mélangé avec le lait de chaux dans un mélangeur statique.

B/Carbonatation :

La carbonatation s'effectue dans 03 chaudières. Le sirop chaulé passe vers la première chaudière pour subir la première carbonatation, puis on lui injecte le gaz carbonique CO₂ (provenant des fumées de l'unité d'énergie).

La chaux se transforme sous l'action de gaz carbonique en carbonate de calcium qui capte les impuretés (qui causent la couleur) comme le montre la réaction suivante :



Le sirop sort de la première chaudière avec un pH d'environ 10-10.5 puis il est renvoyé dans la deuxième chaudière pour subir la deuxième carbonatation, le précipité obtenu durant cette opération est composé de calcaire CaCO₃, des colorants et des impuretés organiques.

Le sirop carbonaté sort de la troisième chaudière avec un pH d'environ 8-9.

Section 03 : Filtration

La filtration est un procédé physique dont l'objectif est l'élimination de carbonate de calcium en suspension dans le sirop et de débarrasser ainsi le sirop des impuretés et des colorants par une filtration sur 10 filtres à bougies en toile « filtres exofalc ».

On obtient après la filtration un sirop filtré et des boues (écumes), le sirop filtré est envoyé vers la section décoloration et la boue résultante passe vers un filtre à presse pour récupérer le sucre résiduel sous forme de petit jus.

Les eaux sucrées récupérées seront ensuite utilisées dans la préparation de lait de chaux et les écumes (gâteaux de filtration) seront chargées directement dans les camions (après vidange).

Section 04 : Décoloration

Elle s'effectue dans 09 colonnes de décoloration, cette opération permet l'élimination de la majorité des colorants, on utilisant de la résine échangeuse d'ions décolorante qui adsorbe les colorants.

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

La décoloration s'effectue par percolation du sirop de bas en haut à travers le lit de résine compacté et chaque colonne est équipée de sa propre régulation de débit.

Une fois saturé, les résines échangeuses d'ions sont régénérées par le passage de saumure.

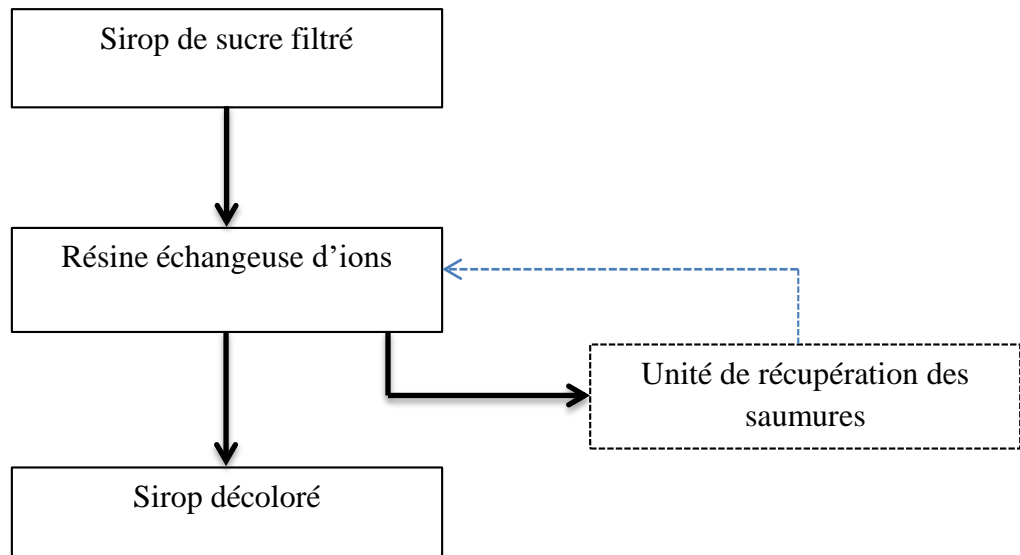


Figure 06: Schéma simplifié de la section Décoloration au sein du complexe CEVITAL

[23]

Section 05 : Concentration :

Le but principal de cette opération est d'accélérer la cristallisation, elle consiste à éliminer les eaux contenantes dans le sirop par évaporation. Les vapeurs issues de ce dernier sont récupérées pour les besoins de chauffage durant le procès.

Section 06 : Cristallisation :

Cristallisation des hauts produits (HP) :

Dans cette opération, le sirop est évaporé jusqu'à saturation dans des cuites qui fonctionnent sous vide (05 cuites).

Après saturation, on procède au grainage en introduisant une semence (alcool + cristaux de sucre fins) pour favoriser le développement des cristaux de sucre.

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

Quand les cuites arrivent à leur volume maximal et que les cristaux atteignent la taille voulue, le produit est déversé dans un malaxeur qui sera ensuite centrifugé pour séparer les cristaux de sucre de l'eau mère (égout).

Cristallisation des bas produits (BP) :

Le but de cette opération est de récupérer le sucre encore présent dans les égouts provenant de l'étape précédente (provenant des cuites haute pureté), cela est réalisé dans 03 jets de cristallisation (A,B,C).

Elle aboutit à un sucre A qui est transféré vers le fondoir (recyclage) et une mélasse qui est une matière première qui entre dans la composition de l'alimentation pour bétails.

Section 07 : Séchage

Le séchage se fait dans un sécheur-refroidisseur, le sucre circule par un courant d'air filtré et réchauffé (a co-courant) puis à contre-courant avec de l'air froid.

Après séchage, le sucre est pesé sur un convoyeur peseur et envoyé vers le silo de stockage 80000 tonnes pour assurer son stockage.

Section 08 : Stockage et maturation

Il existe deux modes de fonctionnement dans cette section :

a) Mode stockage :

Si le sucre venant du séchage est conforme au stockage, il est envoyé vers le silo de déclassement, ensuite ce sucre est acheminé vers les 04 silos de remplissage et maturation.

b) Mode déclassé :

Si le sucre venant du séchage n'est pas conforme au stockage (présence d'impuretés, couleur...), il est envoyé vers le silo de déclassement, ensuite ce sucre est vidangé et acheminé par camion vers le silo horizontal de sucre roux.

Le sucre séché contient encore de l'eau piégée à l'intérieur des cristaux qui peuvent migrer vers la surface des cristaux et peut provoquer le colmatage des cristaux ainsi que l'absorption de l'humidité du milieu. Pour cela, on procède à la maturation du sucre dans le silo de stockage en injectant de l'air traité (un air conditionné en température et en humidité relative).

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

Conditionnement :

L'unité de conditionnement à une surface de 1035 m² avec quatre niveaux (étages). Il est équipé de :

- Quatre silos d'ensachage (4*80 tonnes)
- Six lignes d'ensachage (50 kg / 10 kg) qui se composent de :
 - Douze balances
 - Six (06) machines à coudre.
 - Vingt-quatre (24) tapis et convoyeur.
 - Une ligne pour big-bags (01 tonne)
 - Une balance
 - Deux (02) convoyeurs.

Le sucre blanc mûré passe par un convoyeur et un casse-grugeons dans le but d'éliminer les mottes et les morceaux de sucre puis il sera tamisé afin de le calibrer.

Après tamisage, le sucre blanc est acheminé vers l'unité de conditionnement où il sera ensaché et conditionné sous forme de sacs de 10 kg / 50 kg ou des bigbags d'une tonne, à la sortie des lignes d'ensachage les sacs sont chargés directement dans les camions.

