



Licence Sciences et Techniques (LST)

GENIE CHIMIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

Les pertes de la matière grasse dans les tourteaux de soja

Présenté par :

◆ **EDDAOUALLINE OUSSAMA**

Encadré par :

- ◆ **Mr HINDA Omar (HSB)**
- ◆ **Pr CHTIOUI Hicham (FSTF)**

Soutenu Le 15 Juin 2015 devant le jury composé de:

- **Pr Hicham CHTIOUI**
- **Pr Amal HAOUDI**
- **Pr Chakib AMEZIANE HASSANI**

Stage effectué à la société des HUILERIES DU SOUSS BELHASSAN (HSB)

Année Universitaire 2014 / 2015

Remerciements

Je tiens à remercier au terme de ce travail, la direction de la société des huileries du souss belhassan pour m'avoir accepté au sein de son établissement dans le but de réaliser ce stage de fin d'études.

Mes profonds remerciements sont dédiés à **Mr. HINDA Omar** responsable de qualité pour son accueil, ses remarques et ses suggestions.

Mes profonds remerciements sont dédiés au **Pr. CHTIOUI Hicham** professeur au sein de la FST de Fès qui a assuré le suivi de ce travail. Je le remercie très vivement pour sa bienveillance, son aide, son soutien moral et surtout sa patience, ainsi que pour la confiance dont il a toujours fait preuve à mon égard.

Je tiens aussi à remercier l'ensemble du personnel de HSB et spécialement les techniciens de laboratoire les ouvriers de la section de préparation et d'extraction.

Je tiens aussi à remercier **Pr. HAUDI Amal** et **Pr. AMEZIANE HASSANI Chakib** les membres du jury qui ont accepté de juger mon travail et j'espère que celui-ci ait une bonne vaillance de leur part.

Par ailleurs merci à tous ceux qui ont collaboré et participer de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.



Sommaire

- Introduction.....	1
<u>PARTIE I: Présentation de la société:</u>	2
I. Historique de la société	2
II. Les activités	2
III. Les produits	3
IV. Fiche d'identification de la société HSB	3
V. Organigramme	4
<u>PARTIE II : Le processus de l'extraction de l'huile brute de la graine de soja:</u>	5
I. La graine de soja	5
II. Le processus de préparation de la graine de soja	6
1. Réception et nettoyage de la graine.....	7
2. Concassage.....	8
3. Décorticage.....	8
4. Chauffage.....	9
5. Floconnage.....	9
6. Pelletisation (Expansion)	10
7. Refroidissement.....	10
III. Le processus d'extraction de l'huile:	11
1. Principe.....	11
2. Extraction par Arrosage de l'hexane.....	11
3. Fiche technique de l'extracteur de Smet.....	13
4. Désolvantisation-cuisson du tourteau de soja.....	15
5. Distillation	17
6. Le processus du dégommeage.....	18



PARTIE III : Étude des pertes en matière grasse dans les tourteaux de soja.....19

1. Présentation de la problématique.....	20
2. Les hypothèses et les sources possibles de ce problème.....	20
3. Les points d'échantillonnages.....	21
4. Matériels et méthodes.....	22
➤ Le pourcentage de la matière grasse dans les pellets de soja à l'entrée de l'extracteur.....	22
➤ Le pourcentage de la matière grasse dans les pellets de soja à l'entrée du Désolvant-euseur.....	23
➤ Le pourcentage de la matière grasse dans la pâte de dégomme du séparateur.....	24
➤ Le pourcentage de la matière grasse dans les tourteaux de soja au niveau du MAGASIN DE STOCKAGE.	25
5. Résultats et discussions :.....	26
➤ Le pourcentage de la matière grasse dans les pellets de soja à l'entrée de l'extracteur	26
➤ Le pourcentage de la matière grasse dans les pellets de soja à l'entrée du Désolvant-euseur (Sortie de l'extracteur)	26
➤ Le pourcentage de la matière grasse dans la pâte de dégomme au niveau séparateur.....	28
➤ Le pourcentage de la matière grasse dans les tourteaux de soja au niveau du MAGASIN DE STOCKAGE.....	28
➤ Cas exceptionnel : Présence d'anomalie au niveau de l'Expander donc absence des pellets et présence des flocons de soja.....	29
➤ Interprétation des courbes.....	30



6. Résultats et discussions.....	32
7. Les traitements à effectuer pour évitez les pertes en matière grasse dans les tourteaux de soja.....	32
➤ Au niveau de séparateur (Source principale)	32
➤ Au niveau de la section de préparation (Source Secondaire)	32
Conclusion.....	33

Liste des figures

Fig.1: Fiche représentative de toutes les informations légales et financières Sur la société HSB.....	3
Fig.2: Fiche représentative de la hiérarchie du personnel au sein de la société.....	4
Fig.3: plante de l'haricot de soja dans la période de récolte.....	5
Fig.4: Composition de la graine de soja.....	5
Fig.5: Les grandes étapes du processus de préparation de la graine de soja...	6
Fig.6: Tamis vibrant type de machine SJC modèle:2002.....	7
Fig.7: Un camion de capacité de 30 Tonnes au moment du déchargement de la graine de soja.....	7
Fig.8: Fosse de réception de la graine de soja.....	7
Fig.9: Les 3 silos de stockage de la graine de soja d'une capacité totale 15000Tonnes.....	7
Fig.10: Concasseur de la graine de soja type de machine CPM modèle:20.....	8
Fig.11: Décortiqueuse machine composée de tamis vibrant+ventilateur type de machine Marini modèle 2002.....	8
Fig.12: Conditionneur thermique.....	9
Fig.13: Des flocons de soja.....	9
Fig.14: Principe du travail de l'aplatisseur.....	9
Fig.15: Expander type de machine FLENDER modèle:2002.....	10
Fig.16: Schéma extracteur de Smet type de machine CMB modèle:2002...	12
Fig.17: les Caractéristiques techniques de l'extracteur de Smet de la société HSB.....	13
Fig.18: Extracteur de Smet huile hexane de la société HSB.....	13
Fig.19: Schéma des grandes étapes d'extraction de l'huile de soja.....	14
Fig.20 : Vue à l'intérieur de l'extracteur Smet.....	15
Fig.21 : Schéma du Désolvanteur-cuiseur.....	16
Fig.22 : Schéma de l'installation de l'extraction compris l'extracteur de Smet liée avec le désolvanteur-cuiseur avec une chaîne transporteuse.....	17
Fig.23 : Schéma du processus du dégommage de l'huile brute.....	18

<u>Fig.24</u> : Les citernes de stockage de l'huile brute de capacité de 2000 Tonnes.....	19
<u>Fig.25</u> : Séparateur type de machine WESTFALIA GEA modèle 2004.....	19
<u>Fig.26</u> : Echantillon des pellets de soja à l'entrée de l'extracteur (Riche en MG).....	21
<u>Fig.27</u> : Echantillon des tourteaux de soja au niveau du magasin de stockage	21
<u>Fig.28</u> : Echantillon de la pâte du dégommege.	21
<u>Fig.29</u> : Echantillon des pellets de soja à la sortie de l'extracteur (épuisée en MG).	21
<u>Fig.30</u> : Schéma d'installation de l'extraction de la matière grasse contenu dans l'échantillon au niveau de laboratoire.	23
<u>Fig.31</u> : Les courbes de la variation de la matière grasse dans la sortie de l'extracteur, la pâte de dégommege et dans les tourteaux.....	30
<u>Fig.32</u> : Extracteur de Smet en présence des pellets de soja.....	31
<u>Fig.33</u> : Extracteur de Smet en présence des flocons de soja.....	31

Introduction

La fabrication des huiles alimentaires fait partie des industries agro-alimentaires qui se basent sur des matières premières sous forme de produits agricole végétaux. Un enchaînement bien défini des différentes opérations traduit un procédé qui relie la matière première avec le produit fini.

La transformation du soja actuelle est basée essentiellement sur la technique de l'extraction par solvant dans le but d'obtenir de l'huile brute, d'une part, et un tourteau dégraissé, d'autre part. La plus grande partie du tourteau ainsi obtenue est utilisée pour nourrir les animaux, le reste étant transformé pour les besoins de la consommation humaine et industrielle.

La société des huileries du souss belhassan est une société qui est connue par son excellente réputation, sa bonne position sur le marché et en plus c'est la seule société au Maroc qui produit des huiles alimentaires à partir des graines oléagineux et pas de l'huile brute qui vient de l'export.

Ce rapport se compose de 3 grandes parties suivies d'une conclusion générale:

- **La 1ère partie** de ce travail sera consacrée à la description de l'entreprise; ses activités et ses produits.
- **La 2ème partie** comportera une description du processus de l'extraction de l'huile brute à partir de la graine de soja
- **La 3ème partie** est la partie du sujet.
Description du sujet (les pertes de la matière grasse dans les tourteaux de soja)
effectuation des analyses de causes afin d'avoir la ou les sources de pertes en matière grasse dans les tourteaux de soja, et en fin proposer des solutions ou des actions à entreprendre afin d'éviter cette non-conformité.

PARTIE I:

PRESENTATION DE LA SOCIÉTÉ

I. Historique de la société :

2000 : Création de la société < Huileries du souss Belhassan> Région de Meknès par Mr Ahmed Belhassan.

La société s'est engagée dans un plan d'investissement très ambitieux et qui devrait s'échelonner sur plusieurs années. Le premier gros chantier étant la construction d'une nouvelle usine de trituration des olives, des graines oléagineuses et du raffinage des huiles dans la région de Meknès. La capacité de traitement est de 600 tonnes / jour de l'huile d'olives et 100 tonnes / jour de l'huile de soja et de tournesol, l'unité est située à el bassatine Ex-jardin Route el mahaya–Ain taoujdate, à proximité des zones réputées de l'olivier.

2001 : Fin des travaux. Démarrage de l'unité de trituration des olives, l'unité de préparation et l'unité d'extraction des graines oléagineuses.

2002-2003 : Préparation de démarrage de l'unité de raffinage des huiles végétales.

2003-2004 : Démarrage de l'unité de raffinage des huiles végétales.

2004-2005 : Construction d'une nouvelle station de traitement des margines. Augmentation de la capacité de l'unité de trituration des graines oléagineuses à 600 tonnes / jour.

2005–2006 : Début de chantier de la mise en place d'un système de management de la qualité selon l'existence de la norme ISO 9001-2000.

