



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th 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.

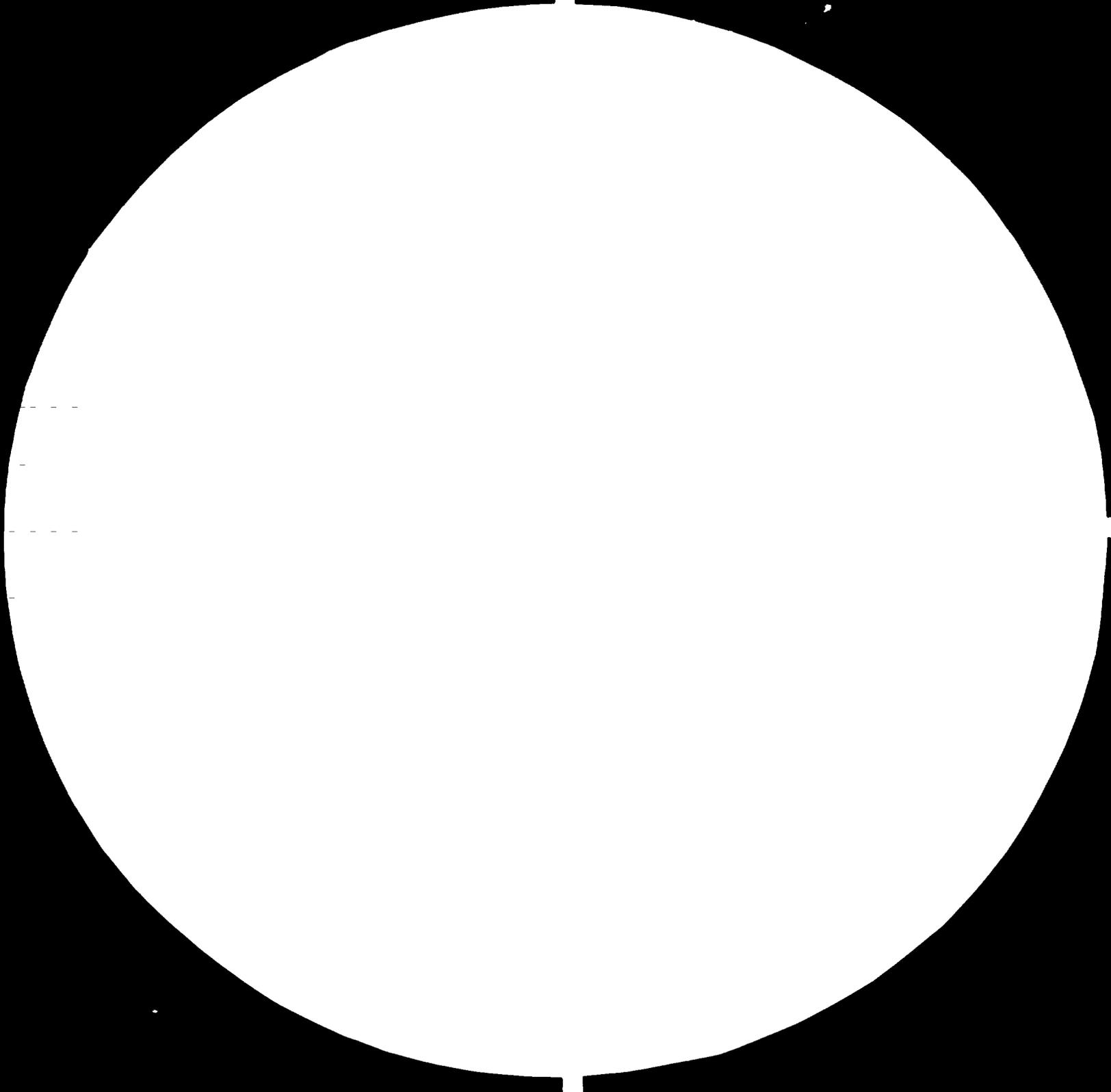
FAIR USE POLICY

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 for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org