3. Présentation de la raffinerie d'huile de CEVITAL (1800 tonnes/ jour):

Le complexe CEVITAL possède une raffinerie d'huile qui traite plusieurs huiles brutes (tournesol, soja, palme...), cette unité est mise en production en 1999, elle a une capacité de production de 1800 tonnes /jour, deux lignes sont disponibles : la première ligne produit 800 tonnes/jour et la deuxième 1000 tonnes/jour.

Le but de raffinage d'huile est de débarrasser les huiles brutes des impuretés diverses qu'elles renferment (pigments, phospholipides, AGL...) afin d'obtenir une huile de qualité qui répond aux exigences réglementaires.

Il existe deux types de raffinage d'huile au niveau de CEVITAL:

-Raffinage physique.

-Raffinage chimique (à chaud ou à froid).

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

Raffinage physique : ce type de raffinage est appliqué dans le cas des huiles qui contiennent une faible quantité de phospholipides et une grande acidité (huile de palme).

Pour récupérer les phospholipides, le raffinage physique se fait par un entraînement à la vapeur sous vide, poussé pour chauffer à une température comprise entre 240-260 °C.

Raffinage chimique : ce type est appliqué sur les huiles de graines (soja, colza, tournesol) qui contiennent une quantité importante d'impuretés (mucilages, phospholipides...) et une faible acidité. Dans ce procédé, la neutralisation à la soude reste la méthode la plus utilisée pour éliminer les AGL.

On distingue deux types de raffinage chimique : raffinage chimique à chaud et raffinage chimique à froid.

Le processus de raffinage d'huile au niveau de CEVITAL passe par plusieurs étapes : (raffinage chimique à chaud / cas d'huile de soja / 2^e ligne 1000 tonnes /jour)

3.1 Démucilagination :

L'huile brute contient toujours des mucilages (phospholipides) provenant des graines végétales qu'il faut éliminer, car leur présence dans l'huile peut provoquer un certain nombre d'inconvénients :

- Des colmatages au niveau des filtres des installations industrielles.
- Une huile raffinée mal débarrassée de ses phospholipides s'acidifie, s'oxyde et prend rapidement un goût désagréable.
- Les phospholipides sont des tensioactifs, leur élimination incomplète entraîne la formation de mousses et d'émulsions.

Pour cela, de l'eau chaude acidulée est ajoutée à l'huile brute provoquant la précipitation des phospholipides avec formation de mucilages. Il suffit de centrifuger pour éliminer ces mucilages.

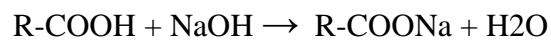
3.2. Neutralisation :

La neutralisation est l'une des étapes les plus importantes du raffinage d'huile, elle consiste à éliminer les acides gras (AGL) car ces derniers sont des catalyseurs d'oxydation.

La méthode de neutralisation des huiles végétales la plus utilisée est la neutralisation à la soude (NaOH).

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

Les acides gras sont éliminés par neutralisation à la soude sous forme de savons appelés pâtes de neutralisation.



Acides gras base savons eau

L'injection de la soude se fait grâce à une pompe doseuse, le mélange huile et soude sont homogénéisés dans un mélangeur. Ensuite le mélange est passé dans un séparateur, ce dernier permet de séparer l'huile neutralisée de la pâte formée au cours de la neutralisation.

Les pâtes issues de cette opération seront envoyées vers la section 24 (section de traitement des pâtes).

3.3. Lavage :

On vise d'après cette opération à éliminer les substances alcalines (savon et soude en excès) présentes dans l'huile sortant de la turbine de neutralisation, ainsi que les dernières traces des métaux, de phospholipides et autres impuretés.

L'huile neutralisée sera donc mélangée, avec de l'eau chaude à 95 °C puis à l'aide d'une centrifugeuse, l'huile se sépare de savon et l'eau de lavage.

3.4. Séchage :

Le séchage consiste à éliminer l'humidité présente dans l'huile lavée avant la décoloration pour éviter le colmatage rapide des filtres sortant en présence de savons.

Cette opération est réalisée par un pulvérisateur qui envoie l'huile lavée dans un appareil de séchage sous vide de 50-60 mbar et à une température de 90 °C, ceci provoque l'évaporation de l'eau.

3.5. Décoloration :

La décoloration est une étape essentielle du raffinage, elle vise à éliminer les pigments colorés (chlorophylles / carotènes) et donner à l'huile une coloration jaune désirée par le consommateur par l'ajout de la terre décolorante et du charbon actif, Cevital préfère utiliser ces dernières pour leur faible coût.

La décoloration des huiles est obtenue par adsorption des pigments sur une terre décolorante (une argile appelée bentonite composée principalement de montmorillonite, appartenant à la famille des smectites) maintenue en contact avec l'huile pendant une durée de 20-25 min, sous

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

vide 50-60 mbar, à 110 °C, la quantité de la terre décolorante utilisée varie entre 0.3 et 1.5 % selon les conditions.

Les paramètres à vérifier lors de cette étape :

- ✓ Température
- ✓ Taux de terre décolorante
- ✓ Temps de séjour
- ✓ Précision du dosage et qualité de la terre décolorante

❖ Phénomène d'adsorption :

L'adsorption est un phénomène de surface par lequel les molécules se fixent sur une surface solide. La substance qui se fixe est appelée absorbât ou soluté, elle peut être liquide ou gazeuse.

L'adsorption est utilisée généralement dans le cas des phases liquides dans le but de les décolorer.

3.6.Filtration :

La filtration a pour but de séparer la terre décolorante (chargée de pigments) de l'huile décolorée afin d'obtenir une huile limpide en utilisant des filtres (filtre du Niagara, filtre de cricket, filtre à poche).

Le mélange huile-terre décolorante passe d'abord par le filtre du Niagara pour éliminer la terre décolorante (première filtration), le filtrat obtenu est dirigé vers le filtre cricket et filtre à poche pour subir une deuxième filtration afin d'éliminer les fines particules restantes de la première filtration. Après séparation, l'huile passe vers le bac de stockage.

3.7.Désodorisation :

La désodorisation se fait dans une colonne de désodorisation (composée de 10 plateaux).

Comme son nom l'indique, cette étape permet de débarrasser l'huile décolorée des substances volatiles odoriférantes (les aldéhydes et les cétones) responsables de l'odeur spécifique de l'huile.

Pour cela, de la vapeur sèche est injectée dans l'huile sous vide puis cette huile est pompée vers un échangeur à plaque où elle est préchauffée en évaporant les substances volatiles.

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

L'huile obtenue est filtrée, refroidie puis stockée sous atmosphère azotée pour éviter l'oxydation.

3.8. Refroidissement :

La dernière étape du raffinage, l'huile désodorisée passe à travers un échangeur de chaleur, l'addition de l'acide citrique permet d'avoir une bonne conservation de l'huile.

Après filtration, l'huile raffinée est refroidie ensuite, elle est dirigée vers le conditionnement avant la distribution et le marketing.

