



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)

528  
2000

# AGORA' 2000 s.r.l.

2000

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR LE  
DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL  
(ONU DI)

**TUNISIE**  
**Restructuration industrielle dans le secteur agro-alimentaire**  
**(PROJET NUMERO US/TUN/88/224)**

ETUDE D'OPPORTUNITE' SUR L'UTILISATION DES DECHETS DE FABRICATION

RAPPORT FINAL

Janvier 1994

## TABLE DES MATIERES

<u>INTRODUCTION</u> . . . . .	1
1 <u>PRODUCTION AGRO-ALIMENTAIRE NATIONALE DANS LES SECTEURS OBJETS DE L'ETUDE</u> . . . . .	3
2 <u>DECHETS DE LA TOMATE</u> . . . . .	7
3 <u>DECHETS DES PRODUITS DE LA MER</u> . . . . .	17
4 <u>DECHETS DE LA PRODUCTION DE FROMAGES (SERUM)</u> . . . . .	27
5 <u>BIOGAZ ET COLLOIDES ORGANIQUES</u> . . . . .	33
6 <u>LES REJETS</u> . . . . .	39
<u>ANNEXES</u>	

## INTRODUCTION

Les déchets des transformations et des usinages primaires de l'agro-industrie ont toujours constitué un problème pour ce secteur. Autrefois, en l'absence de technologies appropriées pour la récupération de la matière considérée comme épuisée, les déchets étaient destinés exclusivement à un usage domestique et zooteknique. Actuellement, en présence d'une législation visant toujours plus à protéger l'environnement, on a développé une technologie très sophistiquée orientée à la récupération totale des déchets avec des procédés plus ou moins complexes en fonction des substances pouvant être extraites des déchets.

Le déchet fait partie de la matière première de première transformation et représente donc une catégorie de coût importante pour l'entreprise agro-industrielle. Pour le bénéfice de l'entreprise et afin de respecter l'environnement sans le contaminer, il faut poursuivre l'objectif de récupérer cette masse de sous-produit en obtenant un produit utile et donc vendable.

L'objectif de cette étude est de suggérer une solution adaptée au traitement des déchets ainsi qu'une récupération utile et économique. Elle analysera les déchets de transformation de la tomate, des produits de la mer, le lactosérum dérivant de la production de fromage, ainsi que d'une manière générale, d'autres déchets de l'agro-industrie.

Après avoir examiné et vérifié la production globale de l'agro-industrie tunisienne dans les trois sous-secteurs indiqués, on décrira les technologies actuelles et les tendances adoptées en Italie et en Europe pour une meilleure utilisation des déchets.

On verra qu'alors que les entreprises relativement plus grandes auront un avantage économique à se doter d'une installation de traitement des déchets qui leur soit propre, il conviendra aux petites entreprises de transporter leurs déchets vers des unités de traitement spécialisées. Ces unités devront de préférence être installées là où se concentrent le plus de petites entreprises du secteur.

Pour cela, il est souhaitable que le Gouvernement favorise les entreprises qui investissent dans cette direction en les aidant à installer de nouvelles unités pour la récupération des déchets et qu'il facilite l'installation de nouvelles unités destinées à cet emploi.

## CHAPITRE 1

PRODUCTION AGRO-ALIMENTAIRE NATIONALE  
DANS LES SECTEURS OBJETS DE L'ETUDE1.1 TRANSFORMATION DE LA TOMATE

Au tableau suivant figurent les données essentielles concernant la campagne de 1991: on relève que 65% de la tomate fraîche a été transformée par l'industrie nationale pour produire des conserves sous forme de double (DCT) et triple concentré (TCT).

Superficie cultivée	21.673 Ha
Production de tomate	729.000 T
Production moyenne	33 T/Ha
Tomate transformée	470.080 T
Produit fini	83.540 T, dont 79.844 DCT et 3.696 TCT
Rendement moyen	5,55 Kg de tomate fraîche x 1 Kg de DCT
N° Industries transf.	41

Sur la base de ces données et en prenant comme référence un paramètre égal à 5% de la matière première traitée, ce qui représente l'entité moyenne que l'on retrouve dans la majorité des installations de ce type, même en Europe, on en déduit que la quantité estimée de déchets de tomates par campagne s'élève à 23.500 T.

1.3 PRODUCTION DE FROMAGES

Alors qu'en 1991 la production de lait de vache a été de 443.000 Tonnes, la production de fromage a été de 6.000 Tonnes correspondant à environ 60.000 Tonnes de lait frais transformé. Les véritables industries produisant du fromage à échelle industrielle sont au nombre de quatre.

La capacité journalière de transformation de ces industries va de 9.000 à 24.000 litres de lait frais avec une production de lactosérum, qui est le principal déchet de cette industrie, de 8.000 à 20.000 litres par jour.

Leur production de fromages en 1991 a été de 2.000 Tonnes à savoir 1/3 de la production nationale: ceci signifie qu'une grande partie de la production de fromages est de type artisanal et est très fractionnée.

1.4 PRODUCTION DE DECHETS: RESUME

En synthèse, la production des secteurs considérés donne lieu aux quantités de déchets indiquées ci-après:

PRODUIT	QUANTITE (T/an)
Déchets de la tomate	23.500
Déchets des produits de la mer	4.500
Sérum: global	52.000

Tableau 1.2.1: Industrie du traitement des produits de la mer. Résultats de la campagne 1991.

	Production maritime transformée (en T)	Produit fini (en T)	Rendement (%)
<b>PRODUITS CONSERVES (16 Entreprises)</b>			
Thon	1.483	597	40%
Sardines	3.721	2.337	63%
<b>PRODUITS CONGELES (42 Entreprises)</b>			
Poulpes	4.172	3.880	93%
Seiches	5.385	3.500	65%
Crevettes	1.980	1.931	98%
<b>TOTAL</b>	<b>16.741</b>	<b>12.245</b>	<b>73%</b>
<b>PRODUCTION MARITIME GLOBALE</b>	<b>28.000</b>		

Source: GICA - Rapport d'activité 1991

La composition de la quantité de déchets des produits de la mer obtenue par l'industrie de transformation nationale peut être évaluée de la façon suivante:

Thon	886 T
Sardines	1.384 T
	-----
Sous-total	2.270 T
Poulpes	292 T
Seiches	1.885 T
Crevettes	49 T
	-----
Sous-total	2.226 T
	=====
<b>TOTAL</b>	<b>4.496 T</b>

La quantité de déchets dans la transformation des produits de la mer représente en moyenne 27% de la matière première utilisée.

### 1.3 PRODUCTION DE FROMAGES

Alors qu'en 1991 la production de lait de vache a été de 443.000 Tonnes, la production de fromage a été de 6.000 Tonnes correspondant à environ 60.000 Tonnes de lait frais transformé. Les véritables industries produisant du fromage à échelle industrielle sont au nombre de quatre.

La capacité journalière de transformation de ces industries va de 9.000 à 24.000 litres de lait frais avec une production de lactosérum, qui est le principal déchet de cette industrie, de 8.000 à 20.000 litres par jour.

Leur production de fromages en 1991 a été de 2.000 Tonnes à savoir 1/3 de la production nationale: ceci signifie qu'une grande partie de la production de fromages est de type artisanal et est très fractionnée.

## 1.4 PRODUCTION DE DECHETS: RESUME

En synthèse, la production des secteurs considérés donne lieu aux quantités de déchets indiquées ci-après:

PRODUIT	QUANTITE (T/an)
Déchets de la tomate	23.500
Déchets des produits de la mer	4.500
Sérum: global	52.000
dont: production industrielle	18.000

Si l'on considère la campagne de transformation des différents produits il faut tenir compte des périodes suivantes:

Tomate	60 jours (Juillet-Août-Septembre)
Produits de la mer	200 "
Fromages	300 "

Par conséquent, alors que pour les produits de la mer et le fromage on peut considérer un travail continu sur l'année, dans le cas de la tomate le travail n'est concentré que sur environ 60 jours.

De ces considérations et de la quantité de produit disponible on peut définir un scénario de solutions au traitement des déchets de l'agro-industrie.

## CHAPITRE 2

DECHETS DE LA TOMATE2.1 UTILISATION ACTUELLE DES DECHETS EN TUNISIE

Les déchets de la tomate proviennent de la transformation industrielle après la phase de raffinage. Ce matériel, composé de pelures, de graines et d'une modeste quantité de jus ou de pulpe adhérant encore à la peau, correspond à environ 5% du produit frais traité.

Actuellement, dans les pays industrialisés, ce qui est considéré déchet par les producteurs tunisiens, est utilisé dans la préparation d'une grande variété de produits ayant un résidu sec de 16-20%, afin de tirer parti de l'effet épaississant des pectines et des mucilages abondants dans les pelures et les graines.

En Tunisie, les industries de transformation de la tomate situées dans les centres agricoles éloignés des Municipalités font recours à trois méthodes pour écouler leurs déchets:

- Vente aux agriculteurs à 10 D par Tonne environ;
- Cession gratuite;
- Dépôt en champ libre.

Par contre, les industries situées dans des zones municipalisées doivent transporter à leurs frais la partie des déchets non recueillie par les agriculteurs, jusqu'aux Centres de récolte des déchets solides urbains. La taxe pour le service d'évacuation est de 10 D par Tonne.

Les agriculteurs utilisent les déchets de tomates soit à l'état frais qu'après ensilage, comme nourriture pour animaux. Par conséquent, les principaux bénéficiaires du retrait des déchets pour cet usage sont les agriculteurs qui confèrent directement le produit frais et donc les producteurs plus proches de l'usine.

Une grande partie des déchets produits déperit par fermentation et donc par altération des propriétés chimiques et biologiques.

Si l'on pouvait obtenir une nourriture non périssable et facilement transportable, l'utilisation pourrait être plus répandue au profit de l'industrie de transformation mais aussi des éleveurs et des industries d'aliments pour animaux.

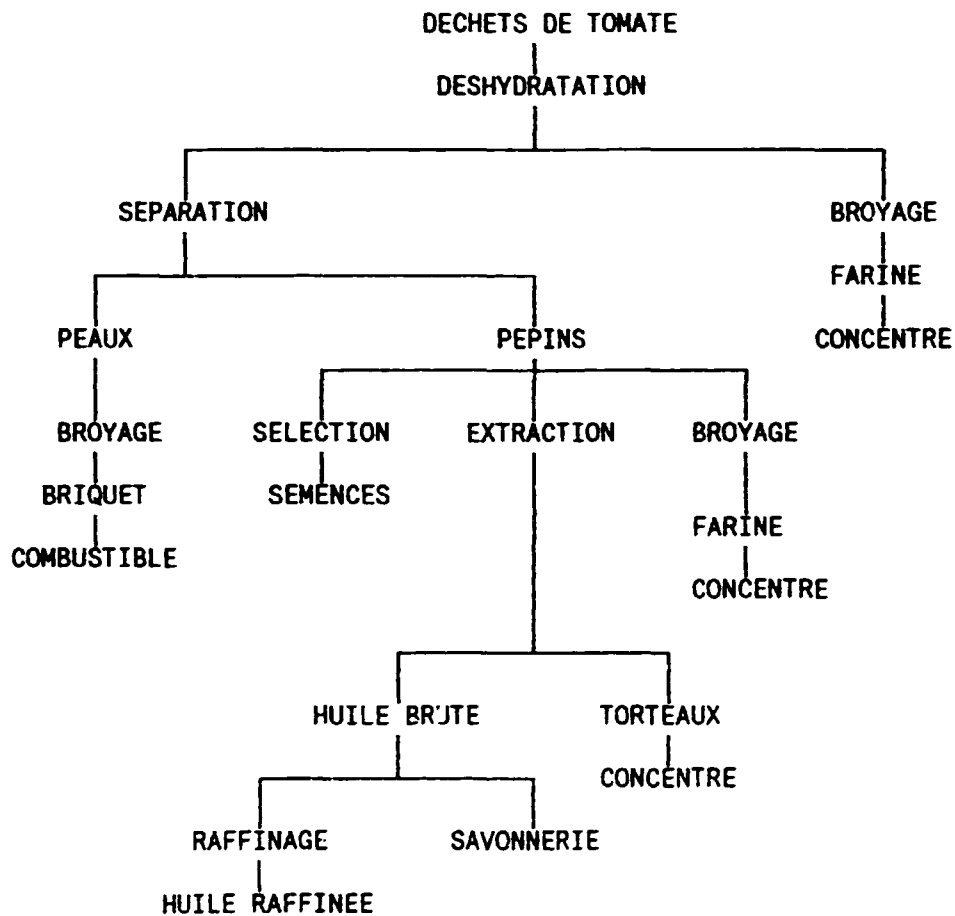
Ce résultat peut être obtenu à travers le procédé de dessiccation.

2.2 DESSICATION

Avec la dessiccation artificielle ou déshydratation, on obtient un produit avec 14% d'humidité, une bonne conservation et duquel on peut obtenir différents sous-produits (cf. Figure 2.2.1), à savoir:



Figure 2.2.1: PROCÉDE DE TRASFORMATION DES DECHETS DE TOMATES PAR DESHYDRATATION



1. Farines intégrales à usage zootechmique.
2. Briquettes combustibles.
3. Farines de grains à usage zootechmique.
4. Graines sélectionnées pour la semence.
5. Graines pour l'extraction de l'huile et tarteaux à usage zootechmique.

Au paragraphe suivant figurent les informations de base sur le procédé de déshydratation pour passer ensuite, aux paragraphes suivants, à la description des utilisations possibles du matériel sec ainsi obtenu.

### 2.2.1 Description du cycle technique et économique de la déshydratation

Considérons une quantité de déchets égale à 5.000 Tonnes étalée sur une campagne de 60 jours. Cette quantité correspond, sur la base des paramètres déjà énoncés, au résultat du traitement d'environ 100.000 T de produit frais. Ce type de quantité est supérieur à celui correspondant à la capacité d'une seule entreprise de transformation des déchets de tomates de celles existant en Tunisie.

Toutefois, on a choisi cette dimension pour donner un exemple de quantité importante, pouvant donner de bons résultats et pouvant représenter également la capacité d'une unité de transformation indépendante de l'industrie de la conserve.

Les paramètres de production utilisés sont les suivants:

Produit:	déchets de tomates
Quantité:	5.000 Tonnes de déchets traités par saison
Durée de la campagne:	60 j x 24 h/j
Heures totales:	1440 h

Au tableau suivant figure le bilan de transformation correspondant aux différents niveaux d'humidité du produit initial pour obtenir un produit sec d'une humidité égale à 14%. Les données indiquées se rapportent aux quantités horaires de produit humide traité et de produit sec obtenu, ainsi que les quantités totales traitées et obtenues pendant la campagne de 60 jours.