Démarrage de l'unité de traitement des margines.

2009-2010 : Passage de la norme ISO 9001-2000 à la norme 9001-2008.

II. Les activités :

- Trituration des olives
- La préparation et l'extraction des graines oléagineuses et des grignons d'olives
- Raffinage des huiles de soja tournesol et de grignon
- Traitement des eaux
- Soufflage des préformes et conditionnement de l'huile alimentaire

III. Les produits :

- Tourteaux de soja
- Tourteaux de tournesol
- Huile brute de soja
- Huile brute de tournesol
- Huile d'olive extra vierge, vierge et courante
- Huile de grignon d'olive
- Huile raffinée de soja et de tournesol

IV. Fiche d'identification de la société des Huilerie de Souss Belhassan :

Raison sociale	Huilerie de Souss Belhassan
Forme juridique	SARL
Date de création	2000
Siege sociale	Avenue Med V Ain Taoujdate BP60
Téléphone	0535441833/0535441673/0535441674
Fax	0535441675/76
Numéro de registre de commerce	Agadir 6211
Patente	48 36 43 33
TVA	260 148
Forme juridique	386 850 000 DHS
Effectif	358 employés
Nombre de cadres	12 cadres

Fig.1:Fiche représentative de toutes les informations légales et financières sur la société HSB

V. Organigramme :

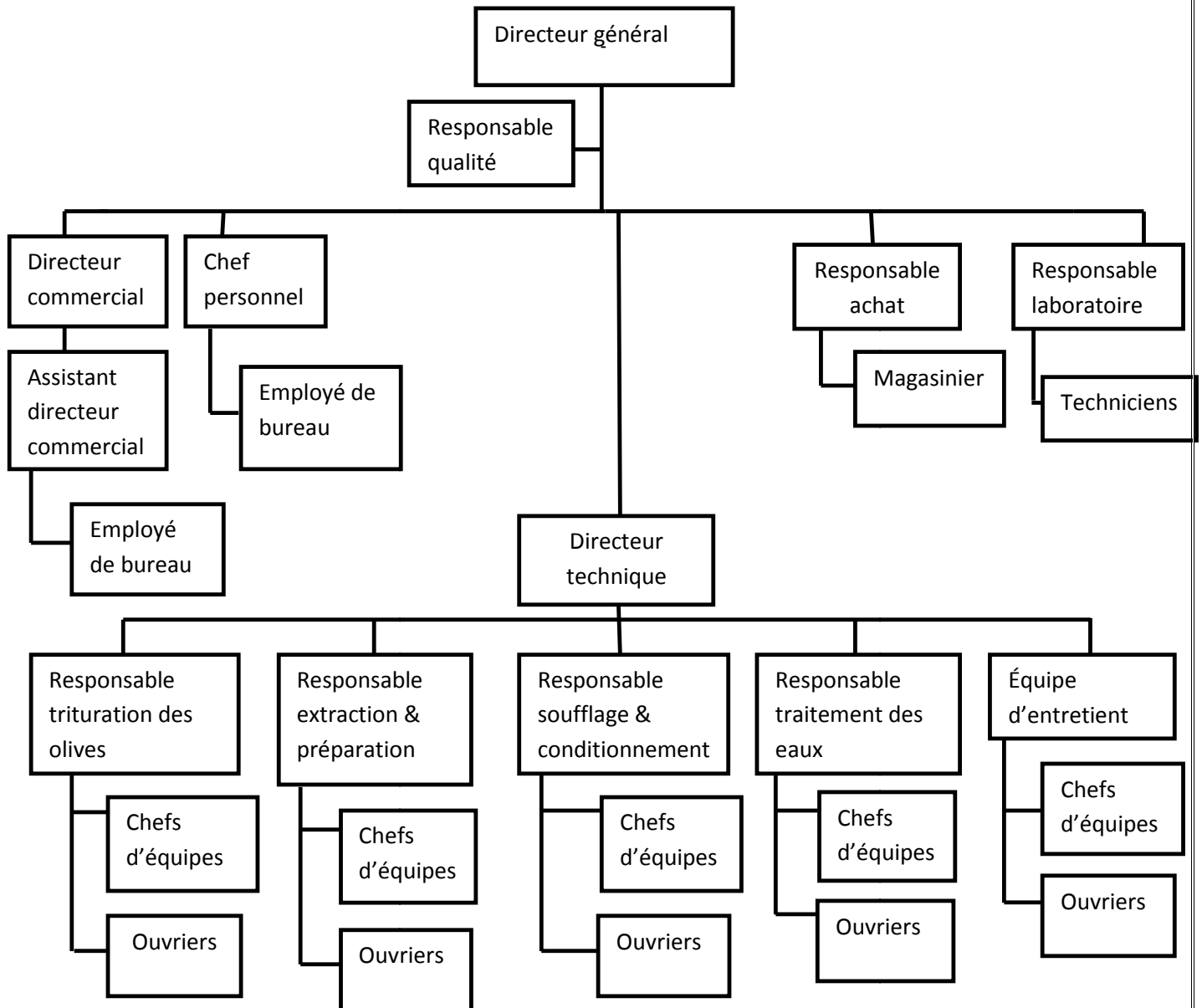


Fig.2:Fiche représentative de la hiérarchie du personnel au sein de la société

PARTIE II : Le processus de l'extraction de l'huile brute de la graine de soja:

I. La graine de soja

Le **soja** (*Glycine max* (L.) Merr), ou **soya jaune**, est une plante grimpante de la famille des Fabacées, du genre *Glycine*, proche de l'haricot, largement cultivée pour ses graines oléagineuses qui fournissent la deuxième huile alimentaire consommée dans le monde, après l'huile de palme. Le tourteau issu de la trituration des graines de soja est la principale matière riche en protéines employée en alimentation animale.

➤ **Description de La graine de soja**

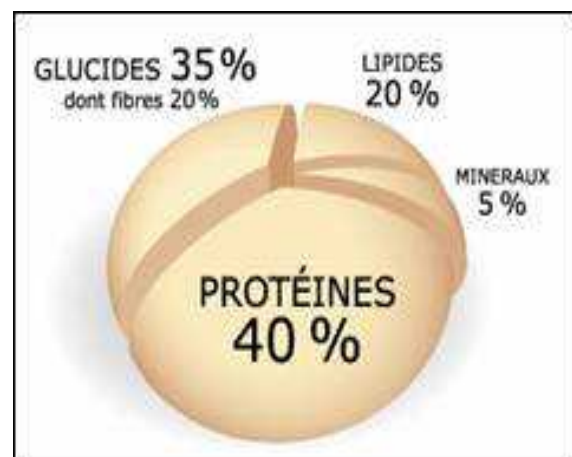
Cette plante herbacée, originaire de Chine, est recouverte de fins poils gris ou marrons elle possède des tiges qui peuvent monter jusqu'à 1,30 mètre de hauteur. Le soja est principalement composé de feuilles trifoliées et de toutes petites fleurs blanches, violettes ou pourpres, réunies en grappes de trois ou cinq fleurs.

- Type : Plante potagère
- Hauteur : 30 cm à 1.3 m
- Couleurs des fleurs : Blanc, Violet, Pourpre
- Exposition souhaitée : Ensoleillée
- Type de sol : Sableux, Argileux
- Période de plantation : Mai
- Période de récolte : Octobre
- Assainissant : Non



Fig.3: plante de l'haricot de soja dans la période de récolte.

Fig.4: Composition de la graine de soja



Avant l'extraction de l'huile brute ; La graine de soja suit toute une étape de préparation, de structure de la graine de soja pour l'extraction. Tout ça à pour but de faciliter l'étape de l'extraction et d'augmenter son rendement.

II. Le processus de préparation de la graine de soja

La **préparation** est destinée à faciliter l'extraction de l'huile pour diminuer le coût énergétique de l'opération et augmenter son rendement. De plus, une bonne préparation avant l'extraction améliore l'extracatibilité au solvant et la désolvantisation du tourteau. La préparation comprend les étapes suivantes :

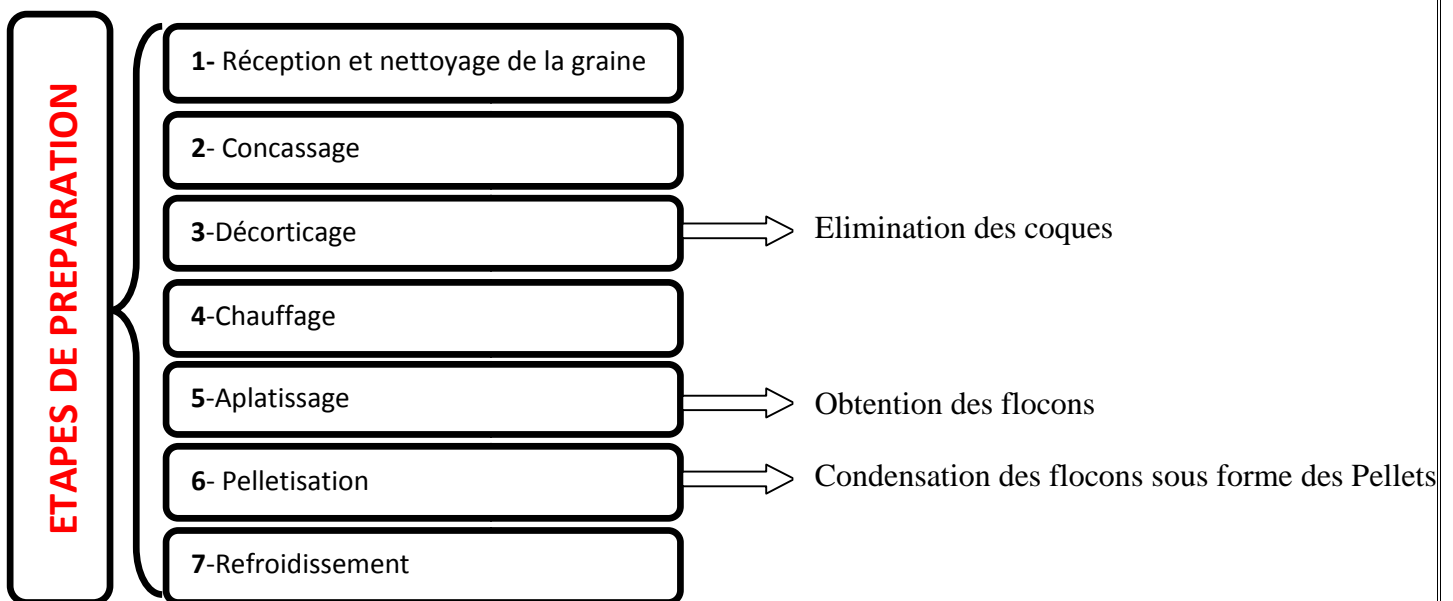


Fig.5:Les grandes étapes du processus de préparation de la graine de soja.

