



Année Universitaire : 2014-2015



Licence Sciences et Techniques : Géoressources et Environnement

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du Diplôme de Licence Sciences et  
Techniques

*Procédé de traitement thermique des margines et installation  
de nouveaux bassins d'évaporation dans la région de Sefrou*

Présenté par:

**Mohammed HAMMOUCH & Otmane BENKHAI**

Encadré par:

**Pr. Driss EL AZZAB (FST de FES)  
Mlle Laila MIZAN (SPQE - ABHS)**

**Soutenu Le 15/06/2015 devant le jury composé de:**

- **EL AZZAB Driss**
- **CHARROUD Mohammed**
- **HINAJE Saïd**

**Stage effectué à : ABHS**





Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Licence Sciences et Techniques

**Prénom et NOM : Mohammed HAMMOUCH & Otmane BENKHAI**

**Année Universitaire : 2014/2015**

**Titre : Procédé de traitement thermique des margines et installation de nouveaux bassins d'évaporation dans la région de Sefrou**

### **Résumé**

Les margines sont la phase aqueuse issue de la trituration des olives, engendrent des problèmes environnementaux inquiétants. Ils se produisent durant les processus de trituration qui se font selon trois systèmes : presse, deux phases et trois phases.

Ces systèmes de trituration influent directement sur la composition physico-chimique des margines qui est assez variable, complexe et hétérogène. Cette composition est la source des impacts négatifs (sur l'eau, l'air et les sols) attachés aux margines.

Pour résoudre ces problèmes il y'a plusieurs procédés de traitements (thermiques, physico chimique et biologiques). Dans la région de Sefrou, l'ABHS a installé une station de traitement thermique (évaporation naturelle) des margines.

La visite de la station et les informations collectées concernant la production de la région nous ont conduit vers l'amélioration de cette station par la proposition de nouvelles idées qui peuvent être utilisées au futur par l'ABHS pour l'extension de la station et aussi par tous les agences des bassins hydrauliques pour l'implantation des futures stations dans tout le Maroc.

L'utilisation du système écologique à 2 phases produisant les grignons humides qui seront valorisés dans des usines d'extraction d'huile de grignons serait la solution idéale pour remédier à ces problèmes depuis leurs sources.

**Mots clés:** olives, grignon, margines, trituration, traitement thermique, environnement.

# Sommaire

Sommaire .....	3
Remerciement.....	5
Dédicaces .....	6
Liste des figures .....	7
Liste des tableaux.....	8
Introduction.....	9
Présentation générale de l'ABHS.....	10
Organigramme.....	10
Chapitre 1 : Généralités sur les margines .....	11
I.    Etapas d'extraction d'huile d'olive.....	11
1.    Etapas du procédé de fabrication .....	11
2.    Les procédés d'extraction de l'huile d'olive .....	13
3.    Comparaison entre les procédés.....	15
II.    Les sous produits de la production.....	16
1.    Grignons ou tourteaux.....	16
2.    Margines ou eaux de végétation .....	17
III.    Nuisances des margines sur l'environnement.....	18
1.    Pollution des eaux .....	18
2.    Pollution des sols .....	19
3.    Pollution de l'air .....	19
Chapitre2 : Procédés de traitement des margines.....	20
1.    Procédés thermique.....	20
2.    Procédés physico-chimique .....	21
3.    Procédés biologique.....	22
Chapitre 3 : station d'évaporation des margines de Sefrou .....	23
I.    Situation du site .....	23
II.    Les données de base du projet .....	24
III.    Mode de réalisation de la station d'évaporation des margines de Sefrou.....	26
1.    Piste d'accès.....	26
2.    Parking et transport des margines .....	27

3. Dégrilleur .....	27
4. Déshuileur .....	29
5. Bassins d'évaporation .....	30
IV. Visite de la station « problèmes rencontrés/solutions proposés ».....	32
1. Dimensionnement du bassin de stockage .....	34
2. Dimensionnement des bassins d'évaporation .....	34
3. Dimensionnement du bassin de lagunage .....	35
Conclusion.....	37
Bibliographie .....	38
Webographie.....	38

# Remerciement

Durant deux mois plein d'enthousiasme et d'ambiance, nous ne saurions jamais comment exprimer nos fiertés que nous avons partagées avec le personnel de l'agence hydraulique de Sebou. Nous avons été impressionnés par l'hospitalité et la sympathie du personnel qui nous a accompagnés durant le stage.

Nous aimerions ici rendre gloire au Seigneur Dieu Tout Puissant pour le Soutien qu'il nous a accordés Durant tout notre cursus universitaire à la faculté des sciences et techniques de Fès.

Nous remercions le responsable de la filière géo-ressources et environnement et tout le staff qui nous a aidés pour la réussite de cette formation.

Avant d'aborder ce rapport, nous voulons bien exprimer notre profonde reconnaissance à monsieur **EL AZZAB Driss** et tous les enseignants que nous avons côtoyé, pour leurs accueils, leurs soutiens, et l'aide qu'ils ont pu nous apporter pour la réussite de notre stage

Et finalement un grand merci pour notre encadrant **Mlle MIZAN Laila**, chef du service protection de la qualité de l'eau, qui nous a accordé le grand privilège d'effectuer le stage au sein de l'ABHS.

- Veuillez bien trouver ici l'expression de notre profond respect, notre admiration et notre reconnaissance -

# Dédicaces

*A qui*

*Se sont échinés pour bien être ...*

*Orientés pour notre bonheur...*

*A qui nous étions le brandon de leur espoir...*

*Et le fruit de leur effort...*

*A nos chères mères.*

*A nos chers pères.*

*A qui*

*Nous a pris la main ...*

*Eclairé notre chemin...*

*Nous a aidés à grand effort...*

*Pour éprouve tout le respect fort...*

*A nos grands formateurs.*

*A tous, nous dédions ce modeste travail.*

*A qui*

*Nous étions les grands dans leurs vies ...*

*Les petits dans les miennes...*

*Ceux qui nous ont fourni la chaleur fraternelle...*

*A nos chères sœurs ...*

*A nos chères amies...*

# Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Organigramme de l'ABHS ( <a href="http://www.abhsebou.ma">www.abhsebou.ma</a> ).....	10
<b>Figure 2</b> : Coupe transversal d'une centrifugeuse horizontale ( <a href="https://www.youtube.com/watch?v=zSL_-DcsjR4">https://www.youtube.com/watch?v=zSL_-DcsjR4</a> ).....	11
<b>Figure 3</b> : Coupe transversale d'une centrifugeuse verticale ( <a href="https://www.youtube.com/watch?v=zSL_-DcsjR4">https://www.youtube.com/watch?v=zSL_-DcsjR4</a> ).....	12
<b>Figure 4</b> : Photos au sein d'une huilerie traditionnelle dans la région d'Ain Bouali.....	13
(Photos prises le 28/2/2014). .....	13
<b>Figure 5</b> : Procédé général de production d'huile d'olive.....	14
<b>Figure 6</b> : Quantités des entrées dans chaque système.....	16
<b>Figure 7</b> : Quantités des sorties dans chaque système.....	16
<b>Figure 8</b> : Image satellitaire GPS(WGS84) indiquant la Situation du site.....	23
( <a href="http://www.tool-online.com">www.tool-online.com</a> ) .....	23
<b>Figure 9</b> : Situation des 10 huileries profitant de la station d'évaporation des margines.....	25
<b>Figure 10</b> : (a) Camion citerne versant les margines dans le regard type (ABHS). .....	27
(b) regard type (photo prise sur terrain le 8/5/2015). .....	27
<b>Figure 11</b> : (a) Dégrilleur (ABHS). .....	28
(b) dégrilleur et bassin annexe (photo prise sur terrain le 8/5/2015). .....	28
<b>Figure 12</b> : Dimensionnement du Dégrilleur (ABHS 2011). .....	28
<b>Figure 13</b> : (a) Déshuileur (ABHS). .....	29
(b) déshuileur (photo prise sur terrain le 8/5/2015).....	29
<b>Figure 14</b> : Dimensionnement du déshuileur (ABHS, 2011). .....	30
<b>Figure 15</b> : Texture des bassins d'évaporation (ABHS 2011). .....	30
<b>Figure 16</b> : Schéma du projet (ABHS 2011). .....	31
<b>Figure 17</b> : Image satellitaire de la station d'évaporation des margines de Sefrou. ( <a href="http://www.tool-online.com">www.tool-online.com</a> ).....	32
<b>Figure 18</b> : Forme et pertes concernant les bassins d'évaporation avec fond argileux.....	33
<b>Figure 19</b> : Ensembles des constituants déjà existés et proposés de la station d'évaporation.....	33
<b>Figure 20</b> : Bassin d'évaporation (photos prises sur terrain le 8/5/2015).....	34
<b>Figure 21</b> : Forme et texture les bassins d'évaporation proposés. ....	35
<b>Figure 22</b> : Les principaux composants des margines (Nefzaoui. 1991). .....	35

# *Liste des tableaux*

<b>TABLEAU 1</b> : Bilan entrées-sorties des matières pour les 3 systèmes d'élaboration d'huile d'olive (prévention de la pollution dans la production d'huile d'olive, 140 Pages).....	15
<b>TABLEAU 2</b> : Caractéristiques physico-chimiques et composition des margines (Fiestas, 1981 et Hamid. 1993).....	17
<b>TABLEAU 3</b> : Ratios de production des margines pour les 3 procédés utilisés (prévention de la pollution dans la production d'huile d'olive).....	26
<b>TABLEAU 4</b> : Procédés de fabrications et productions annuelles de chaque huilerie.....	26
<b>TABLEAU 5</b> : Problèmes rencontrés et solutions proposées. ....	32
<b>TABLEAU 6</b> : Dimensionnement du bassin de stockage.....	34
<b>TABLEAU 7</b> : Dimensions des bassins d'évaporations.....	35
<b>TABLEAU 8</b> : Dimensionnements du bassin de lagunage.....	36



# Introduction

La production d'huile d'olive se concentre principalement dans les pays du pourtour méditerranéen : Espagne, Italie, Grèce, Turquie, Syrie, Tunisie, et Maroc, dont la production représente 94% à l'échelle mondiale. Cette industrie, tant bénéfique pour l'économie nationale, génère un rejet liquide : les margines, appelé aussi « eaux de végétation » qui est un sous produit de l'huile d'olive. Au Maroc, pour une production moyenne annuelle d'olive de 60 000 tonnes environ sur une superficie de 590 000 ha, le secteur de transformation oléicole, traditionnel et moderne, engendre environ 400 000 m<sup>3</sup> de margines et 180 000 tonnes de grignons d'olives.

Ces eaux de nature corrosive sont très polluantes, fortement chargées en matière organique et de la matière en suspension (100 fois plus importante que celle des eaux usées domestiques). Elles affectent particulièrement la qualité des eaux dans lesquelles, elles sont déversées. Elles ne doivent donc, en aucun cas être acheminées vers les réseaux d'assainissement publics.

Concernant la ville de Sefrou et dans le cadre de son programme de dépollution et de protection de l'environnement à moyen et à long terme, notamment les ressources en eaux de la région, l'ABHS a installé une station de traitement des margines générées par les huileries d'olives.