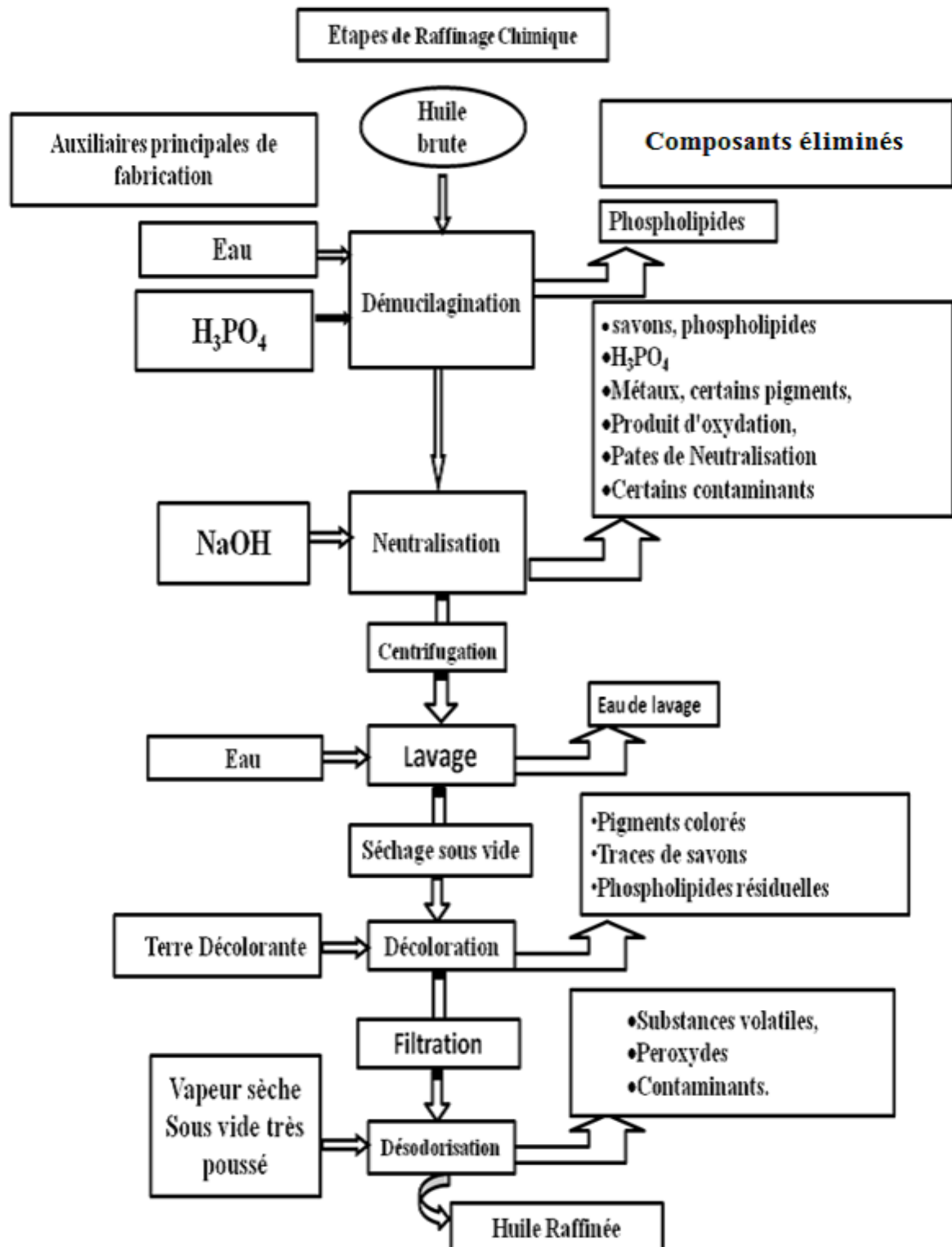


Figure 07: Etapes du Raffinage chimique.

Le conditionnement d'huile:

CEVITAL possède quatre lignes de conditionnement :

- Deux lignes pour la 5L
- Une ligne pour 2L
- 5Une ligne pour 1L

Cette opération comprend les étapes suivantes : [24]

- **Fabrication des préformes** : la matière utilisée pour la fabrication des préformes est PET, dans cette étape la graine PET est séchée, fondue sous forme de pâte puis elle est mise dans les moules de préforme.
- **Refroidissement et soufflage** : dans cette étape, les préformes sont refroidies à 25 °C, ensuite, elles sont soufflées à 40 bars (par type 5L, 2L, 1L) par une souffleuse (pour donner la forme).
- Les bouteilles obtenues passent sur un convoyeur qui convoie de l'air comprimé vers les remplisseuses rotatives.
- **Filtration** : avant de remplir les bouteilles d'huile finie, il faut passer par un filtre qui possède des cartouches filtrantes.
- **Remplissage** : l'huile finie est remplie dans les différents types de bouteilles.
- **Étiquetage et datage** : les bouteilles remplies doivent contenir une étiquette où sont mentionnées les informations suivantes : le nom du produit, la date de fabrication et de préemption, le nom du fabricant (Cevital), l'adresse...
- **Fardelage et palettisation** : dans cette étape, les bouteilles passent dans le four de fardeluse pour former les fardeaux, après elles sont enveloppées par un film cellophane thermorétractable, ensuite ces fardeaux sont orientés automatiquement vers une pelleteuse.
- **Banderole et stockage** : les fardeaux d'huile palettisés sont entourés de banderoles.

4.La gestion des déchets :

Le complexe agro-alimentaire CEVITAL génère différents types de déchets :

- Déchets ménagers et assimilés
- Déchets spéciaux
- Déchets spéciaux dangereux
- Déchets inertes

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

- DASRI
- Effluents liquides

Leur traitement repose essentiellement sur la valorisation (le recyclage, la réutilisation, la vente...) mais aussi sur la non-valorisation à travers la mise en décharge.

Les déchets collectés pour une valorisation (réutilisables) doivent être séparés des déchets destinés à l'élimination (non réutilisables).

Les déchets non valorisables (non réutilisables) :

Les déchets concernés sont : la terre décolorante usagée, les écumes de sucreries, les déchets ménagers et assimilés ainsi que les déchets de construction. L'ensemble de ces déchets sont évacués quotidiennement vers la décharge publique Boulimate (enfouissement).

❖ La terre décolorante usée (TDU) :

Après usage dans le traitement des huiles, la terre décolorante vierge (TDV) perd ses propriétés d'adsorption et devient un déchet appelé terre décolorante usée.

Les terres décolorantes usagées sont les principaux déchets solides issus de raffinage d'huile, elles contiennent jusqu'à 40% de matières grasses et renferment des impuretés telles que : les pigments, matières mucilagineuses ainsi que des savons.

Selon la nomenclature algérienne relative à la classification des déchets, la TDU s'inscrit dans la catégorie suivante :

Tableau 05: Classification de la terre décolorante dans le journal officiel

Code	Désignation	Classe	Critère de dangerosité
7.6.4	Résidus de réaction et résidus de distillation halogénés	SD	Toxique

La terre décolorante usée est caractérisée par le phénomène d'auto-inflammation pouvant causer des explosions et des incendies sur leur lieu de stockage ou en décharge, elle présente aussi des risques d'exposition face à des produits chimiques toxiques comme les acides ou les bases en plus l'inhalation de poussières pendant le transport des matières et celles dégagées par les TDU.

La terre décolorante au niveau du complexe CEVITA est stockée par entreposage dans des bigbags dans une zone dite « zone de décharge » ensuite, elle est chargée dans des camions.

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

Chaque matin, le camion passe deux fois sur le pont bascule afin d'obtenir le poids des déchets, la première fois, il est pesé sans déchets et la deuxième fois, il est pesé avec déchets.

❖ Les écumes usées ou gâteaux de filtration :

Le principal sous-produit de raffinage de sucre, c'est une boue pâteuse issue de l'extraction des impuretés du jus de canne.

Après élimination par filtration, ce type de déchets est mis en décharge sans subir aucun traitement.

Tableau 06: Classification des écumes dans le journal officiel

Code	Désignation	Classe	Critère
2.4.1	Carbonate de calcium déclassé	S	/

❖ Les déchets ménagers :

Sont stockés dans des bacs verts hermétiques fermés, ensuite ces déchets sont déposés dans des points d'enlèvement

❖ Déchets de construction :

Sont issus des travaux de construction (béton, gravats, tubes métalliques...).