L'étape de préparation ne fait pas intervenir de pressage, mais une étape de traitement thermique et d'aplatissage de manière à produire une matière favorable à l'extraction au solvant.

1. Réception et nettoyage de la graine :

Lorsque les graines arrivent à l'usine, elles sont mises dans une fosse afin de subir un nettoyage. Les fèves sont nettoyées pour éliminer la terre, les résidus végétaux et les insectes. La machine qui nettoie et sépare la graine de soja, comprenant une trémie de réception, un ventilateur et un groupe de tamis vibrants.



Fig.7:Un camion de capacité de 30 Tonnes au moment du déchargement de la graine de soja

Tamis vibrant

A rôle d'éliminer les résidus végétaux



Fig.6:Tamis vibrant type de machine SJC modèle:2002

Aspirateur à cyclone qui élimine la terre et la poussière

Sac remplie par des poussières de nettoyage de la graine de soja



Fig.8:Fosse de réception de la graine de soja

Après le nettoyage de la graine de soja, elle est envoyée directement par des chaînes transporteuses et des chaines élévateurs vers des silos de stockage de capacité de **5000Tonnes**.



Silo de capacité de 5000T

Fig.9:Les 3 silos de stockage de la graine de soja d'une capacité totale 15000 Tonnes

2. Concassage

Les fèves sont concassées par le passage entre deux cylindres cannelés qui fragmentent chaque graine en 2 puis en 4 morceaux et détachent la coque de l'endosperme afin de déchirer les cellules qui contiennent l'huile à extraire.

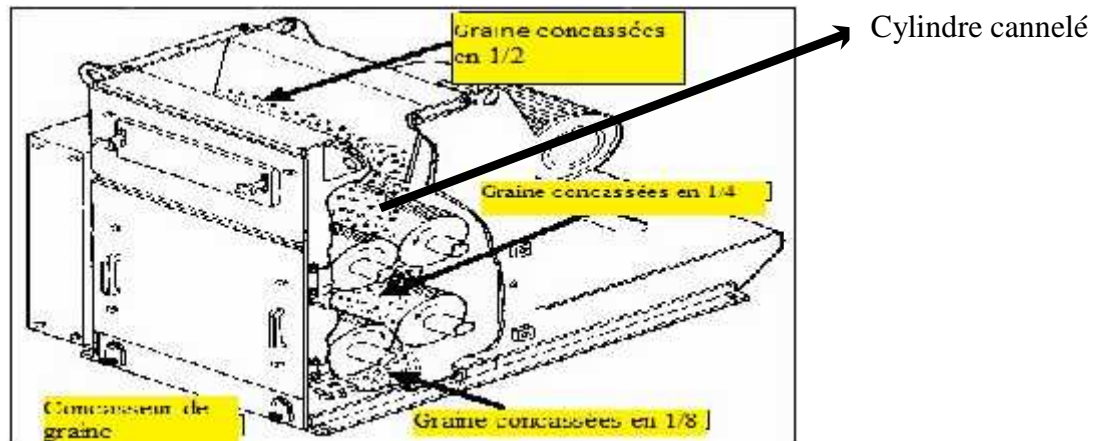


Fig.10:Concasseur de la graine de soja de machine CPM modèle:2002

3. Décorticage

Le décorticage a pour but d'obtenir la partie de la graine la plus riche en huile. La pellicule qui représente environ 8 % du poids de la fève se sépare des morceaux de la fève et elle est emportée par un courant d'air lors d'une opération appelée aspiration. Après le décorticage, ce n'est que de la fève qui reste.

Le décorticage se fait lorsqu'on veut avoir un tourteau de 48% de protéines mais cette étape est négligeable dans le cas d'un tourteau de 44% de protéines.



Fig.11: Décorticieuse machine composée de tamis vibrant+ventilateur type de machine Marini modèle 2002

4. Chauffage

Les fragments d'endosperme sont tout d'abord soumis à une chaleur sèche de 65°C environ afin de les assouplir et de pouvoir ensuite les transformer en flocons sans créer trop de fines.



Fig.12:Conditionneur thermique

5. Floconnage

Afin de faciliter l'extraction de l'huile, Les fragments des graines conditionnés passent à travers un groupe de cylindres rotatifs en acier (appareil à cylindres: aplatisseur) qui fournit des flocons d'environ 0,3 mm d'épaisseur.

L'opération de floconnage produit suffisamment de pression pour que les cellules de la fève soient brisées, ce qui permet au solvant de pénétrer dans tous les morceaux de fève et d'en extraire ainsi de l'huile.



Fig.13:Des flocons de soja

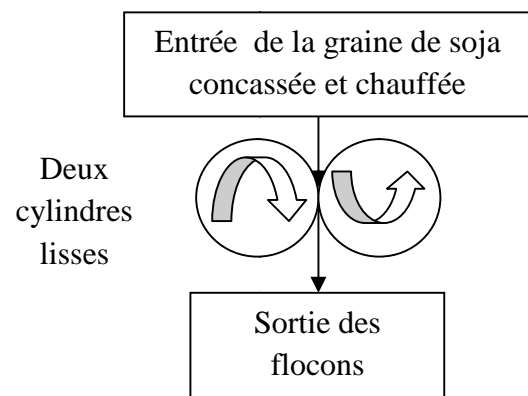


Fig.14:Principe du travail de l'aplatisseur

6. Pelletisation (Expansion)

Avant l'extraction au solvant, il est essentiel que le solvant puisse pénétrer dans les flocons et en extraire de l'huile. Certaines usines de transformation ont donc incorporé une opération appelée expansion dans laquelle les fèves sont envoyées dans une machine dite **Expander** comportant une vis rotative semblable à celle qui se trouve dans une extrudeuse. Un obturateur situé à la sortie restreint le flux du produit, créant une pression élevée qui provoque une rupture supplémentaire des cellules, ce qui accroît l'efficacité de l'extraction de l'huile. De la vapeur produite à l'intérieur de la fève sous l'influence de la chaleur générée au cours de l'opération fait gonfler la fève et y créer de petits espaces, la rendant plus poreuse. Cette augmentation de la porosité accroît l'efficacité de l'extraction au solvant et de l'écoulement du solvant hors des pellets.

Le but de pelletisation est d'augmenter le débit de production; l'amélioration de la percolation de l'hexane dans l'extracteur et la récupération de l'hexane dans le Désolvanteur-cuiseur.

Entrée des flocons



**Fig.15:Expander type de machine
FLENDER modèle:2002**

Sortie des pellets de soja

7. Refroidissement

L'étape suivante du processus comprend le refroidissement des pellets de soja qui doit conserver environ 10 % d'humidité. Et qui a pour but d'éviter l'évaporation d'hexane au moment de l'arrosage.

III. Le processus d'extraction de l'huile:

L'huile brute désigne l'huile non raffinée, elle peut être obtenue selon deux procédés :

- Physique : Par l'application d'une pression
- Chimique : Par extraction au solvant.

Dans notre cas, les huileries de souss Belhassan utilisent le procédé chimique par extraction au solvant.

1. Principe :

L'extraction par solvants des huiles et graisses est essentiellement réalisée industriellement en mettant en contact la matière oléagineuse à traiter avec un solvant approprié. On obtient ainsi une solution d'huile dans le solvant ou miscella dont la concentration varie suivant la qualité du solvant et la richesse en huile de l'oléagineux traité (le soja).

Le solvant le plus utilisé est l'hexane, molécule apolaire. Cette extraction repose sur le principe suivant : les composés apolaires comme les corps gras sont insolubles dans les composés polaires comme l'eau, mais solubles dans les solvants apolaires tels que l'hexane.

Le point d'évaporation de l'hexane 68°C étant inférieur à celui des matières grasses à extraire, il est donc très facile de séparer ces deux composés en chauffant leur mélange.

L'extraction au solvant est réalisée en continu dans un extracteur à contre-courant jusqu'à épuisement complet de l'huile résiduelle des tourteaux. Ceux-ci sont ensuite désolvantés dans le désolvanteur-cuiseur par chauffage et injection de vapeur, granulés puis refroidis avant stockage. L'huile quant à elle, est débarrassée du solvant par distillation. Dans toutes ces opérations, le solvant utilisé (hexane) est récupéré et recyclé dans l'installation.

2. Extraction par Arrosage de l'hexane:

L'extraction de l'huile de soja est réalisée dans un extracteur continu. Les extracteurs les plus courants mettent en œuvre une circulation du solvant et de la matière traitée (pellets) à contre-courant et ils sont essentiellement constitués d'un tapis roulant qui se déplaçant à l'intérieur d'une enveloppe horizontale étanche. Une série de pompes assure l'arrosage de la matière sur des zones bien définies du tapis. On utilise des miscellas de l'huile et de solvant de moins en moins riches en huile au fur et à mesure que la matière avance sur le tapis et s'appauvrit en matière grasse, pour finir par du solvant pur.

On obtient ainsi :

- le miscella d'huile et de solvant.
- Et le tourteau déshuilé.