D'après les enquêtes approfondies qui ont été menées dans ce sens, la situation actuelle de l'environnement au niveau de la zone de Sefrou démontre bien l'intérêt de la mise en place du projet de traitement des margines, et ce essentiellement pour les raisons suivantes :

- Protéger les concentrations urbaines contre les risques de pollution ;
- Rejet et traitement des effluents loin des habitations, dans de bonnes conditions d'hygiène et de manière à ne pas souiller le milieu récepteur ;
- Préserver les atouts environnementaux de la région et notamment les ressources en eaux contre le risque de contamination par les margines ;
- Protéger le réseau d'eau potable et d'assainissement contre le risque de contamination par les margines.

L'objectif de notre travail est détailler le procédé de traitement thermique (évaporation naturelle), de proposer une méthode plus adéquat de diminution des margines et de faire une étude pour évaluer le rendement de la station considérée comme station pilote dans le Maroc, et par conséquent prendre en considération nôtres propres proposition et les utilisés ultérieurement dans les futures stations.

# Présentation générale de l'ABHS

Il s'agit d'un établissement public doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière, l'Agence du Bassin gère les ressources en eau d'un bassin hydraulique en associant l'ensemble des acteurs de l'eau en veillant à la protection du domaine public hydraulique dans le but d'un développement durable. L'agence est administrée par un conseil présidé par l'autorité gouvernementale chargée des ressources en eau.

## Organigramme

L'organigramme de l'Agence du Bassin hydraulique du Sebou se compose de :

- Secrétariat Général ;
- 4 Divisions ;
- 1 service de protection de la qualité de l'eau.

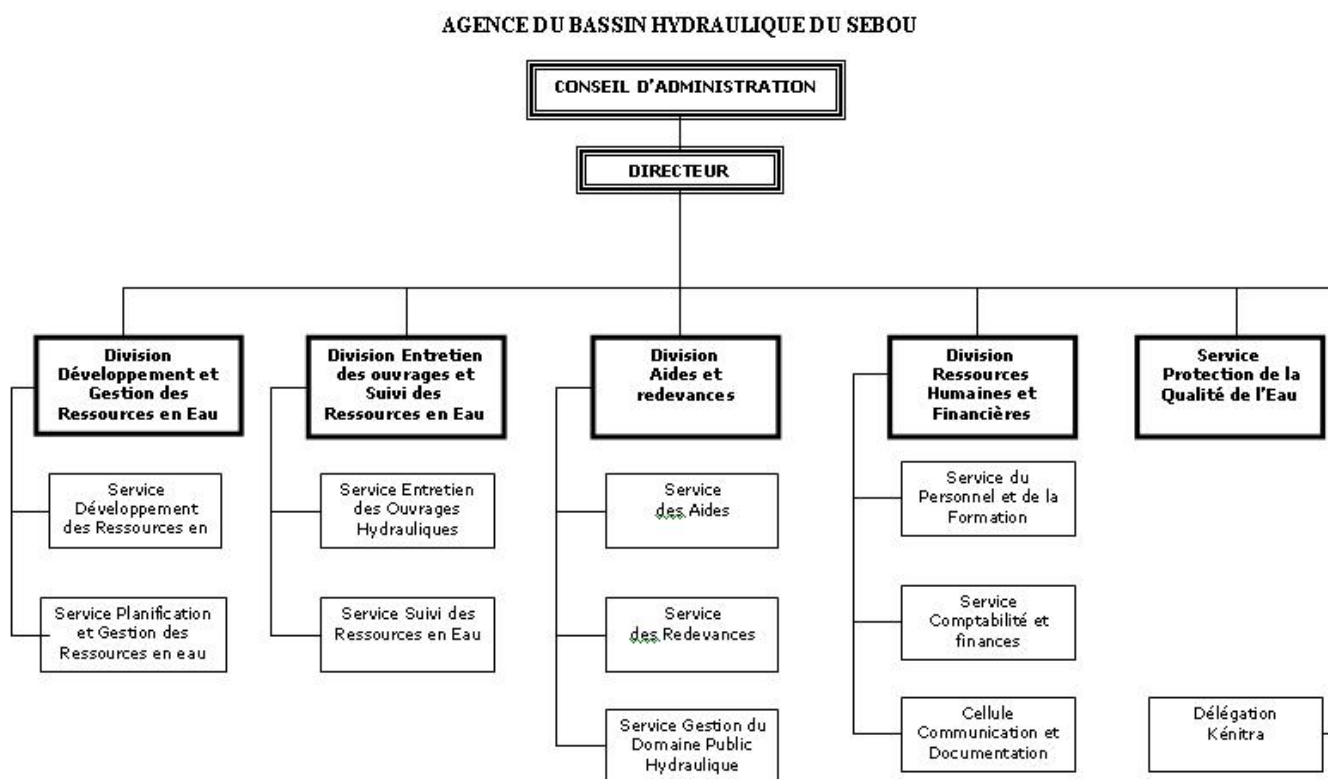


Figure 1 : Organigramme de l'ABHS ([www.abhsebou.ma](http://www.abhsebou.ma)).

# Chapitre 1 : Généralités sur les margines

## I. Etapes d'extraction d'huile d'olive

### 1. Etapes du procédé de fabrication

#### a. Lavage, broyage, malaxage

Une fois cueillies, les olives sont triées afin d'éliminer les brindilles et feuilles puis lavées à l'eau froide. Les olives et leurs noyaux, contenant un antioxydant faisant office de conservateur naturel, sont ensuite broyés. Le broyage en huilerie traditionnelle se fait à l'aide d'un broyeur à meule (pierre de granite) et aboutit à la formation d'une pâte. Pour faciliter l'extraction de l'huile, ce type de broyage doit être complété par un malaxage, étape permettant de réunir en une phase continue les gouttes d'huiles dispersées dans la pâte.

#### b. Filtration sélective

Elle se base sur le fait que l'huile a une tension superficielle inférieure à celle de l'eau de végétation. Ces extracteurs peuvent être utilisés pour une extraction partielle avant de soumettre les pâtes à la pression ou à la centrifugation.

#### c. Extraction

Deux méthodes d'extraction existent : par centrifugation (décantation) ou par pression.

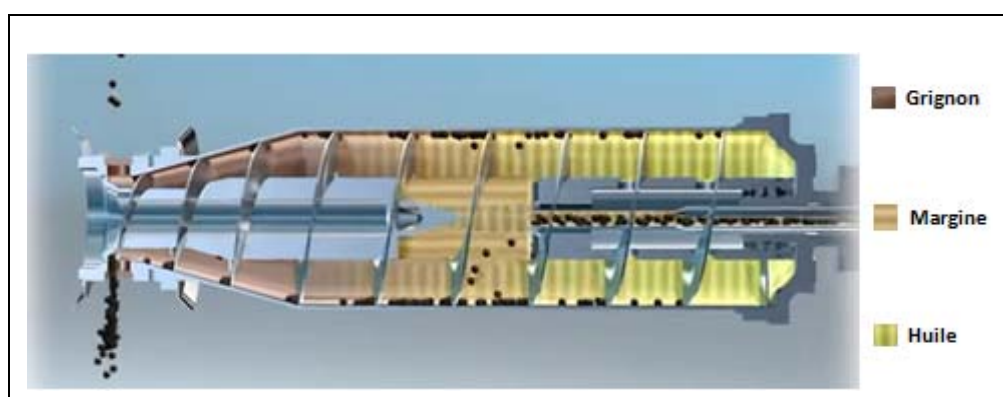
L'extraction par centrifugation se fait dans un décanteur, une centrifugeuse horizontale, où les différents composants de la pâte se séparent selon leur densité.

Trois phases sont obtenues :

Le grignon ( $\rho \sim 1200 \text{ kg/m}^3$ ) qui se place dans la partie la plus éloignée de l'axe de tour.

Les margines, ou eau de végétation ( $\rho \sim 1015 \text{ à } 1086 \text{ kg/m}^3$ ) qui se positionne sur l'anneau intermédiaire.

L'huile ( $\rho \sim 916 \text{ kg/m}^3$ ) qui reste autour de l'axe.

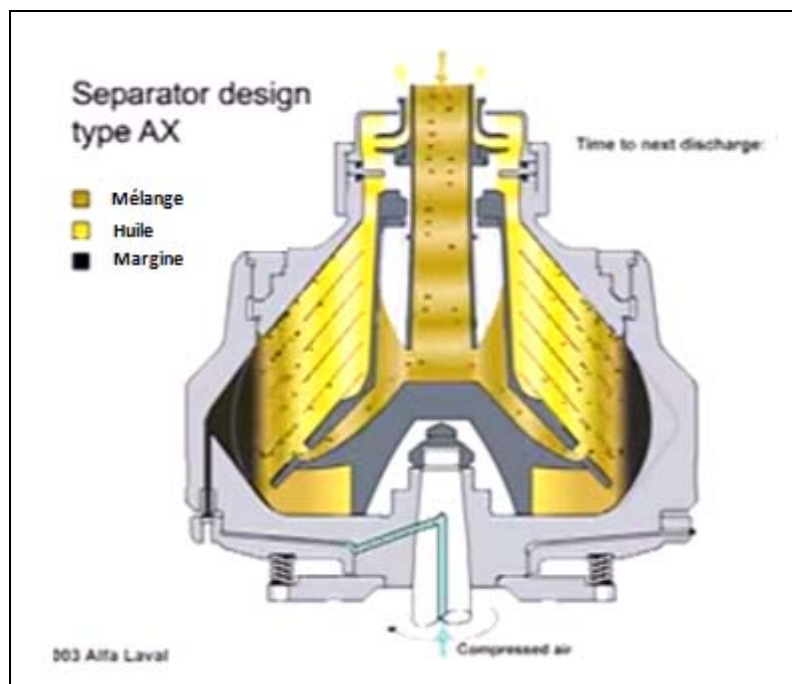


**Figure 2** : Coupe transversale d'une centrifugeuse horizontale ([https://www.youtube.com/watch?v=zSL\\_-DcsjR4](https://www.youtube.com/watch?v=zSL_-DcsjR4)).

La pression est le procédé d'extraction de l'huile le plus ancien. La pâte est répartie en couche sur des scourtins, disques en fibre naturelle ou synthétique, faisant office d'armature et permettant la filtration lors de la pression. Ces disques sont empilés les uns sur les autres pour être ensuite pressés. On obtient deux phases: une liquide, l'huile et l'eau de végétation (margines), et une solide les grignons (pulpe et noyaux) qui reste entre les scourtins. Les presses utilisées de nos jours sont des presses hydrauliques.

#### ***d. Séparation de l'huile des margines***

Après extraction par pression ou centrifugation, le liquide obtenu est composé d'eau de végétation et d'huile. Les densités différentes de ces deux liquides permettent leur séparation par décantation naturelle (l'huile remonte à la surface des margines et est récupérée) ou par centrifugation dans des centrifugeuses verticales (système plus rapide).



**Figure 3 :** Coupe transversale d'une centrifugeuse verticale ([https://www.youtube.com/watch?v=zSL\\_-DcsjR4](https://www.youtube.com/watch?v=zSL_-DcsjR4)).

#### ***e. Stockage***

L'huile d'olive est stockée dans des cuves en inox pour éviter toute oxydation.

## 2. Les procédés d'extraction de l'huile d'olive

### a. Procédé en discontinue ou système à presse



**Figure 4 :** Photos au sein d'une huilerie traditionnelle dans la région d'Ain Bouali (Photos prises le 28/2/2014).

Le broyage est réalisé par des meules en pierre de granit. Elles tournent dans un bac dont le sol est également en pierre. Les meules utilisées pour le broyage sont légèrement décentrées par rapport à l'axe de rotation, ce qui accentue la possibilité d'écrasement des olives.