Distr. RESTREINTE

10923

DP/ID/SER.A/314
19 juin 1981
Français

ASSISTANCE AU DOMAINE AGRO-INDUSTRIEL PRESIDENTIEL DE LA N'SELE

DP/ZAI/80/012

REPUBLIQUE DU ZAIRE

Rapport technique : Possibilités d'utilisation
de l'usine laitière de la N'SELE

Etabli pour le Gouvernement du Zaïre par
l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel
agent d'exécution du Programme des Nations Unies pour le développement

D'après l'étude de M. Jean-Claude Belloin,
expert en industrie laitière

001222

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel
Vienne

V.81-26854

Notes explicatives

Sauf indication contraire, le terme "dollar" (\$) s'entend du dollar des Etats-Unis d'Amérique.

L'unité monétaire du Zaïre est le zaïre (Z). Durant la période sur laquelle porte le présent rapport, la valeur du dollar des Etats-Unis d'Amérique en Zaïres était : 1 \$ = 3,12 Z.

Les sigles suivants ont été utilisés dans la présente publication :

CLE	Creusot-Loire Enterprises
DNP	Domaine présidentiel de la N'Sele
DAIPN	Domaine agro-industriel présidentiel de la N'Sele
LCS	Lait concentré sucré
LCNS	Lait concentré non sucré

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

La mention dans le texte de la raison sociale ou des produits d'une société n'implique aucune prise de position en leur faveur de la part de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI)

RESUME

A la demande du Gouvernement zaïrois un expert spécialisé en industrie laitière s'est rendu au Domaine présidentiel de la N'Sele au Zaïre pour une mission qui a duré du 4 mai au 2 juin 1981 dans le cadre du projet DP/ZAI/80/012 intitulé "Assistance au domaine agro-industriel présidentiel de la N'Sele" afin d'estimer le matériel existant, proposer des solutions permettant son utilisation, donner des avis techniques sur les différentes possibilités de traitement du lait frais, de l'utilisation du lait de soja, etc.

Les apports du PNUD à ce projet ont été de 6 700 dollars et ceux du gouvernement du 3 000 dollars, payables en Zaïres. Le document du projet a été signé par le PNUD, l'ONUDI et le Gouvernement zaïrois le 18 décembre 1980.

Les conclusions de l'expert ont été favorables en ce qui concerne la qualité du matériel proposé par Creusot-Loire mais il a attiré l'attention sur les risques financiers dus à l'augmentation des prix de l'énergie et l'importation des matières premières liés à la mise en marche de cette unité. L'expert après avoir étudié les différentes possibilités d'utiliser le matériel existant et d'éviter la plus grande partie des importations de matériel, a proposé diverses solutions techniques concernant l'utilisation immédiate des installations existantes, production locale de lait utilisée sous forme liquide, lait de production locale transformé en lait concentré, lait de soja, huile végétale, entre lesquelles il faudra faire un choix.