Humidité initiale (%)	Capacité de traitement (Ton/h)	Capacité de production de produit sec (Ton/h)	Quantité traitée de produit humide (Ton)	Quantité produite de produit sec (Ton)
80	3,4	0,85	4.896	1.224
75	3,5	1.05	5.040	1.512
70	3,7	1,20	5.328	1.728
65	4,0	1,60	5.760	2.304
60	4,1	1,90	5.904	2.736

Les données du tableau confirment ce qui est déjà évident sur le plan intuitif: un niveau d'humidité de départ plus élevé entraîne des quantités produites plus faibles. Sur la base des données relevées en Tunisie, on adoptera comme paramètre une humidité moyenne des déchets égale à 70%.

Le coût de transformation le plus important dans le procédé de déshydratation est celui relatif à l'énergie. La solution la plus courante est celle d'utiliser un brûleur à gasoil.

Toutefois, il convient de rappeler qu'on trouve en Tunisie des combustibles pauvres constitués par du marc d'olives et des coquilles d'amandes et de noisettes qui offrent la possibilité d'obtenir des coûts d'exercice considérablement réduits par rapport au gasoil.

En outre, auprès des industries de la conserve dotées de chaudières pour la production de vapeur, la récupération des fumées de décharge des chaudières assume une importance fondamentale; en effet, cette solution permet d'assurer une grande économie d'exercice, puisque le coût de l'énergie nécessaire à la déshydratation devient virtuellement nul.

Sur la base des paramètres de coût suivants:

Gasoil:	0,400 DT/l
Marc d'olives:	0,050 DT/kg
Coquilles:	0,030 DT/k

et au tableau ci-après figurent les coûts d'énergie par Tonnes de produit sec correspondant aux différents niveaux d'humidité initiale de la matière première et utilisant différentes solutions de combustible.

Humidité initiale %	Coût Ton sec avec Gasoil D	Coût Ton sec avec marc oliv. D	Coût Ton sec avec coquille D	Coût Ton sec avec fumées
80	104	32	19	0
75	80	25	15	0
70	64	20	12	0
65	48	15	9	0
60	40	12	7	0

L'avantage comparé d'installer un séchoir auprès d'une usine déjà existante semble donc évident.

Le coût de l'investissement pour une installation de la capacité envisagée comme hypothèse est d'environ 150.000 D.

Si on considère de traiter un produit avec un taux d'humidité initial moyen de 70% pour le porter ensuite à 14%, et en considérant donc une production de 1.728 T de produit sec on obtient l'estimation de coût unitaire (D/T) de production suivante en correspondance des deux hypothèses limites en termes de combustible (gasoil et fumées):

Amortissement (10%):	8,681 D/T
Main-d'oeuvre (10 D/h x 1,2 h/T):	12,000 D/T
Gasoil:	64,000 D/T
Autres dépenses:	30,000 D/T
<b>TOTAL: 114,681 D/Tonne condition plus défavorable</b>	

ou bien:

Amortissement:	8,681 D/T
- Main-d'oeuvre:	12,000 D/T
- Fumées de chaudières:	0,000 D/T
- Autres dépenses:	30,000 D/T
<b>TOTAL: 50,681 D/Tonne condition plus favorable</b>	

En considérant un prix de marché de 200 DT/Tonne pour le produit desséché, l'avantage économique résulte évident en particulier en utilisant les fumées des chaudières comme source de chaleur pour la déshydratation. En effet, le bénéfice annuel brut dans les conditions hypothésées est égal à environ 145.000 D dans l'hypothèse plus défavorable et à environ 250,000 D dans l'hypothèse plus favorable avec un temps de retour égal respectivement à 1 an et 0,6 ans.

L'opportunité de réaliser un investissement de ce type dépend de façon considérable de la disponibilité en matière première et dans ce cas des déchets de la transformation de la tomate, dans le voisinage immédiat de l'établissement. En Tunisie cette disponibilité sur le territoire se présente comme l'indique le tableau suivant où figure la synthèse des données de production relatives aux principales zones de concentration des activités tomarières.

Localité	Q.té traitée Tonnes	Déchets Tonnes	Entreprises Nb.
CAP BON	240.000	12.000	20
KORBA	71.000	3.500	5
SIDI BOUZID	50.000	2.500	2
DIEZ EL BAB	55.000	2.750	2
BENAROUSSE	50.000	2.500	4

En observant le tableau, on peut établir que cinq à six unités de dessiccation pourraient être installées dans les zones prises en considération, dont deux dans la zone de Cap Bon et une (qui peut être de taille plus petite) dans les autres. Il faut souligner qu'il existe une opportunité particulière à SIDI BOUZID et BENAROUSSE, où les unités de transformation sont situées en zone municipalisée, et où la majorité des déchets est amenée aux décharges avec une augmentation des dépenses pour l'industrie comme pour la Municipalité.

## 2.2.2 Briquettes combustibles

En cas de demande élevée de combustible solide à usage domestique, on peut obtenir des briquettes par pressage du desséché moyennant extrusion.

Il existe sur le marché une gamme de presses à briquettes ayant une capacité de production de 50 à 2.200 kg/h. Les briquettes obtenues ont un diamètre d'environ 50/60 mm et une longueur d'environ 100/200 mm. La puissance spécifique est de 0,075 KW par kg/h de produit briqueté pour la presse et 0,01 KW par Kg/h de broyat. La puissance globale installée s'élève donc à 0,085 KW par kg/h de produit.

L'investissement de la presse à briquettes est de 1.000 D par KW employé ou de 75 D par Kg/h de produit briqueté. L'investissement du broyeur est de 2 D par Kg/h de produit.

Si l'on considère un prix de vente des briquettes à 100 D/T, on peut envisager une production de 1 Tonne en 8 heures pour 60 jours (125 Kg/h) et le résultat économique du tableau ci-après:

Revenu:	1 T/j x 60 j x 100 D/T	6.000 D
Matière première:	60 T x 200 D/T	1.200 D
Coût énergétique:	10,6 KW x 0,086 D/KWh x 8h/j x 60j	438 D
Main-d'oeuvre:	2 un. x 2 D/h x 8 h/j x 60 j	1.920 D
Total coûts de prod.:		3.558 D
Bénéfice brut:		2.442 D
Investissement:		
Broyage	2 D/Kgh x 125 Kg/h	250 D
Presse	75 D/Kg/h x 125 Kg/h	9.375 D
Total coût d'investissement:		9.625 D

Le temps de retour de l'investissement est donc  $(9.625 : 3643 = 3,9)$  de quatre saisons de 60 gg.

L'extension de la gamme de capacité de production disponible sur le marché de l'équipement permet également à des entreprises de petites dimensions d'entreprendre des productions de ce genre qui valorisent les déchets avec un coût d'investissement relativement modeste.

### 2.2.3 Graines sélectionnées pour la reproduction

La méthode de choisir des pépins de reproduction est utilisée quand il existe une variété standard et non hybride de tomate; lorsqu'on est en présence de variétés hybrides, les pépins sont uniquement destinés à l'extraction d'huile ou à la zootéchnie.

Selon la destination, on peut avoir donc deux lignes distinctes de production.

#### A. Ligne graines de reproduction

Afin de traiter les déchets pour obtenir des pépins de reproduction, il est nécessaire d'opérer une dessiccation à une température d'environ 35-38° C afin de ne pas compromettre la possibilité de germination des pépins.

Après la phase de dessiccation, on suit le procédé suivant:

- Pré-nettoyage: première séparation des pépins et pelures;
- Epluchage: nettoyage et polissage des pépins;
- Battage: séparation des pelures et autres pépins;
- Sélection: moyennant trois passages sur cylindres rotatifs;
- Emballage: en sacs ou boîtes.

Le Bilan économique de transformation se présente comme ci-après:

Quantité de déchets:	1.000 T humidité 70%
Produit sec:	330 T humidité 14%
Quantité pépins:	100 T humidité 14%
Capacité du séchoir:	700 kg/h
Capacité de la ligne de sélection:	250 Kg/h
Jours de travail:	50 x 8h
Coût du séchoir:	65.000 D
Coût de la ligne de sélection:	80.000 D
Rendement sélectionné:	50%
Coûts directs:	21.000 D
Coûts indirects:	12.000 D
Produits (75 D/Kg x 50.000 Kg):	350.000 D

La quantité de pépins sélectionnés sur 1.000 Tonnes de déchets de tomates correspond à la quantité nécessaire pour la semence d'environ 14.000 Ha.

## B. Pépins de pressurage

La dessiccation des déchets se fait à une température de 120° C. La ligne de séparation des pépins se limite à des opérations plus simples de celles utilisées pour les pépins de reproduction: tout d'abord, le battage où les pépins sont séparés des pellicules étrangères et ensuite le nettoyage où l'on sépare les pépins allant au stockage des déchets qui vont à la production de farines servant pour la nourriture d'animaux par un broyeur.

Coût de l'installation de séparation:	50.000 D
Capacité de production:	0,4 Ton/h
Puissance:	25 KW
Nombre d'employés:	2

### 2.2.4 Graines pour l'extraction d'huile

Au cas où, après la dessiccation et la séparation des déchets, les pelures sont transformées en farine ou briquettes, les pépins peuvent être utilisés soit comme nourriture pour animaux soit comme matière première pour l'extraction d'huile.

Les pépins de tomates séparés après la déshydratation ont un contenu en huile qui varie de 18 à 27% et moyennant le pressurage on peut en obtenir de 15 à 17% environ.

En considérant que la quantité de pépins rejetés après la déshydratation représente environ 1% du produit frais, la quantité globale qui peut être obtenue par la quantité de produit frais prise en considération plus haut (5.000 T) est d'environ 50 Tonnes.

L'industrie huilière qui traiterait cette quantité de pépins pourrait donc récupérer environ 8 Tonnes d'huile brute pour alimenter ses productions. L'huile brute pourrait être raffinée afin d'obtenir de l'huile comestible, mais la quantité traitée ne justifie pas le raffinage si elle n'est pas mélangée avec d'autres graines pour produire de l'huile végétale. D'ailleurs l'huile brute de pressurage peut être utilisée par l'industrie de la savonnerie.

Comme sous-produit du pressurage on obtient aussi une excellente nourriture pour animaux sous forme de torteaux ayant la composition suivante:

Humidité:	10%
Protéines:	30-35%
Substances grasses:	10%
Amidon:	3%
Pentosanes:	5%
Extraits non azotés:	20%

#### 2.2.5 Farines de pépins à usage zootechnique

La farine de pépins s'obtient par broyage par moulins à marteaux et est emballée dans des sacs ou stockée dans des silos pour être destinée à l'utilisation directe comme nourriture pour animaux ou à l'industrie d'aliments pour animaux comme produit complémentaire aux concentrés préparés pour une alimentation équilibrée.

#### 2.2.6 Farines intégrales à usage zootechnique

Etant donné leurs caractéristiques, les déchets de la tomate sont considérés comme un excellent sous-produit et peuvent être comparés au foin.

Ils contiennent en moyenne 41% de substance sèche avec la composition suivante:

Substances minérales	5%
Cellulose brute	37%
Matière grasse	16%
Extraits non azotés	20%
	----
	100%

Avec la méthode de déshydratation on obtient les avantages suivants:

- En réduisant le contenu en eau à 14%, les propriétés chimiques et biologiques des déchets ne sont pas altérées.

- Par effet de déshydratation, les pertes de substances nutritives sont minimales étant donné que celle-ci bloque tous les phénomènes physiologiques (respirations, actions enzymatiques, fermentations) qui provoquent ces pertes.
- Le produit peut être facilement stocké tout en maintenant ses caractéristiques.

Pour obtenir de la farine intégrale à partir du produit desséché, il est nécessaire d'installer un broyeur et un silos de stockage de la farine. Le coût de cet investissement, s'il est intégré en aval du séchoir, peut être évalué à environ 10.000 D.

## 2.3 TURBO-EXTRACTION

La méthode d'extraction du jus des déchets moyennant un turbo-extracteur permet de retirer de 5 à 10% du liquide supplémentaire qui s'ajoute au principal, améliorant ainsi le taux d'extraction.

Dans l'extracteur centrifuge, le produit subit une séparation solide-liquide avec récupération de la partie de la pulpe adhérent à la peau, riche en pectines, sucre et sel qui, en entrant dans le concentrateur, augmente la consistance du concentré et influe sur le rendement de tomate fraîche pouvant arriver jusqu'à 1%.

La phase de turbo-extraction ne doit pas être considérée comme une ligne supplémentaire pour le traitement des déchets sortant de la passoire, mais comme une phase d'extraction du jus qui remplace de manière plus efficace celle du raffinage pour donner des déchets complètement épuisés.

Le groupe de raffinage utilisé actuellement par les industries tunisiennes du secteur et particulièrement par celles de type vertical, doit être alimenté de façon constante et régulière pour donner de bons résultats.

Puisque normalement l'alimentation et son contrôle sont irréguliers, il faut considérer que le fonctionnement du groupe de raffinage est irrégulier et que 5 à 10% des déchets peuvent être récupérés. De plus, les impuretés représentées par des points noirs, jaunes et verts sont réduites par la turbo-extraction ce qui améliore la qualité du produit fini.

La turbo-extraction permet en conséquence d'obtenir les avantages suivants:

1. Déchets plus secs, rendement plus élevé.
2. Meilleur jus extrait.
3. Diminution des impuretés.
4. Diminution des moisissures.
5. Meilleure qualité du produit fini.
6. Economie d'énergie en phase d'extraction du jus ainsi qu'en phase de dessiccation des déchets.



A titre d'exemple et pour une capacité journalière de 400 Tonnes de tomates, c'est-à-dire 16 T/h, le coût d'investissement du turbo-extracteur est d'environ 40.000 D.

En récupérant de 5 à 10% des déchets estimés à 0,5% de la tomate fraîche, on obtient de 1 à 2 T/jour de jus ce qui correspond respectivement à 8-16 Tonnes de DCT en fin de campagne.

En termes économiques, si on considère une valeur de 700 D/Tonne, on obtient de 5.600 à 11.200 D par campagne, ce qui compense en moyenne l'amortissement annuel du turbo-extracteur calculé sur 5 ans.

Pour le cas des usines qui déclarent actuellement des taux de déchets plus élevés, les gains sont plus importants.

Le choix de l'installation d'un Turbo-extracteur devrait être pris en considération par les entreprises surtout lorsqu'il faut remplacer le groupe d'extraction raffinage pour capacité insuffisante ou inefficacité.

## CHAPITRE 3

DECHETS DES PRODUITS DE LA MER3.1 INTRODUCTION

Pour le traitement des déchets des produits de la mer, on prendra en considération la localisation des entreprises, l'infrastructure et l'induit dans le pays.