Des raclettes ramènent en permanence la pâte sous les meules qui jouent alors le rôle de malaxeurs. La pâte est obtenue au bout d'une demi-heure environ.

La pâte est placée en couche de 2 cm d'épaisseur environ sur des disques en fibre naturelle ou de nylon (les scourtins), eux-mêmes empilés les uns sur les autres autour d'un pivot central (appelé aiguille) monté sur un petit chariot.

L'ensemble est placé sur un piston de presse hydraulique qui permet de faire subir à la pâte une pression de l'ordre de  $100 \text{ kg/cm}^2$ . La phase liquide s'écoule dans un bac. Le grignon reste sur les scourtins. Cette opération dure environ 45 minutes. Ensuite chaque scourtin est débarrassé de son grignon en le tapant comme un tapis.

L'huile ayant une densité inférieure à celle de l'eau ( $916 \text{ kg/m}^3$ ) remonte à la surface. Il s'agit de la décantation naturelle. Cependant cette méthode n'est presque plus utilisée, en raison de sa lenteur et de la difficulté pour bien séparer l'huile de l'eau dans la zone de limite

entre les deux fluides. Ce sont des centrifugeuses verticales à assiettes qui permettent aujourd'hui de séparer l'huile d'olive des margines.

### ***b. Procédé en continu ou par centrifugation***

Le procédé industriel de production de l'huile d'olive le plus commun est basé sur un système d'extraction en continu comprenant une centrifugation horizontale et une centrifugation verticale. La centrifugation horizontale peut séparer la pâte en trois phases (huile, margines et grignons) ou en deux phases (huile et pâte plastique).

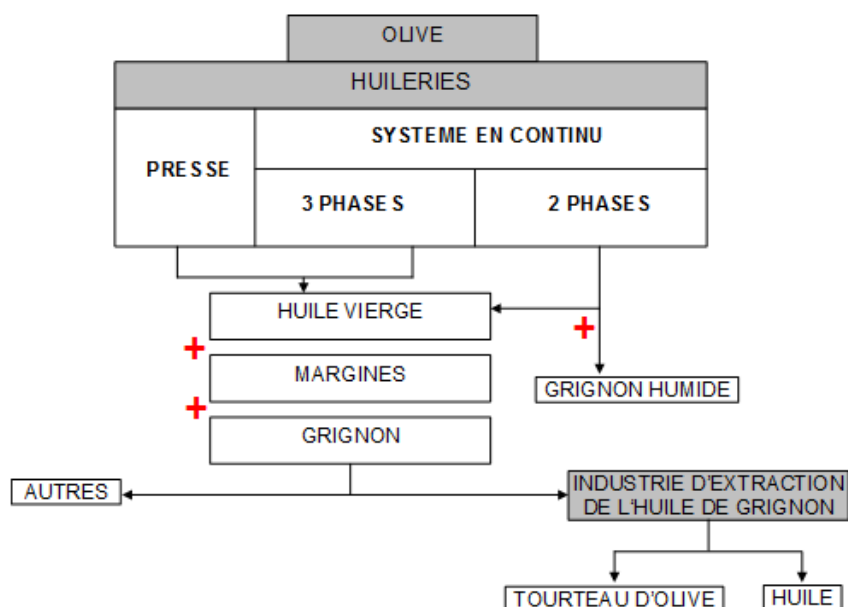
Contrairement au système à trois phases, le système à deux phases ne nécessite pas d'ajout d'eau dans le décanteur. L'extraction de l'huile d'olive présente l'avantage d'économiser une grande quantité d'eau et d'énergie et d'atténuer l'impact sur l'environnement.

Ce procédé d'extraction donne lieu à la sortie du décanteur à deux produits : l'huile brute et les grignons mélangés à l'eau de végétation. L'huile directement obtenue dans le "décanteur" d'aspect trouble subit le polissage par addition d'eau fraîche, elle est ensuite soumise à une centrifugation plus énergique dans une centrifugeuse verticale afin d'éliminer les particules solides fines restant encore en suspension.

L'huile obtenue par ce procédé présente les avantages suivants :

- Consommation faible en eau (100 à 150 l/T)
- Consommation énergétique réduite (60 kWh/T d'olives)
- Obtention d'huile ayant une teneur élevée en polyphénols totaux et en O-diphénols.
- Production très faible en margines (100 à 150 l/t).

Néanmoins, son inconvénient est la production de grignons très humides (55 à 60% d'eau).



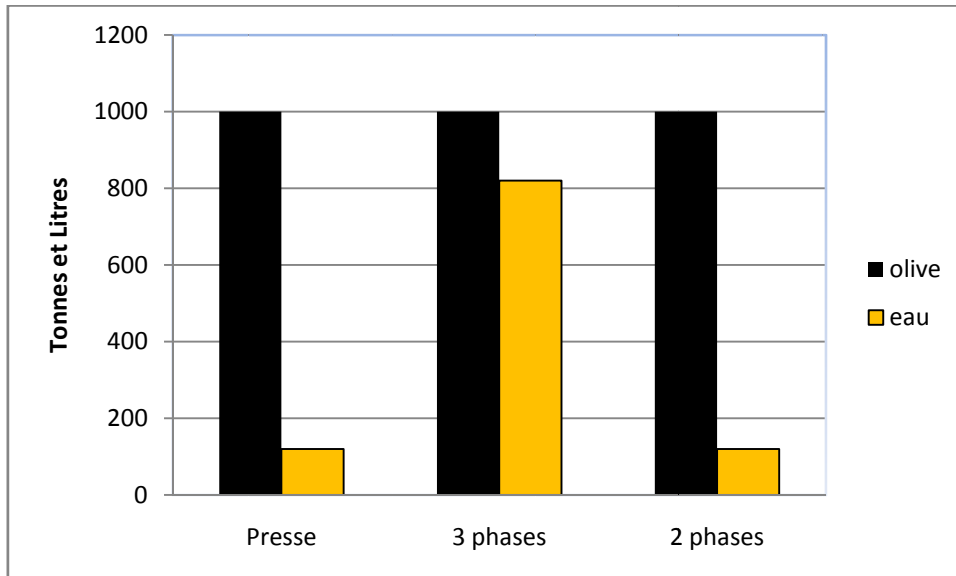
**Figure 5 :** Procédé général de production d'huile d'olive.

### 3. Comparaison entre les procédés

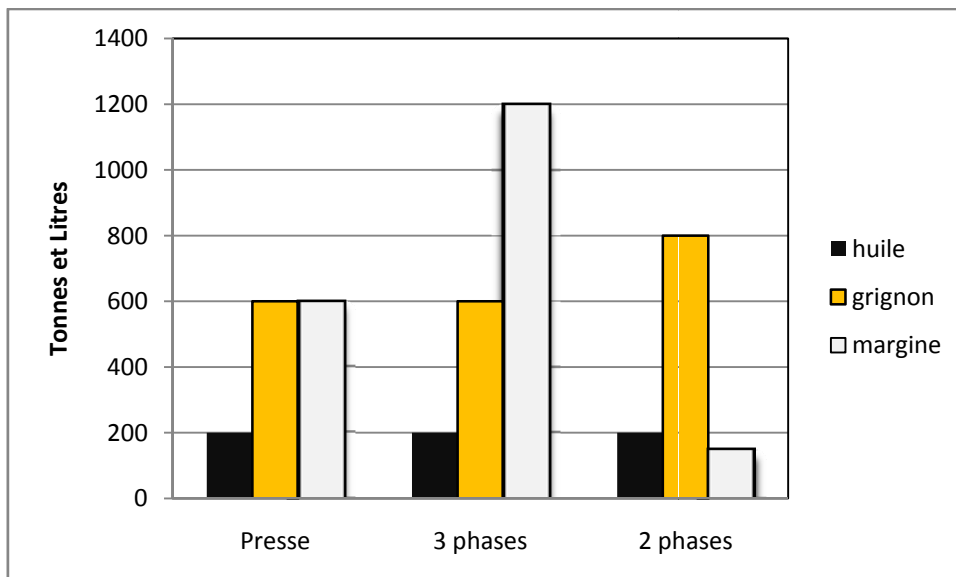
La différence essentielle, entre les deux procédés (discontinue et continue), réside dans la durée des opérations et les rendements en termes de quantité et de qualité de l'huile d'olives traitées. Les installations à cycle continu permettent de réduire la main d'œuvre et d'augmenter la capacité de production globale d'huile d'olive. Néanmoins, ces installations présentent des inconvénients dus principalement à la consommation élevée d'eau chaude dont le volume peut parfois dépasser celui des olives mises en œuvre, ce qui se traduit par une production accrue de margines. Dans les systèmes, à cycle discontinu, l'extraction se fait sans addition significative d'eau, ce qui se répercute sur la charge des margines en matières organiques et en suspension. En effet, les margines des unités traditionnelles sont plus chargées et plus concentrées que celles des unités modernes.

**TABLEAU 1** : Bilan entrées-sorties des matières pour les 3 systèmes d'élaboration d'huile d'olive (prévention de la pollution dans la production d'huile d'olive, 140 Pages).

système	Entrées	quantité	sorties	Quantité
Presse	Olive	1 T	Huile	200 L
	Eau de lavage	100-120 L	Grignon (26% eau, 7% huile) Margine (88% eau)	400-600 Kg  400-600 L
3 phases	Olive	1 T	Huile	200 L
	Eau de lavage	100-120 L	Grignon (40% eau, 4% huile)	500-600 Kg
	Eau ajoutée	100-700 L	Margine (94% eau, 1% huile)	1000-1200 L
2 phases	Olive	1 T	Huile	200 L
	Eau de lavage	100-120 L	Grignon humide (60% eau, 3% huile) Eau de nettoyage	800 Kg  100-150 L



**Figure 6 :** Quantités des entrées dans chaque système.



**Figure 7 :** Quantités des sorties dans chaque système.

## II. Les sous produits de la production

### 1. Grignons ou tourteaux

Les grignons sont les résidus solides issus de la première pression ou centrifugation et sont formés des pulpes et noyaux d'olives. Ce produit peut être transformé en un produit destiné à l'alimentation animale ou en huile dite de grignons d'olive après extraction chimique.



## 2. Margines ou eaux de végétation

### a. Définition

Les eaux de végétation ou margines sont la phase aqueuse issue de la centrifugation. Elles sont très abondantes dans le procédé d'extraction à trois phases. Les margines ont une couleur brun à brun-rougeâtre, d'aspect trouble. Elles ont une odeur désagréable mais un goût amer. Et sont Constituer de :

- Eaux de lavage du fruit.
- Eaux de rinçage.
- Eaux de végétation.
- Eaux ajoutées au cours du malaxage.

### b. Caractérisations physico-chimique

La composition chimique des margines est assez variable, complexe et hétérogène. Elles contiennent une variété de composés organiques et minéraux, de nature et de concentration très différentes.