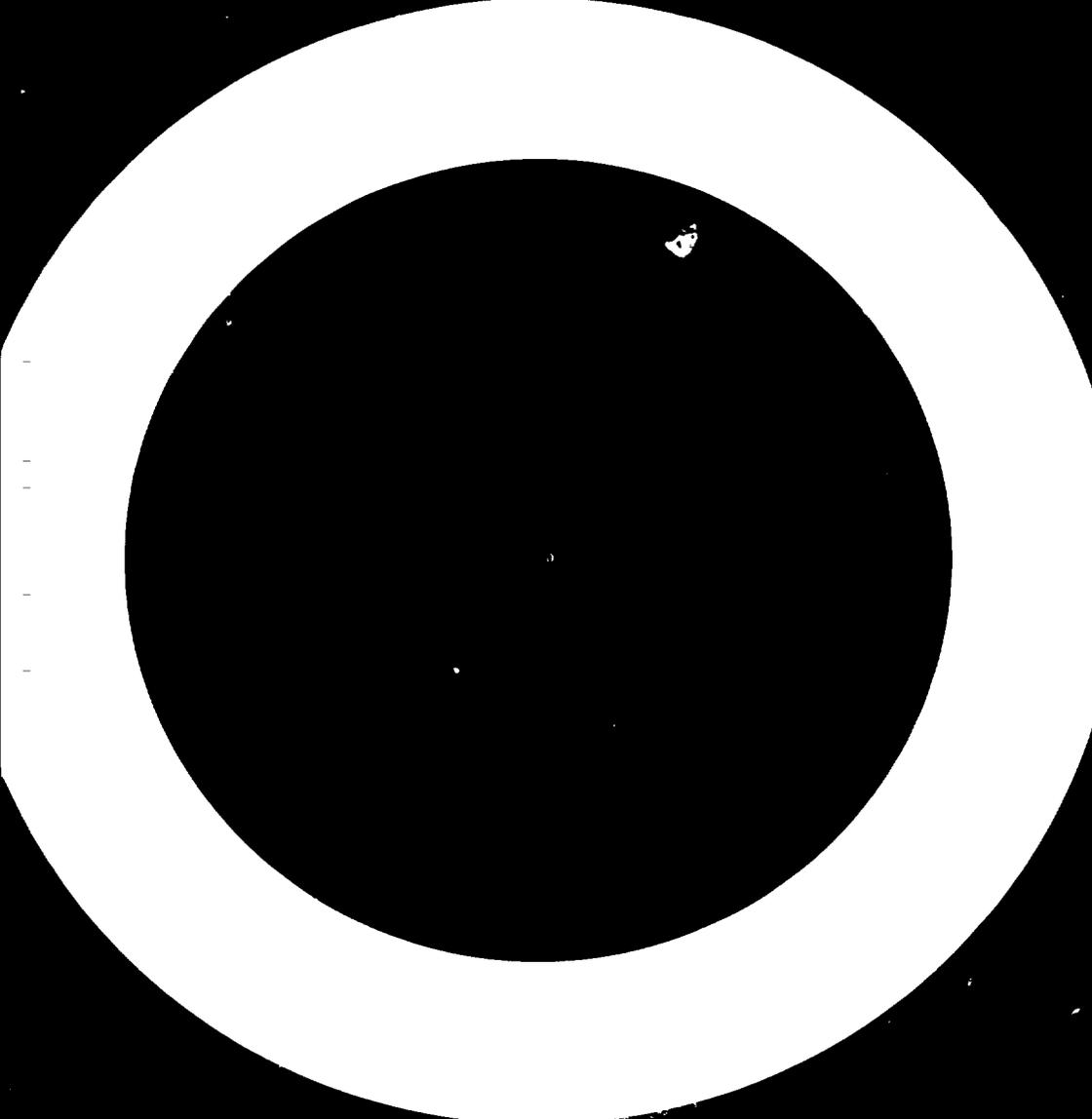


TABLE DES MATIERES

<u>Chapitres</u>	<u>Pages</u>
INTRODUCTION	6
I. ETUDE DES DIVERSES POSSIBILITES D'UTILISATION DES INSTALLATIONS ACTUELLES	8
A. Utilisation immédiate des installations actuelles	8
B. Production locale de lait utilisée sous forme liquide ..	13
C. Transformation de lait de production locale en lait concentré	16
D. Production de lait de soja	19
E. Production d'huile végétale	22
II. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	24

Tableaux

1. Production de lait de soja	19
2. Comparaison des teneurs en acides aminés	21
Figure. Diagramme	17

- 6 -

INTRODUCTION

Le Domaine présidentiel de la N'Sele (DPN) par contrat signé le 3 juillet 1975, a confié à Creusot-Loire Enterprises (CLE) l'étude et la réalisation d'un complexe laitier pouvant produire plusieurs types de lait (poudres instantanées, poudres de mélange, laits concentrés, laits concentrés sucrés) à partir de poudre de lait écrémé et d'huile de beurre.

Le matériel a été choisi en fonction des critères techniques définis par la société Nestlé; en effet, les produits fabriqués devaient être vendus sous la marque de cette société qui assurait la mise en route de l'usine, la formation du personnel et la direction technique de l'usine pendant 10 années.

Cette unité est prête à fonctionner depuis juin 1979 mais, pour des raisons essentiellement financières, la mise à disposition des matières premières et la mise en place des équipes d'exploitation n'ont pu être réalisées et le contrat avec la société Nestlé a été dénoncé.