Le schéma suivant indique le principe d'un extracteur à contre courant :

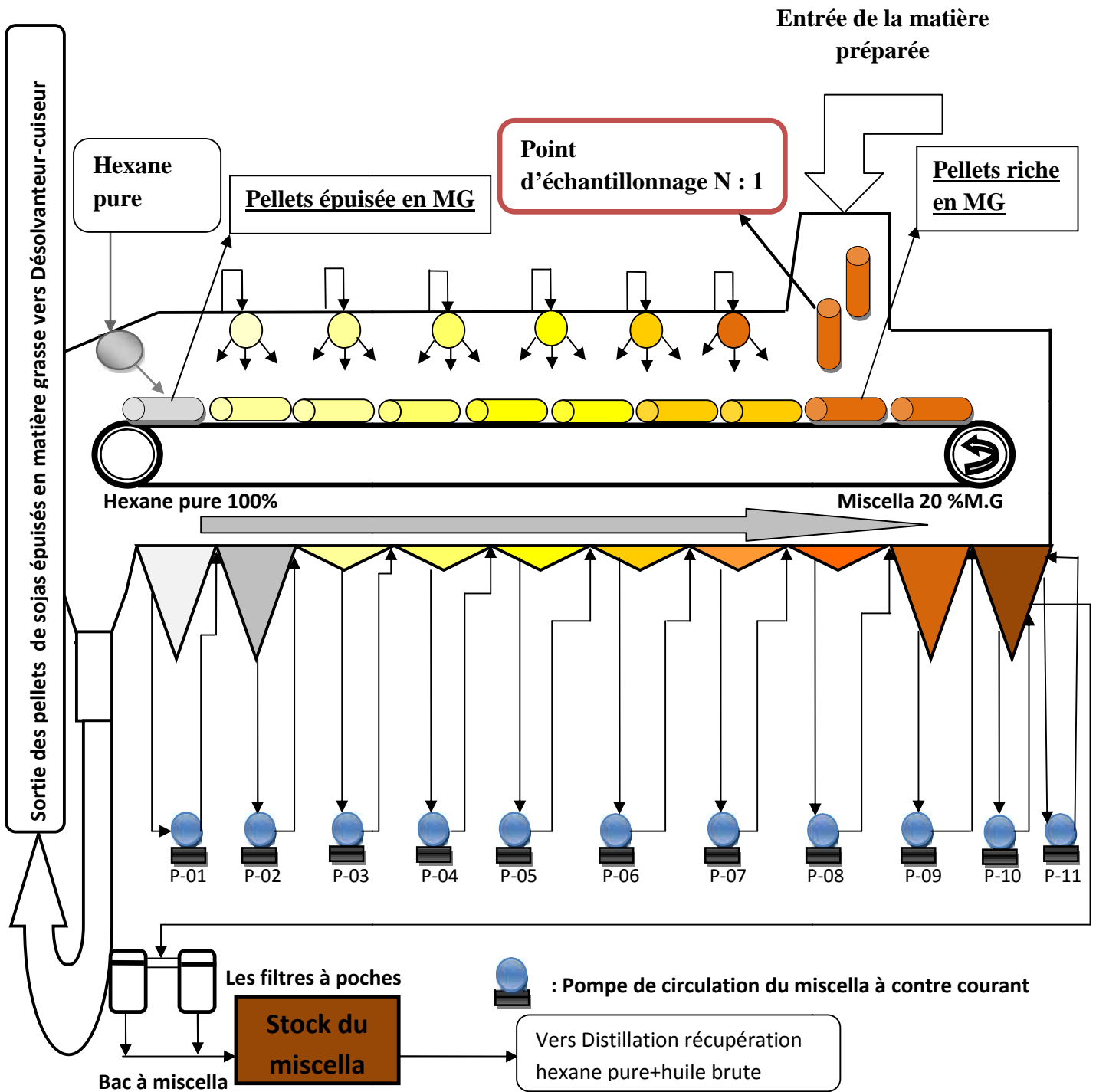


Fig.16: Schéma extracteur de Smet type de machine CMB modèle:2002

3. Fiche technique de l'extracteur de Smet

Dans la section d'extraction des huileries du sous Belhassan, l'extracteur utilisé est un extracteur de Smet.

Dans l'extracteur de Smet, les pellets de soja sont portés par un tapis roulant sous forme de grille avec un diamètre de 1mm afin de diminuer le passage des fines particules avec le miscella ce qui va colmater les instruments de distillation du miscella.

Type extracteur	Extracteur de Smet
Société fabricant	Costruzioni meccaniche bernardini Pomezia (Rome)
Pays d'origine	Italie
Année de construction	2000
Débit des pellets de soja	28 Tonnes/heure jusqu'a 40 Tonnes/heure 600 Tonnes/jour
Débit d'hexane	21000 Litres/heure 13750.2 Kg/heure 13.5708 Tonnes/heure
Débit de Miscella	30000 Litres/heure 21166.2 Kg/heure 21.1662 Tonnes/heure
Vitesse du tapis	5.5 mètre/h jusqu'a 6.21 mètre/h
Longueur du tapis	20 mètres
Largeur du tapis	2.64 mètres
Nombre des trémies du miscella	10 trémies
Hauteur de la matière a l'intérieure de l'extracteur	1.5 mètres à 2 mètres de hauteurs
Nombre des pompes d'arrosage du miscella	11 Pompes

Fig.17: les Caractéristiques techniques de l'extracteur de Smet de la société HSB

Fig.18:Extracteur de Smet huile hexane de la société HSB



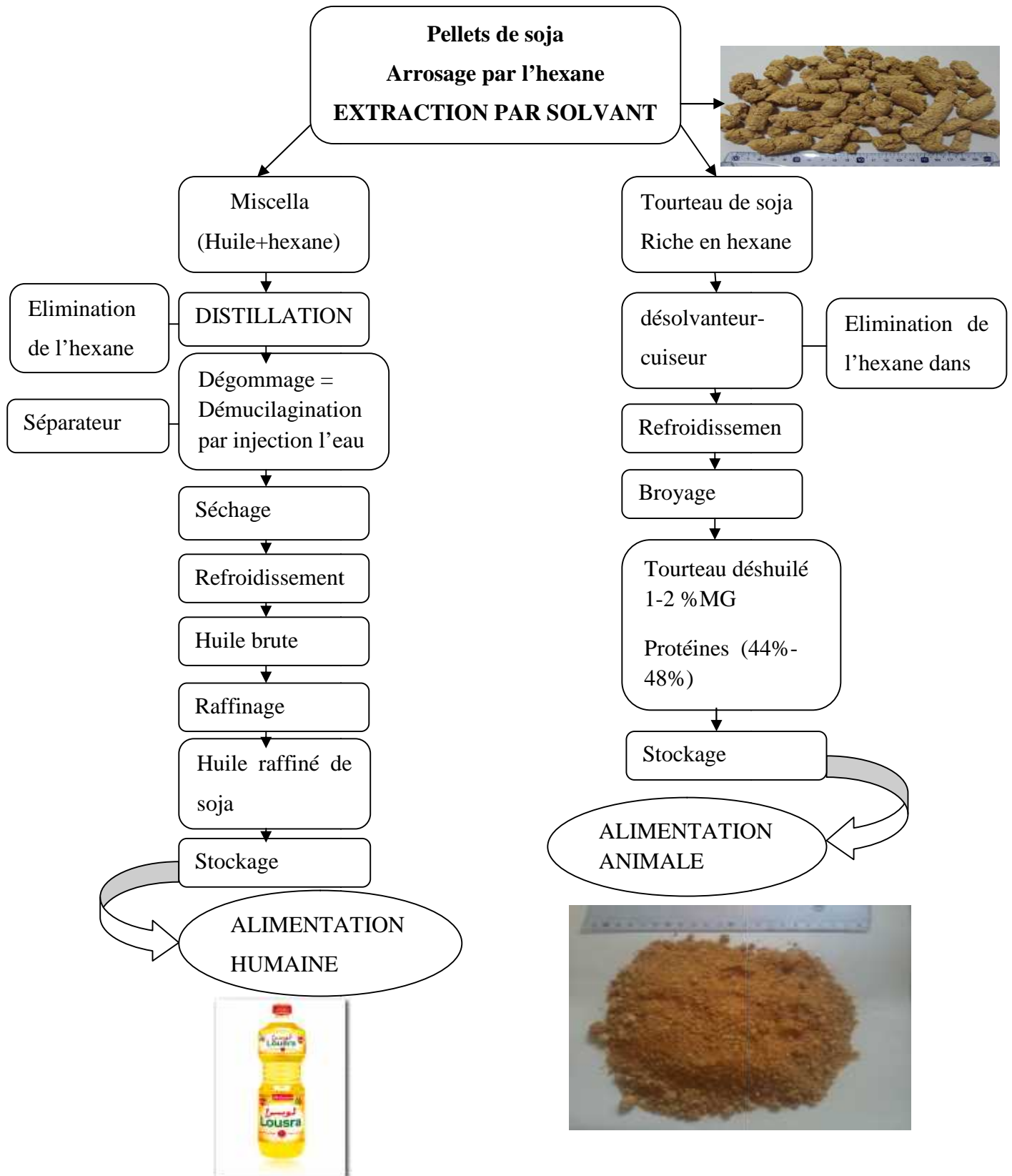


Fig.19:Schéma des grandes étapes d'extraction de l'huile de soja



Fig.20 : Vue à l'intérieur de l'extracteur Smet

4. Désolvantisation-cuisson du tourteau de soja

Le tourteau sortant de l'extracteur contient autour de 30 % d'hexane (en poids) qu'il faut récupérer et éliminer aussi parfaitement que possible pour qu'il ne présente pas de risques d'inflammation et d'explosion et soit conforme aux spécifications admises en alimentation animale. Il faut donc l'acheminé dans un désolvanteur-cuiseur.

Le désolvanteur-cuiseur est un appareil cylindrique verticale à 7 étages, les étages étant formés de plateaux à double fonds chauffants installés les uns au-dessus des autres et séparés par des viroles. L'appareil est schématiquement divisé en deux sections :

- Section de Désolvantisation (élimination de l'hexane), étage 1 à 3.
- Section de cuisson (élimination des enzymes antinutritionnels), étage 4 à 7.

Chaque étage est pourvu d'un ou plusieurs bras racleur pour agiter la farine.

La farine est chauffée par les fonds chauffants pour évaporer le solvant.

La vapeur vive, injectée par le double fond de l'étage 7, passe par les perforations des doubles fonds des étages 4, 5 et 6 en traversant la matière de l'étage pour entraîner l'hexane retenu par la farine.

Les vapeurs d'hexane et d'eau sont collectées à la partie supérieure de l'appareil via la cheminée centrale et évacuées vers la section de distillation où elles sont condensées et le solvant récolté est réintroduit dans l'extracteur.

A la sortie du désolvanteur, les farines sont reprises par le transporteur et envoyées vers le refroidisseur.