**TABLEAU 2** : Caractéristiques physico-chimiques et composition des margines (Fiestas, 1981 et Hamid. 1993).

Paramètres	Système d'extraction	
	Discontinu	Continu
pH	4,5 à 5	4,7 à 5,2
Conductivité (ms/cm)	16	8
Demande chimique en oxygène DCO (g/l)	120 à 130	45 à 60
Demande biologique en oxygène DBO5 (g/l)	90 à 110	35 à 48
Matières en suspension MES (g/l)	1 à 2	6 à 9
Matières sèches MS (g/l)	120 à 170	50 à 60
Matières volatiles MV (g/l)	88 à 105	44 à 55
Principaux éléments (mg/l)		
Phosphore : P	1.100	96
Potassium : K	7.200	1.200
Calcium : Ca	700	120
Magnésium : Mg	400 à 6.000	48
Sodium : Na	900	45
Fer : Fe	70	15
Substances organiques (g/l)		
Sucres totaux	20 à 80	10
Substances azotées	5 à 20	2,8
Acides organiques	5 à 10	-
Polyalcools	10 à 15	1,1
Pectines-mucilages et tannins	10 à 15	3,7
Polyphénols	10 à 24	5
Graisses	0,5 à 1	3 à 10

Les margines ont une forte charge saline et sont très acides, riches en matières organiques et en polyphénols peu biodégradables. Ces eaux sont caractérisées par un PH de 4.5 à 5 et une conductivité de l'ordre de 10 mS/cm, due surtout aux ions potassium, chlorure, calcium et magnésium. La DCO (demande chimique en oxygène) peut varier de 50 à 220 g/l. La composition chimique des margines dépend de nombreux facteurs, en particulier du mode d'extraction de l'huile, mais aussi de la période de production.

La matière organique présente dans les margines, et qui varie de 10 à 15 % de la masse totale, a une composition variable en fonction du mode d'extraction utilisé.

La composition minéralogique de ces margines est, elle aussi variable, et dépend du mode d'extraction utilisé.

A travers l'étude de tableau, il convient de noter les points suivants :

- la forte proportion en eau de ces margines ; cette propriété est prépondérante dans la caractérisation du comportement à court et à long terme des margines ;
- la teneur en matière organique qui confère aux margines un pouvoir fertilisant ;
- la forte teneur en substances azotées, ce qui fait des margines de forts pollueurs du sol et des eaux souterraines ;
- la teneur non négligeable en polyphénols.

### **III. Nuisances des margines sur l'environnement**

Le rejet des effluents des industries productrices d'huiles d'olive est un problème majeur surtout dans les pays du bassin méditerranéen. Ces eaux fortement polluées causent de sérieux dégâts environnementaux. L'absence de méthodes de traitement adaptées entraîne le rejet de ces eaux dans la nature sans aucun contrôle.

Des études de toxicité et de biodégradabilité des margines ont montré que la toxicité est due à la fraction soluble et que les composés phénoliques de type tanins, anthocyanes et monomères aromatiques sont très toxiques mais biodégradables. Par contre, les composés phénoliques responsables de la coloration noire sont peu toxiques et très difficilement biodégradables.

#### **1. Pollution des eaux**

Les margines sont peu dégradables à cause des substances phytotoxiques et antimicrobiennes (phénols, acides gras volatiles, insecticides, etc.) qu'elles contiennent. Les margines sont le plus souvent rejetées dans des récepteurs naturels, des cours d'eau, sans aucun traitement préalable.

Les margines rejetées dans la nature par épandage sur les sols peuvent aussi poser des problèmes environnementaux. Par ce mode d'élimination des effluents, les eaux souterraines peuvent être polluées, ce qui risque d'affecter la qualité de l'eau potable.

## 2. **Pollution des sols**

L'épandage direct des margines sur le sol est à l'origine de nuisances diverses. Leur pH acide, leur salinité élevée ainsi que leur abondance en composés phénoliques provoquent la destruction de la microflore du sol et induisent des effets toxiques aux cultures végétales (effets herbicides). Ceci entraîne la stérilisation du sol et le déséquilibre de la symbiose entre la microflore du sol et les plantes.

## 3. **Pollution de l'air**

Dégradation de la qualité de l'air par le biais d'odeurs émises lors de la trituration, ainsi que lors de la fermentation des margines dans le bassin d'évaporation.

## Chapitre2 : Procédés de traitement des margines

Les margines constituent une source d'inquiétude au Maroc, leur haut pouvoir polluant, à lui seul, oblige à mener une gestion adéquate pour prévenir l'impact potentiel négatif sur le milieu récepteur. Or pour les huileries, la nécessité de produire une huile de qualité, avec le minimum d'impacts négatifs sur l'environnement, est capitale pour qu'elles puissent rester concurrentielles sur le marché de l'huile d'olive. De plus, l'image de pollueur peut nuire à l'entreprise et peut l'exposer à des sanctions en fonction de la législation qui devient de plus en plus astreignante.

Le choix du système de traitement approprié est lié à plusieurs facteurs locaux, à savoir le système utilisé pour l'extraction d'huile, la possibilité de stockage et le rapport entre la charge produite par les huileries et la population locale.

### 1. Procédés thermique

#### *a. Evaporation naturelle*

Elle est également dénommée évaporation naturelle en bassins. Elle consiste en une évaporation naturelle favorisée par l'action du soleil et du vent. Une série de phénomènes biologiques interviennent pour dégrader la matière organique ; les agents de cette dégradation sont surtout des bactéries Gram-négatif et des levures qui se trouvent à l'origine dans les olives, il s'agit d'un phénomène d'autoépuration capable de réduire la DBO<sub>5</sub> à moitié en deux mois.

Les caractéristiques de ces réservoirs sont généralement les suivantes :

- Profondeur de 60-70 cm et, en tout cas, non supérieure à 1,50 m, pour assurer une évaporation totale avant la campagne oléicole suivante.
- leur capacité est fonction de la capacité de production des huileries qui s'en servent (300 à 70 000 m<sup>3</sup>).
- Imperméabilisation avec des lames en matière plastique (géomembrane) et avec un fond bétonné ou argileux.
- Emplacement éloigné des zones urbaines ou passantes.
- Clôture périmétrale pour des raisons de sécurité.

Après séchage, les effluents d'huileries d'olive sont, soit incinérés soit utilisés comme engrais organique ou comme additifs dans un compostage ou tout simplement jetés à la décharge. Ce procédé a été traditionnellement appliqué dans beaucoup de pays producteurs d'huile d'olive.

### ***b. Evaporation forcée***

Les effluents d'huileries d'olive sont pompés à partir de bassins de stockage, puis projetés par des asperseurs sur des panneaux juxtaposés, ayant une importante surface d'échange avec l'air.

Ce système est généralement applicable lorsque la température de l'air est supérieure à 10 C° et le taux d'humidité inférieur à 80%. En effet, plus la température est élevée, plus l'humidité relative est faible et plus les quantités d'eaux évaporées par l'air avant la saturation sont importantes.

Il y a d'autres procédés thermiques tel que : incinération, distillation, séchage, cryo-concentration.

## **2. Procédés physico-chimique**

### ***a. Ultrafiltration-filtration***

L'ultrafiltration est un procédé de séparation physique utilisant une membrane. Elle s'applique à la séparation des particules de 0.005 à 0.1 µm. cependant, pour les particules les plus petites, on utilise la nanofiltration. On obtient une phase liquide contenant les polluants dissous d'une part et une phase pâteuse contenant les phases solides d'autre part.

### ***b. Adsorption***

L'adsorption le plus communément utilisé pour éliminer les polluants organiques des eaux résiduaires est le charbon actif. Cependant, il est non seulement une matière relativement chère, mais après saturation, le coût de régénération pour sa réutilisation est élevé. D'autant plus que l'adsorption sur charbon actif est généralement limitée pour l'élimination des substances non polaires. Ainsi, d'autres adsorbants organiques et inorganiques de substitution ont été étudiés ces dernières années. Beccari et al. (1999) ont montré que le prétraitement des margines par adsorption sur bentonites permet d'obtenir une bonne réduction de la DCO (demande chimique en oxygène) allant jusqu'à 61.6% à pH 6.5. Oukili et al. (2001) ont utilisé aussi ce processus d'adsorption sur des argiles de Fès. Ils ont obtenu après optimisation du système un taux d'abattement de la DCO de l'ordre de 86 %.

La réalisation de ce procédé à grande échelle rencontre plusieurs difficultés, vu l'importance de la quantité d'argiles utilisée. Vu la forte charge organique contenue dans les margines, ces procédés chimique nécessitent généralement l'ajout de grandes quantités de réactifs. Ce qui pose le problème de la production des boues putrescibles et coût élevé des réactifs.

Il y a d'autres procédés physico-chimique tel que : coagulation, ozonation, osmose inverse, électrolyse.

### 3. Procédés biologique

#### *a. Traitement anaérobies*

Les traitements anaérobies sont adaptés à plusieurs types de résidus : biomasse humide, sous-produits agricoles, déchets des eaux résiduaires. Ils sont le plus utilisés pour le traitement et l'exploitation des effluents d'huileries d'olive à cause de leur charge élevée en matière organique.

La digestion anaérobie permet une réduction de DCO de l'ordre de 70 à 85%. Son rendement est proportionnel à la concentration en microorganismes et varie largement selon la nature du support. Cependant, cette digestion peut être inhibée par les acides gras à chaînes longues, notamment l'acide oléique. De même à partir d'une concentration de 10 mg/L d'acides phénoliques dans les effluents d'huileries d'olive, les bactéries méthanogènes sont inhibées.

Ces traitements anaérobies permettent de réduire la consommation en énergie et la production des boues. Ils présentent aussi l'avantage de produire de méthane et de limiter les dégagements de mauvaises odeurs. Par contre, ils sont aussi très limités et ce à cause de la toxicité élevée des composés phénoliques et des tanins, de la faible biodégradabilité des polymères de couleur foncée et de l'acidification des réacteurs.

#### *b. Traitement aérobie*

Ces effluents doivent être dilués plusieurs fois (70 à 100 fois) avant de procéder à un traitement biologique aérobie et peuvent être traités efficacement seulement pour des concentrations en DCO de l'ordre de 1g/l. Ce mode de traitement est utilisé comme une étape de prétraitement pour améliorer la digestion anaérobie des margines, dont le but est de réduire la teneur en polyphénols et leur toxicité associée. Il existe des microorganismes aérobies (bactéries et champignons) qui peuvent dégrader en totalité les composés polyromatiques complexes et de hauts poids moléculaires, comme les lignines, les tanins et les poly phénols.

L'inconvénient de l'utilisation des dispositifs aérobies se heurte au coût élevé de la construction et l'exploitation des installations et les temps requis sont élevés, entre 15 et 25 jours se qui augmente le temps de stockage.

## Chapitre 3 : station d'évaporation des margines de Sefrou

### I. Situation du site

Le site se situe sur la rive gauche de l'oued Lihoudi de la commune d'Aghbalou Aqorar, à environ 5.2 km à vol d'oiseau au NNE de la ville de Sefrou et à environ 5 km de celle de Bhalil (figure 6).

Les coordonnées Lambert du site sont : (x=553 443 m ; y=363 759 m).

Longitude = -4,82059118°

Latitude = 33,87109013°

Altitude = 713,71 m

Il est accessible à partir de Sefrou via la route secondaire 503 (faisant la jonction avec Fès), puis la P5008 (d'une longueur de 6km) et en empruntant une piste aménagée d'environ 2 km.



**Figure 8 :** Image satellitaire GPS(WGS84) indiquant la Situation du site.  
(www.tool-online.com)

## II. Les données de base du projet

Nous avons répertorié plusieurs données concernant les 10 unités de trituration qui sont inscrits à l'association responsable de la réalisation de cette station d'évaporation des margines.