Au début de 1980, le Domaine agro-industriel présidentiel de la N'Sele (DAIPN) a envisagé d'alimenter cette usine avec du lait frais qui serait produit dans le Domaine et a donc demandé à CLE de faire une offre pour du matériel complémentaire qui devrait permettre à l'usine de traiter des matières premières liquides.

Plus récemment, le DAIPN a envisagé de cultiver du soja pour en tirer un lait de soja qui serait utilisé pour alimenter la chaîne de traitement des liquides proposée par CLE.

La capacité de production de l'unité installée depuis 1979 est la suivante :

	<u>Capacité annuelle</u> En t/an	<u>Capacité horaire</u> En kg/h
Lait concentré sucré (LCS)	5 000	2 000
Lait concentré non sucré (LCNS)	1 000	1 430
Poudre instantanée	4 500	1 100
Poudre diététique (type GUIGOZ)	750	800
Poudre non instantanée (type NIDO)	750	800

Le Gouvernement zaïrois a donc demandé à l'ONUDI qu'un consultant en industrie laitière se rende pour un mois au Domaine présidentiel de la N'Sele afin de pouvoir :

- Donner son appréciation sur le matériel existant et proposer des solutions permettant son utilisation;
- Emettre un avis technique sur la ligne de traitement de lait frais proposée par CLE en 1980;
- Emettre un avis technique sur la possibilité d'utiliser du lait de soja.

La mission de l'expert a duré du 4 mai au 2 juin 1981.

Les apports du PNUD à ce projet ont été de 6 700 dollars, ceux du Gouvernement zaïrois de 3 000 dollars, payables en zaïres. Le document de projet a été signé le 18 décembre 1980 par le PNUD, l'ONUDI et le Gouvernement zaïrois.

Dès son arrivée au Domaine présidentiel de la N'Sele l'expert est allé visiter l'usine et il est arrivé à deux conclusions que ses observations postérieures ont confirmées.

- a) Le matériel proposé par Creusot-Loire est d'excellente qualité. Les choix ont été réalisés en fonction des performances à atteindre, sans chercher à retenir un matériel de moindre qualité. Cependant, le principe de fonctionnement de cette usine est basé sur l'importation de l'ensemble des matières premières et le processus nécessite des quantités importantes d'énergie. L'évolution des coûts internationaux du fuel-oil et la difficulté pour le Domaine présidentiel de la N'Sele de disposer de devises en quantités suffisantes rendent délicate, dans la conjoncture économique actuelle, la mise en route de cette unité;
- b) Ces équipements sont installés depuis maintenant deux ans sans avoir été utilisés et ils ont déjà souffert du climat chaud et humide. Le capital immobilisé perdra une partie importante de sa valeur si les machines ne sont pas utilisées dans les meilleurs délais.

L'expert propose donc d'utiliser le matériel existant le plus rapidement possible tout en étudiant parallèlement les façons d'obtenir à moyen terme une production locale permettant de supprimer tout ou partie des importations en matières premières.

Ce rapport présente plusieurs solutions techniques qui permettent d'utiliser les installations actuelles. Il appartiendra ensuite à qui de droit de faire un choix entre ces diverses possibilités.

I. ETUDE DES DIVERSES POSSIBILITES D'UTILISATION
DES INSTALLATIONS ACTUELLES

A. Utilisation immédiate des installations actuelles

Dans les installations existantes, les produits de base utilisés sont :
la poudre de lait écrémé, l'huile de beurre et l'eau.

La poudre de lait et l'huile de beurre étant importées, l'intérêt du pays consiste à éviter au maximum ces importations en développant une production laitière locale. L'objectif que s'est fixé le DAIPN est de 54 000 l de lait par jour en 1985 (3 000 vaches donnant 18 l de lait par jour). En attendant, l'unité actuelle doit travailler. La première solution proposée consiste à utiliser l'installation existante avec des matières importées tout en utilisant le lait de production locale comme matière première de l'usine en remplacement de l'eau.