Les déchets valorisables (réutilisables) :

Les déchets réutilisables sont d'abord triés par catégorie dans des bacs de différentes couleurs puis stockés dans des zones d'enlèvement

- Jaune : carton
- Bleu : Bouteilles en plastique
- Gris : Films plastiques

On peut citer aussi les bidons, les fûts plastiques, fûts métalliques, les pneus...

Ces déchets sont ensuite vendus aux entreprises de récupération et recyclage des déchets.

Les effluents liquides : le complexe compte une station d'épuration pour traiter les effluents liquides avant leur rejet.

Les DASRI : des déchets à incinérer, ils sont triés à la source et déposés dans des conteneurs spécifiques.

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

Les déchets générés par les différentes opérations de production et de raffinement (Pâtes de neutralisation, la mélasse, mucilages, les condensats de désodorisation...) sont traités au niveau du complexe. Partant du principe « tout se transforme », les déchets seront utilisés prochainement dans le cadre de l'extension du complexe pour la production du savon et des aliments pour bétails.

5. Echantillonnage :

La prise des échantillons a été effectuée le 27/04/2023 à partir des deux raffineries.



Figure 08 : Des photos qui montrent la prise des échantillons à partir des deux raffineries.

6. Extraction des minéraux à partir des écumes de sucreries

Le travail s'est déroulé au niveau du laboratoire d'écologie de la faculté SNV, à l'université des frères Mentouri Constantine 01.

L'extraction des minéraux à partir des écumes de sucrerie a été réalisée en utilisant l'hydroxyde de sodium NaOH. Dans une expérience typique, 700 g d'échantillon a été pesé

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

sur une balance. L'échantillon est humide, il doit être séché avant d'être broyé. Pour cela, l'échantillon a été séché dans une étuve dont la température ne dépasse pas 60 °C.

L'échantillon a été broyé dans un premier en utilisant un mortier et pilon en céramique. Après broyage il a été tamisé à l'aide d'un tamis analytique de 200 nm jusqu'à l'obtention d'une poudre fine.

Après tamisage, cette poudre a été mélangée avec eau distillée dans 03 béchers, sachant que dans chaque bécher 200 g de poudre a été mise avec 400 ml d'eau distillée. Après lavage, ce mélange a été filtré.

Le filtrat obtenu a été mélangé avec 1, 2 et 4M de l'hydroxyde de sodium (1 :6 ratio) ensuite il a été mis dans l'étuve de séchage à 90 °C pendant 12 heures.

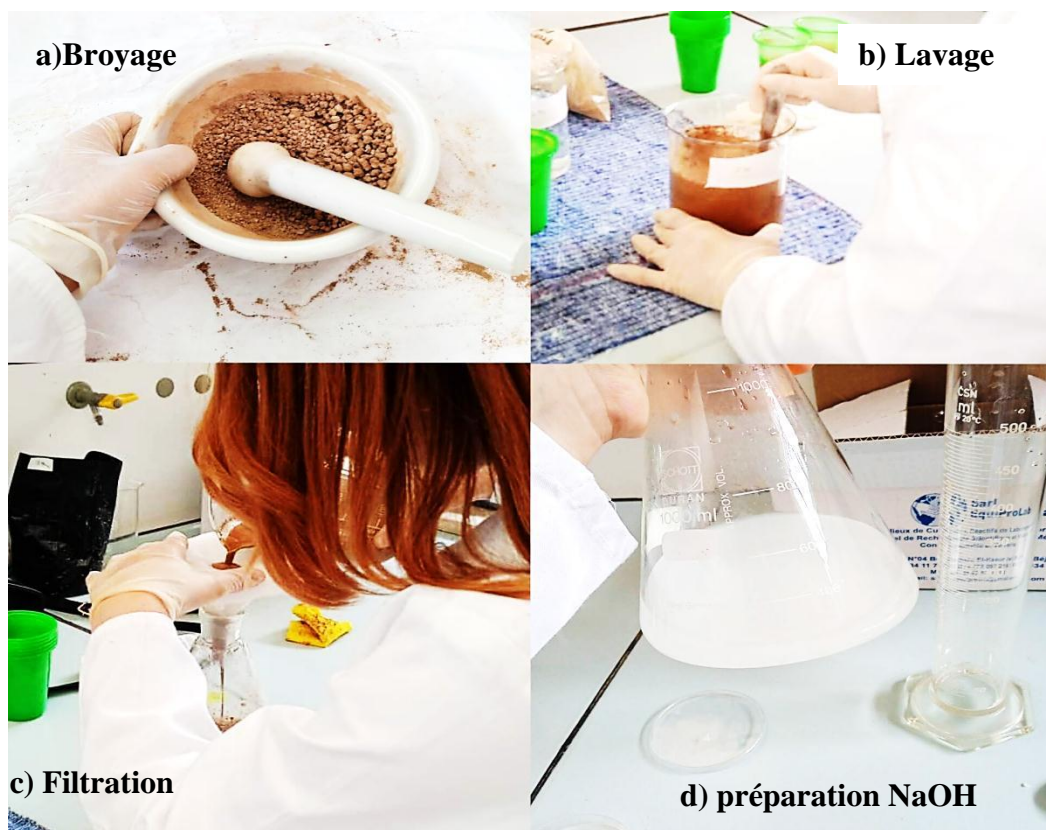


Figure 09: Photos (a,b,c,d) présentent les étapes de l'extraction

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

Préparation des grains de blé : Avant leur utilisation, les grains sont attentivement sélectionnés (pas de cassures ni de signes de maladies et/ou pathogènes).

Le semis : il a été réalisé comme suit

Tableau 07: réalisation de semis

Témoins	03 pots (sol uniquement)	
Boue sans traitement	50% / 50% (sol / Boue) 03 pots	75% / 25% (sol/ Boue) 03 pots
1M	50% / 50% (sol / Boue) 03 pots	75% / 25% (sol/ Boue) 03 pots
2M	50% / 50% (sol / Boue) 03 pots	75% / 25% (sol/ Boue) 03 pots
4M	50% / 50% (sol / Boue) 03 pots	75% / 25% (sol/ Boue) 03 pots

L'arrosage des plantes est effectué tous les 03 jours.

6.1. Paramètres étudiés : pour le suivi de notre expérimentation nous avons analysé les paramètres suivants :

6.1.1. La longueur moyenne des feuilles : elles sont mesurées 3 fois (après 5 jours/ 15 jours/ 21 jours).

6.1.2. Surface foliaire (SF, cm²) : Elle est déterminée à la phase 03 feuilles en cm² à l'aide d'un planimètre électronique Portable Area Meter (LI-3000C).



Figure 10 : Appareil de mesure de la surface foliaire Portable Area Meter (LI-3000C)

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

6.1.3. Composition des écumes de sucreries :

Les analyses ont été effectuées au niveau du centre de recherche en biotechnologie CRBT :

A. Détermination du pH : (NF ISO 10390 / X31-117.AFNOR.Mai 2005)

1. Description de la prestation :

- La mesure du pH s'effectue sur une suspension de terre fine.
- Le pH eau mesure l'acidité réelle et prend en compte les ions H_3O^+ libres dans la solution du sol.

2. Matériels :

- PH mètre.
- Agitateur mécanique.
- Balance.
- Distillateur.
- Verre de montre.
- Spatule.
- Pissette d'eau.
- Eprouvette.
- Flacon en verre borosilicaté ou en polyéthylène.

3. Réactifs utilisés :

- H_2O distillée.
- KCl.