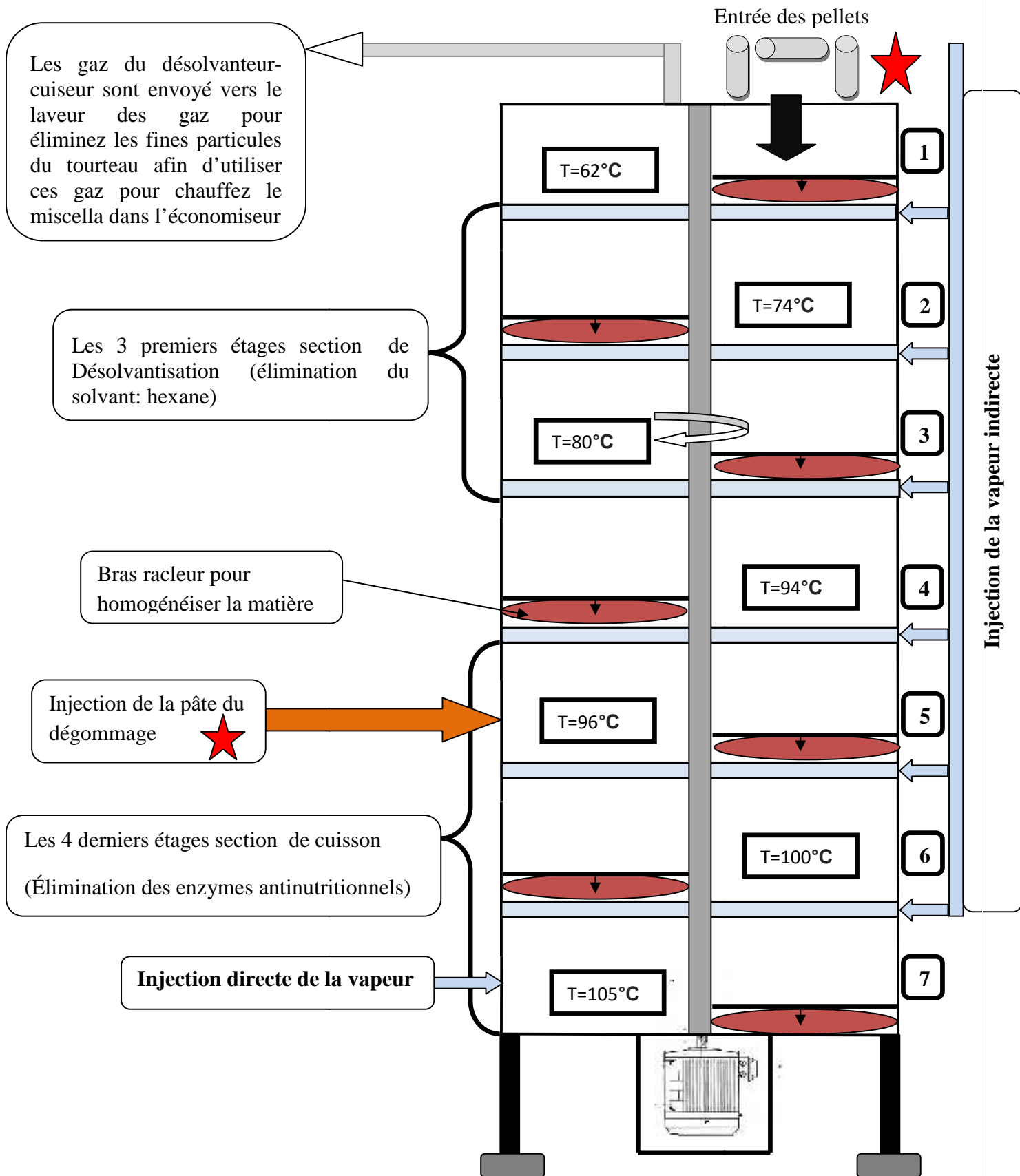


Fig.21 : Schéma du Désolvanteur-cuiseur

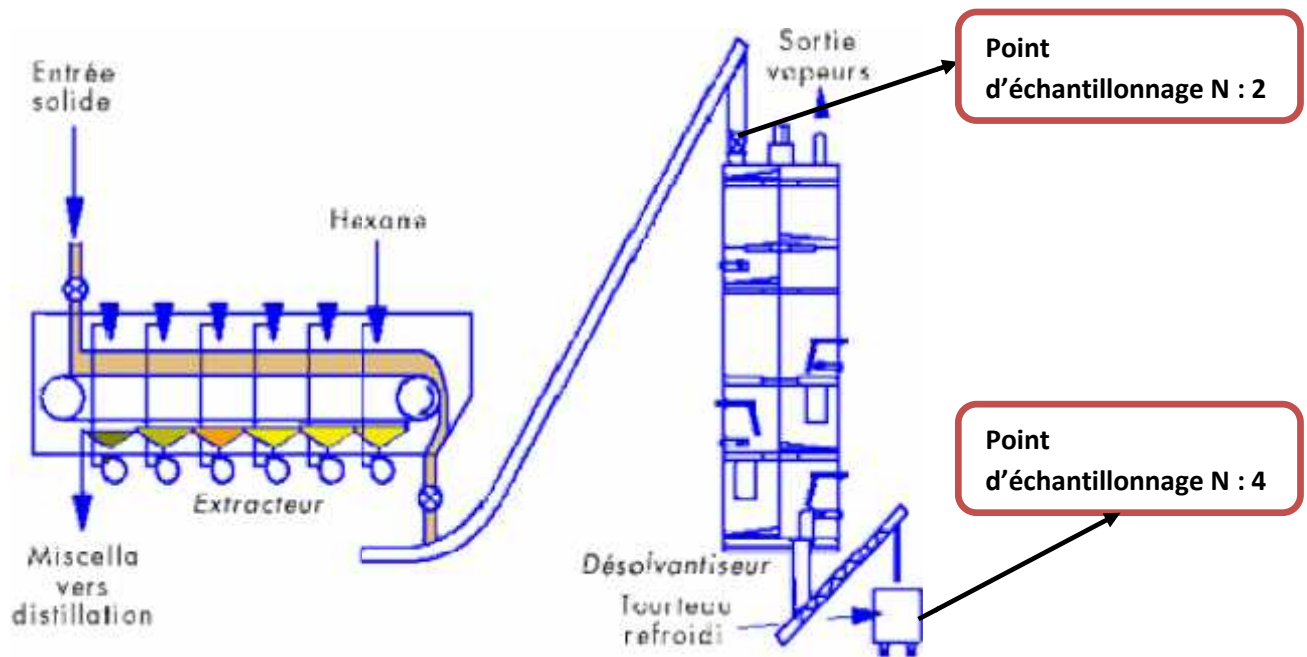


Fig.22 : Schéma de l'installation de l'extraction compris l'extracteur de Smet liée avec le désolvantiseur-cuiseur avec une chaîne transporteuse

En sortie du désolvantiseur-cuiseur, le tourteau sera refroidi puis stocké dans un magasin de stockage

5. Distillation :

À la sortie de l'extracteur, le miscella est envoyé par la pompe via un débitmètre vers la distillation.

La distillation est caractérisée par l'emploi du vide sur toute la ligne et par l'injection de vapeur vive dans les étapes finales pour éliminer les dernières traces de solvant.

La distillation est réalisée en trois étapes :

- La première étape consiste à employer et à récupérer la chaleur latente des vapeurs venant du désolvantiseur-cuiseur pour chauffer le miscella. Cette étape est réalisée dans une bache appelé **économiseur**, Le miscella passe vers l'économiseur à une température de 50°C, et à la sortie atteint une température de 58°C. À la sortie de l'économiseur, le miscella concentré jusqu'à une teneur en huile d'environ 75% s'écoule par débordement vers l'évaporateur.
- Dans la deuxième étape la vapeur est employée pour chauffer le miscella. L'huile obtenue est désolvantisée sans pour autant la sécher complètement, ceci pour faciliter l'hydratation des gommés, cet **évaporateur** concentre le miscella jusqu'à une teneur en huile de 95% environ s'écoule par débordement au **finisseur**. Dans ce

dernier l'injection de vapeur vive aide à la désolvantisation afin d'éliminer le maximum de solvant de l'huile. L'huile désolvantisée est transmise par la pompe vers le malaxeur où elle est refroidie par de l'eau puis vers le séparateur pour séparer l'huile des gommages puis l'huile passe vers la troisième étape.

- La troisième étape consiste à sécher l'huile dégomagée et à éliminer au maximum les dernières traces de solvant qui pourraient encore être présentes. Après le séchage l'huile brute est refroidie dans échangeur à plaques (huile-eau) pour être stocké dans les citernes de 2000T.

6. Le processus du dégommage

C'est un traitement à l'eau chaude qui insolubilise les phospholipides. L'huile brute est chauffée à 80°C dans un échangeur à plaques. Elle reçoit un appoint de 2 à 3 % d'eau ; le mélange passe dans un malaxeur puis dans le séparateur. On obtient à la fin la pâte de dégommage et l'huile brute dégomagée avec moins de 200ppm de phosphore.