Ceci présente différents avantages :

- Utilisation rapide du matériel installé et conservation du capital investi;
- Possibilité d'utiliser le lait de production locale sans réaliser d'investissements supplémentaires;
- Transformation du lait de production locale en poudre ou en lait concentré sans subir au préalable un traitement dans un concentrateur, lequel est un grand consommateur d'énergie;
- Diminution des achats en devises pour un maintien des quantités de produits fabriqués.

1. Utilisation du lait frais sur les diverses chaînes

a) Utilisation de lait frais sur la chaîne de fabrication de lait concentré sucré (LCS)

En remplaçant l'eau par du lait frais entier dans le mélange initial, celui-ci aurait la composition suivante :

	<u>En %</u>
. Lait frais	29,89
. Poudre de lait	20,11
. Huile de beurre	8,00
. Sucre	42,00

Le débit horaire de production de lait concentré sucré est de
2 000 kg/h

Les quantités nécessaires de produits de base seraient :

	<u>En kg/h</u>
. Lait frais entier	700
. Poudre de lait	390
. Huile de beurre	155
. Sucre	840

Economies en devises

	<u>En %</u>
. Economies en poudre	14,6
. Economies en huile de beurre	13,9

b) Utilisation du lait frais sur la chaîne de fabrication de lait
concentré non sucré (LCNS)

Le mélange initial aurait la composition suivante :

	<u>En %</u>
. Lait frais	84,0
. Poudre de lait	10,9
. Huile de beurre	5,1

Le débit horaire de production de LCNS est de 1 430 kg/h.

Les quantités nécessaires de produits de base seraient :

	<u>En kg/h</u>
. Lait frais entier	1 300
. Poudre de lait	145
. Huile de beurre	70

Economies en devises :

	<u>En %</u>
. Economies en poudre	45,0
. Economies en huile de beurre	40,0

c) Utilisation de lait frais sur la chaîne de fabrication de lait en poudre instantané

Pour obtenir une production de 1 100 kg/h de poudre instantanée, il faut apporter dans le mélange initial environ :

	<u>En kg/h</u>
. Lait frais entier	1 180
. Poudre de lait écrémé	675
. Huile de beurre	265

Economies en devises :

	<u>En %</u>
. Economies en poudre	13,9
. Economies en huile de beurre	13,4

d) Utilisation de lait frais sur la chaîne de fabrication de lait non instantané en poudre

Pour obtenir une production de 800 kg/h de poudre, il faut apporter dans le mélange initial :

	<u>En kg/h</u>
. Lait frais entier	810
. Poudre de lait écrémé	510
. Huile de beurre	180

Economies en devises :

	<u>En %</u>
. Economies en poudre	12,8
. Economies en huile de beurre	13,6

e) Utilisation de lait frais sur la chaîne de fabrication de lait diététique en poudre

Ce lait est obtenu par mélange à sec de poudre non instantanée avec les autres constituants de base qui sont essentiellement le sucre et la maltodextrine.

Avec 800 kg de poudre de lait non instantané, on obtient environ 1 600 kg de poudre diététique.

On se retrouve donc dans le même cas que précédemment.

2. Conclusions

Cette usine devrait travailler avec deux équipes pendant six jours par semaine.

- a) La ligne "poudre" serait utilisée 3 jours par semaine pendant 12 heures de production effective journalière.

Dans le projet initial la production était répartie comme suit :

	<u>En %</u>
. Poudre instantanée	75
. Poudre non instantanée	25

Pour tenir compte des différences de débit sur chaque ligne il faudra diviser le temps de production de la façon suivante :

- . 69 % pour la poudre instantanée
- . 31 % pour la poudre non instantanée

Les consommations hebdomadaires seront :

	<u>En kg</u>	<u>En kg</u>
Lait frais	$36 \times 0,69 \times 1180 + 36 \times 0,31 \times 810 =$	38 350
Poudre	$36 \times 0,69 \times 675 + 36 \times 0,31 \times 510 =$	22 460
Huile de beurre	$36 \times 0,69 \times 265 + 36 \times 0,31 \times 180 =$	8 590

- b) La ligne "laits concentrés" serait utilisée 3 jours par semaine pendant 12 heures de production effective journalière. La production est supposée être répartie de la façon suivante :