4. Mode opératoire :

- 10 g de sol sont mis en suspension dans 50 ml d'eau distillée ou de chlorure de potassium KCl (1 mol/l).
- Agiter pendant 1 heure puis laissés au repos pendant 2 heures.
- Le pH est ensuite mesuré à l'aide d'un pH-mètre.

B. Détermination du taux de phosphore assimilables ou les ortho-phosphates (méthode OLSEN NF ISO 11263) :

Définition :

Phosphore assimilable appelé aussi réserve assimilable ou fraction libre, c'est le phosphore susceptible d'être absorbé par les racines.

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

Principe :

La terre est mise en contact avec une solution d'hydrogénocarbonate de sodium, suivant la norme internationale NF ISO 11263. L'extrait obtenu est dosé par

Mode opératoire :

- ✓ Peser 0.5 g de sol, ajouter une quantité de charbon actif.
- ✓ Ajouter 20 ml de la solution d'extraction.
- ✓ Agiter mécaniquement pendant 30 minutes.
- ✓ Filtrer au papier wattman jusqu'à l'obtention d'une solution claire.
- ✓ Prélever 10 ml du filtrat dans une fiole de 50 ml et rajouter 5 ml d'acide sulfurique.
- ✓ Laisser reposer une nuit.
- ✓ Ajouter 10 ml d'eau distillée et 5 ml de molybdate d'ammonium.
- ✓ Ajouter 0.25 ml de la solution chlorure stanneux et ajuster à 50 ml.
- ✓ Agiter pour homogénéiser le mélange et doser au spectrophotomètre UV-vis à 660nm.

Préparation des solutions :

1. Solution d'extraction : 42 g bicarbonate de sodium dans 1 L d'eau distillée (ajuster PH à 8.5 par une solution de NaOH goutte à goutte).
2. Acide sulfurique de normalité $N=1.08$ (30 ml dans 1 L d'eau distillée).
3. Solution molybdate d'ammonium à 1% :
 - ✓ 10 g molybdate d'ammonium dans 250 ml d'eau distillée tiède et laisser refroidir (solution 01).
 - ✓ Préparer 113 ml d'acide sulfurique dans 500 ml d'eau distillée et laisser refroidir (solution 02).
 - ✓ Mélanger les deux solutions, ajuster à 1L et laisser refroidir.
4. Solution chlorure stanneux 0.1 M : dissoudre 2.5 g de chlorure d'étain dans 00 ml d'eau tiède a 10% HCl, agiter jusqu'à l'obtention d'une solution limpide.
 - ✓ 10 g molybdate d'ammonium dans 250 ml d'eau distillée tiède et laisser refroidir (solution 01).
 - ✓ Préparer 113 ml d'acide sulfurique dans 500 ml d'eau distillée et laisser refroidir (solution 02).
 - ✓ Mélanger les deux solutions, ajuster à 1L et laisser refroidir.

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

Traçage de la courbe d'étalonnage :

Expression des résultats :

► Calcul

$$P (\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}) = \frac{K \times V}{A \times S} = 2 K$$

où K : microgrammes de phosphore déterminés sur la courbe d'étalonnage ($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$),
V : volume d'extraction en mL (100 mL),
A : aliquote prélevée en mL (10 mL),
S : poids de la prise de terre en g (5 g).

Les résultats obtenus sur UV-VIS sont des concentrations massiques C en ppm (mg/l).

C. Détermination de la matière organique par dosage du carbone organique : Walkley-Black (Québec)

Principe :

La méthode Walkley-Black repose sur le principe que le bichromate de potassium oxyde le carbone contenu dans le sol. Le bichromate de potassium change de couleur selon la quantité de produits réduits et ce changement de couleur peut être comparé à la quantité de carbone organique présent dans le sol. Cette méthode permet de mesurer le carbone organique. Elle ne peut être utilisée si les sols contiennent plus de 20% de matière organique.

Mode opératoire :

- ✓ L'échantillon doit être broyé et tamisé à 0-11 mm pour cette méthode.
- ✓ Peser 0.5 g de sol dans un erlenmeyer 250 ml et y ajouter 10 ml de dichromate de potassium 1N.
- ✓ Ajouter 20 ml d'acide sulfurique concentré.
- ✓ Agiter vigoureusement pendant une minute et laisser reposer pendant 30 minutes.
- ✓ Ajouter 100 ml d'eau, 10 ml d'acide ortho-phosphorique et 2 ml de la solution indicatrice de diphénylamine.
- ✓ Titrer l'excès de dichromate de potassium avec le sulfate ferreux 0.5 N.
- ✓ Lors de l'apparition de la coloration violette ou bleue, titrer lentement jusqu'à la coloration finale verte.

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

Expression des résultats :

- ✓ Considérant que 1 ml de dichromate de potassium 1 N= 4 mg de carbone :

$$\%C = \text{ml de dichromate de potassium 1N en excès} * 0.004 * 100 / \text{poids du sol en g}$$

- ✓ Considérant que la matière organique (M.O) = $C * 1.724$

D. Détermination azote total (méthode kjeldahl) :

Appareillage :

- ✓ Balance, matras kjeldahl de 100 ml à long col.
- ✓ Appareil de distillation et appareil de digestion kjeldahl.
- ✓ Des erlen de 200ml ou bécher de 250ml.
- ✓ Pipette de 10ml.
- ✓ Micropipette.
- ✓ Agitateur magnétique.
- ✓ Hotte Sorbon.
- ✓ Matériel de protection (masque, lunette, gants...).

Réactifs :

- H₂SO₄ concentré (d = 1.84), hyposulfite de sodium (Na₂S₂O₃·5H₂O).
- Solution 01: 05 g acid salicylique + 100 ml H₂SO₄.
- Solution 02: NaOH à 40% (40 g dans 100 ml).
- Solution 03 : Hcl 0.01N (0.16 ml dans 200 ml) sachant que d = 1.20 g/ml, C = 12.17 mol/l.
- Catalyseur : 80 g K₂SO₄ + 20 g CuSO₄ + 2 g de sélénium.
- Indicateur : 19.8 mg vert bromocrésol + 13.2 mg rouge de méthyle dans 20 ml éthanol à 95 %.
- Acide borique à 2 % : 2 g dans 100 ml, donc 20 g dans 1L H₂O.
- Solution 04 : 10 ml d'indicateur par 1L d'acide borique.

Mode opératoire :

- ✓ 0.5 g du sol dans les matras + 7ml d'acide salicylique et laissé reposer 30 minutes.
- ✓ 0.5 g thiosulfate et laissé reposer 15 minutes.
- ✓ 0.5 g catalyseur + 3 ml H₂SO₄ (pur).

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

- ✓ Chauffer doucement, puis porter à ébullition, la décoloration complète est obtenue au bout de 5 heures.
- ✓ Laisser refroidir, puis ajouter 30 ml H₂O + 90 ml NaOH à 40%.
- ✓ Fixer la matras à l'appareil de distillation et distiller.
- ✓ Recueillir le distillat dans l'eren contenant 10 ml de la solution 04 en ayant soin de toucher le fond de l'eren par l'extrémité du réfrigérant.
- ✓ Titrer avec HCl 0.5N lorsque 100 ml de distillat sont obtenus.
- ✓ On arrête la titration lorsque le virage de la couleur se fait.

E. Détermination de la teneur en CaO et MgO : (ISO 16878-2016)

Préparation de l'aliquote :

- ✓ Peser 0.5 g de sol, ajouter 25 ml HCl.
 - ✓ Mettre le mélange sur une plaque chauffante (120-180 °C).
 - ✓ Après chauffage ajouter 8 ml d'acide nitrique jusqu'à l'obtention des fumées orange.
 - ✓ Ajouter 8 ml d'acide chlorhydrique jusqu'à l'apparition d'un précipité blanc.
 - ✓ Filtrer avec papier wattman.
 - ✓ Ajuster le filtrat jusqu'à 250 ml.