Afin de pouvoir proposer une solution économiquement réalisable, il faut considérer que le prix de vente des déchets est généralement assez faible. Il n'est donc pas avantageux de destiner ces déchets à des productions nécessitant un produit congelé ou à des installations éloignées du lieu d'origine, étant donné que le coût de la congélation ou du transport rendrait cette production anti-économique.

Un secteur par exemple qui utilise le congelé est celui du Pet-food, à savoir les aliments pour chiens et chats domestiques. Si les conditions de production de "Pet-food" devaient se réaliser, il faudrait examiner la possibilité d'installation d'une unité qui soit proche des sources de matière première nécessaire. On traitera plus en détail de cette possibilité dans ce même chapitre.

Par contre, si l'on considère l'importante production de concentré pour animaux du pays, la solution la plus conforme aux conditions actuelles est celle de transformer les déchets en farine: une solution qui, outre à être économiquement et écologiquement avantageuse peut créer de nouvelles activités et des produits exportables.

3.2 DESTINATION ACTUELLE DES DECHETS

La destination plus communément utilisée en Tunisie pour les déchets des produits de la mer est celle du rejet dans la mer. Ceci entraîne un déséquilibre des conditions de l'environnement marin soit pour la flore que pour la faune.

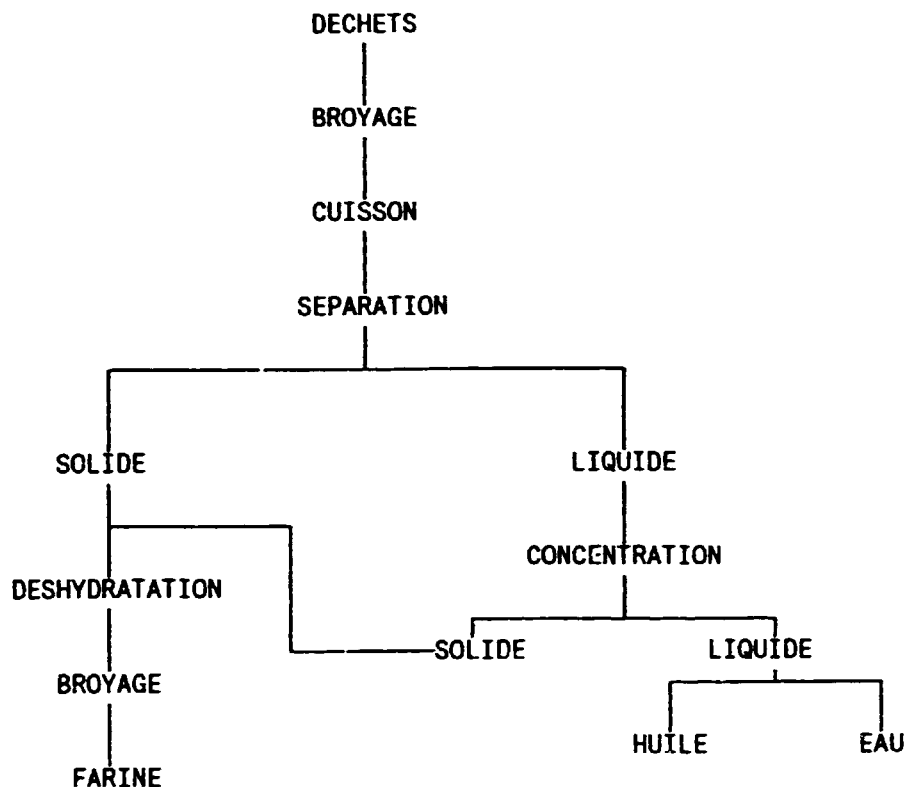
Dans d'autres cas les déchets sont enterrés et seule une petite partie est utilisée pour être transformée en farine.

3.3 DESSICATION

Avec la méthode de la déshydratation, on parvient à transformer les déchets de production du poisson en farine destinée aux entreprises productrices de nourriture équilibrée pour animaux ou à la préparation de nourriture pour l'élevage du poisson.

Au schéma de la Figure 3.3.1 est représenté le cycle de travail nécessaire à la fabrication de farine et d'huile à partir de déchets.

Figure 3.3.1: PROCÉDE DE TRANSFORMATION DES DECHETS DES PRODUITS DE LA MER



### 3.3.2 ETABLISSEMENT DE DESSICATION

#### a. Capacite' de production et investissement proposees

Si l'on tient compte des différentes espèces de produit à traiter, le rendement en farine peut être considéré égal à 30% et le rendement en huile est égal à 3% de la matière première traitée.

Par conséquent, si l'on considère une production globale d'environ 4.500 Tonnes de déchets on obtiendrait 1.350 Tonnes de farine et 135 Tonnes d'huile.

Les farines obtenues constituent un excellent aliment pour la pisciculture étant composées en moyenne de:

Protéines:	65%
Substances grasses:	9%
Chlorures:	6%
Phosphore:	3%

De légères variations dans la composition peuvent dépendre du type de poisson traité et de la quantité du même type de poisson dans l'ensemble des déchets.

L'installation nécessaire pour la production de farine réalisée dans le respect des normes pour la protection de l'environnement, doit être complétée d'installations pour la décantation des fumées et vapeurs et pour l'épuration des eaux.

La quantité globale de déchets pouvant être récupérée par toutes les industries du secteur pourrait en principe alimenter un établissement de dimension moyenne d'une capacité de 20 Tonnes/jour. Toutefois dans le cas de la Tunisie, il faut considérer l'influence importante des coûts de transport qui pourraient représenter 20-25% des coûts de production de la farine.

Sous ce point de vue, même s'il serait préférable d'installer de petites installations dans les principaux centres de production de déchets, les coûts de gestion seraient supérieurs aux bénéfices de production et pourraient devenir anti-économiques surtout si l'on considère que chaque établissement doit se doter d'une unité pour la dépuración des eaux, des fumées et des vapeurs.

On analysera donc le bilan de production d'une installation avec une capacité de traitement de 4.000 T/an sur 200 jours. Le coût de production a été calculé sur la base d'un paramètre moyen pour ce type d'installations, correct pour tenir compte de la situation du marché tunisien. Le bilan se présente comme ci-après:

---

Matière première: déchets de poisson		
Quantité:	4.000 T/an	
Jours de travail:	200	
Nombre d'équipes:	2	
Production:	Farine de poisson (30%):	1.200 T
	Huile (3%):	120 T
Recettes:	(Farine= 350 DT/T x 1.200 T):	420.000 D
	(Huile = 300 DT/T x 120 T):	36.000 D
Coûts de production:		240.000 D
Bénéfice d'exploitation:		216.000 D
Coût investissement (aire+bâtim.+installation):		2.500.000 D

---

L'investissement se présente comme plutôt onéreux, avec un temps de retour de plus de 10 ans. Ce résultat pourrait être substantiellement différent au cas où on réaliserait des économies d'investissement, comme par exemple dans le cas où les bâtiments de production (qui constituent presque la moitié du coût d'investissement) seraient déjà disponibles.

Il convient de considérer l'existence dans le pays, d'installations déjà opérantes pour la production de farine de poisson et qui sont toutefois seulement partiellement utilisées, étant donné l'insuffisance de la matière première. Par conséquent l'approvisionnement externe de déchets de la transformation du poisson augmenterait le niveau d'utilisation des capacités des installations, qui est actuellement extrêmement bas (environ 20%). Un tel système contribuerait à la solution du problème de l'écoulement des déchets des entreprises de transformation du poisson, qui ne sont pas en mesure de se

doter d'équipements adaptés à celà. Cette solution, tout en résolvant les deux problèmes d'augmentation de productivité des installations existantes et d'écoulement des déchets des entreprises, éliminerait l'effet de pollution des décharges solides qui, jetées à la mer, peuvent provoquer des dommages sur les zones de bord de mer et aux alentours de l'établissement.

#### b. Utilisation des ces produits dans l'alimentation de bétail

Les caractéristiques des déchets résultant de la transformation du poisson définissent la qualité de la farine obtenue en fonction de la composition de ces mêmes déchets. Plus le pourcentage de protéines sera élevé, plus la qualité de la farine sera meilleure. Une valeur en protéines de 65-70% détermine une bonne qualité de farine, qui pourra être utilisée soit en pisciculture que pour l'élevage plus général du bétail, moyennant des formules adaptées à chaque cas.

Un pourcentage de 5% de farine de poisson, avec 70% de protéines, est généralement employé dans la préparation d'aliments équilibrés pour jeunes veaux et poulets à l'engrais et pour l'alimentation de poules pondeuses.

Toutefois, on peut également avoir des valeurs en protéines bien inférieures à 70% dans la production de farine de poisson à déchets. Ceci est dû à la présence dans les déchets d'importantes quantités d'os, de nageoires et de queues (cas typique des déchets du thon).

Dans ce cas, la valeur en protéines peut atteindre environ 40% avec une faible valeur nutritionnelle et une faible valeur commerciale.

Il appartiendra donc au producteur de farine de savoir gérer la production, alors que le producteur d'aliments pour animaux devra savoir équilibrer avec les mélanges nécessaires et opportuns les caractéristiques nutritionnelles des aliments devant être administrés aux différentes espèces animales, dans des conditions d'âge et de type d'élevage différentes.

#### c. Ramassage de la matière première

Afin de pouvoir réaliser la récupération des déchets de la transformation du poisson, il est nécessaire que l'entreprise productrice de farine de poisson organise un service de ramassage systématique et journalier, au moyen de la fourniture à chaque entreprise de transformation des conteneurs adéquats qui seront retirés par le receveur.

Ce service, rendu à l'entreprise fournisseuse de déchets, devra être compensé exclusivement par le produit reçu. Dans ce cas, en effet, trois sujets en seraient les bénéficiaires: l'entreprise fournisseuse de déchets, qui aura un moindre coût d'écoulement; l'environnement auquel on éliminera les dangers de pollution et l'entreprise productrice de farine de poisson, qui pourra compter sur une meilleure utilisation de ses installations et donc d'une diminution de ses coûts.

## d. Les rejets

L'utilisation proposée, ne résoud, toutefois, pas complètement le problème de la pollution de l'environnement, étant donné que les eaux de lavage, le sang, le gras et les substances solides qui s'en vont avec les eaux sont des agents polluants dans le cas où ils sont directement déchargés à l'extérieur par l'entreprise.

Dans ce cas, chaque entreprise devra se doter d'un système de pré-traitement des eaux-vannes afin de pouvoir effectuer une première sélection des substances solides moyennant grillage. Ensuite, le dégrassage des eaux par flottation devra être effectué de façon à réduire d'environ 20% la charge polluante.

Les eaux, ainsi partiellement dépurées, devraient être traitées biologiquement dans un bassin d'homogénéisation à boues actives, afin d'être définitivement dépurées et pouvoir être déversées sans dommages et en respectant les réglementations en vigueur.

## 3.4 PRODUCTION DE PET-FOOD

### 3.4.1 INTRODUCTION

Si d'un point de vue plus général, on considère tous les déchets et non seulement ceux du poisson mais aussi ceux de la viande en provenance des abattoirs et ceux des légumes et céréales, on peut envisager une utilisation globale pour la production de "Pet-food" (aliments pour chiens et chats domestiques).

La production d'aliments pour animaux domestiques est un phénomène très récent et les entreprises européennes de ce secteur sont localisées principalement en France, en Allemagne et en Italie.

Le taux de croissance moyen enregistré en Italie au cours des dernières années a été de 15% et l'on prévoit que la croissance des ventes se maintiendra de façon très soutenue au cours des prochaines années. En Italie, 60% du produit fini est importé.

Il existe au sein du marché une vaste gamme de formulations commerciales qui prévoient la présence de tous les types de viande et de goûts en présence de légumes verts, légumes potagers et céréales.

La complexité des formules commerciales implique donc la découverte de nombreux types de viande très différents (poulet, agneau, lapin, boeuf, veau, poisson, etc.) qui doivent être repérés sur le marché et dont le poisson n'est qu'une composante.

En outre, une industrie de ce genre doit être orientée vers l'exportation moyennant des accords selon lesquels la commercialisation sera gérée par une entreprise opérant déjà dans le secteur et ayant déjà acquis une place bien précise et une image de marque sur le marché. En Italie, alors qu'il existe d'une part une forte demande, il existe aussi d'autre part une forte concentration de l'offre dans les mains de trois gros groupes (DOLMA-NESTLE'-QUAKER) qui détiennent 80% du marché.

### 3.4.2 ETABLISSEMENT DE PRODUCTION DE PET-FOOD

#### a. Capacité de production proposée

La potentialité globale annuelle de produit fini prise en considération est de 20.000 Tonnes, ainsi réparties:

- Boulettes de viande humides: 10.000 T, soit 25.000.000 boîtes de 1/2
- Paté en boîte: 8.000 T, soit 20.000.000 boîtes de 1/2
- Paté en auget: 2.000 T, soit 10.000.000 augets de 200 g.

L'activité de production de l'établissement se déroulerait comme ci-après:

- Semaines ouvrables: 48
- Jours ouvrables/sem.: 5
- Jours ouvrables/an: 240
- Nb. d'équipes journaliers: 2 x 8 heures

Les lignes de production sont utilisées comme ci-après:

- Boulettes de viande humides (boîtes 1/2): 20.000 b/h pour 80 j/an
- Paté en boîte: 8.000 b/h pour 160 j/an
- Paté en auget: 4.000 b/h pour 160 j/an

#### b. Matières premières

Les matières premières à utiliser sont principalement les viandes congelées (en blocs palettisés), à savoir:

- Carcasses, têtes, queues et pattes de poulet, dinde, agneau, etc;
- Restes de poulet, dinde, agneau, etc;
- Foie, coeur, poumon, rognon de boeuf;
- Produits de la pêche: thon, sardines, seiches.

On utilise aussi des céréales (farine de blé, maïs, soja, gluten de froment, riz) et des ingrédients divers (farine d'os et farine de sang, légumes déshydratés, pâtes alimentaires, sel et sucre, épaississants, gélifiants, colorants, aromatisants, vitamines et polyphosphates).

La distribution en pourcentage de l'utilisation de ces matières est donnée dans le tableau suivant:

<u>Boulettes</u>	<u>Min-Max</u>	<u>Paté</u>	<u>Min-Max</u>
Viandes congelées	20-30%	Viandes congelées	30-60%
Céréales	10-20%	Céréales	5-15%
Ingrédients div.	3- 5%	Ingrédients div.	1- 4%
Eau	55-60%	Eau	35-45%

## c. Personnel

Dans l'hypothèse que la commercialisation des produits finis soit gérée par une structure externe, le personnel de l'entreprise devrait compter sur 50 unités, ainsi réparties:

- Direction et Administration: 6
- Ouvriers fixes de production: 30
- Ouvriers fixes indirects: 14

## d. Typologie des produits à proposer

La gamme des produits finis comprend, comme on l'a dit, deux préparations principales, les boulettes de viande humides et le paté en diverses formulations.