Le plan de situation des 10 huileries (figure 7), montre l'emplacement du site de la station de traitement par rapport aux huileries de la ville de Sefrou. Il indique également la distance de chacune des unités par rapport à ce site.

Les huileries concernées sont au nombre de 10 dont quatre huileries sont situées tout au long du boulevard Mohammed cinq. Elles sont distantes d'environ 17 km. Quant à l'huilerie Seffar Hicham, elle est située à l'extérieur de la ville, sur la route El Menzel à 20 km du site. Concernant les huileries de la commune de Bhalil, il existe deux huileries situées à une distance moyenne de 13 km. Trois autres unités sont situées sur la route de Fès et sont éloignées de 9.5 km (Sidi Benabdelah) et 13.5 km (Ezzahouani et Sakkat).



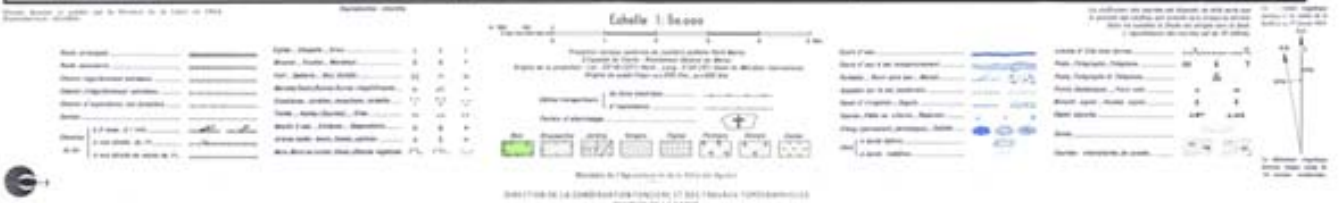
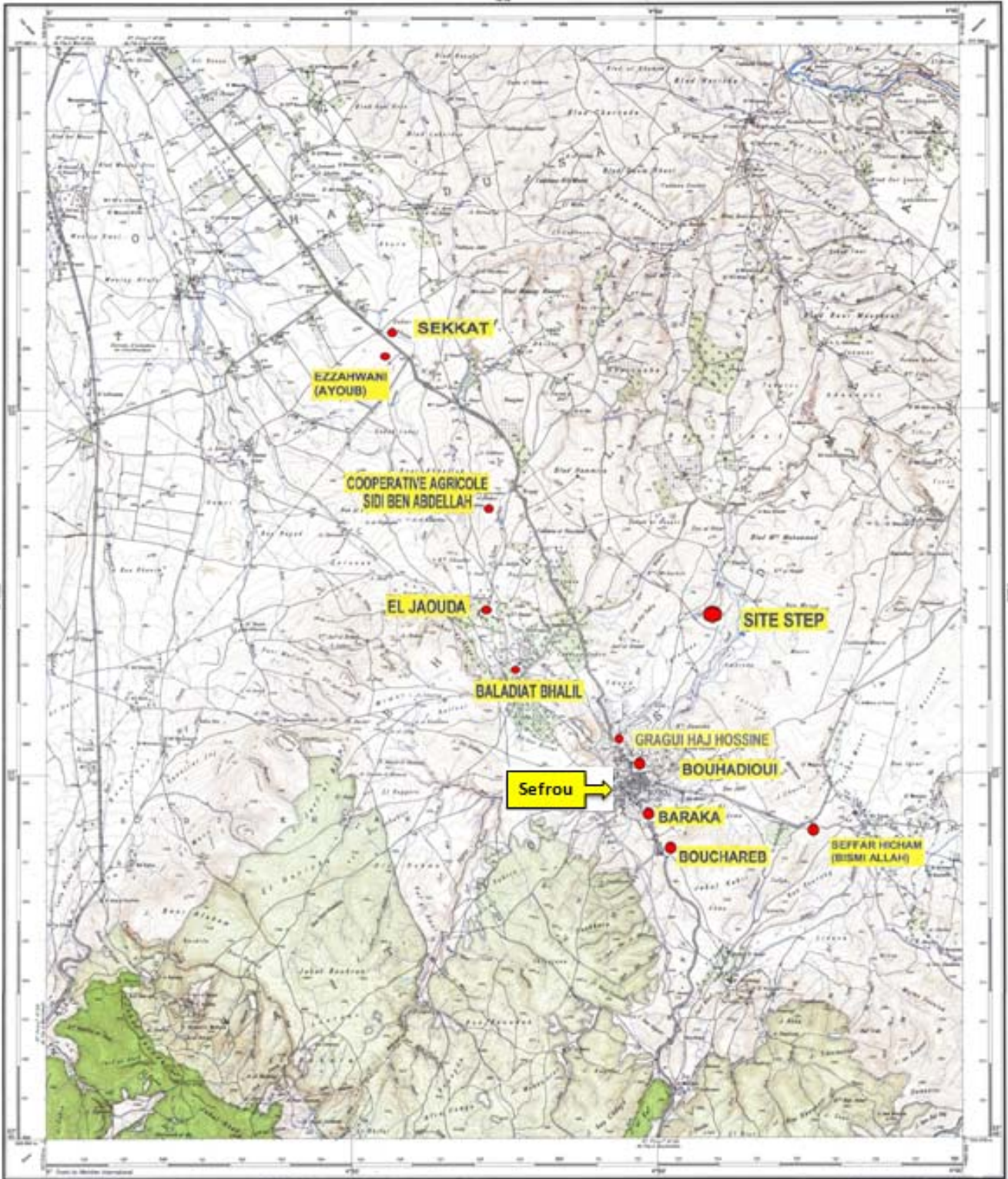


Figure 9 : Situation des 10 huileries profitant de la station d'évaporation des margine.

Les données de base du projet sont représentées dans les tableaux suivants :

**TABLEAU 3 : Ratios de production des margines pour les 3 procédés utilisés (prévention de la pollution dans la production d'huile d'olive).**

Type de trituration	Margine (%)
Presse	60
2 phases	15
3 phases	120

**TABLEAU 4 : Procédés de fabrications et productions annuelles de chaque huilerie.**

Unité de trituration	Procédé utilisé	Quantité d'olives (t)	Quantité margines (m <sup>3</sup> )
Ayoub (azahouani)	2phases	1200	180
	presse	900	495
Bouhadioui	Presse	210	115.5
Baraka	Presse	800	440
Gragui houssein	Presse	1800	990
El jaouda	Presse	1200	660
Bouchareb	Presse	840	462
Seffar hicham	Presse	600	330
Baladia bhalil	Presse	450	247.5
Sekat abdrahman	presse	640	352
Sidi ben abdellah	3Phases	1500	2115
total	10	10140	6387

(Procédé utilisé et quantité d'olives : « ABHS. Etude d'exécution pour la station de traitement des margines de la ville de sefrou ». 2010)

### III. Mode de réalisation de la station d'évaporation des margines de Sefrou

#### 1. Piste d'accès

A l'entrée du projet, une piste d'accès de 4 m de largeur a été réalisée sur une longueur de 427 m, afin de permettre un accès facile à l'enceinte du projet, protégée sur son coté amont par un caniveau naturel sur la longueur de la piste bétonné par endroit. Pour collecter et acheminer les eaux pluviales, trois traversés de 9 m de long ont été réalisées au niveau des points bas de la piste avec conduite en PVC DN 315 mm enrobés de béton ;

## 2. Parking et transport des margines



**Figure 10 :** (a) Camion citerne versant les margines dans le regard type (ABHS).  
(b) regard type (photo prise sur terrain le 8/5/2015).

Le parking a été installé juste à la fin de la piste d'accès sur 51 m de longueur et 10 m de largeur, protégé en amont par un fossé naturel ;

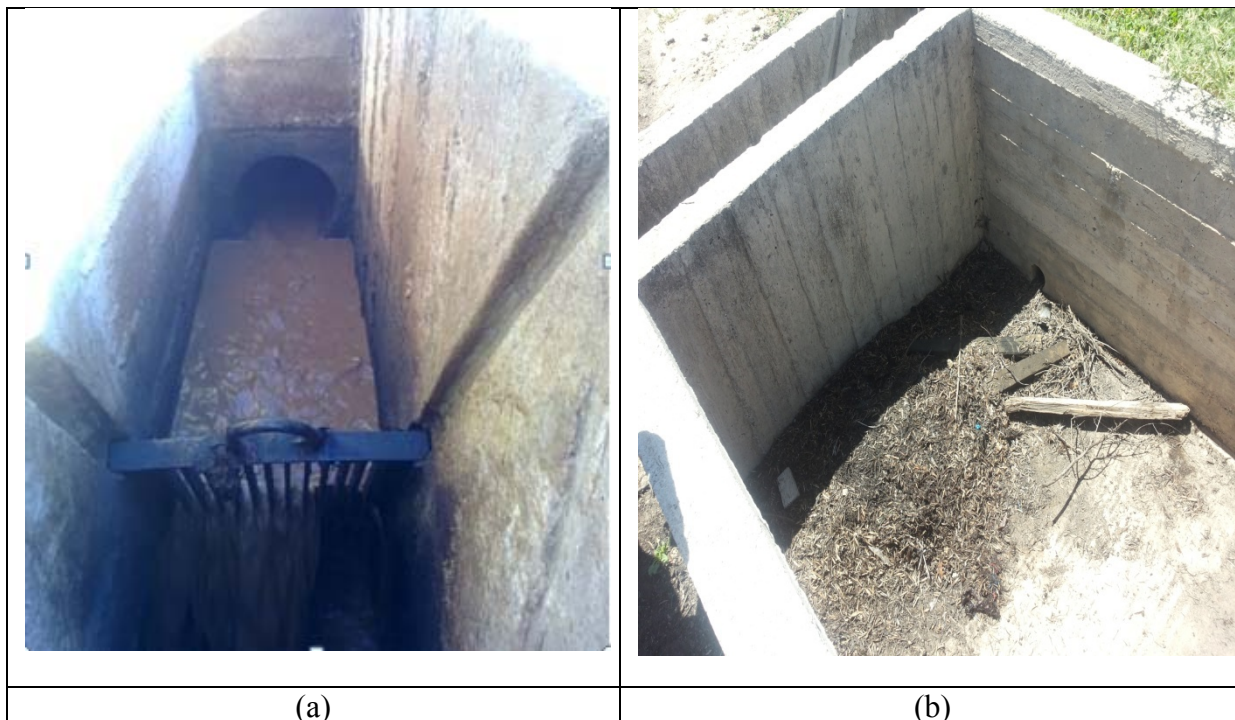
Le transport des margines est assuré par des camions citernes, d'une capacité de 5 m<sup>3</sup>, chacun, vers le site de traitement pour évacuer les margines dans le regard (figure 8).