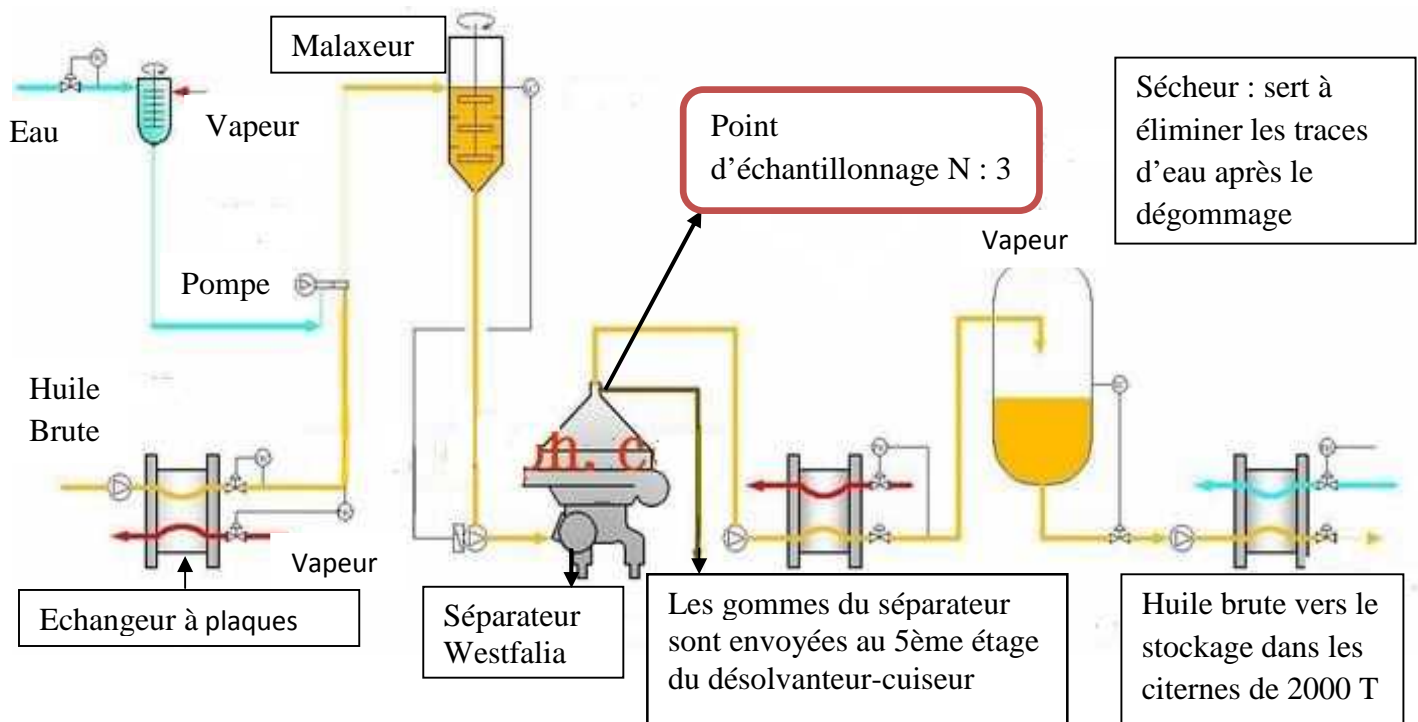


Fig.23 : Schéma du processus du dégommage de l'huile brute

Fig.24 : Les citernes de stockage de l'huile brute de capacité de 2000 Tonnes



Fig.25 : Séparateur type de machine WESTFALIA GEA modèle 2004



PARTIE III : La partie problématique les pertes en matière grasse dans les tourteaux de soja

1. Présentation de la problématique

Dans la section d'extraction de la société des huileries du souss Belhassan, on obtient deux produits semi-finis qui sont:

- L'huile brute dégommée avec moins de 200 ppm en phosphore.
- Les tourteaux de soja déshuilé (moins de 2% en matière grasse).

Ces tourteaux de soja sont composés:

- La pâte du dégommage de l'huile brute de soja.
- Les pellets de soja déshuilés et broyés.

La problématique dans la section d'extraction de la société des huileries du souss Belhassan, est le pourcentage de la matière grasse élevé dans les tourteaux de soja.

Selon la norme interne de la société des huileries du souss Belhassan:

Il ne faut pas que le pourcentage de la matière grasse dépasse les 2% dans les tourteaux de soja.

C'est à cause de ce problème qu'un groupe de responsable de la société composé de:

- Directeur technique.
- Responsable de qualité.
- Responsable de laboratoire

Auditeur interne et le Responsable de la section d'extraction et de préparation.

A étudier le problème afin d'avoir une solution pour diminuer ces pertes au niveau de la production des tourteaux de soja.

2. Les hypothèses et les sources possibles de ce problème

Parmi les hypothèses proposées dans ce problème :

- La vitesse du tapis de l'extracteur (le temps de séjour de la matière dans l'extracteur).
- La quantité de l'hexane utilisée dans l'arrosage dans l'extracteur.
- La nature de matière préparée qui peut être soit des pellets ou des flocons de soja.
- Le séparateur du dégommage de l'huile brute.

3. Les points d'échantillonnages

Pendant ce stage nous avons pris 4 types d'échantillons afin d'effectuer un suivi de matière grasse sur les différents stades de production.

Les échantillons 1,2 et 3 sont broyés à l'aide d'un broyeur.

Le but de cette opération est l'obtention d'une poudre fine prête à être analysée.

Pendant ce stage nous avons pris 4 types d'échantillons :

1. Echantillon des pellets de soja riche en matière grasse au niveau de l'entrée de L'EXTRACTEUR.
2. Echantillon des pellets de soja épuisé en matière grasse au niveau de l'entrée du Désolvant-cuiseur.
3. Echantillon de la pâte de dégommage au niveau du SEPARATEUR WESTFALIA.
4. Echantillon du produit fini des tourteaux de soja au niveau du MAGASIN DE STOCKAGE.



Fig.26 : Echantillon des pellets de soja à l'entrée de l'extracteur (Riche en MG)



Fig.27 : Echantillon des tourteaux de soja au niveau du magasin de stockage



Fig.28 : Echantillon de la pâte du dégommage



Fig.29 : Echantillon des pellets de soja à la sortie de l'extracteur (épuisée en MG)

4. Matériels et méthodes

➤ Le pourcentage de la matière grasse dans les pellets de soja à l'entrée de l'extracteur

A l'entrée de l'extracteur les pellets de soja ont un pourcentage de matière grasse qui varie entre 20-22% (MG).

Mode opératoire:

- Matériels :

- Ballon de 250 ml
- Appareil extracteur (chauffe ballon, SOXHLET et réfrigérant)
- Cartouche, coton
- Chauffe-ballon

- Réactifs:

- Hexane.

- Mode opératoire:

- On prend à peu près 5g des pellets broyé (grille 1 mm).
- On place cette quantité dans une cartouche et on bouche l'ensemble avec du coton.
- On tare un ballon séché et on note le poids **P1**.
- On ajoute 100ml d'hexane dans le ballon.
- On place le cartouche dans le Soxhlet, on place le ballon dans le chauffe ballon et on place le réfrigérant tout en assurant la circulation de l'eau dans le réfrigérant.
- On démarre l'extraction pour une durée de 6 heures.
- A la fin des 6 heures d'extraction on élimine le cartouche et on passe à la distillation de l'hexane contenu dans le miscella afin de récupérer notre solvant pour une nouvelle utilisation.
- On sèche le ballon dans l'étuve pendant 1heure à 100°C.
- On refroidi le ballon dans le dessiccateur pendant 15min.
- Et en fin on pèse le ballon **P2**.

- Calcul:

$$\%MG = \frac{P2-P1}{PE} \times 100$$

➤ **Le pourcentage de la matière grasse dans les pellets de soja à l'entrée du Désolvanteur-cuiseur :**

A l'entrée du Désolvanteur-cuiseur les pellets de soja sont épuisés en matière grasse. Mais il reste une quantité de matière grasse qu'elle ne faut pas qu'elle dépasse 1% (MG) selon la norme interne de la société.

Mode opératoire:

- On prend notre échantillon des pellets de soja qui est riche en solvant hexane, et on le place dans le cristalliseur puis dans l'étuve pendant 30min afin d'évaporer l'hexane.
- Après on procède comme le mode opératoire des pellets de soja.

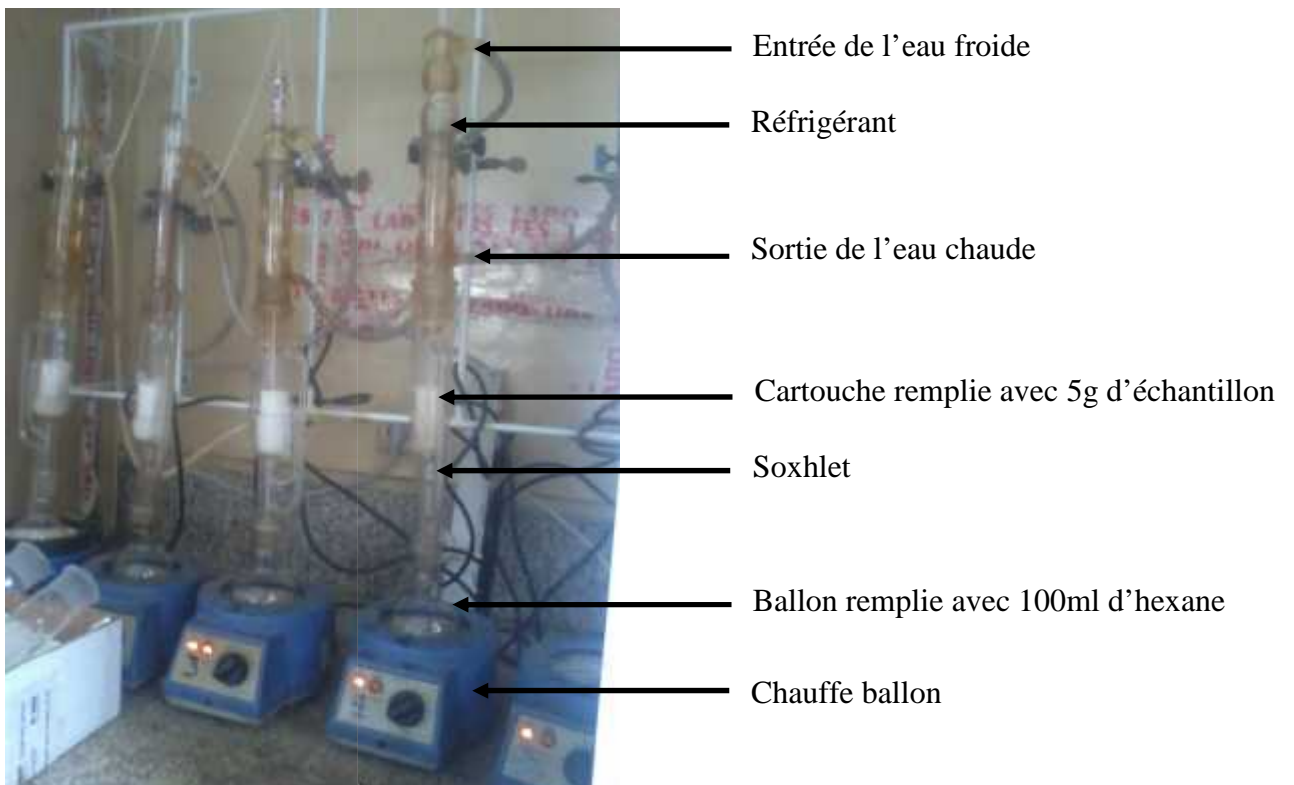


Fig.30 : Schéma d'installation de l'extraction de la matière grasse contenu dans l'échantillon au niveau de laboratoire

• **Calcul:**

$$\%MG = \frac{P2 - P1}{PE} \times 100$$

➤ **Le pourcentage de la matière grasse dans la pâte de dégommage du séparateur:**

Au niveau du séparateur la pâte de dégommage peut tenir un certain pourcentage en matière grasse.