En ce qui concerne les récipients, on utilise des boîtes métalliques de bande étamée pour boulettes et paté et des augets de plastique avec couvercle en aluminium thermosoudé pour paté, selon la distribution des formats suivante:

- Boîtes métalliques pour boulettes: 1/2 (net 400 g.)  
4/4 (net 800 g.)  
3/2 (net 1.250 g.)  
4/2 (net 1.650 g.)
- Boîtes métalliques pour paté: 1/4 (net 200 g.)  
1/2 (net 400 g.)  
4/4 (net 800 g.)  
3/2 (net 1.250 g.)
- Augets en plastique pour paté: 100 g.  
150 g.  
200 g.

L'emballage final des confections a lieu en:

- Cartons thermo-enveloppés de 6-12-24-28 pièces/chaque (en fonction du format), contenant des boîtes au détail ou pré-emballées en multi-emballage (type cluster) de 2 ou 3 pièces.
- Cartons thermo-enveloppés de 12-24 pièces/chaque contenant des augets de plastique au détail ou pré-confectionnés en multi-emballage (type cluster) de 2 ou 3 pièces.

Les unités finales de vente sont constituées par des confections thermo-enveloppées, type "no-collant", contenant 2-3-4 cartons superposés pour chaque confection ou par des caisses de carton, contenant 2-3-4 cartons superposés pour chaque confection.

Les différentes formulations commerciales des préparations se distinguent par leur ingrédient principal (agneau, lapin, foie et rognon, boeuf, poisson, légumes verts, légumes potagers, pâtes, poulet, thon, veau, etc.).



e. Valeurs d'orientation de l'investissement

L'établissement devrait intéresser une superficie couverte d'environ 10.000 m<sup>2</sup> sur 30.000 m<sup>2</sup> totaux. Le coût relatif est évalué comme ci-après:

- Achat du terrain:	200.000 D
- Ouvrages civils:	3.000.000 D
- Unités de production:	4.375.000 D
- Unités auxiliaires:	750.000 D
- Unités de service:	1.875.000 D
- Projet / Dir. Trav.:	800.000 D
	=====
T O T A L	11.000.000 D

f. Temps de réalisation

Les temps estimés nécessaires pour la réalisation de l'installation sont les suivants:

- Projet préliminaire:	2 mois
- Projet définitif:	4 mois
- Achat du terrain et obtention de concessions:	4 mois
- Ouvrages civils et installations:	12 mois
- Vérifications et entrée en production:	2 mois
	=====
T O T A L	24 mois

g. Zone de localisation éventuelle

Parmi les éléments à prendre en considération dans le choix de localisation de l'installation, il faut considérer les éléments suivants comme déterminants:

- Concentration d'entreprises traitant de viande de poulet, de viande bovine, de poisson, etc;
- Présence de fournisseurs de blocs de viande et poisson congelé, indiquée pour la production de Pet-food;
- Voisinage d'un port.

h. Valeurs d'orientation des comptes de prévision

i. Recettes

Sur la base des prix de vente moyens relevés sur le marché international, les hypothèses de rendement annuel suivantes ont été élaborées:

- Boulettes de viande en boîte:	10.000.000 D
- Paté en boîte:	8.750.000 D
- Paté en augets:	2.500.000 D
	-----
Total recettes:	21.250.000 D

## ii. Coûts

Les coûts correspondant à ces niveaux de production peuvent être synthétisés comme ci-après:

- Directs:	10.000.000 D
- Indirects:	1.250.000 D
	-----
Total Coûts:	11.250.000 D

## iii. Résultats d'exploitation

Dans les conditions décrites, on obtiendrait un bénéfice d'exploitation d'environ 10.000.000 D, avec un temps de retour estimé en 2 ans.

Cet important résultat se justifie par le très haut niveau de la demande internationale de pet-food et par la disponibilité prévisible de matière première à bon marché.

Toutefois, il est nécessaire de considérer avec attention l'aspect commercial de l'entreprise: en effet, aucune entreprise nouvelle ne pourrait s'affirmer seule, sans passer par l'intermédiation commerciale d'une des grandes entreprises productrices et distributrices sur les marchés européens. La conclusion d'un accord de commercialisation avec une de ces entreprises est donc une condition essentielle pour le succès d'une initiative de ce genre. Il faut souligner qu'un tel accord imposerait à la nouvelle entreprise une série de conditionnements urgents du point de vue de la gestion technique, du contrôle de qualité de la matière première et du produit fini, du respect scrupuleux des normes en matière d'hygiène et de la ponctualité et régularité des livraisons: la satisfaction de l'ensemble de ces conditions constitue à son tour une condition de succès tout autant décisive.

Par l'analyse de la situation dominante en Tunisie, on peut affirmer que les probabilités de succès d'une telle initiative seraient élevées.

## CHAPITRE 4

DECHETS DE LA PRODUCTION DE FROMAGES  
(SERUM)4.1 INTRODUCTION

Le sérum provenant du traitement du lait pour la production de fromage a toujours représenté un grave problème pour la communauté et l'environnement d'un point de vue écologique. Les méthodes utilisées jusqu'à présent pour la dépuración du sérum ne sont pas adaptées: elles sont onéreuses et détruisent un patrimoine énergétique et fonctionnel constitué par les protéines solubles et par le lactose.

Le lactosérum est un reflux particulièrement polluant s'il est versé dans l'environnement sans être dépuré. Par contre, il devient rémunérateur si on applique des technologies de récupération des protéines et du lactose.

Pour la récupération du sérum afin d'obtenir d'une part des eaux propres et d'autre part des substances sèches utilisables on peut suivre les trois méthodes suivantes:

1. **DESSICATION** pour obtenir une eau propre et des farines à usage zootéchnique. Cette solution prévoit des coûts de gestion élevés et des bénéfices insuffisants pour couvrir les seules dépenses de gestion.
2. **CONCENTRATION ET DESSICATION** pour obtenir des eaux propres et une poudre de sérum à usage alimentaire. Cette solution permet d'équilibrer le bilan coûts/bénéfices, alors que le coût de l'établissement n'est pas amortisé.
3. **CONCENTRATION-CRISTALLISATION-DESSICATION** pour obtenir des eaux propres d'une part et des protéines et du lactose d'autre part. Cette solution permet d'obtenir des substances à haute valeur commerciale et donc de bonnes marges de profit qui amortissent l'établissement en quelques années.

Il faut donc considérer cette troisième hypothèse puisqu'elle permet d'obtenir le maximum des bénéfices nécessaires au succès de l'activité de récupération du sérum.

4.2 TECHNOLOGIE DU PROCESSUS DE PRODUCTION DE PROTEINES ET DE LACTOSE

La technologie utilisée est celle de l'Ultrafiltration et de l'Osmose inverse moyennant laquelle des espèces chimiques différentes entre elles sont séparées et concentrées par expulsion d'eau propre.

En utilisant cette technologie on récupère les protéines à travers un processus de concentration et de dessication. La poudre obtenue est largement appliquée dans les domaines de la diététique, de la pharmaceutique et de l'alimentaire.

Le lactose, effluent de l'Ultrafiltration, peut être récupéré tel quel ou transformé en sirop saccharé à 70% largement consommé dans les industries de boissons non alcoolisées.

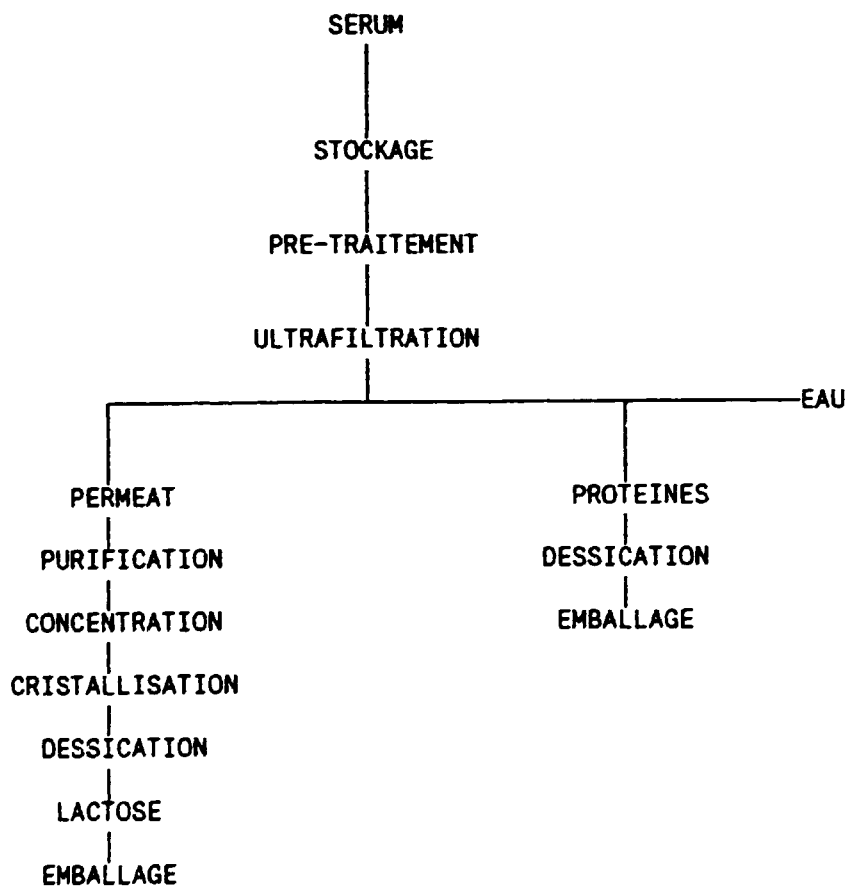
#### 4.3 PROCÉDE DE PRODUCTION

La composition caractéristique du sérum est la suivante:

- substance sèche            6-8%
- sucre de lait              5-6%
- substances grasses        0,2-0,6%
- substances protéiques    0,8-1%
- cendres                     0,6%

La figure 4.3.1 représente le procédé de transformation du sérum. Les différentes phases sont décrites ci-après.

Figure 4.3.1: PROCÉDE DE TRANSFORMATION DU SERUM



## PRE-TRAITEMENT

Le sérum provenant du secteur de la fromagerie est stocké dans des récipients réfrigérés à 4° C et puis traité. Il subit un pré-traitement de type biologique et de stabilisation.

Le traitement biologique consiste dans le nettoyage, l'écémage des gras et la pasteurisation thermique.

Le traitement de stabilisation vise surtout à l'élimination du phosphate de calcium et au maintien du pH à des valeurs optimales (> 6).

## PRODUCTION DES PROTEINES

Après le pré-traitement, le sérum passe par la récupération des protéines moyennant le "Système d'Ultrafiltration" sur membrane.

Ce procédé consiste à faire passer la solution sur une membrane polymère qui sépare les protéines à poids moléculaire opportun des autres substances telles que les sels, le lactose et l'eau qui s'écoulent du Système et qui forment le perméat.

Au cours de ce procédé, on obtient une sélection et une concentration des protéines à des valeurs proches de 20% en solides totaux. Lorsque la solution protéique concentrée a atteint les valeurs désirées, elle passe à la dessiccation.

L'unité de dessiccation est constituée d'une tour de dessiccation à système "Spray-drying". Le temps de dessiccation est bref afin d'empêcher la dénaturation des protéines par voie thermique.

La poudre protéique desséchée et refroidie passe ensuite à l'emballage qui peut se faire en sachets de papier de polythène de 25 kg. ou en boîtes de bande étamée.

### 4.4 TECHNOLOGIE DU PROCÉDE DE PRODUCTION DU LACTOSE

Le lactose est le seul glucide libre, en grande quantité, dans le lactosérum. Sa concentration dans le sérum est quasi constante et est de l'ordre de 4,5%.

Du point de vue biologique, le lactose se distingue des sucres communs par sa stabilité dans le circuit alimentaire. Les enzymes spécifiques qui provoquent l'hydrolyse du lactose et la desmolyse du gallactose sont peu abondantes et peu actives.

Le lactose n'est pas seulement un glucide énergétique: pour les êtres humains, il est en pratique la seule source de gallactose qui est un constituant des tissus nerveux.

Le lactose peut être obtenu comme résidu dans la fabrication de la caséine ou du perméat après la production des protéines.

Dans notre schéma, la production de lactose se développe selon le flux suivant:

- Réception du perméat d'Ultrafiltration

Le perméat d'Ultrafiltration est un résidu de l'Ultrafiltration du sérum avec récupération des protéines. Il est de couleur jaune-vert et sa composition sèche peut s'exprimer ainsi:

- Lactose: 4,5%
- Sels: 1%

- Dessalement et purification du sérum

Les sels contenus dans le perméat du sérum sont éliminés par voie d'échange ionique avec des résines particulières très résistantes, macroporeuses et de type alimentaire.

Les substances organiques, surtout les plus grosses, sont absorbées sur du charbon actif.

Le cycle est continu et la purification et le dessalement atteignent des valeurs de 99,5%.

- Concentration et cristallisation

Le lactose, déprotéinisé et dessalé, est concentré dans un évaporateur à effet multiple jusqu'à une valeur de 50% en TS (Total Solid).

Le concentré est refroidi et cristallisé pour un temps opportun à une température de 10°C.

- Déshydratation et récupération des cristaux

La suspension de cristaux est envoyée à une centrifugeuse à panier. Au cours de cette opération, les cristaux sont séparés des eaux mères qui retournent dans le cycle de cristallisation et de concentration.

- Dessiccation et emballage

Les cristaux, en sortant de la centrifugeuse, ont une humidité de 7-10%. Dans cet état physique, ils sont transférés vers un dessiccateur à "couche fluide" et en sortent à une température de 30°C et une humidité de 2%.

La poudre sortant du dessiccateur est envoyée à la conditionneuse pour le remplissage des sacs de papier de polythène de 25 Kg.