## 3. Dégrilleur

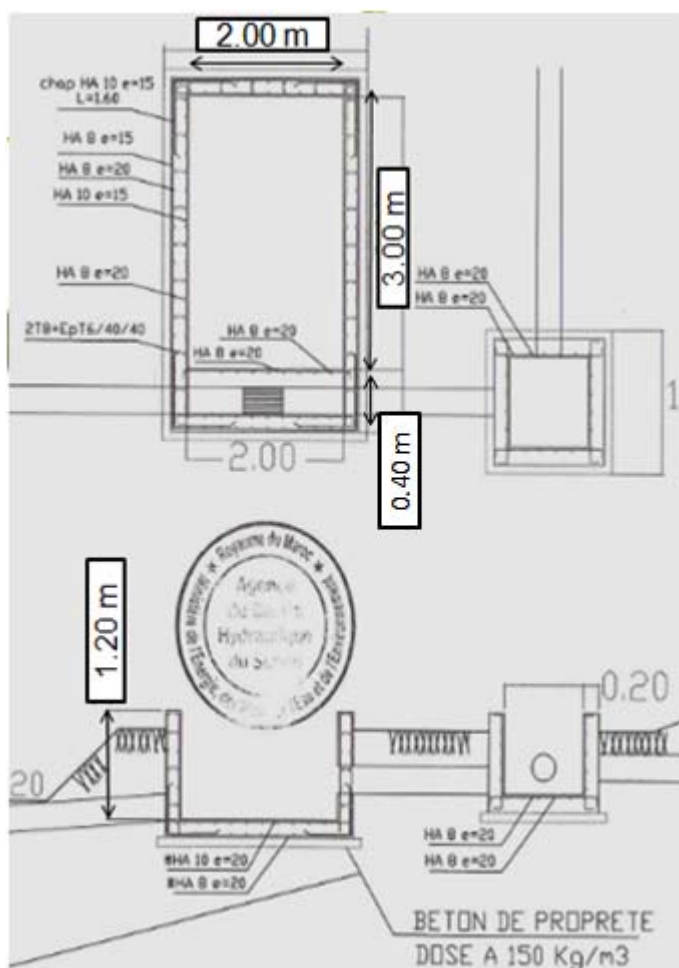
Lorsque les margines arrivent au parking avec des camions citernes, ils seront évacués dans le premier regard (figure 8-b), afin de les diriger vers le Dégrilleur (permet la capture des éléments grossiers dans les affluents des margines) par une conduite en PVC DN 315 mm, au niveau Dégrilleur de 2.00×0.40×1.20 m (figure 10) les margines traversent une grille de 40×80 cm inclinée de 60° dont le rôle consiste à la rétention des éléments les plus grossiers.

L'écoulement dans le Dégrilleur doit être suffisant pour amener les particules et les coller sur la grille, cependant, il ne faut pas que cette vitesse soit trop élevée pour éviter des pertes de charge élevées.

Après nettoyage de la grille manuellement les déchets sont évacués dans un bassin annexe de 3.00×2.00 m (figure 10) accolé au Dégrilleur. Le lixiviat produit par ces déchets sera évacué dans le Déshuileur à travers une conduite DN 110 mm.

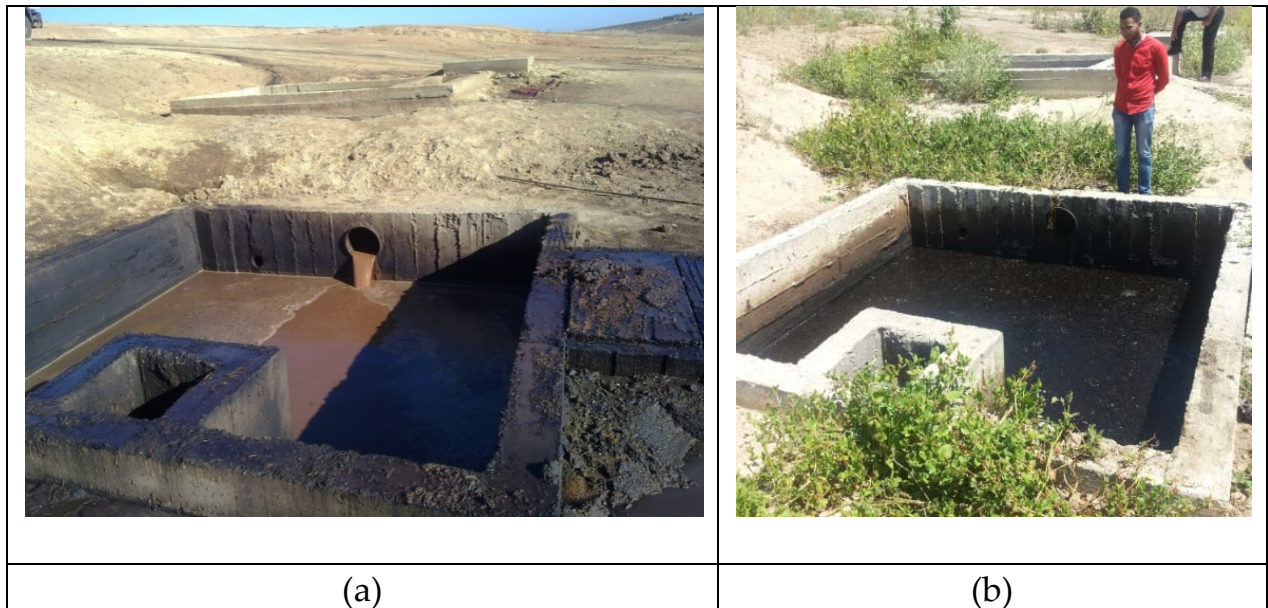


**Figure 11 :** (a) Dégrilleur (ABHS).  
 (b) dégrilleur et bassin annexe (photo prise sur terrain le 8/5/2015).



**Figure 12 :** Dimensionnement du Dégrilleur (ABHS 2011).

#### 4. Déshuileur



**Figure 13 :** (a) Déshuileur (ABHS).  
(b) déshuileur (photo prise sur terrain le 8/5/2015).

Les margines seront passés ensuite par un Déshuileur qui permet la récupération de l'huile surnageant ou en suspension dans la phase aqueuse. Il est de dimension  $3.20 \times 3.20 \times 1.70$  m (figure 12) ou la réduction de vitesse d'écoulement va permettre la récupération de l'huile surnageant par un regard de  $1 \times 1 \times 0.90$  m (figure 12) ;

La mise en rétention des effluents des margines dans ce bassin pendant un certain temps permettra ainsi aux particules huileuses contenues dans les margines de flotter à la surface par suite de leur faible densité. En effet cette dernière est de  $916 \text{ kg/m}^3$  alors que celle des margines est comprise entre  $1015 \text{ kg/m}^3$  et  $1086 \text{ kg/m}^3$ .

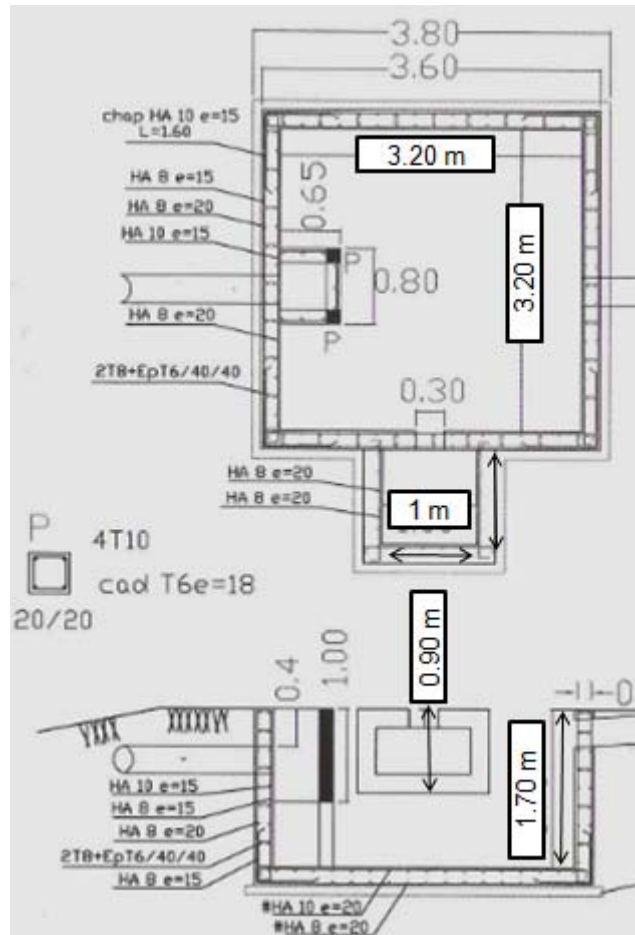


Figure 14 : Dimensionnement du déshuileur (ABHS, 2011).

## 5. Bassins d'évaporation

Après être passés par six regards, les margines arrivant par la conduite en PVC DN 315 mm qui est enrobée de béton et protégée à sa sortie par du béton, au premier bassin d'évaporation de 145 m de longueur, 20 m de largeur et 1.40 m de hauteur. Ce dernier est composé d'une couche d'argile de 20 cm surmontée par une couche de pierres concassées de 40 cm d'épaisseur (figure 13) ;

Les margines issus du premier bassin (après débordement par l'ouvrage de sortie) vont traverser quatre regards, dont le deuxième a été enterré sous la digue, pour arriver dans le deuxième bassin d'évaporation de même longueur mais avec une largeur de 22 m et une hauteur de 1.20 m.

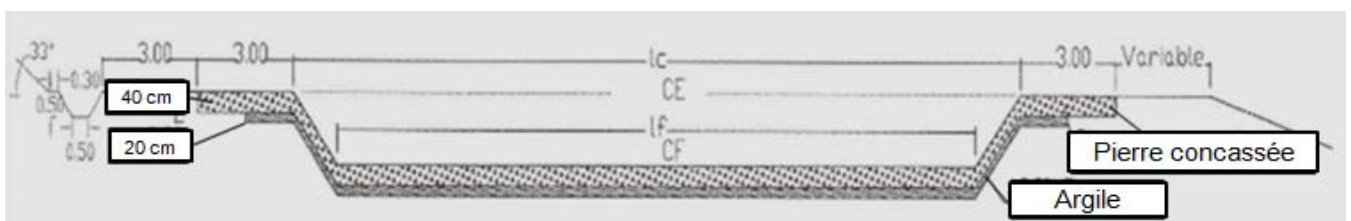
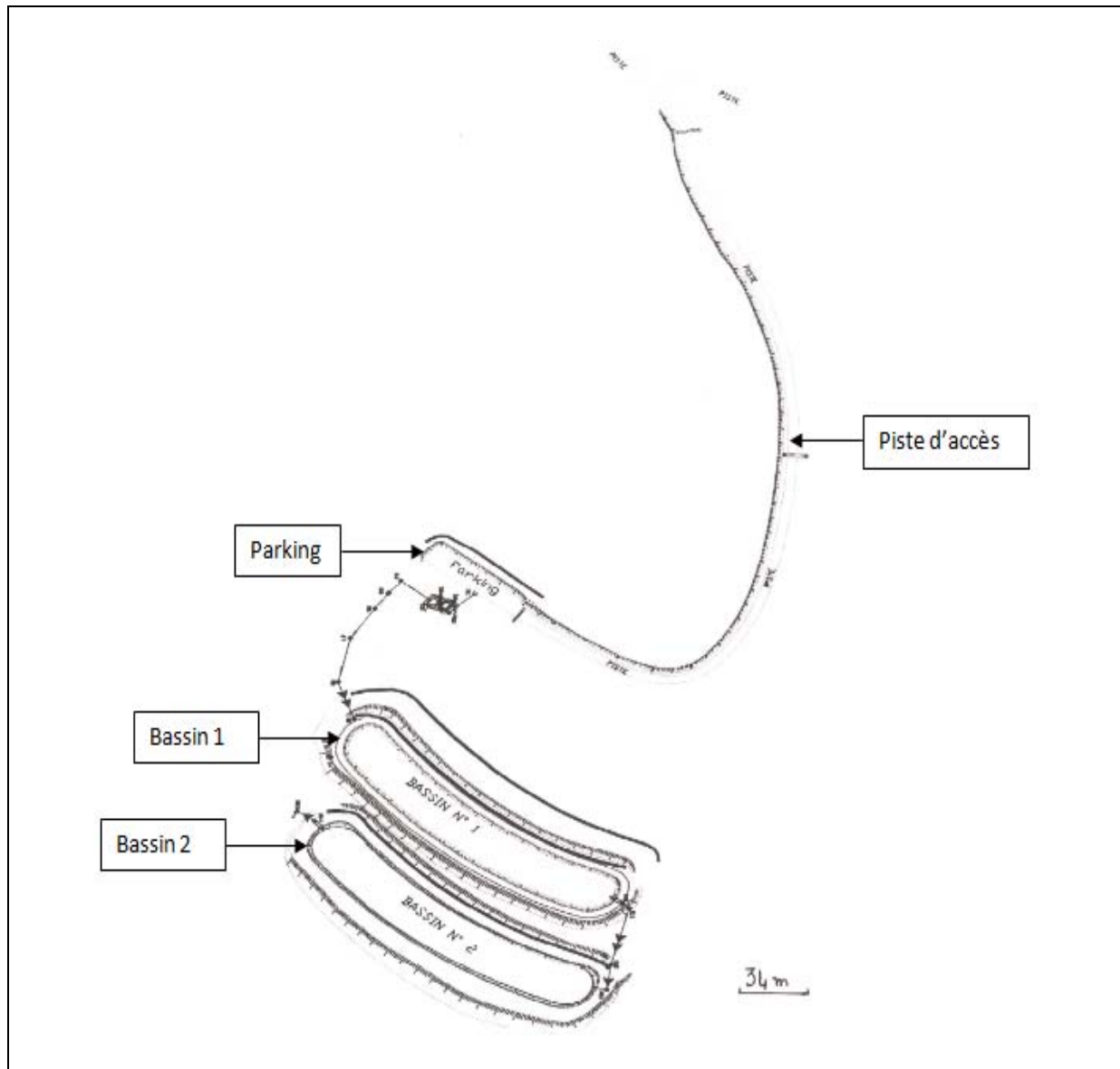