Tout au long de ce stage nous avons pris des échantillons afin d'évaluer le pourcentage de la matière grasse dans la pâte de dégommage.

Mode opératoire:

• **Matériels :**

- Bécher de 250 ml
- Barreau magnétique
- Agitateur magnétique

• **Réactifs:**

- Acétone.

• **Mode opératoire:**

- On prend 3g environ de pâte dans un bécher de 250ml + barreau magnétique + 100ml d'acétone.
- On laisse l'ensemble à l'agitation pendant 1heure a pour but de décomposition de la pâte.
- On tare un ballon séché et on note le poids P1.
- A la fin de la décomposition de la pâte on filtre notre solution sur papier filtre en présence d'anhydride de sodium Na₂SO₄.
- On récupère cette solution dans le ballon P1.
- On récupère notre solvant par distillation ou rotavapor.
- On sèche le ballon dans l'étuve pendant 1heure à 100°C.
- On refroidie notre ballon dans le dessiccateur pendant 15min.
- Et en fin on pèse notre ballon P2.

• **Calcul:**

$$\%MG = \frac{PE}{P2-P1} \times 100$$

➤ **Le pourcentage de la matière grasse dans les tourteaux de soja au niveau du MAGASIN DE STOCKAGE.**

A la fin d'extraction les tourteaux de soja contiennent encore de la matière grasse mais il ne faut pas que cette valeur dépasse 2% selon les normes internes.

Tout au long de la chaîne de production nous avons pris des échantillons afin d'évaluer le pourcentage de la matière grasse dans les tourteaux de soja.

Mode opératoire:

• **Matériels :**

- Ballon de 250 ml
- Appareil extracteur (chauffe ballon, SOXHLET et réfrigérant)
- Cartouche, coton
- Chauffe-ballon

• **Réactifs:**

- Hexane.

• **Mode opératoire:**

- On procède comme le mode opératoire des pellets de soja.

• **Calcul:**

$$\%MG = \frac{P2-P1}{PE} \times 100$$

5. Résultats et discussions :

➤ Le pourcentage de la matière grasse dans les pellets de soja à l'entrée de l'extracteur :

Suivi de la matière grasse des pellets de soja à l'entrée de l'extracteur		
Date	Heure	% M.G
08/5/2015	17:00	21.51%
11/5/2015	14:00	20.48%
15/5/2015	14:00	20.85%
16/5/2015	09:00	21.29%
18/5/2015	09:00	21.72%
18/5/2015	14:00	19.39%
19/5/2015	09:00	21.24%
La moyenne	.	20.92%

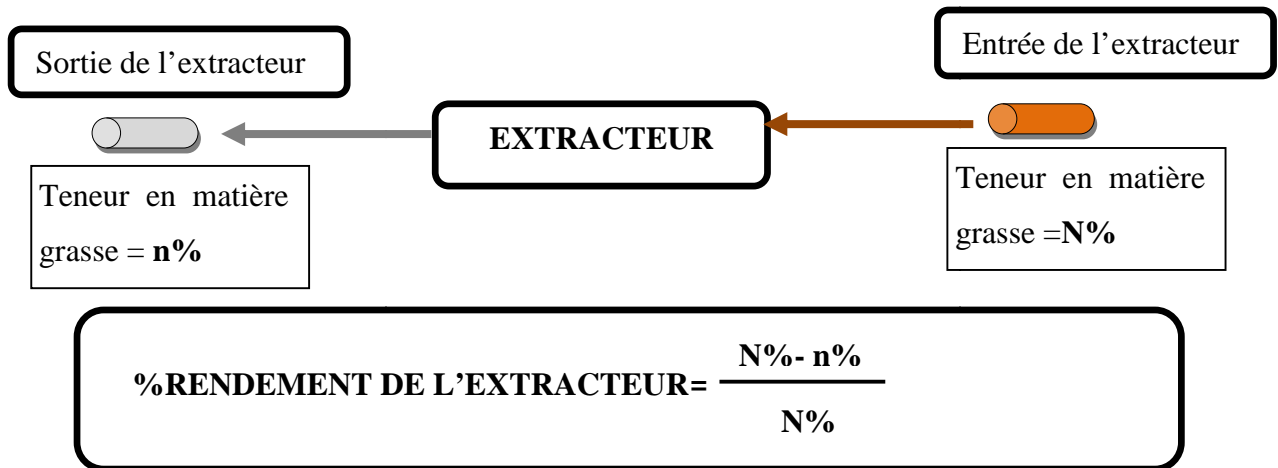
Les pellets de soja à l'entrée de l'extracteur ont une teneur en matière grasse qui peut varier entre 19% et 22%.

➤ Le pourcentage de la matière grasse dans les pellets de soja à l'entrée du Désolvant-cuiseur (Sortie de l'extracteur) :

Suivi de la matière grasse des pellets de soja à l'entrée du Désolvant-cuiseur		
Date	Heure	% M.G
08/5/2015	17:00	0.43%
11/5/2015	14:00	0.41%
15/5/2015	14:00	0.64%
16/5/2015	09:00	0.34%
18/5/2015	09:00	0.81%
18/5/2015	14:00	0.36%
19/5/2015	09:00	0.74%
La moyenne	.	0.53%

Les pellets de soja à la sortie de l'extracteur (l'entrée du Désolvant-cuiseur) ont une teneur en matière grasse entre (0.34% et 0.81%). Ces valeurs répondent aux normes puisqu'elles ne dépassent pas **1%**.

Avec ces deux tableaux qui nous représentent la matière grasse dans les pellets de soja à l'entrée et à la sortie de l'extracteur, on peut évaluer le rendement de l'extracteur



%RENDEMENT DE L'EXTRACTEUR				
Date	Heure	% M.G Entrée de l'extracteur	% M.G Sortie de l'extracteur	Rendement de l'extracteur
8/5/2015	17:00	21.51%	0.43%	98.00%
11/5/2015	14:00	20.48%	0.41%	97.99%
15/5/2015	14:00	20.85%	0.64%	96.93%
16/5/2015	09:00	21.29%	0.34%	98.4%
18/5/2015	09:00	21.72%	0.81%	96.27%
18/5/2015	14:00	19.39%	0.36%	98.14%
19/5/2015	09:00	21.24%	0.74%	96.51%
La moyenne	.	20.92	0.53%	97.46%

D'après l'étude qu'on vient de faire sur l'extracteur de Smet. L'extracteur à un très bon rendement en présence des **pellets de soja** donc l'extracteur n'a aucune influence sur l'augmentation du pourcentage de la matière grasse dans les tourteaux.

➤ **Le pourcentage de la matière grasse dans la pâte de dégommage au niveau séparateur:**

Suivi de la matière grasse de la pâte du dégommage au niveau du séparateur		
Date	Heure	% M.G
08/5/2015	17:00	2.2007×10 %
11/5/2015	14:00	0.769×10 %
15/5/2015	14:00	1.65×10 %
16/5/2015	09:00	1.254×10 %
18/5/2015	09:00	1.1176×10 %
18/5/2015	14:00	1.868×10 %
19/5/2015	09:00	1.912×10 %
La moyenne	.	1.503×10 %

Au niveau du séparateur la pâte de dégommage peut contenir une certaine quantité de matière grasse qui peut influencer la teneur en matière grasse dans les tourteaux de soja.

➤ **Le pourcentage de la matière grasse dans les tourteaux de soja au niveau du MAGASIN DE STOCKAGE:**

Suivi de la matière grasse des tourteaux de soja au niveau du magasin de stockage		
Date	Heure	% M.G
08/5/2015	17:00	2.87%
11/5/2015	14:00	1.76%
15/5/2015	14:00	2.46%
16/5/2015	09:00	2.36%
18/5/2015	09:00	1.35%
18/5/2015	14:00	1.67%
19/5/2015	09:00	2.08%
La moyenne	.	2.047%

Puisque les tourteaux de soja sont des produits finis de trituration de soja, il faut donc savoir leurs teneurs en matière grasse qu'elle ne faut pas qu'elle dépasse **2 %** selon les normes internes de la société.

➤ **Cas exceptionnel : Présence d'anomalie au niveau de l'Expander donc absence des pellets et présence des flocons de soja :**

NB : Présence d'anomalie au niveau de l'Expander ce qui a arrêté le travail de ce dernier donc on n'a pas de pellets mais que des flocons de soja ce qui a augmenté la teneur en matière grasse à l'entrée du Désolvant-cuiseur. Grâce à la difficulté d'extraction de la matière grasse des flocons.

Matière malle préparée

Suivi de la matière grasse des flocons de soja à l'entrée du Désolvant-cuiseur		
Date	Heure	% M.G
19/5/2015	17:00	0.94%
20/5/2015	09:00	0.94%

Suivi de la matière grasse des tourteaux de soja au niveau du magasin de stockage		
Date	Heure	% M.G
19/5/2015	17:00	1.60%
20/5/2015	09:00	<u>2.28%</u>

Suivi de la matière grasse de la pâte de dégomme		
Date	Heure	% M.G×10
19/5/2015	17:00	1.096×10 %
20/5/2015	09:00	1.660×10 %

Grace au suivi qu'on a effectué pour le pourcentage de la matière grasse présente dans les pellets à la sortie de L'extracteur, dans la pâte de dégomme et dans les tourteaux du magasin de stockage. On peut tracer une courbe qui nous décrit la variation du pourcentage de la matière grasse des différents échantillons

Puisqu'on vient de montrer que le pourcentage de la matière grasse élevée dans les tourteaux de soja n'a aucune relation avec le pourcentage de la matière grasse présente dans la matière préparée à l'entrée de l'extracteur. Donc on ne trace que la variation du pourcentage de la matière grasse des 3 échantillons suivants: (la pâte de dégomme, les tourteaux du magasin de stockage et les pellets de soja à la sortie de L'extracteur).