	<u>En %</u>
. LCS	83,3
. LCNS	16,7

En tenant compte des différences de débits, les temps de production devront être partagés de la façon suivante :

	<u>En %</u>
. LCS	78,1
. LCNS	21,9

Les consommations hebdomadaires seront :

Lait frais	36 x 0,781 x 700 + 36 x 0,219 x 1 300 =	29 930
Poudre	36 x 0,781 x 390 + 36 x 0,219 x 145 =	12 110
Huile de beurre	36 x 0,781 x 155 + 36 x 0,219 x 70 =	4 910

c) Consommations totales hebdomadaires :

	<u>En kg</u>
Lait frais	68 280
Poudre	34 570
Huile de beurre	13 500

La production journalière de lait frais devrait donc être :

$$\frac{68\ 280}{7} = 10\ 000 \text{ kg/jour environ}$$

Consommations annuelles (calculées sur 50 semaines)

	<u>En t</u>
Poudre de lait écrémé	1 750
Huile de beurre	675

d) La production annuelle serait dans ce cas :

	<u>En t</u>
Poudre instantanée	1 366
Poudre nons instantané	233
Poudre diététique	446
Lait concentré sucré	2 810
Lait concentré non sucré	564

e) Pour absorber cette production la consommation journalière devra être :

- Poudre instantanée.

Si 60 % de la production est en boîtes de 400 g et 40 % en boîtes de 1 kg, la quantité journalière disponible sera :

5 610 boîtes de 400 g
1 500 boîtes de 1 kg

- Poudre non instantanée :
6 100 sachets de 500 g
- Poudre diététique :
2 440 boîtes de 500 g
- Lait concentré sucré
77 000 boîtes de 100 g
- Lait concentré non sucré
9 100 boîtes de 170 g

Le lait frais utilisé dans l'usine actuelle devrait avant son admission être pasteurisé et standardisé. Ces opérations pourraient être réalisées sur l'échangeur à plaques et sur l'écumeuse actuellement disponibles à la ferme.

Tous les calculs ont été réalisés avec un lait frais contenant 35 g par litre de matière grasse. Le lait actuellement produit ayant un taux en matière grasse plus important, la standardisation libèrerait plusieurs dizaines de litres de crème par jour.

Les premiers investissements à réaliser seraient :

- Une citerne de transports
- Des tanks de stockage

B. Production locale de lait utilisée sous forme liquide

Dans cette hypothèse, on considère toujours qu'en 1985 la production locale de lait sera de 54 000 kg/j. Dans la section A on a vu que, si les chaînes "poudre" et "laits concentrés" travaillent alternativement, la consommation de lait frais sera de 10 000 kg/j, par contre, si les deux chaînes travaillent simultanément, la consommation de lait frais sera de 20 000 kg/j. Il restera donc à traiter, selon les hypothèses, de 35 000 à 45 000 l de lait par jour. Une partie de ce lait pourrait être commercialisée sous forme de lait pasteurisé et l'autre sous forme de lait stérilisé. La réfrigération du lait se ferait dans un refroidisseur à plaques si tout le lait est produit dans la même étable; par contre, si le lait provient de diverses étables, il faudrait le conserver

sur le lieu de production dans des tanks réfrigérants pouvant recevoir deux traites. Il faudrait, dans ce cas, prévoir une unité de pasteurisation - standardisation-homogénéisation ayant une capacité horaire de :

$$\frac{54\ 000\ l}{6} = 9\ 000\ l$$

Après pasteurisation (ou pré-stérilisation à 130-140°C pendant quelques secondes), ce lait serait conditionné soit sur la machine PREPAC existante et vendu comme le lait pasteurisé (une production de 15 000 à 20 000 l/j pourrait être réalisée), soit sur une nouvelle machine de conditionnement qui remplirait des emballages pouvant ensuite entrer en stérilisation dans les autoclaves Lagarde existantes.