Figure 15 : Texture des bassins d'évaporation (ABHS 2011).

Les deux bassins sont protégés contre les eaux pluviales, en amont par un fossé naturel (environ 5 m à l'amont du bassin amont), et aux pieds du talus de chaque bassin par d'autres fossés naturels ;

Une échelle de jaugeage a été installée sur les deux ouvrages de sortie afin de permettre le suivi du taux d'évaporation et de remplissage pour chaque bassin.



**Figure 16** : Schéma du projet (ABHS 2011).



**Figure 17** : Image satellitaire de la station d'évaporation des margines de Sefrou.  
([www.tool-online.com](http://www.tool-online.com))

#### **IV. Visite de la station « problèmes rencontrés/solutions proposées »**

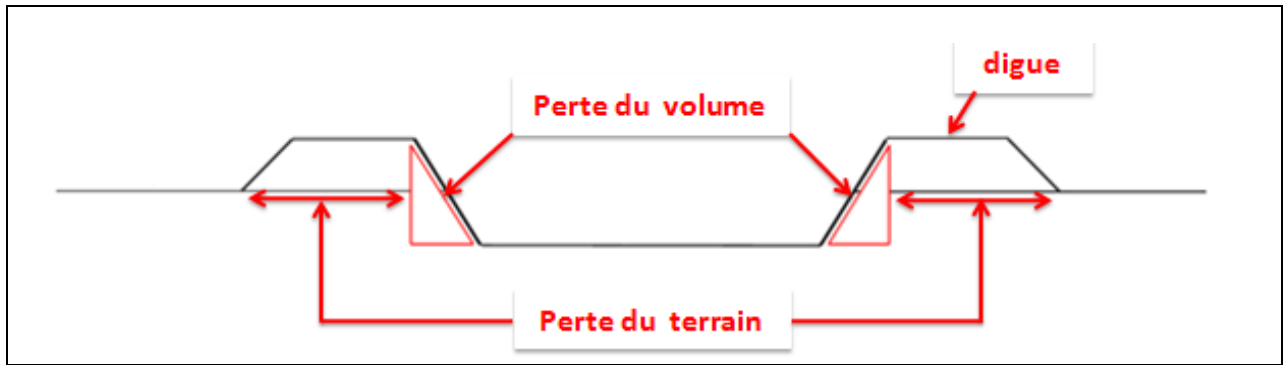
La station d'évaporation + lagunage naturel consiste à collecter les margines dans des grands bassins de stockage, peu profonds et ouverts à l'air libre (bassins d'évaporation) et leur élimination par évaporation naturelle.

Il y a plusieurs problèmes qu'il faut les résoudre :

**TABLEAU 5** : Problèmes rencontrés et solutions proposées.

Problèmes	Solution proposées
Déshuilage imparfait.	mise en place d'un bassin de stockage après le regard.
L'insuffisance de la capacité de rétention des deux bassins déjà existant.	l'ajout de trois autres bassins d'évaporation..
Difficulté du nettoyage des bassins après évaporation	bassins avec un fond en béton armé protégés par une émulsion de bitume.
La perte de terrain et du volume des bassins (figure 17).	bassins bétonnés de forme (coupe transversale) rectangulaire, au lieu des bassins avec fond argileux, de forme trapézoïdale, et qui ont toujours besoin d'une digue argileuse sur leurs bordures.
L'accumulation des margines issues de l'évaporation.	formation d'un bassin de lagunage naturel qui est en contact avec les bassins d'évaporation..



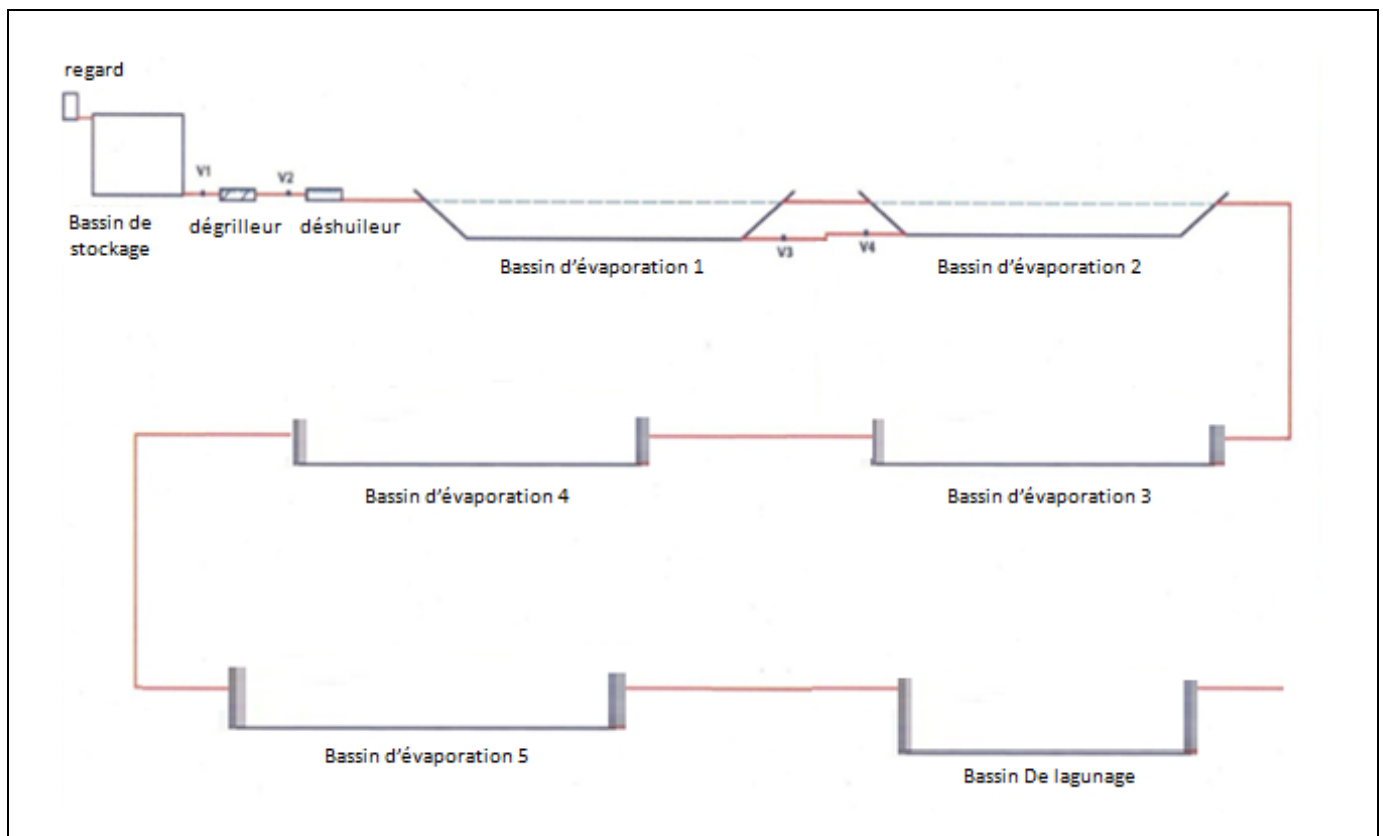


**Figure 18 :** Forme et pertes concernant les bassins d'évaporation avec fond argileux.

Cette solution présente l'avantage d'un simple fonctionnement, car ces installations ne nécessitent pas des travaux de maintenance réguliers. En plus, on a une autoépuration pendant l'évaporation qui se fait par les microorganismes présents dans les effluents des huileries.

Malgré cela, il est inéluctable de prendre en considération les annotations suivantes :

- La difficulté de réutilisation des marges après leur évaporation reste toujours posée pour les huileries de Sefrou ;
- Le temps nécessaire pour l'évaporation totale dépasse facilement les 5 mois.



**Figure 19 :** Ensembles des constituants déjà existés et proposés de la station d'évaporation.

## 1. Dimensionnement du bassin de stockage

Un bassin de stockage sera mis en place dont le rôle est d'emmagasiner les rejets pendant un jour, pour stabiliser et séparer les phases avant les étapes du dégrillage et déshuilage.

Le temps de stockage étant fixé à 1 jour, ainsi le débit journalier produit en margines, est de  $72 \text{ m}^3/\text{J}$ , alors il faut que le volume d'emmagasinement du bassin de stockage soit égal au débit journalier produit des margines.