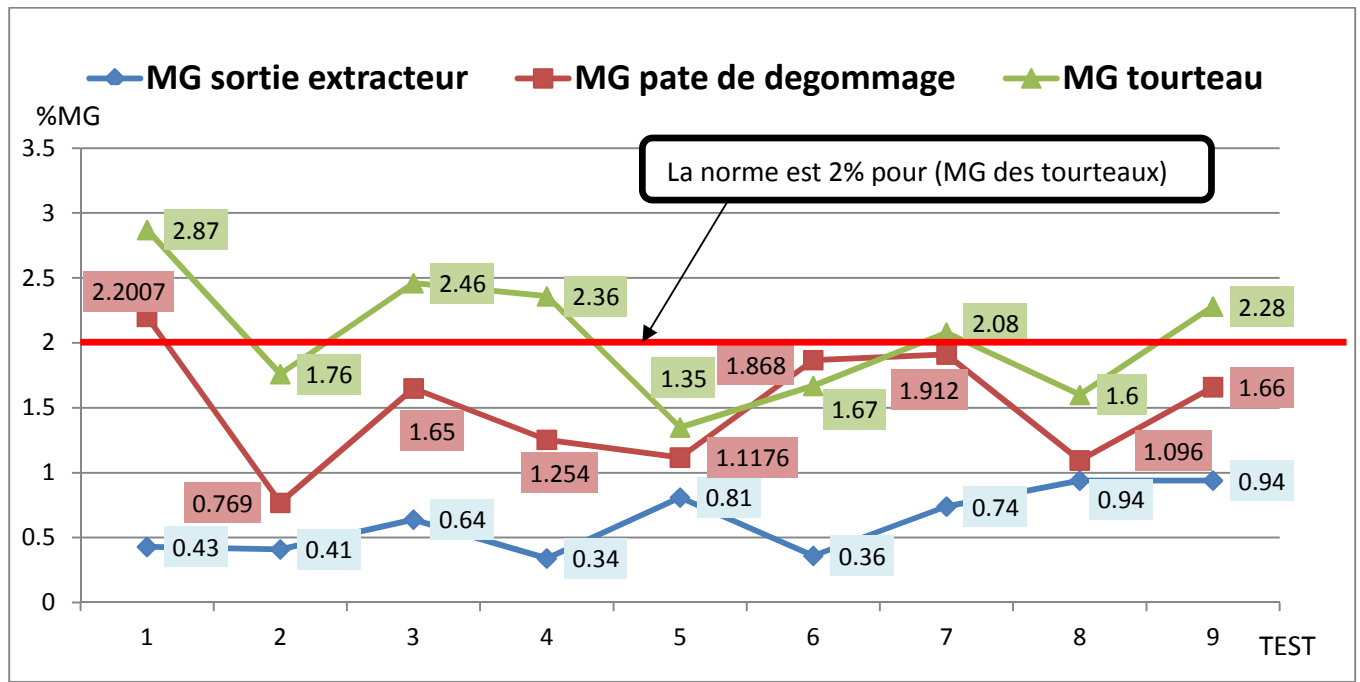


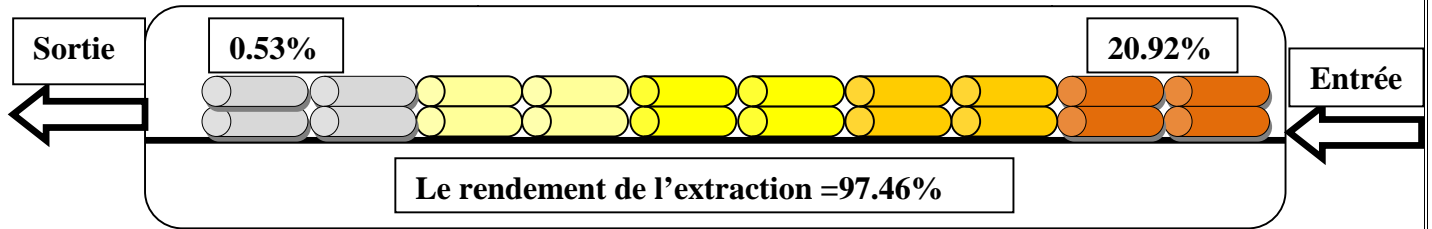
Fig.31 : Les courbes de la variation de la matière grasse dans la sortie de l'extracteur, la pâte de dégommage et dans les tourteaux

Interprétation des courbes :

Selon les normes internes de la société HSB. Il ne faut pas que le pourcentage de la matière grasse dans les tourteaux de soja dépasse 2%.Lorsqu'on se trouve avec des pourcentages qui dépassent les 2%. On parle donc des pertes en matière grasse.

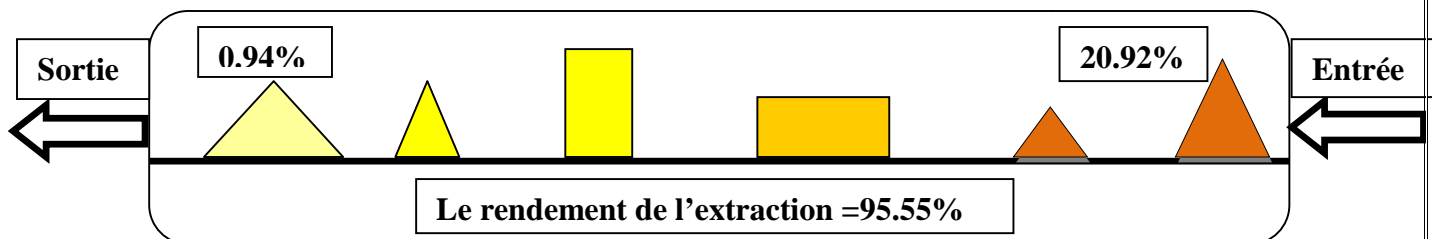
- D'après notre courbe on peut constater sans aucun doute que la variation de la matière grasse dans les tourteaux est liée principalement par la variation de la matière grasse dans la pâte de dégommage. Donc on est sur une source principale de perte de matière grasse.
- Mais pour les deux tests 5 et 6 on a décidé avec le responsable de la section d'extraction d'arrêter l'injection de la pâte de dégommage au Désolvanteur-cuiseur ce qui rend le pourcentage de la matière grasse des tourteaux dans les normes $\leq 2\%$.
- Et pour les deux tests 8 et 9 on a noté une anomalie au niveau de l'Expander ce qui a laissé la section de préparation d'envoyer des flocons et pas des pellets de soja à la section d'extraction. Et a cause de la forme géométrique spéciale des flocons qui ont une épaisseur $< 0.5\text{mm}$, en présence de l'humidité et la température. Les flocons sont condensés entre eux sous des formes géométriques spéciales (cubes+triangle+rectangle) ce qui nous a donné une non-homogénéisation du niveau de la matière dans l'extracteur.

Fig.32 : Extracteur de Smet en présence des pellets de soja



On peut noter lors de la présence des pellets de soja dans l'extracteur qu'il y'a une bonne homogénéisation de la matière et de son niveau dans l'extracteur. Ce qui rend l'extraction plus facile et la circulation de l'hexane plus pratique afin de rendre le rendement de l'extracteur plus grand.

Fig.33 : Extracteur de Smet en présence des flocons de soja



Pour notre cas des flocons on peut relever plusieurs anomalies :

- La non-homogénéisation de la matière et de son niveau dans l'extracteur.
- Présence du vide entre les différents lots de matière ce qui nous laisse l'hexane s'échapper de l'extraction sans extraire de la matière grasse.

Toutes ces anomalies jouent sur la diminution du rendement de l'extracteur.

6. Résultats et discussions :

Les sources d'augmentation de la matière grasse dans les tourteaux de soja sont :

La pâte du dégommage du séparateur westfalia (Source principale).

La mauvaise préparation de la matière première par la section de préparation (L'envoi des flocons à la section d'extraction) (Source secondaire).

7. les traitements à effectuer pour évitez les pertes en matière grasse dans les tourteaux de soja

➤ Au niveau de séparateur (Source principale)

Les conditions de séparation doivent être optimisées afin d'éviter les pertes en huile, tout en conservant une bonne efficacité de séparation.

Les paramètres clés sont **la quantité d'eau ajoutée, la température, la vitesse de rotation et la durée d'agitation.**

Il faut faire toute une étude et un suivi de ces paramètres et leurs relations avec le pourcentage de la matière grasse dans la pâte de dégommage de l'huile brute de soja.

➤ Au niveau de la section de préparation (Source Secondaire)

Eviter de démarrer la section d'extraction avec des flocons et attendre la section de préparation jusqu'au réglage et réparation de l'Expander, dans le but de minimiser les pertes en matière grasse au niveau de l'extracteur.

Conclusion

Le stage que nous avons effectué au sein des huileries du souss belhassan « HSB » nous a permis de mettre en évidence nos connaissances acquises pendant notre formation en Génie chimique à la FST de Fès.

Le sujet que nous avons traité était très bénéfique car il nous a permis de comprendre le processus de la préparation de la graine de soja, le processus d'extraction de l'huile brute à partir de la matière préparée (les pellets de soja) de suivre les paramètres qui influencent sur le pourcentage de la matière grasse dans les tourteaux de soja qui dépassent parfois les normes.

Nous avons conclu que pour améliorer le rendement de la section d'extraction, et de diminuer les pertes en matière grasse dans les tourteaux de soja, il faut tout d'abord faire des suivis réguliers du pourcentage de la matière grasse dans les différents stades de production. Afin d'éviter des taux élevés en matière grasse dans les tourteaux de soja, ces derniers qui sont vendus avec des prix moins coûteux que ceux des huiles de soja.

Pour cela nous avons proposé à la société des traitements à effectuer que nous pouvons résumer comme suit :

➤ **Au niveau de séparateur (Source principale)**

Il faut faire toute une étude et un suivi des paramètres de séparation suivants (quantité d'eau ajoutée, la température de l'eau, la vitesse de rotation et la durée d'agitation) et leurs relations avec le pourcentage de la matière grasse dans la pâte de dégomme de l'huile brute de soja.

➤ **Au niveau de la section de préparation (Source Secondaire)**

Eviter de démarrer la section d'extraction avec des flocons et attendre la section de préparation jusqu'au réglage et réparation de l'Expandeur, dans le but de minimiser les pertes en matière grasse au niveau de l'extracteur.

Références bibliographiques

- Manuel des corps gras 2 A.KARLESKIHD 1991.
- Extraction par solvant de Smet instructions opérationnelles les huileries du souss AGADIR MAROC 2000.
- École supérieure de technologie de Fès, projet réalisé par EL QESYRY Manal et encadré par Pr Mr. Mohamed AIT ALI; année universitaire 2013/2014.
- Faculté des Sciences et Techniques de Fès, projet réalisé par EZ-ZAYANI Latifa et encadré par Pr Abdellatif HAGGOUD; année universitaire 2013/2014.