Pour CaO :

- ✓ Mesurer 25 ml d'aliquote, ajouter 2 g d'ammonium chloride + 10 ml d'acide ammoniac (sur une plaque chauffante pendant 10 minutes).
- ✓ Filtrer avec papier wattman.
- ✓ Ajouter l'indicateur PnR + 10 gouttes NaOH (20%).
- ✓ Titrer avec EDTA jusqu'à la coloration finale bleu ciel.

$$\% \text{ CaO} = \frac{V_{\text{EDTA}} * C_{\text{EDTA}} * 10 * \text{masse molaire CaO}}{\text{prise d'essai}}$$

Pour MgO (même aliquote) :

- ✓ Ajouter l'indicateur EBT + gouttes acide tampon.
- ✓ Titrer avec EDTA jusqu'à la coloration finale bleu foncé.

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

7. Extraction des nanoparticules ZnO à partir de la terre décolorante :

L'opération a été effectuée au niveau de laboratoire d'écologie de la faculté SNV, à l'université des frères Mentouri Constantine 01 et au niveau de laboratoire génie des procédés et environnement à l'université de Constantine 03.

L'extraction des nanoparticules ZnO à partir de la terre décolorante usagée a été réalisée en utilisant le sulfate de zinc ZnSO₄. Dans un premier temps, 200 g de la terre décolorante a été pesée sur une balance tarée, puis elle a été mélangée avec 400 ml de l'eau distillée sous plaque chauffante à 85 °C. La terre résultante a été broyée dans un mortier en céramique jusqu'à l'obtention d'une poudre fine. La poudre obtenue a été mise dans un bécher avec l'eau distillée (200 g dans 400 ml) pendant 10 minutes, ensuite, elle a été filtrée. Après filtration, 4 g de sulfate de zinc ont été ajoutés au filtrat obtenu dans l'étape précédente sous agitation magnétique à 85 °C. Après une heure d'agitation, le mélange a été mis en séchage dans l'étuve de séchage pendant 24 heures à 100 °C.

Une couche marron s'est formée au fond du bécher, ce précipité a été centrifugé 03 fois pendant 5 minutes à 2800 g et rinçait avec de l'eau distillée pour éliminer les matières organiques, puis filtré. Enfin, la pâte résultante a été partagée dans 04 creusets puis misent dans un four à moufle à 500 °C pendant trois heures.

Les nanoparticules obtenues ont été mélangées avec l'eau de mer sous agitation 03 fois pendant 30 minutes puis nous avons détectés la salinité et la conductivité de l'eau de mer à l'aide d'un densimètre.



Figure 11 : Les différentes étapes d'extraction de ZnO



Figure 12 : La mesure de la salinité de l'eau de mer

Chapitre 03 : résultats et discussion

Notre intérêt s'est porté en premier lieu sur l'extraction des minéraux à partir des écumes de sucrerie et leur composition. Ensuite, nous avons réalisé un traitement thermique dans le but d'extraire les nanoparticules ZnO à partir de la terre décolorante usagées.

1. Résultats d'analyses physico-chimiques des écumes :

1.1. Détermination de pH :

Tableau 08: Détermination de pH

Echantillon	Ecume st	1M	2M	4M
pH	8.2	8.4	9.3	9.8

Le pH est un facteur important dans toute étude, c'est le premier indicateur de toute évolution physico-chimique du sol.

Le pH est une mesure de l'acidité ou de l'alcalinité des sols. D'après les résultats obtenus, on observe que le pH de notre échantillon augmente au fur et à mesure avec l'augmentation de la molarité.

1.2. Détermination de la teneur en phosphore :

Tableau 09 : La teneur en phosphore dans les différents échantillons.

%Phosphore	
Ecume S.T	33.3
Ecume 1M	30.7
Ecume 2M	31.1
Ecume 4M	11.3

Le phosphore a un rôle dans une série de fonctions du métabolisme de la plante et il est l'un des éléments nutritifs essentiels nécessaires pour la croissance et le développement des végétaux. Il favorise la vigueur au démarrage et stimule la croissance du système racinaire qui va plus rapidement explorer les réserves en phosphore du sol.

Les résultats obtenus dans le tableau 09 montrent que la teneur en phosphore élevée a été observée chez l'échantillon écume non traité avec un pourcentage de 33.3%, suivie par l'écume 2M (NaOH) avec un pourcentage de 31.1 %, puis l'échantillon écume 1M (30.7%), et enfin l'échantillon 4M avec un pourcentage de 11.3 %.

Chapitre 03 : résultats et discussion

1.3. Détermination de la teneur en azote:

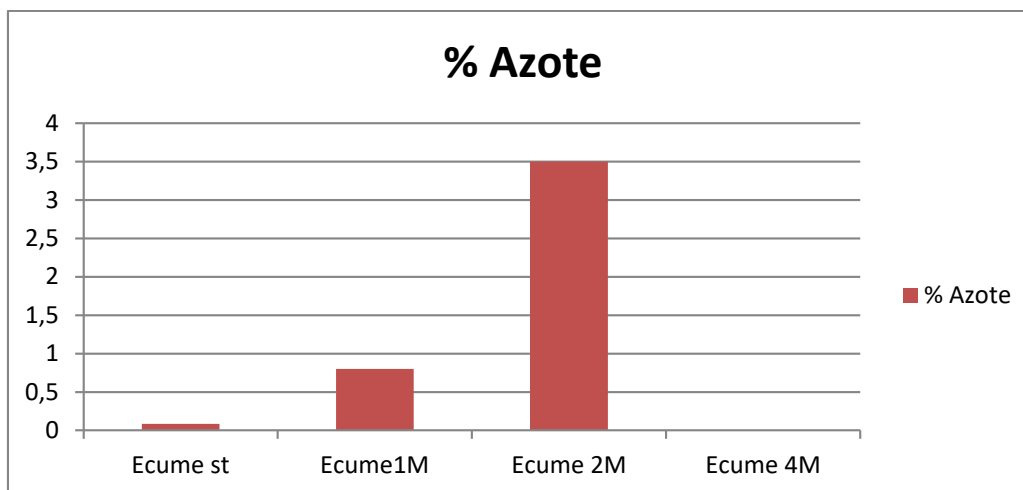


Figure 13 : La teneur en azote dans les échantillons

L'azote joue un rôle important dans la croissance de la plante. C'est un élément essentiel du développement végétatif, il est nécessaire durant toutes les phases de développement de la plante.

Dans les résultats présentés dans la figure précédente, on observe que l'écume 2M a une forte teneur en azote, écume sans traitement et écume 1M ont une faible teneur en azote, par contre écume 4M est dépourvue en azote.

1.4. Détermination de la teneur en matière organique :

Tableau 10 : La teneur en M.O dans les différents échantillons.

Matière organique %	
Echantillon	16.3
Ecume ST	16.9
Ecume 1M	15.49
Ecume 2M	15.47
Ecume 4M	2.6

Chapitre 03 : résultats et discussion

La matière organique joue un rôle essentiel dans le maintien de la qualité du sol, en particulier au niveau de la rétention en eau et de la restitution d'éléments nutritifs aux plantes (azote, phosphore, calcium, magnésium ...). En outre, la matière organique du sol représente un réservoir important dans le cycle du carbone. D'après les résultats présentés dans le tableau, on observe que les taux de la matière organique exprimés en pourcentage sont plus élevés dans les écumes sans traitement (16.3%), 1M (16.9%) et 2 M (15.47%) et presque négligeables dans le 4^e échantillon, 4M.