#### 4.5 ETABLISSEMENT D'EXTRACTION DES SEROPROTEINES ET LACTOSE

L'établissement considéré représente la formule minimum pour réaliser un procédé de traitement du sérum dans des conditions économiquement avantageuses grâce à la récupération des protéines et du lactose. Les données d'investissement sont les suivants:

Q.té sérum:	60 mc/g
Jours ouvrables:	300
Roulements de travail (Nb. d'équipes):	2
Produit:	Séroprotéines en poudre
Titre:	75-80% de sec
Capacité:	500 Kg./jour
Quantité annuelle:	150.000 Kg.
Produit:	Lactose cristallisé en poudre
Titre:	99,5%
Capacité:	1.800 Kg/j
Quantité annuelle:	540.000 Kg
Coût investissement (installation):	1.320.000 D
Coûts variables:	395.250 D
Coûts fixes:	68.750 D
Total coûts de production:	464.000 D
Recettes:	
Séroprotéines (150.000 Kg. x 5 DT/Kg):	750.000 D
Lactose (540.000 Kg. x 0,75 DT/Kg):	405.000 D
Total recettes:	1.110.000 D
Bénéfice d'exploitation:	646.000 D

Pour le calcul des recettes, on considère les valeurs actuelles du marché en Europe pour les séroprotéines et le lactose.

En pouvant opérer sur une quantité de 60 mc. et plus de sérum par jour la récupération des protéines est avantageuse étant donné que les profits couvrent les dépenses de gestion et une bonne partie du coût de l'investissement de façon à amortiser l'installation presque en deux ans.

Pour des quantités inférieures, le traitement du sérum avec cette technologie devient toujours moins économique et il faudra donc apporter des variations au procédé pour rentabiliser l'investissement.

Ceci comportera l'adoption de la 2ème méthode avec laquelle par la concentration et la cristallisation, on obtient une poudre de sérum sans séparation de protéines.

## CHAPITRE 5

BIOGAZ ET COLLOIDES ORGANIQUES5.1 INTRODUCTION

Une nouvelle méthode de récupération de tout genre de déchets organiques, végétaux et animaux a été expérimentée par un groupe d'expérimentateurs italiens et les résultats ont porté à une application intéressante du produit (le colloïde), spécialement sur des terrains désertiques et qui mérite d'être mentionnée. Le procédé implique d'une part la récupération des déchets de l'industrie agro-alimentaire et des déchets organiques en général, et d'autre part une protection de l'environnement unie aux excellentes propriétés du colloïde destiné à l'agriculture.

Le recyclage des déchets pour obtenir du biogaz n'est pas une nouveauté mais l'on a toujours obtenu de bas rendements de CH<sub>4</sub> et des boues de faible valeur agronomique. Avec ce procédé, l'on obtient, avec l'utilisation de certains matériaux et systèmes opportuns, de hauts rendements dans la production de CH<sub>4</sub> et une boue humide, colloïde organique, d'une valeur économique élevée.

La recherche et les expérimentations ont été programmées pour:

- Optimiser le processus d'inertisation, même dans le but de contenir les coûts de gestion;
- Réaliser une série d'essais de laboratoire, sur installation pilote, afin d'optimiser les productions de CH<sub>4</sub> et de colloïde;
- Réaliser un modèle en échelle d'un digesteur opérant en anaérobiose avec un volume de 0,40 m<sup>3</sup>, utilisé également pour les tests d'analyse;
- Evaluer, avec des essais expérimentaux, un nouveau modèle système pour produire le biogaz et le colloïde en anaérobiose avec ultérieur abattement des coûts de production et gestion;
- Evaluer, avec essais sur parcelle comparative, le processus de bactérisation;
- Evaluer, avec test sur cultures arborescentes et herbacées, la capacité d'échange cationique du colloïde;
- Evaluer une méthode pour le rétablissement des aires marginales ou désertiques.

Tout cela planifié a donné des résultats qui peuvent être résumés comme suit:

- Masse initiale moyenne:	0,30 m <sup>3</sup>
- Masse finale:	0,25 m <sup>3</sup>
- Production moyenne de biogaz:	6 m <sup>3</sup>
- Cycle optimal de la fermentation:	5 mois
- Rendement moyen en CH <sub>4</sub> :	74,3 %
- Capacité moyenne d'échange cationique de la boue:	90 meq./100 ss.



Les essais sur cultures arborescentes et herbacées ont démontré la haute capacité des colloïdes à la rétention hydro-minérale et à leur graduelle cession, en équilibre dynamique, aux cultures. Les essais comparatifs ont été effectués sur plantes herbacées telles que le haricot vert, la tomate et la salade. Elles ont démontré une capacité d'accroissement très élevée par rapport au témoin et à parité d'eau usée, seulement à l'ensemencement, des racines très développées et une production supérieure aussi bien de superficie de feuille que de calibre de fruit.

Le procédé de bactérisation a été analysé par essais comparatifs et les résultats des essais de laboratoire ont confirmé la composition optimale du procédé.

## 5.2 COÛTS DE PRODUCTION

Les coûts de production ont été calculés par Tonne de matériel préparé pour la réaction.

### Coûts des matériaux:

- poulaitte:	0,375 D
- purin bovin:	0,150 D
- matér. préferm.:	2,000 D
- matér. ferment.:	1,500 D
- " ":	0,750 D
- bactéries:	0,625 D
- imperméabilisation:	3,125 D
	-----
	8,525 D

### Coût du procédé:

- transport:	6,250 D
- mouture:	3,125 D
- traitement préferm.:	3,125 D
- traitement ferm. n° 2:	3,125 D
- bactérisation:	3,125 D
- boulet. ou presse:	3,125 D
- imperméabilisation:	3,125 D
	-----
	25,000 D

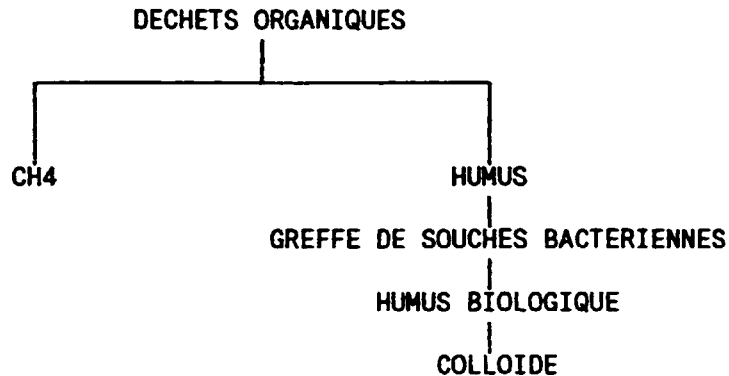
### Coût du matériau (colloïde organique) départ usine:

- matériau:	8,525 D
- procédé extraction:	25,000 D
	-----
Total:	33,525 D

## 5.3 CONCLUSIONS SUR LA BASE DES RESULTATS EXPERIMENTAUX

Le procédé de fermentation-extraction (Fig. 5.3.1) est discontinu mais l'on peut créer une filière de production de façon à ce qu'il y ait toujours un digesteur en charge, en préfermentation, production, débit. Ceci pour avoir une continuité productive avec des coûts de gestion rationnels et optimaux et un impact consécutif favorable sur le résultat économique final.

Figure 5.3.1: PROCEDE DE FERMENTATION-EXTRACTION



On peut donc affirmer que, si nous prenons comme paramètre le prix des matériaux présents sur le marché avec la même destination, même si non prédisposés comme les colloïdes, le prix moyen de gros sera de 125 à 135 DT/T.

Les valeurs indiquent comment l'on peut obtenir, avec des coûts des matériaux de départ peu élevés, un produit final économiquement rémunérateur et la possibilité d'accéder sur le marché avec un produit fini ayant une typologie technico-commerciale définie selon les exigences auxquelles il est destiné.

L'activité vise en outre à réaliser de multiples objectifs dans un contexte de développement dans le secteur agro-industriel, en particulier:

- dans l'immédiat, la réduction de la dépendance de l'étranger en utilisant au mieux les ressources propres;
- à moyen terme, le développement des capacités de production pour la réduction du déficit national de matières premières et la création de nouvelles sources d'exportation;
- arrêter la désertification en progression avec des interventions de rétablissement.

## 5.4 LES COLLOIDES ORGANIQUES COMME EXALTANTS DES PHOSPHATES NATURELS

La capacité élevée d'échange cationique de ce composé organique (humus stable) et la richesse en acides humiques permet la greffe de phosphates naturels qui confèrent au mélange un contenu élevé en phosphores, particulièrement idoines

à des cultures telles que celles maraîchères, fourragères, betteravières, même dans des terrains sableux où il manque le pouvoir absorbant. Le colloïde organique est donc appelé à de nombreuses fonctions:

- rendre utilisable le phosphate naturel des plantes, de la forme bicalcique à monocalcique, avec les acides minéraux;
- exalter les caractéristiques du phosphate naturel à travers une solubilisation rapide et une absorption simultanée qui le met à l'abri du procédé de délavement et de rétrogradation (PH - acide sesquixide de fer et aluminium - PH - basique phosphate tricalcique) typiques des terrains dépourvus d'acides minéraux et à potentiel oxydoréductif élevé.

##### 5.5 COLLOIDES ORGANIQUES: BARRIERE A LA DESERTIFICATION

Les colloïdes organiques (humus stable) revêtent une grande importance agronomique en tant qu'équilibrateurs des réserves hydrico-nutritionnelles des terrains agraires et même les acides humiques, sous forme de humate de calcium, interviennent dans les procédés de structuration.

Les facteurs qui, dans la nature, conditionnent la formation d'humus, d'abord labile puis stable, sont: type de substance organique (coefficient iso-humique), climat, terrain, interventions anthropiques; si les susdits facteurs n'arrivent pas à se trouver dans des conditions optimales, la production d'humus stable ne peut se réaliser mais les substances organiques se minéralisent.

Dans les aires où la faible pluviosité s'accompagne d'un fort déboisement, il se réalise une progressive et inexorable désertification car il manque les bases pour la réalisation des procédés d'humidification et l'on enregistre, sur de tels terrains, une population bactérienne inadéquate pour la vie des plantes herbacées et arborescentes.

Pour assainir ces zones, il est nécessaire d'apporter directement les colloïdes organiques qui peuvent être confectionnés en boulettes pour praticité de transport et de distribution. De tels composés peuvent s'obtenir à travers une procédure particulière d'une durée globale de sept mois environ et prévoient l'usage de résidus organiques de nature zootechnique (fumier et purin bovin, porcin, avicole, etc.) ainsi que des déchets urbains solides obtenus par la récolte différenciée ou au moyen d'une procédure mécanique dans des décharges spéciales.

Passés les sept mois, avec un procédé brevetable, la boue en résultant, et qui est considérée comme un véritable colloïde organique car elle possède une capacité d'échange cationique oscillant entre 70-100 meq./100 gr., est déposée en milieu frais et ombragé pour favoriser (interventions anthropiques) la bactérisation et l'enrichissement en éléments nutritifs nécessaires au type de culture que l'on veut réaliser.

Avec ce système, il est possible d'opérer dans des zones dépourvues de colloïdes organiques et de bactéries aérobiques d'intérêt agraire; le colloïde organique se comporterait comme une éponge avec un pouvoir hydrico-minéral élevé. Ce colloïde, ainsi composé, est foyer de prolifération de culées bactériennes que nous avons greffées.

Pour assainir des zones marginales ou des aires désertiques, il est conseillé d'opérer un premier reboisement et successivement, après quelques années, une cultivation à plein champ.

Un tel plan d'assainissement peut se réaliser par la création d'oeuvres particulières et avec la réalisation du projet testé qui prévoit des interventions spécifiques dans la zone.

Les plantes doivent être plantées avec les appareils radicaux en contact direct avec le colloïde. Pour faire face à cette opération, la quantité est de 500-600 m<sup>3</sup> Ha, qui sont produits par la fermentation anaérobique de 600-800 m<sup>3</sup> de substance organique.

Dans l'aire d'assainissement, les plantations doivent être distribuées en taches de léopard; dans les aires non couvertes, l'on distribue environ 100 m<sup>3</sup> Ha de colloïde avec un léger couchage et couverture avec gazon herbeux.

Il est nécessaire de maintenir cette situation au moins pendant 5 ans avant d'introduire, dans les aires non couvertes des plantations, des cultures d'intérêt agraire.

En conclusion, on peut dire que, par l'apport de ce colloïde, l'on peut assainir des zones marginales ou désertiques qui sinon devraient rester telles quelles étant donné que, dans la nature, ces phénomènes ont le caractère de l'irréversibilité.

## CHAPITRE 6

### LES REJETS

#### 6.1 LA DEPURATION DES EAUX DE DECHARGE DES INDUSTRIES DE LA CONSERVE

La Réglementation tunisienne fournit des caractéristiques précises de qualité des eaux de décharge (voir Annexe).

Toutefois, le respect de ces normes n'est pas toujours observé étant donné le coût élevé et l'effort nécessaire pour adapter ces installations de dépuración.

La séparation des eaux blanches et de pluie de celles polluées implique déjà un bouleversement de l'établissement et des coûts élevés.

La réalisation d'un système rationnel de dépuración est lié à une série d'interventions visant à réduire le volume des décharges à traiter et l'entité du chargement polluant et donc:

- Séparation des eaux de pluie;
- Séparation des effluents qui ne nécessitent pas de traitements;
- Réduction des volumes d'eau polluée moyennant recyclages opportuns;
- Limitation de l'introduction de matériel différemment extirpable comme les solides;
- Choix des procédés de transformation provoquant des pollutions spécifiques inférieures;
- Evaluation de la possibilité d'isoler certaines sources de pollution particulièrement riches en matériel récupérable et recyclable.

Il est donc nécessaire d'effectuer une évaluation spécifique pour chaque établissement pour pouvoir établir sur la base des exigences de transformation, l'entité d'intervention dans la dépuración.

Il est important de souligner comme la charge hydraulique (quantité liquide des eaux-vannes) et la charge organique (quantité de substances organiques qui doivent être traitées et qui en général mesurée comme BOD5), constituent les deux unités de grandeur dont il est tout à fait indispensable de tenir compte dans l'agencement d'une étude concernant n'importe quel système de traitement et d'écoulement des effluents urbains.

Les analyses des effluents urbains doivent donc être effectuées scrupuleusement puisque les données qui en résultent conditionnent la crédibilité de tous les calculs et volumes conséquents.

Les tests de charge peuvent facilement être calculés par une entreprise alors que les analyses de BOD5 et des autres paramètres tels que le total des solides (sédimentaires et suspendus), les gras, le COD (Chemical Oxygen Demand), le total des solides solubles etc. doivent être effectués par un

laboratoire spécialisé qui pourrait également être organisé sous forme de laboratoire mobile afin de pouvoir atteindre les entreprises plus rapidement et aux moments les plus opportuns.

Ces analyses devront être menées de façon systématique et à des intervalles de temps très réduits au moment de majeure concentration de l'activité de production de l'entreprise.

Il convient en effet d'effectuer une évaluation continue de la charge avec un enregistrement sur diagramme et avec des prélèvements d'échantillons pendant deux à trois jours de suite à des intervalles de temps d'une heure.