Le bassin aura une forme rectangulaire dont les caractéristiques se présentent comme suit :

**TABLEAU 6** : Dimensionnement du bassin de stockage.

Désignation	unité	Valeur
Volume total	$\text{m}^3$	72
Profondeur	m	2
Largeur	m	6
Longueur	m	6

## 2. Dimensionnement des bassins d'évaporation



**Figure 20** : Bassin d'évaporation (photos prises sur terrain le 8/5/2015).

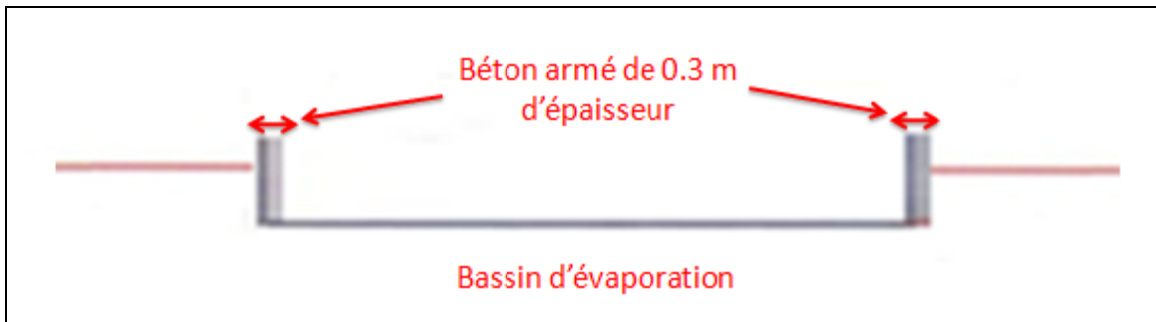
La production d'olive maximale, qui est de l'ordre de  $10140 \text{ t/an}$ , engendre  $6387 \text{ m}^3$  de margines qui sera à la base pour la détermination des dimensionnements des nouveaux bassins d'évaporation.

On utilise la mi-hauteur pour prendre en considération les eaux pluviales qui tombent directement sur les bassins pendant la période hivernale lorsque l'évaporation est presque nulle, et aussi les vagues formées sur la surface des margines causées par le mouvement du vent qui peut provoquer le débordement des margines à l'extérieur des bassins.

Les dimensions des bassins sont répertoriées dans les tableaux suivants :

**TABEAU 7 : Dimensions des bassins d'évaporations.**

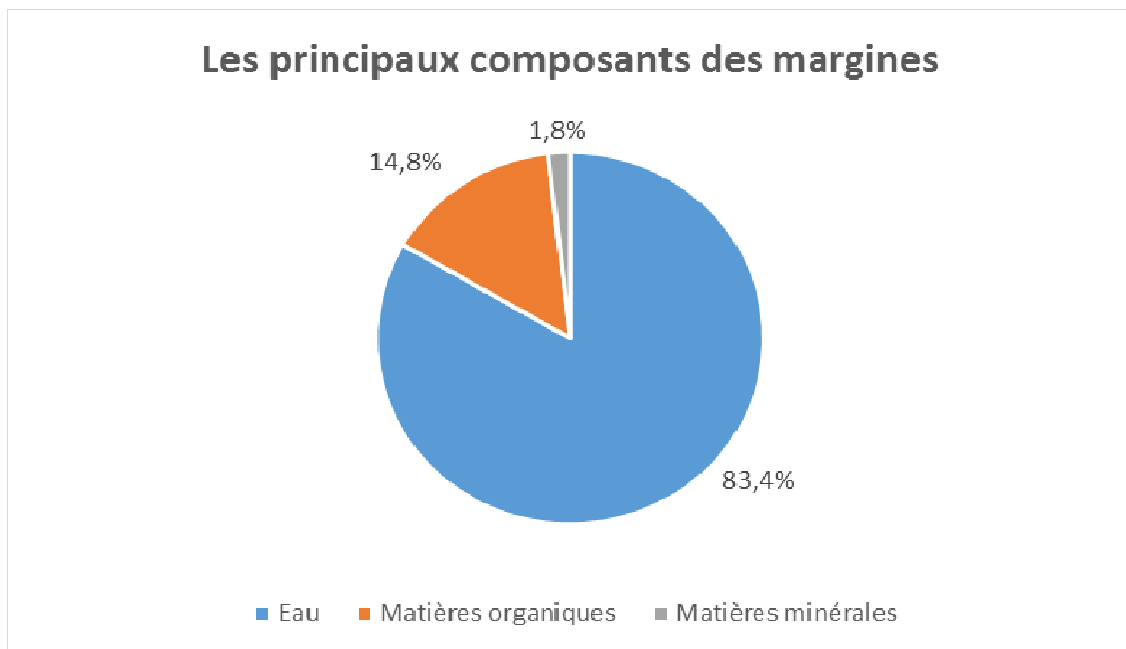
	Longueur (m) (0.6m=épaisseur du béton)	Largeur (m) (0.6m=épaisseur du béton)	Profondeur à mi-hauteur (m)	Volume à mi- hauteur (m <sup>3</sup> )
Bassin 1	145	20	0.7	1447
Bassin 2	145	22	0.6	1212
Bassin 3	145-0.6=144.4	22-0.6=21.4	0.5	1545.08
Bassin 4	145-0.6=144.4	22-0.6=21.4	0.4	1236.064
Bassin 5	145-0.6=144.4	22-0.6=21.4	0.3	927.048
Total net				6367.192



**Figure 21 : Forme et texture les bassins d'évaporation proposés.**

### 3. Dimensionnement du bassin de lagunage

Pour dimensionner le bassin de lagunage, il faut prendre en considération les pourcentages des principaux composants des margines.



**Figure 22 : Les principaux composants des margines (Nefzaoui. 1991).**

Durant la période d'évaporation des margines, la fraction en eau s'éliminera entièrement, mais la matière organique ne se dégradera pas entièrement, parce que les observations faites durant ce processus ont montré (Cabello et Fiestas Ros de Ursimos, 1981) que la diminution de la matière organique et de la DBO<sub>5</sub> (demande biologique en oxygène) n'intervient que pendant les 30 premiers jours. Ce qui induit un pourcentage d'environ 86% des margines qui s'éliminera durant tout ce processus de traitement.

Les dimensions des bassins sont répertoriées dans les tableaux suivants :

**TABLEAU 8 : Dimensionnements du bassin de lagunage.**

<b>Critères de dimensionnement</b>		<b>Bassin de lagunage</b>			
<b>Capacité de stockage des 5 bassins</b>	<b>Quantité des boues décantée (14%)</b>	<b>Longueur (m)</b>	<b>Largeur (m)</b>	<b>Profondeur (m)</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>
6367.192	891.4	30	30	1	900

## Conclusion

Les margines et les grignons d'olives représentent la biomasse restante considérée comme résidu de la trituration des olives. Elles engendrent des problèmes environnementaux inquiétants, en particuliers pour les margines (pollutions des cours d'eau, nappe phréatiques etc....).

Ainsi, dans la plupart des pays oléicoles, même dans ceux les plus avancés, les pratiques et les procédés pour l'évacuation et le traitement de cette biomasse restent posés.

La problématique environnementale des margines et des grignons d'olives demeure entière dans les pays oléicoles et plus particulièrement dans les pays des rives Sud et Est de la Méditerranée sachant que le Maroc fait partie. Ces pays connaissent de vastes programmes de plantation et de modernisation du secteur industriel pour l'accroissement et l'amélioration de la qualité de leur production oléicole.

Concernant la ville de Sefrou et dans le cadre de son programme de dépollution et de protection de l'environnement à moyen et à long terme, notamment les ressources en eaux de la région, l'ABHS a installé une station de traitement des margines dont on a constaté qu'elle a besoin d'évolution pour améliorer leur rendement. Nous avons suggérer la proposition de l'ajout d'un bassin de stockage, trois bassins d'évaporation à fond en béton armé de forme rectangulaire, et un bassin de lagunage naturel. Et calculer les dimensionnements de chaque bassin.

Pour remédier à ces problèmes environnementaux depuis sa source, on propose la propagation du système de trituration à deux phases (système écologique), qui n'utilise qu'une faible quantité d'eau, et qui ne forme que deux types de sous produits : huile d'olive et grignons humide.

Le sous-produit résultant de l'obtention d'huile d'olive dans les huileries à deux phases est le grignon gras. Ces huileries ont le système à deux phases, sans production de margine, mais là le grignon humide a une plus grande humidité que les grignons obtenus par les systèmes conventionnels (presse et trois phases). Suite à cette proposition, il faut encourager des investisseurs pour réaliser des usines d'extraction d'huile de grignon.

Les grignons sont emmenés dans ces usines où s'effectue le séchage jusqu'à 10 % d'humidité et extraction ultérieure de l'huile résiduelle avec des solvants. Ce processus permet d'obtenir de l'huile de grignons crue et d'utiliser le tourteau résiduel comme combustible pour le séchage. Nous proposons de soumettre les grignons humides, après dénoyautage (partiel ou total) à l'état humide, à une seconde centrifugation. Ce procédé conduira à la récupération de 50 % de l'huile résiduelle des grignons sous forme d'huile d'olive lampante (impropre à la consommation) qui va subir un raffinage chimique permettant de les rendre comestibles.

Lorsque toutes les mesures correctrices sont prises, ce procédé s'avère complètement propre et le circuit se ferme d'une manière satisfaisante, rentable et écologique.

## Bibliographie

- ❖ ABHS. 2006. « Étude pour la définition du mode d'élimination des margines de Sefrou » rapport interne, 130 pages.
- ❖ ABHS. 2006. « étude pour la définition du mode d'élimination des margines de Taounate, mission 1, diagnostic de la situation actuelle de la production et l'élimination des margines et proposition de solution », 112 PAGES.
- ❖ ABHS, 2007, « étude pour la définition du mode d'élimination des margines de la ville de Sefrou », 63 pages.
- ❖ ABHS. 2011. « travaux de réalisation d'une station de traitement des margines pour la ville de Sefrou », 3 pages.
- ❖ ABHS, 2014, « Réunion relative à la sensibilisation contre le rejet des margines des huileries modernes dans le milieu naturel », 13 pages.
- ❖ Benyahia Nadia et Zein Karim. 2003. « Analyse des problèmes de l'industrie de l'huile d'olive et solutions récemment développées » Rapport interne, 7 Pages.
- ❖ Boub Samia. 2012. « c'est quoi la marge (AMOREDJ) », 6 pages.
- ❖ Boudoukhana Hocine, 2008, « impacts des margines sur les eaux de oued Bouchtata (Wlayat Skikda) », Mémoire de magister, 101 pages.
- ❖ ERAVIC-SARL. aout 2010. « étude d'exécution pour la station de traitement des margines de la ville de Sefrou », 94 pages.
- ❖ Fiestas, 1981; Hamdi, 1993 Fiestas Ros De Ursinos, J.A., Borja, R. 1992: Use and treatment of olive mill wastewater: current situation and prospects in Spain. Grasas y Aceites, 43, pp.101-106.
- ❖ Hamdi Moktar, 1993, « nouvelle conception d'un procédé de dépollution biologique des margines, effluents liquides de l'extraction de l'huile d'olive », thèse présentée devant l'université de Provence Aix-Marseille, 190 pages.
- ❖ Ministère de l'agriculture, du développement rural et des pêches maritimes. 2006. « transfert de technologie en agriculture : Technologies d'extraction de l'huile d'olive et gestion de sa qualité ». Bulletin Mensuel de Liaison et d'Information du PNTTA, 4 pages.
- ❖ Nefzaoui, A., 1991. Valorisation des sous-produits de l'olivier. Options Méditerranéennes. Série A. Séminaires Méditerranéens, p:101-108.
- ❖ Sifoun Naima, 2008, « traitement des effluents des huileries d'olive par oxydation au H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> », rapport, 91 pages.

## Webographie

- ❖ <http://www.helleas.com/article/11-les-procedes-extraction-huile-d-olive>.
- ❖ [https://www.youtube.com/watch?v=zSL\\_-DcsjR4](https://www.youtube.com/watch?v=zSL_-DcsjR4).
- ❖ [www.tool-online.com](http://www.tool-online.com).