1.5. La valorisation agricole :

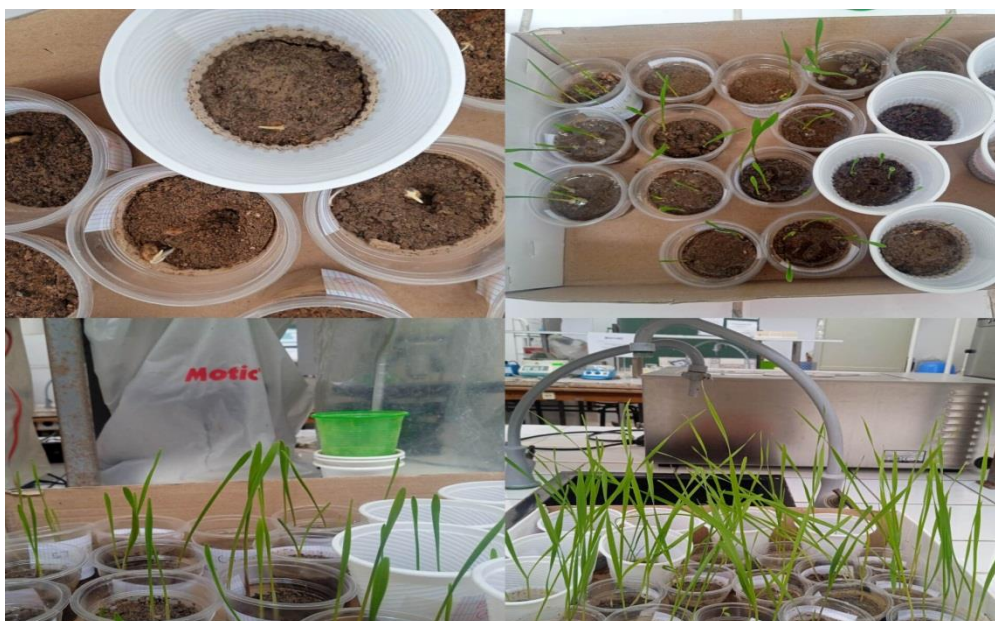


Figure 14 : Photos qui montrent la croissance du blé

Tableau 11 : La longueur moyenne des feuilles (témoins)

Jours				
Témoin	5 jours	15 jours	21 jours	
01	0.36	6.03	8.6	
02	1.2	4.15	9.9	
03	0.6	2.1	7.1	

Chapitre 03 : résultats et discussion

Tableau 12 : Longueur moyenne des feuilles (Ecume 1M / 50%)

Jours	5 jours	15 jours	21 jours
50%			
Ecume 1M	1.2	8.4	10.1
Ecume 1 M	1.4	7.9	10.4
Ecume 1M	1.1	7.5	9.2

Tableau 13 : Longueur moyenne des feuilles (Ecume 1M / 75%)

Jours	5 jours	15 jours	21 jours
75%			
Ecume 1M	1.4	6.7	8.2
Ecume 1 M	1.9	4.9	9.9
Ecume 1M	1.1	6.9	10.1

Tableau 14 : Longueur moyenne des feuilles (Ecume 2M / 50%)

Jours	5 jours	15 jours	21 jours
50%			
Ecume 2M	1.3	7.8	11.8
Ecume 2 M	0.9	7.4	10.9
Ecume 2M	1.9	7.5	9.7

Tableau 15 : Longueur moyenne des feuilles (Ecume 2M / 75%)

Jours	5 jours	15 jours	21 jours
75%			
Ecume 2M	1.9	6.7	12.1
Ecume 2 M	1.4	4.8	9.9
Ecume 2M	0.9	5.9	10.2

Chapitre 03 : résultats et discussion

La hauteur de la plante se calcule entre le sol et la plus haute feuille. Les résultats obtenus montrent que la hauteur maximale a été observée chez l'échantillon écume 2M (75%) après 21 jours avec 12.1 cm.

La hauteur minimale a été observée chez le témoin après 21 jours avec 7.1 cm.

Tableau 16 : Surface foliaire des différents échantillons

Ecume St 01 50%	5.44
Ecume st 02 50%	6.42
Ecume 03 50%	5.3
Ecume St 01 75%	5.8
Ecume St 02 75%	4.6
Ecume St 03 75%	6.84
Ecume 1M 50% (1)	3.8
Ecume 1M 50% (2)	4.93
Ecume 1M 50% (3)	5.2
Ecume 1M 75% (1)	3.05
Ecume 1M 75% (2)	4.2
Ecume 1M 75% (3)	5.1
Ecume 2M 50% (1)	4.26
Ecume 2M 50% (2)	7.32
Ecume 2M 50% (3)	5.9
Ecume 2M 75% (1)	7.63
Ecume 2M 75% (2)	6.66
Ecume 2M 75% (3)	6.2
Ecume 4M	/

Les résultats obtenus montrent que la surface foliaire maximale a été observé chez l'échantillon écume 2M (75%) après 21 jours avec une surface de 7,63 cm². Par ailleurs ; l'échantillon écume 1M (50%) a donné une surface minimale avec 3.05 cm².

Chapitre 03 : résultats et discussion



Figure 15 : Une photo qui montre le blé après 21 jours



Figure 16 : Une photo qui montre le blé après 21 jours

Les résultats présentés dans les tableaux précédents et les figure 15/16 sont directement liées aux effets bénéfiques des écumes sur les plantes.

Les écumes de sucrerie sont riches en sels minéraux dont la plante a besoin pour sa croissance, sont dits essentiels et sont classés selon les quantités absorbées, en macroéléments principaux : Azote (N), Phosphore (P), Potassium (K), Calcium (Ca), Magnésium (Mg)...

2. Dessalement de l'eau de mer :

Tableau 17 : Mesure de la salinité de l'eau de mer

Eau de mer (t=0 min)		
Conductivité électrique (ms/s)	52.4	26.9 °C
Salinité	35.3	26.9°C

Tableau 18 : Mesure de la salinité de l'eau de mer après 30 min

Salinité de l'eau de mer (t=30 min)		
Conductivité électrique (ms/s)	51.3	28 °C
Salinité	34.5	28 °C

Chapitre 03 : résultats et discussion

Tableau 19 : Mesure de la salinité de l'eau de mer après 60 min

Salinité de l'eau de mer (t=60min)		
Conductivité électrique (ms/s)	49.8	28.5 °C
Salinité	32.4	29 °C

Tableau 20 : Mesure de la salinité de l'eau de mer après 90 min

Salinité de l'eau de mer (t=90min)		
Conductivité électrique (ms/s)	49.1	26.1 °C
Salinité	30.7	26.2 °C

Tableau 21 : Mesure de la salinité de l'eau de mer après 120 min

Salinité de l'eau de mer (4ème agitation)		
Conductivité électrique (ms/s)	49.4	26.4 °C
Salinité	30.2	26.1 °C

La salinité est un des paramètres les plus importants de l'eau de mer, et désigne la teneur en sels dissous. D'après les résultats présentés dans les tableaux précédents on observe que la salinité de l'eau de mer a diminué avec la présence des nanoparticules.

Conclusion générale :

La valorisation consiste dans le réemploi, le recyclage ou toute autre action visant à obtenir à partir des déchets des matériaux réutilisables.