## 6.2 CHOIX DU TYPE D'INTERVENTION

Le recours aux installations de dépuración constitue le principal système pour assurer l'assainissement et le contrôle de la qualité des eaux. Les eaux déchargées par les entreprises agro-alimentaires contiennent des substances qui altèrent la qualité des corps hydriques qui les reçoivent et produisent une telle pollution que lorsque les apports des substances polluantes dépassent les capacités d'assimilation du corps récepteur, on atteint un niveau de pollution tel que de nombreuses utilisations d'eau sont compromises et certains effets négatifs se manifestent avec évidence:

1. Des matières flottantes telles que les gras, les matières suspendues et les substance colorantes modifient l'aspect de l'eau et en empêchent la ré-aération.
2. Les substances organiques consomment l'oxygène du corps hydrique et déterminent des développements anormaux de bactéries tout en déprimant le développement de protozoaires et de poissons.
3. La qualité de l'eau en tant que ressource diminue et son emploi devient plus coûteux étant donné qu'il est nécessaire de procéder à l'élimination des substances non souhaitées.

Le projet d'installation d'une unité de dépuración des eaux à installer dans une industrie de conserves nécessite avant tout les caractéristiques qualitatives et quantitatives de la décharge pendant la période de travail plus intense.

Etant donné la nature organique bio-dégradable des substances polluantes contenues dans les eaux de décharge des industries de la conserve et les autres portées en jeu, on peut proposer comme traitement de dépuración, un processus biologique aérobie à cultures dispersées (fungus actifs).

Moyennant ce processus, les micro-organismes présents dans l'eau démolissent, par oxydation, une partie du matériel organique contenu dans les décharges pour traire l'énergie nécessaire à leur survie, alors qu'une autre partie des substances présentes dans la décharge contribue à la synthèse de nouvelles cellules microbiotiques.

Contemporainement, les micro-organismes qui se développent continuellement par effet de nutrition et d'oxygène fourni, tendent à se réunir en flocons plus ou moins compacts et volumineux en joignant également le matériel organique finement suspendu.

Ce phénomène complexe amène à la transformation d'une partie de la charge polluante en matériel de sédiment. La BOD (Biological Oxygen Demand) représente en termes de quantité d'oxygène requis pour la démolition biologique, la concentration du matériel organique polluant.

### 6.3 DESCRIPTION DU PROCÉDE DE TRAITEMENT

Le traitement qui utilise le processus biologique aérobique consiste dans l'oxydation de la matière organique jusqu'à atteindre une stabilisation complète qui conduit à la minéralisation totale des matières polluantes sans aucune émanation d'odeurs.

Ce traitement se divise en deux phases: une phase physico-chimique (traitement primaire) et une phase biologique (traitement secondaire).

#### Traitement primaire:

L'objectif de ce traitement est de réduire la charge arrivant au bac d'oxydation, d'éliminer le matériel non-biodégradable (sable, terreau) ou le matériel dégradé à long terme comme les morceaux de végétaux et enfin de protéger les pièces mécaniques de l'unité.

Le cycle comprend les opérations suivantes:

- Grillage: les eaux qui arrivent sont filtrées mécaniquement au moyen d'un grillage afin de séparer les éventuels corps solides.
- Neutralisation: le PH de l'eau est neutralisé avec introduction automatique de calcium moyennant une pompe doseuse. Le PH (potentiel hydrogénéionique), éloigné de sa neutralité, bloquerait la croissance des micro-organismes aérobies qui réalisent le traitement biologique de dépuración.
- Flottage: l'insufflation d'air pour la récupération des substances solides fines suspendues se fait dans un bac.
- Décantation: la sédimentation des substances en suspension se fait dans un décantateur cylindrique-conique.

#### Traitement biologique:

Cette seconde phase a pour objectif d'éliminer les substances organiques consommant de l'oxygène et de clarifier l'effluent dépuré pendant la sédimentation des fongus biologiques.

C'est la phase principale de la dépuración au cours de laquelle ont lieu la dépuración des fongus actifs par aération prolongée moyennant oxydation et la décantation successive de l'eau qui peuvent être réalisées dans un seul bac.

- Filtration: à travers une colonne de carbones actifs, l'eau propre est déchargée pour une quantité d'environ 1/3 de la portée journalière afin de libérer le bac pour un nouveau cycle.

Le coût d'une installation traitant de 150 mc/jour peut être estimé à environ 120.000 D.

#### 6.4 UNE ESTIMATION DES COÛTS DE DEPURATION

On a dit qu'il était nécessaire pour chaque entreprise d'effectuer des analyses précises et soignées des effluents urbains afin de définir le type et l'entité de l'installation de dépuración à réaliser. Il n'est donc pas possible d'établir à priori pour chaque entreprise un plan de réalisation et un bilan économique sans estimations analytiques précises et circonstanciées. Nous nous limiterons donc à citer un exemple se référant à une installation à boues actives et à aération prolongée d'une capacité de 150 m<sup>3</sup>/jour et qui peut être retenue comme élément de comparaison pour chaque entreprise.

##### A) Frais de construction:

Le coût global est estimé à 120.000 D. et comprend 65.000 D. pour les équipements mécaniques et 55.000 D. pour les ouvrages civils.

##### B) Frais de gestion:

On considère le schéma d'un établissement à chloration de l'effluent final, digestion aérobie de la boue et assèchement de celle-ci sur des lits d'assèchement.

En tenant compte d'une puissance maximale installée de 8 kW et d'une puissance moyenne absorbée de 6 kW, l'énergie consommée par jour est de 144 kWh (6 kW x 24 h). On suppose un coefficient de simultanéité égal à 0,65, étant donné la faible probabilité que les turbines de cuves d'aération et de digestion aérobie absorbent simultanément la puissance maximale.

La puissance globale absorbée devient donc:

$$P = 0,65 \times 8 = 5,2 \text{ kW}$$

La consommation journalière d'énergie s'élève à 144 kW, égal à 0,94 kWh par m<sup>3</sup> d'eau traitée.

Coût pour l'énergie électrique:

$$\text{D. } 0,068 \times 0,96 = 0,158 \text{ D./m}^3$$

ou bien:

$$\text{D. } 0,068 \times 144 = 9,79 \text{ D./j}$$

Coût pour la chloration de l'effluent final:



En considérant une consommation moyenne de chlore actif de 8 gr. par m<sup>3</sup> d'eau traitée, on a :

$$8 \text{ gr.} \times 150 \text{ m}^3/\text{j} = 1,2 \text{ kg./j}$$

En supposant un coût de chlore actif égal à 1,4 D./kg., le coût par m<sup>3</sup> d'eau traitée est de 0,0112 D. équivalant à 1,68 D./j.

Coût du personnel:

En considérant une portée de l'installation de 150 m<sup>3</sup>/j, on suppose un emploi de personnel de gestion égal à 14 heures par semaine en tenant compte également de la simplicité de l'installation. Si l'on admet un coût de 2 D. par heure, il en résulte un coût journalier de 4 D. ou bien 0,026 D./m<sup>3</sup> d'eau traitée.

### C) Amortissement:

Equipements mécaniques:

En supposant que la valeur de récupération au terme de vie estimée à 12 ans soit de 13.000 D., le coût annuel pour l'amortissement industriel est de:

$$A1 = 65.000 - 13.000/12 = 4.333 \text{ D.}$$

égal à 11,87 D./j.

Ouvrages civils:

Pour les ouvrages de maçonnerie, en supposant que la valeur de récupération en terme de vie estimée à 20 ans est nulle, le coût d'amortissement est de:

$$A2 = 55.000/20 = 2.750 \text{ D./an}$$

égal à 7,53 D./j.

En résumé, on obtient les frais journaliers suivants:

- Energie électrique:	9,79 D.
- Chlore:	1,68 D.
- Personnel:	4,00 D.
- Amortissement équipement:	11,87 D.
- Amortissement ouvrages de maçonnerie:	7,53 D.
	34,87 D.

TOTAL

34,87 D.

Comme on peut l'observer, l'amortissement représente le coût majeur et correspond au 55,63% des coûts totaux.

ANNEXES

## REGLEMENTATION TUNISIENNE SUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Les spécifications relatives aux rejets d'effluents dans le milieu hydrique, dans le domaine public maritime, dans le domaine public hydraulique et dans les canalisations publiques, et les conditions de déversement des effluents dans le réseau public d'assainissement ont été réglementées par le Décret n° 85.56 du 2 Janvier 1985 et par le Décret n° 79-768 du 8 Septembre 1979.

Toutes les spécifications relatives au rejet sont indiquées pour définir la qualité de l'effluent en fonction du type et des particularités du milieu récepteur.

Afin de participer à l'élaboration de la politique générale du Gouvernement en matière de lutte contre la pollution et de protection de l'environnement, l'Agence Nationale de Protection de l'Environnement (ANPE) a été créée avec la Loi n° 88-91 du 2 Août 1988.

Pour obtenir toute autorisation administrative pour la réalisation d'une unité industrielle, agricole ou commerciale dont l'activité peut générer de la pollution ou une dégradation de l'environnement, l'ANPE exige une étude d'impact.

Le Décret n° 91-362 du 13 Mars 1991 réglemente les procédures d'élaboration et d'approbation des études d'impact.

Loi n° 88-91 du 2 août 1988 portant création d'une agence nationale de protection de l'environnement (1).

Au nom du peuple,

La chambre des députés ayant adopté,

Le Président de la République promulgue la loi dont la teneur suit :

## CHAPITRE PREMIER

### Nature et attributions de l'agence

Art. 1<sup>er</sup>. — Il est créé un établissement public à caractère industriel et commercial doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière dénommé : « agence nationale de protection de l'environnement ».

L'agence est régie par la législation commerciale dans la mesure où il n'y est pas dérogé par la présente loi.

L'organisation administrative et financière de l'agence et les modalités de son fonctionnement et de la tutelle de l'Etat seront fixées par décret.

Art. 2. — On entend par pollution au sens de la présente loi, toute introduction directe ou indirecte d'un polluant, biologique, chimique ou physique dans l'environnement.

On entend par environnement au sens de la présente loi le mode physique y compris le sol, l'air, la mer, les eaux souterraines et de surface (cour, d'eau, lac, lacune et sebkhat et assimilé...) ainsi que les espaces naturels, les paysages, les sites et les espèces animales et végétales et d'une manière générale tout le patrimoine national.

— L'agence nationale de protection de l'environnement a notamment pour mission :

— de participer à l'élaboration de la politique générale du gouvernement en matière de lutte contre la pollution et de protection de l'environnement, et sa mise en œuvre par des actions spécifiques et sectorielles ainsi que des actions globales s'inscrivant dans le cadre du plan national de développement.

— de proposer aux autorités compétentes toute mesure revêtant un caractère général ou particulier et destinée à assurer la mise en œuvre de la politique de l'Etat en matière de lutte contre la pollution et de préservation de l'environnement, et notamment toute mesure tendant à assurer la sécurité de l'environnement, à renforcer les mécanismes qui y conduisent et en général à promouvoir les mesures de prévention des risques et des catastrophes naturelles ou industrielles.

— d'élaborer un plan national d'urgence et d'intervention pour les cas de pollution accidentelle ou des risques extérieurs menaçant l'équilibre de l'environnement et la qualité de la vie.

— de veiller à l'exécution de ce plan d'urgence et éventuellement à son adaptation en fonction des impératifs scientifiques ou conjoncturels de façon à faire respecter les normes d'installation de tout projet revêtant un caractère industriel, agricole ou commercial ayant un impact négatif sur l'état de l'environnement.

— de promouvoir le droit de l'environnement et de la qualité de la vie par des mesures à caractère général ou particulier et par le respect des normes d'équilibre du milieu naturel.

— de lutter contre toutes les sources de pollution, de nuisance et toutes les formes de dégradation de l'environnement.

— d'établir en collaboration avec les départements et les organismes concernés, des normes déterminant les seuils de pollution des rejets de projets industriels, énergétiques, urbains, agricoles et de transport et de veiller à leur application.

— d'agréer les investissements dans tout projet ayant vocation à concourir à la lutte contre la pollution et la protection de l'environnement.

— de coordonner les programmes nationaux et internationaux en matière de lutte contre la pollution et de protection de l'environnement.

— de contrôler et de suivre les rejets polluants et les installations de traitement de tout rejet.

— de représenter la Tunisie auprès des instances internationales et au réunions bilatérales et multilatérales ayant pour objet la lutte contre la pollution et la protection de l'environnement ainsi qu'auprès des organismes similaires, étrangers revêtant un caractère national ou international avec lesquels elle est habilitée à coopérer en étroite collaboration avec le ministère des affaires étrangères.

— de veiller à la mise en application des engagements conclus dans le cadre international en matière de lutte contre la pollution et de protection de l'environnement.

— suivre en collaboration avec les départements ministériels et organismes intéressés les actions de recherche à caractère scientifique, technique ou économique en relation avec l'environnement.

— de promouvoir toute action de formation d'éducation, d'étude et de recherche en matière de lutte contre la pollution et la protection de l'environnement.

Art. 4. — Dans le cadre de l'accomplissement de sa mission l'agence nationale de protection de l'environnement peut intervenir sur l'ensemble du territoire tunisien et notamment dans les espaces maritimes relevant de la souveraineté ou de la juridiction tunisienne.

Art. 5. — Une étude d'impact sur l'environnement doit être présentée à l'agence avant la réalisation de toute unité industrielle, agricole ou commerciale dont l'activité présente de par sa nature ou en raison des moyens de production ou de transformation utilisés ou mis en œuvre des risques de pollution ou de dégradation de l'environnement.

Un décret fixera les conditions d'application du présent article.

Art. 6. — Dans le cadre de ses interventions en matière de protection de l'environnement, l'agence est habilitée à conclure des conventions avec les organismes ou entreprises concernés en vue d'arrêter un programme d'élimination des rejets polluants. Les établissements qui acceptent de telles conventions peuvent bénéficier d'avantages fiscaux ou d'une aide financière dont le montant et les conditions d'octroi seront fixés par décret.

Art. 7. — Les investissements destinés à protéger l'environnement et agréés par l'agence bénéficient des avantages suivants :

— Suspension provisoire des droits de douane et des taxes sur le chiffre d'affaires perçus sur les matériels, les équipements et les produits importés, nécessaires à la réalisation des programmes de lutte contre la pollution.

Toutefois cette suspension ne s'applique pas aux matériels, équipements et produits importés lorsque des biens similaires sont fabriqués localement.

— Suspension provisoire des taxes sur le chiffre d'affaires perçus sur l'acquisition des matériels, équipements et produits fabriqués localement.

— Amortissement des investissements concernés suivant un taux annuel de 25%.

— Financement des crédits afférents aux investissements à des conditions préférentielles de la banque centrale de Tunisie.

— Tout établissement industriel, agricole ou commercial et toute personne physique ou morale dont l'activité est susceptible de polluer l'environnement sous forme de rejet de déchets solides, liquides, gazeux ou autres sont tenus de procéder à l'élimination ou à la réduction de ces rejets et éventuellement à la récupération des matières rejetées.

(1) Travaux préparatoires :

Discussion et adoption par la chambre des députés dans sa séance du 20 juillet 1988.

Un décret fixera les conditions d'application du présent article et notamment les normes et prescriptions générales applicables aux rejets de polluants mentionnés ci-dessus.

Art. 9. — L'agence est obligatoirement consultée avant l'établissement de toute convention concernant l'évacuation ou l'utilisation de tout déchet ou sous-produit industriel.

Un décret fixera les conditions d'application du présent article.

## CHAPITRE II

### Comptabilité et sanctions

Art. 10. — L'agence assure le contrôle du fonctionnement, de l'efficacité et du rendement des installations de traitement des rejets ou de leur destruction mentionnées à l'article 8 de la présente loi.

Ce contrôle est effectué par ses propres experts dûment habilités à cet effet dont les statuts sont déterminés par décret. L'agence peut procéder à ce contrôle par sous-traitance le cas échéant.

— Les contrevenants aux dispositions de l'article 8 de la présente loi et aux textes pris pour son application sont passibles d'une amende variant entre 100 dinars et 50.000 dinars, selon le degré de gravité de ces infractions.

La juridiction compétente peut prononcer la fermeture de l'établissement en infraction.

Toutefois l'agence est habilitée à transiger avec les personnes physiques et morales en infraction.

La conclusion d'une transaction arrête les poursuites.

— Les infractions à la présente loi et aux textes pris pour son application sont constatées par des procès-verbaux dressés par les agents assermentés et habilités à cet effet, et relevant de l'agence ou des ministères concernés.

Ces procès-verbaux sont transmis par la voie hiérarchique au procureur de la République aux fins des poursuites.

— L'agence peut prêter toute assistance tendant à la réparation de tout préjudice subi par l'environnement demandé conformément à la législation en vigueur.

## CHAPITRE IV

### Dispositions diverses

Art. 14. — Les ressources de l'agence sont constituées notamment par :

— les dotations et subventions de premier établissement ou d'équilibre nécessaires au fonctionnement de l'agence qui lui sont allouées sur le budget de l'Etat.

— toutes redevances et taxes prévues par la législation en vigueur et perçues au titre de la lutte et de la protection de l'environnement et transférées au profit de l'agence par décret.

— le produit des amendes et des transactions prévues à l'article 11.

— les emprunts de toute nature que l'agence est autorisée à contracter conformément à la législation en vigueur.

— toutes autres ressources qui proviendraient de son action ou de la gestion de ses biens.

— les subventions, dons et legs qui lui seraient accordés par toute personne physique ou morale tunisienne ou étrangère.

— la contre valeur de l'assistance directe, services, biens meubles et immeubles que l'agence peut recevoir des organismes d'assurance étrangers, publics ou privés.

— les contributions éventuelles des entreprises concernées.

Art. 15. — L'agence bénéficie d'une exonération de tout droit et taxe douanière pour l'acquisition de tout équipement, matériel et produit nécessaires à l'accomplissement de sa mission.

L'agence bénéficie des avantages suivants :

— directement au droit fixe de tout contrat qu'elle sera amenée à conclure avec des tiers.

— exonération de la taxe sur les travaux et prestations de services qui sont effectués par et pour le compte de l'agence ou toute autre taxe à créer ou qui viendrait en substitution.

— exonération de toutes les taxes portées sur les recettes de l'agence.

Art. 16. — Les créances de l'agence bénéficient du privilège général du créancier.

Art. 17. — Le recouvrement des créances de toute nature de l'agence est poursuivi au moyen d'actes de liquidation dérivés conformément à la législation en vigueur. Ces actes de liquidation sont dressés par le président directeur général de l'agence et rendus exécutoires par le ministre des finances.

Art. 18. — En cas de dissolution de l'agence, son patrimoine sera remis à l'Etat qui exécutera les engagements contractés par l'agence.

La présente loi sera publiée au Journal officiel de la République tunisienne et éditée comme loi de l'Etat.

Fait à Tunis, le 2 août 1968.

ZINE EL ABDINE BEN ALI

AGENCE NATIONALE DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

*L'étude d'impact est exigée en vue de l'obtention de toute autorisation administrative pour la réalisation d'une unité industrielle, agricole ou commerciale dont l'activité peut être génératrice de pollution ou de dégradation de l'environnement. Le présent décret N° 91-362 du 13 mars 1991 règle les procédures d'élaboration et d'approbation des études d'impact.*

Article premier. — Les termes ci-après sont définis comme suit :

1) Etude d'impact : le document exigé en vue de l'obtention de toute autorisation administrative d'unités industrielles agricoles ou commerciales permettant d'apprécier, d'évaluer et de mesurer les effets directs et indirects, à court, moyen et long terme de ces unités sur l'environnement tel que défini à l'article 2 de la loi n° 88-91 sus-visée et l'article 208 de la loi n° 88-20 du 13 avril 1988 portant refonte du code forestier.

2) Unité : Toute installation ou tout ouvrage industriel, agricole ou commercial dont l'activité peut être génératrice de pollution ou de dégradation de l'environnement.

3) Maître de l'ouvrage ou pétitionnaire : la personne physique ou morale auteur d'une demande d'autorisation concernant un projet privé, ou l'autorité publique initiatrice du projet d'unité.

4) Autorisation : la décision de l'autorité ou des autorités compétentes qui donne le droit au maître de l'ouvrage ou au pétitionnaire de réaliser l'unité.

Art. 2. — L'autorité ou les autorités compétentes ci-dessus visées ne peuvent délivrer l'autorisation pour la réalisation de l'unité qu'après avoir constaté que l'agence nationale de protection de l'environnement ne s'oppose pas à sa réalisation.

Le maître de l'ouvrage ou le pétitionnaire ne peuvent se prévaloir d'une autorisation administrative non conforme à ces dispositions.

L'autorisation de réalisation délivrée à chaque unité soumise à l'étude d'impact, conformément aux prescriptions de ce décret, doit comporter parmi ses visas l'exécution et le respect des procédures citées dans cette étude.

Art. 3. — Les études d'impact régies par le présent décret sont réalisées préalablement à toute autorisation administrative exigée pour la réalisation de l'unité envisagée.

Art. 4. — Sont obligatoirement soumis à l'étude d'impact les projets d'unités énumérées à l'annexe 1 du présent décret.

Art. 5. — Chaque fois qu'il s'agit d'un projet ayant un lien avec les domaines prévus par l'annexe 2 du présent décret, l'autorité habilitée à délivrer l'autorisation doit exiger du maître de l'ouvrage ou du pétitionnaire une description sommaire du dit projet mentionnant les incidences éventuelles de celui-ci sur l'environnement et les conditions dans lesquelles l'opération projetée satisfait aux préoccupations d'environnement en vue de la transmettre à l'agence nationale de protection de l'environnement.

Art. 6. — Dans un délai ne dépassant pas 20 jours à compter de la réception effective de la description ci-dessus mentionnée, l'agence nationale de protection de l'environnement doit aviser le déposant soit de son approbation du projet soit de l'exigence de la présentation d'une étude d'impact et transmettre une copie de sa décision à l'autorité concernée.

A l'expiration du délai prévu et en cas de silence de l'agence, le projet est considéré conforme aux objectifs de préservation de l'environnement.

Art. 7. — Est soumise aux dispositions du présent décret toute modification substantielle ou extension d'un projet déjà existant.

Sont dispensés de la procédure de l'étude d'impact les travaux d'entretien et de grosses réparations, quelles que soient les unités auxquelles elles se rapportent.

Art. 8. — Si l'autorité habilitée à délivrer l'autorisation considère que le projet peut avoir des conséquences négatives sur l'environnement, même en l'absence de lien avec les deux annexes citées ci-dessus et le projet, elle peut lui appliquer les dispositions de l'article 5 du présent décret.

Art. 9. — Le contenu de l'étude d'impact doit refléter l'incidence prévisible de l'unité sur l'environnement et doit comprendre au minimum les éléments suivants :

1) la description détaillée du projet d'unité;

2) une analyse de l'état initial du site et de son environnement naturel socio-économique et humain portant, notamment, sur les éléments et les ressources naturelles susceptibles d'être affectées par le projet d'unité;

3) une analyse des conséquences prévisibles, directes et indirectes, du projet d'unité sur l'environnement, et en particulier sur les sites et paysages, les ressources et milieux naturels, les équilibres biologiques, le cadre de vie du citoyen, sur l'hygiène et la salubrité publique et sur la commodité du voisinage des conséquences des bruits, vibrations, odeurs, émissions lumineuses et autres;

4) les raisons et les justifications techniques du choix du projet ainsi que les procédés à adopter par le maître de l'ouvrage ou le pétitionnaire compte tenu des préoccupations de protection de l'environnement;

5) les mesures envisagées par le maître de l'ouvrage ou le pétitionnaire pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement, ainsi que l'estimation des dépenses correspondantes.

Le détail des analyses requises au terme du présent article est arrêté dans un cahier des charges élaboré par l'agence nationale de protection de l'environnement.

Les frais de la réalisation de l'étude sont à la charge du maître de l'ouvrage ou du pétitionnaire.

Art. 10. — L'étude d'impact sur l'environnement doit être déposée par le maître de l'ouvrage ou le pétitionnaire en trois exemplaires auprès de l'agence nationale de protection de l'environnement et en un exemplaire auprès de chaque ministère habilité à intervenir dans l'autorisation de la réalisation du projet.

Art. 11. — Lorsque le projet soumis à l'étude d'impact peut avoir un effet sur un parc national ou une autre aire spécialement protégée, l'agence nationale de protection de l'environnement informe le conservateur ou l'autorité administrative de cette aire de la possibilité de l'existence de ce impact.

Le conservateur ou l'autorité administrative responsable doit faire connaître son avis à l'agence nationale de protection de l'environnement dans un délai maximum d'un mois à compter de sa connaissance de ce impact.

A l'expiration de ce délai, l'agence nationale de protection de l'environnement peut considérer ce projet conforme aux objectifs de préservation de l'environnement.

Art. 12. — L'agence nationale de protection de l'environnement dispose d'un délai de 3 mois à compter de la date de la réception de l'étude d'impact pour notifier sa décision de son approbation du projet.

A l'expiration de ce délai le projet est considéré conforme aux normes de préservation de l'environnement.

Art. 13. — Nonobstant les sanctions prévues par la législation en vigueur, l'autorisation sera retirée au cas où les procédures mentionnées dans l'étude d'impact présentée par le maître de l'ouvrage ou le pétitionnaire, n'ont été respectées.

Art. 14. — Les dispositions du présent décret s'appliquent aux unités industrielles, agricoles ou commerciales nouvelles.

On entend par unité nouvelle, toute installation qui n'a pas fait l'objet d'une autorisation à la date d'entrée en vigueur du présent décret ou toute installation existante qui fait l'objet d'extension, de transformation ou de changement de ses procédés de fabrication entraînant des risques de pollution ou de dégradation de l'environnement.

Art. 15. — Le Premier ministre et les ministres concernés sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret qui est publié au Journal Officiel de la République tunisienne.

## ANNEXE I

### Unités visées à l'article 4 paragraphe 1

- 1) Etablissements dangereux, insalubres ou incommodes des deux premières catégories tels que classés par la nomenclature visée à l'article 295 de la loi n° 66-27 du 30 avril 1966, portant code du travail;
- 2) Raffineries de pétrole brut et installations de gazéification et de liquéfaction d'au moins 500 tonnes de charbon ou de schistes bitumineux par jour.
- 3) Centrales thermiques et autres installations de combustion d'une puissance calorifique d'au moins 300MW.
- 4) Installations destinées à stocker ou à éliminer les déchets quelle que soit la nature et le procédé d'élimination de ceux-ci.
- 5) Installations destinées à la fabrication du ciment.
- 6) Installations de fabrication de produits chimiques, de pesticides, de produits pharmaceutiques, de peintures et de vernis, d'élastomères et de peroxydes.
- 7) Installations sidérurgiques et installations de production des métaux non ferreux.
- 8) Unités d'exploration et d'extraction du pétrole et du gaz naturel.
- 9) Extraction à ciel ouvert de ressources minérales et les carrières.
- 10) Projets de remembrement rural.
- 11) Opérations de reboisement d'une superficie supérieure à 100ha.
- 12) Défrichements et projets d'affectation de terres incultes ou d'étendues semi-naturelles à l'exploitation agricole intensive d'une superficie supérieure à 100ha.
- 13) Sucreries.
- 14) Unités de fabrication de pâte à papier, de papier et de carton.
- 15) Unités de production et de traitement de cellulose.
- 16) Unités de tanneries et de mégisserie.
- 17) Construction de voies pour le trafic des chemins de fer, d'autoroute ainsi que d'aéroports dont la piste de décollage et d'atterrissage a une longueur de 2100 mètres ou plus.
- 18) Port de commerce, de pêche et de plaisance.
- 19) Travaux d'aménagement de zones industrielles.
- 20) Travaux d'aménagement urbain.
- 21) Ouvrages de canalisation et de régularisation de cours d'eau.
- 22) Barrages et autres installations destinés à retenir les eaux ou à les stocker d'une manière durable.
- 23) Installation d'oléoducs et de gazoducs.
- 24) Installation d'aqueducs.
- 25) Village de vacances et hôtels d'une capacité supérieure à 250 lits.
- 26) Stations d'épuration.
- 27) Stockage de ferrailles.
- 28) Fabrication de fibres minérales artificielles.
- 29) Fabrication, conditionnement, chargement ou encartouchage de poudres et explosifs.
- 30) Ateliers d'équarrissage.
- 31) Les industries textiles et les teintureries.
- 32) Les stations d'épuration des zones urbaines.

## ANNEXE II

### Unités visées à l'article 5

- 1) Agriculture :
  - a) projets d'hydraulique agricole;
  - b) exploitations pouvant abriter des volailles;
  - c) exploitations pouvant abriter des porcs;
  - d) installations d'aquaculture;
  - e) récupération de territoires sur la mer;

### 2) Industrie extractive :

a) forages en profondeur à l'exception des forages pour étudier la stabilité des sols, et notamment :

- les forages géothermiques;
- les forages pour le stockage des déchets;
- les forages pour l'approvisionnement en eau;

b) Extraction dans des exploitations souterraines de ressources minérales;

c) Cokeries (distillation sèche du charbon).