Le problème de la valorisation des déchets ne s'est posé que dernièrement, suite à l'arrivée de la production industrielle. En effet, il n'y a pas si longtemps, presque tout pouvait être récupéré et les composés organiques étaient recyclés naturellement.

Ce travail nous a permis d'étudier la valorisation de deux déchets solides générés par le complexe agro-alimentaire CEVITAL, les écumes de sucrerie issues de raffinage de sucre et la terre décolorante usagée issue de la raffinerie d'huile.

L'écume de sucrerie est une boue pâteuse issue de l'épuration du jus de canne après extraction, cette boue est riche en sels minéraux (azote, phosphore, matière organique, calcium, magnésium...) qui sont indispensables pour la plante. C'est ce qu'on a prouvé avec les analyses effectuées. D'après les résultats obtenus, on peut conclure que les écumes de sucreries favorisent la croissance des cultures et la croissance foliaire, elles apportent aux plantes des compléments d'éléments nutritifs de façon à améliorer la croissance de la plante et à augmenter le rendement et la qualité des cultures. Pour cela, on peut utiliser les écumes comme fertilisant.

La terre décolorante est une bentonite riche en montmorillonite. Après son usage dans le raffinage d'huile, elle perd ses propriétés d'adsorption et devient dangereux pour l'environnement. Avec un traitement thermique au four à 500 °C, nous avons réalisé une extraction des nanoparticules de ZnO à partir de la terre décolorante usagée. Pour mettre en évidence l'efficacité de la méthode de valorisation, une mesure de la salinité de l'eau de mer a été effectuée à l'aide d'un densimètre. Les résultats obtenus ont montré que la salinité de l'eau de mer a été diminuée avec la présence des nanoparticules ZnO.

Références bibliographiques:

1. Bessenasse, M., Paquier, A., & Moulla, A. S. (2012). A contribution to the numerical modelling of dam reservoir siltation cycles. *International Water Technology Journal*, 2(3), 236-249.
2. Le journal officiel : Article 3 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets
3. (Dotaniya et al, 2016 ; Santos et al.,2020)
4. Hamidi Chahrazed, N. I. (2019). Préparation et caractérisation des argiles montmorillonites intercalées par un polymère inorganique à base d'aluminium.
5. Rima, K. A. N. O. U. R. I., & Abdelhamid, L. A. B. I. D. E. Adsorption du phénol sur la bentonite de Maghnia (Doctoral dissertation).
6. ROUACHED, D., & Adassen, L. (2016). Traitement et caractérisation de l'argile et adsorption des produits polluants pharmaceutique.
7. Bechikh,S,Hemrid,H.,2018.Préparation et caractérisation de la bentonite modifiée par une solution de chlorure d'ammonium.Université Moustaganem.
8. Zeyons, Ophélie,20 octobre 2008,Etudes des interactions physicochimiques et biologiques entre des nanoparticules manufacturées et des bactéries de l'environnement.. s.l. : Université Pierre et Marie Curie - Paris, p. 23.
9. Thoreau, F. (2013). Embarquement immédiat pour les nanotechnologies responsables
10. Meddah, A. (2021). Influence du dopage par un élément de transition sur les propriétés physiques des films minces d'oxyde de zinc: Elaboration et Caractérisation (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA).
11. Jeevanandam, Jaison, et al. 3 avril 2018, Review on nanoparticles and nanostructured materials:history, sources, toxicity and regulations. s.l. : licensee Beilstein-Institut, Beilstein Journal of Nanotechnology, pp. 1053-1054.
12. Lanone, S et Boczkowski, J.11 mars 2010,Les sources de nanoparticules. s.l. : Elsevier Masson, Revue française d'allergologie

13. Lanone, S et Boczkowski, J.11 mars 2010,Les sources de nanoparticules. s.l. : Elsevier Masson, Revue française d'allergologie
14. . Lanone, S et Boczkowski, J.11 mars 2010,Les sources de nanoparticules. s.l. : Elsevier Masson, Revue française d'allergologie
15. Guitou, Marie-Anne.23 juin 2014,Nanoparticules et santé : des applications aux risques potentiels. L'exemple du TiO₂. s.l. : UNIVERSIT DE BORDEAUX
16. Hamidi Chahrazed, N. I. (2019). Préparation et caractérisation des argiles montmorillonites intercalées par un polymère inorganique à base d'aluminium.
17. J.E. Jaffe and A. C. Hess, Phys. Rev. B48, 1993,7903
18. Ed. R. C. Weast, Handbook of Chemistry and Physics, 56th Edition, CRS Pressys, 1975.
19. A. Kołodziejczak-Radzimska & T. Jesionowski, Zinc Oxide—From Synthesis to Application: A Review. Materials, 7 (2014) 2833–2881.
20. Khaled Zhour, Elaboration et Caractérisation des nanopoudres de ZnO par Voie Chimique Sol-gel. Mémoire de Master, Université Med Khider Biskra. 2013-2014.
21. MOUZAIA, L., et AMOURAT, R.2019. Analyse et amélioration de stockage des produits agro-alimentaire du groupe CEVITAL.UNS Telemcen.
22. Arezki, H,2020. La politique de distribution d'une entreprise agroalimentaire, cas : Cevital agro-industrie. UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU.
23. Applexion. (2006). Management de la qualité. Extension de l'unité de décoloration existante. Manuel opératoire CEVITAL-ALGERIE. FORM 002A.
24. Fedali,Y.,2013. Contribution au management des risques dans certains secteurs d'activités en Algérie- cas de l'agro-alimentaire.Université Hadj el Khder Batna.

INTITULÉ : VALORISATION DES DÉCHETS SOLIDES ISSUS DU COMPLEXE CEVITAL

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Ecologie Fondamentale et Appliquée

Résumé:

Le présent travail réalisé au niveau de CEVITAL a pour objectif de proposer des solutions pour les déchets solides (terre décolorante usagée et les boues de filtration ou écumes) générés par le complexe agro-alimentaire CEVITAL.

La boue de filtration est riche en sels minéraux (azote, phosphore, matière organique, calcium...) indispensables pour la plante. L'extraction des minéraux à partir de la boue de filtration a été réalisée en utilisant l'hydroxyde de sodium NaOH (différentes molarités 1,2 et 4M). Pour la hauteur, la valeur maximale a été observée chez l'échantillon 2M (75%) après 21 jours avec 21.1 cm et la valeur minimale a été observée chez le témoin après 21 jours avec 7.1 cm.

Pour la surface foliaire, la valeur maximale a été observée chez l'échantillon écume 2M (75%) après 21 jours avec 7.63 cm² et la valeur minimale a été observée chez l'échantillon écume 1M après 21 jours avec 3.05 cm². D'après les résultats obtenus, on peut utiliser les écumes comme fertilisant.

La terre décolorante après son usage dans le processus de raffinage d'huile devient un déchet dangereux, pour sa réutilisation, elle a subi un traitement thermique à 500 °C. Les nanoparticules ZnO obtenues sont ensuite utilisées dans le processus de dessalement de l'eau de mer. La salinité de l'eau de mer est 35.3, après avoir mélangé avec les nanoparticules sa salinité a été diminuer jusqu'à 30,2.

Mots clés : Valorisation, Déchets solides, CEVITAL, Déchet, Terre décolorante, écume, fertilisant, dessalement de l'eau de mer.

Laboratoire de recherche : Biologie et Environnement

Jury d'évaluation:

Président du jury: (Dr Kara Karima/ MCA- UFM Constantine).

Rapporteur: (Dr Abdelazize Wided/MCA- UFM Constantine).

Examinatrice: (Bazri Kamel-eddine /MCA - UFM Constantine).

Date de soutenance : 22/06/2023