### 3) Industrie de l'énergie;

a) installations industrielles destinées à la production d'énergie électrique, de vapeur et d'eau chaude (autres que celle visées à l'annexe I)

b) installations industrielles destinées au transport de gaz de vapeur et d'eau chaude, transport d'énergie électrique par lignes aériennes

c) stockage aérien de gaz naturel

d) stockage de gaz combustibles en réservoirs souterrains

e) stockage de gaz combustibles fossiles

f) agglomération industrielle de houille et de lignite

g) installations destinées à la production d'énergie hydroélectrique

### 4) Travail des métaux

a) emboutissage, découpage de grosses pièces

b) traitement de surface et revêtement des métaux

c) chaudronnerie, construction de réservoirs et d'autres pièces de tolérances

d) construction et assemblage de véhicules automobiles et construction de moteurs pour ceux-ci

e) chantiers navals

f) installations pour la construction et la réparation d'aéronefs

g) construction de matériel ferroviaire

h) emboutissage de fond par explosifs

i) installation de calcination et de frittage de minerais métalliques

### 5) Fabrication du verre

### 6) Industrie chimique :

a) installation de stockage de pétrole, de produits pétrochimiques et chimiques

### 7) Industrie des produits alimentaires

a) industrie des corps gras végétaux et animaux

b) conserve de produits animaux et végétaux

c) fabrication de produits laitiers

d) brasserie et malterie

e) confiseries et siropes

f) installations destinées à l'abattage d'animaux;

g) féculeries industrielles;

h) usines de farine de poissons et d'huile de poissons;

### 8) industrie textile, industrie du cuir, du bois et du papier :

a) usines de lavage, de dégraissage et de blanchissement de la laine

b) fabrication de panneaux de fibres, de particules et de contreplaqué

c) teinturerie de fibres

### 9) Industrie du caoutchouc;

— traitement de produits à base d'élastomères

### 10) projets d'infrastructure :

a) construction de routes et d'aérodromes (projets qui ne figurent pas à l'annexe I)

b) les tramways

11) Modification des projets figurant à l'annexe I et qui ont donné lieu précédemment à une étude d'impact sur l'environnement.

AVANT-PROPOS

La présente norme est un document résultant d'un long travail bibliographique entrepris par quatre ministères (Agriculture, Economie nationale, Santé publique et Equipement). Elle contribue à la bonne application du décret N° 85.56 du 2 janvier 1985 relatif à la réglementation des rejets dans le milieu récepteur et du décret n°79-768 du 8 septembre 1979, réglementant les conditions de branchement et de déversement des effluents dans le réseau public d'assainissement.

SOMMAIRE

1. OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION
2. REFERENCES
3. SPECIFICATIONS RELATIVES AUX REJETS DANS LE DOMAINE PUBLIC MARITIME, LE DOMAINE PUBLIC HYDRAULIQUE ET LES CANALISATIONS PUBLIQUES.
4. NOTES

Descripteurs: Milieu, Milieu hydrique, Rejet.



- NT 09.26 : Qualité des eaux - Détermination des agents de surface anioniques et non ioniques.  
(1984)
- NT 09.28 : Qualité des eaux - Dosage du manganèse - Méthode spectrométrique à la formaldoxine.  
(1985)
- NT 09.30 : Qualité des eaux - Dosage des nitrates.  
(1984)
- NT 09.31 : Qualité des eaux - Dosage de l'azote Kjeldahl.  
(1984)
- NT 09.34 : Qualité des eaux - Détermination de la conductivité électrique.  
(1987)
- NT 09.35 : Qualité des eaux - Dosage du cadmium - Méthode par spectrométrie d'absorption atomique dans la flamme.  
(1985)
- NT 09.36 : Essais des eaux - Dosage spectrophotométrique du sélénium.  
(1985)
- NT 09.37 : Qualité des eaux - Dosage du mercure total par spectrophotométrie d'absorption atomique sans flamme.  
(1985)
- NT 09.41 : Qualité des eaux - Dosage des cyanures totaux.  
(1988)
- NT 09.65 : Essais des eaux - Dosage du sodium et du potassium - Méthode par spectrométrie d'émission de flamme.  
(1989)
- NT 09.66 : Essais des eaux - Dosage du sodium et du potassium - Méthode par spectrophotométrie d'absorption atomique.  
(1989)
- NT 09.77 : Qualité des eaux - Dosage des chlorures - Titration au nitrate d'argent avec du chromate comme indicateur - Méthode de MOHR.  
(1989)
- NT 09.78 : Qualité des eaux - Dosage des sulfates - Méthode gravimétrique utilisant le chlorure de baryum.  
(1989)
- NT 16.21 : Eaux - Directives générales pour le dénombrement des coliformes - Techniques du nombre le plus probable après incubation à 35 - 37°C.  
(1983)
- NT 16.22 : Eaux - Dénombrement des coliformes totaux et fécaux - Méthode par filtration sur membrane.  
(1984)
- NT 16.23 : Eaux - Dénombrement des streptocoques fécaux - Méthode par filtration sur membrane.  
(1984)
- NT 16.24 : Eaux - Directives générales pour le dénombrement des streptocoques fécaux.  
(1984)

## 1. OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente norme a pour objet de définir les conditions auxquelles sont subordonnés les rejets d'effluents dans le milieu hydrique soumis à autorisation (cf chapitre III du décret 85.56 du 2 janvier 1985) et les conditions de branchement et de déversement des effluents dans le réseau public d'assainissement (cf décret n°79-768 du 8 septembre 1979).

## 2. REFERENCES

- NT 09.05 : Qualité des eaux - Mesure colorimétrique du pH.  
(1983)
- NT 09.06 : Qualité des eaux - Mesure électrométrique du pH avec l'électrode de verre - Méthode de référence.  
(1983)
- NT 09.07 : Qualité des eaux - Dosage du Co, Ni, Cu, Zn, Cd et Pb - Méthode par spectrométrie d'absorption atomique avec flamme.  
(1985)
- NT 09.08 : Qualité des eaux - Dosage de l'arsenic total - Méthode spectrophotométrique au diéthylthiocarbamate d'argent.  
(1985)
- NT 09.09 : Qualité des eaux - Dosage du Ca et du Mg - Méthode par spectrométrie d'absorption atomique.  
(1985)
- NT 09.10 : Qualité des eaux - Dosage du calcium - Méthode titrimétrique à l'EDTA.  
(1985)
- NT 09.15 : Qualité des eaux - Mesure de l'indice de diffusion dite mesure de la turbidité.  
(1983)
- NT 09.16 : Qualité des eaux - Mesure de la couleur par comparaison avec l'échelle HAZEN  
(1983)
- NT 09.17 : Qualité des eaux - Détermination de l'alcalinité - (Titre alcalimétrique et titre alcalimétrique complet).  
(1983)
- NT 09.18 : Qualité des eaux - Dosage de l'azote ammoniacal.  
(1984)
- NT 09.19 : Qualité des eaux - Mesure de la dureté au réactif complexant.  
(1984)
- NT 09.20 : Qualité des eaux - Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO).  
(1984)
- NT 09.21 : Qualité des eaux - Détermination des matières en suspension.  
(1984)
- NT 09.23 : Qualité des eaux - Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) - Méthode par le dichromate de potassium.  
(1984)
- NT 09.25 : Qualité des eaux - Dosage du fer - Méthode spectrométrique à la phénanthroline = 1,10.  
(1985)

3. SPECIFICATIONS RELATIVES AUX REJETS DANS LE DOMAINE PUBLIC MARITIME, LE DOMAINE PUBLIC HYDRAULIQUE ET LES CANALISATIONS PUBLIQUES

Le présent paragraphe définit la qualité de l'effluent en fonction du type et des particularités du milieu récepteur (voir tableau ci-joint).

Paramètres	Expression des résultats	Domaine public maritime	Domaine public hydraulique	Canalisations publiques	Méthodes de dosage
Température mesurée au moment du prélèvement	En degré Celsius (°C)	La température du rejet ne doit pas dépasser 1) 35°C	Doit être inférieure à (2) 25°C	Doit être inférieure à (2) 35°C	-
pH		6,5 < pH < 8,5	6,5 < pH < 8,5	6,5 < pH < 9	NT 09.05 NT 09.06
Matières en suspension : MES	mg/l	30	30	400	NT 09.21
Matières décantables	ml/l après deux heures	0,3	0,3	-	-
Demande chimique en oxygène DCO	mg O <sub>2</sub> /l 2	90 sur un échantillon moyen de 24H (pour la mer à l'exclusion des zones de baignade et 3) d'aquaculture)	90 sur un échantillon moyen de 24H	(4) 1000	NT 09.23v
Demande biochimique en oxygène DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l en moyenne de 24H 5	30	30	(5) 400	NT 09.20
Chlorures: Cl	mg/l	sans exigence	(6) 600	(7) 700	NT 09.77
Chlore actif Cl <sub>2</sub>	mgcl <sub>2</sub> /l 2	0,05	0,05	1	NT 09.01
Bioxyde de chlore : ClO <sub>2</sub>	mg/l 2	0,05	0,05	0,5	-
Sulfate : SO <sub>4</sub>	mg/l 4	1000	600	(8) 400	NT 09.78
Magnésium : Mg	mg/l	2000	200	(9) 300	NT 09.09
Potassium : K	mg/l	1000	50	(10) 50	NT 09.66 NT 09.65
Sodium : Na	mg/l	sans exigence	(11) 100	1000	NT 09.66 NT 09.65
Calcium : Ca	mg/l	sans exigence	500	fixer selon le cas	NT 09.09 NT 09.13
Aluminium : Al	mg/l	(12) 5	(12) 5	(12) 10	-

Parametres	Expression des resultats	Domaine public maritime	Domaine public hydraulique	Canalisations publiques	Methodes de dosage
Couleur	mg/l Echelle au platine cobalt	100	70	fixer selon le cas	NT 09.16
Sulfures : S	mg/l	2	0,1	(14) 3	-
Fluorures dissous : F	mg/l	5	3	(15) 3	-
Nitrates : NO <sub>3</sub>	mg/l	(16) 90	50	90	NT 09.10
Nitrites : NO <sub>2</sub>	mg/l	(17) 5	(18) 0,5	10	-
Azote organique et ammoniacal	mg/l	30	(18) 1	100	NT 09.13
Phosphore PO ou P total	mg/l	(18) 0,1	(18) 0,05	10	-
Phenols, composés phenoliques	mg/l	0,05(en mer)	0,002	1	-
Graisses et huiles saponifiables	mg/l	(19) 20	10	30	-
Hydrocarbures aliphatiques totaux(huiles, graisses et goudron)d'origine minerale	mg/l	10	2	(20) 10	-
Solvants chlorés	mg/l	0,05	0	0,1	-
Detergents anioniques du type alkyl Benzene sulfonate (ABS)	mg/l	2	0,5	5	NT 09.26

Parametres	Expression des résultats	Domaine public maritime	Domaine public hydraulique	Canalisations publiques	Methodes de dosage
Bore : B	mg/l	20	2	(21) 2	-
Fer : Fe	mg/l	1	1	(22) 5	NT 09.25
Cuivre : Cu	mg/l	1,5	0,5	1	NT 09.07
Etain : Sn	mg/l	2	2	2	-
Manganese: Mn	mg/l	1	0,5	(23) 1	NT 09.28
Zinc : Zn	mg/l	10	5	(24) 5	NT 09.07
Molybdene Mo	mg/l	5	0,5	5	-
Cobalt Co	mg/l	0,5	0,1	0,5	NT 09.07
Brome actif : Br <sub>2</sub>	mg/l	0,1	0,05	1	-
Baryum : Ba	mg/l	10	0,5	10	-
Argent : Ag	mg/l	0,1	0,05	0,1	-
Arsenic : As	mg/l	0,1	0,05	0,1	NT 09.08
Beryllium: Be	mg/l	0,05	0,01	0,05	-
Cadmium Cd	mg/l	0,005	0,005	(26) 0,1	NT 09.35
Cyanures : CN	mg/l	0,05	0,05	0,5	NT 09.41
Chrome hexa-valent VI Cr	mg/l	0,5	0,01	0,5	-
Chrome tri-valent III Cr	mg/l	2	0,5	(25) 2	-
Antimoine : Sb	mg/l	0,1	0,1	0,2	-
Nickel : Ni	mg/l	2	0,2	2	NT 09.07
Selenium : Se	mg/l	0,5	0,05	1	NT 09.36

Parametres	Expression des resultats	Domaine public maritime	Domaine public hydraulique	Canalisations publiques	Methodes de dosage
Mercurure : Hg	µg/l	0,001	0,001	0,01	NT 09.17
Picou : Pb	µg/l	0,5	0,1	1	NT 09.07
Titane : Ti	µg/l	0,001	0,001	0,01	-
Pesticides et produits similaires : -Insecticides -Composes organophosphores. -Carbamates -Herbicides -Fongicides -PCN et PCT	µg/l	0,005	0,001	0,01	-
Coliformes fecaux	par 100ml	2000	2000	-	NT 16.21 NT 16.22
Streptocoques fecaux	par 100ml	1000	1000	-	NT 16.23 NT 16.24
Salmonelles	par 5000 ml	Absence	Absence	-	-
Vibrions cholériques	par 5000 ml	Absence	Absence	-	-

#### 4. NOTES

- 1) Dans tous les cas, elle ne doit pas dépasser une valeur qui sera fixée en fonction des conditions locales et de la teneur en substances nutritives du milieu.
- 2) En cas de dépassement, elle ne doit pas excéder la température ambiante.
- 3) Des mesures plus ou moins strictes peuvent être fixées par le Ministère de l'Agriculture.

Note	Limite supérieure de tolérance mg/l	Après avis du Ministère de l'Équipement	Après avis du Ministère de l'Agriculture
(4)	jusqu'à 2000	x	
(5)	" 1000	x	
(6)	" 700		x
(7)	" 2000	x	
(8)	" 600	x	
(9)	" 2000	x	
(10)	" 1000	x	
(11)	" 1000		x
(12)	" 10		x
(13)	" 20	x	
(14)	" 8	x	
(15)	" 5	x	
(17)	" 10		x
(20)	" 20	x	
(21)	" 20	x	
(22)	" 15	x	
(23)	" 10	x	
(24)	" 50	x	
(25)	" 4 selon le cas	x	
(26)	" 1	x	

1. Des teneurs plus sévères peuvent être adoptées.
2. Pour des valeurs supérieures des dérogations peuvent être accordées par le Ministère de l'Agriculture.
3. En tout cas, elles ne doivent pas provoquer (après rejet) des filures superficielles.