Dans la nouvelle usine, d'ici à 1985, les nouveaux investissements devront être les suivants :

- Deux tanks de réception de lait réfrigéré d'une capacité unitaire de 30 000 l;
- Une unité de pasteurisation-standardisation-homogénéisation d'une capacité de 10 000 l/h.
- Trois tanks de stockage de lait pasteurisé de capacité unitaire de 30 000 l;
- Une remplisseuse pour bouteilles de verre ou plastique, à la cadence de 7 000 l/h;
- Une unité de production et de distribution d'eau glacée;
- Des chambres froides pour le lait pasteurisé, la crème et le beurre.

Les cinq tanks devront être placés les uns près des autres et devront pouvoir être utilisés indifféremment pour le lait pasteurisé ou pour le lait réfrigéré. Leur emplacement sera déterminé le plus rapidement possible si cette solution est retenue, et leur achat réalisé au fur et à mesure des besoins.

Le pasteurisateur de la ferme pourrait être transféré à l'usine et il pourrait être utilisé en complément de l'unité de pasteurisation et également comme pasteurisateur à crème.

Hypothèse No 2 : On considère que l'usine actuelle va fabriquer du lait concentré mais n'élaborera pas de poudres. Dans ce cas, toute la première partie de la chaîne "poudre" serait utilisée pour produire du lait reconstitué à partir de poudre de lait, huile de beurre et eau.

Cette solution présente des avantages :

- L'usine consommerait beaucoup moins de fuel-oil et de boîtes;
- La tour de séchage étant un maillon à "haute technicité" dans la chaîne "poudre", sa non-utilisation rendrait plus aisée une mise en route rapide de l'usine et diminuerait l'effectif du personnel expatrié.

Les inconvénients sont les suivants :

La non-utilisation de la tour de séchage qui représente un capital investi important;

- Le traitement thermique du lait est fait par injection de vapeur suivi d'un refroidissement évaporatif, ce qui consomme plus d'énergie que la méthode classique avec échangeur de chaleur à plaques.

Si cette solution est retenue, la chaîne "poudre" actuelle pourrait être utilisée à un débit d'environ 3 000 l/h. Après homogénéisation, le lait serait conditionné en bouteilles plastiques ou bouteilles en verre et stérilisé dans les autoclaves existants. Les seuls investissements importants à réaliser seront la machine de conditionnement et la formeuse de bouteilles plastiques ou, sinon, la laveuse des bouteilles en verre consignées.

Si, après un certain temps de fonctionnement dans le cadre de cette hypothèse, on décidait de nouveau de produire des poudres, les investissements supplémentaires réalisés seraient utilisés sur la ligne de traitement du lait de production locale. Si l'usine est utilisée telle que décrit dans la section A, la chaîne "poudre" ne sera en activité que trois jours par semaine. Le reste du temps, elle pourrait donc travailler pour produire un lait reconstitué stérilisé.

Il faut remarquer que le lait liquide présente de gros avantages par rapport à la poudre, car son utilisation ne demande pas de dilution. Cette opération qui est souvent faite avec une eau de qualité douteuse peut être la cause de maladies graves chez le nourrisson.

D'autre part, il n'apparaît pas raisonnable dans le cadre d'une production locale de dépenser une quantité importante d'énergie pour évaporer l'eau du lait alors que le premier travail de la ménagère de Kinshasa sera de rediluer cette poudre.

C. Transformation de lait de production locale en lait concentré

Cette solution est celle qu'a proposé Creusot-Loire dans son offre transmise en 1980; elle présente un gros intérêt en ce sens qu'elle permet de diminuer au maximum les importations de poudre, de lait écrémé et d'huile de beurre.

Par contre elle présente un certain nombre d'inconvénients :

- Elle demande un investissement important. L'offre de Creusot-Loire portait sur un investissement de 6 millions de francs français auxquels il faut ajouter les frais de génie civil et l'unité de traitement des crèmes;

- Le coût de fonctionnement est élevé car la consommation en vapeur est importante (Creusot-Loire l'estime à 2 700 kg/h pour la vapeur à 12 bars et 750 kg/h pour la vapeur à 6 bars).

Si toute la collecte du lait se fait en un seul point et si la traite est réalisée en deux heures, la capacité de refroidissement devra être :

$$\frac{27\ 000\ 1}{2} = 13\ 500\ 1/h$$

Une refroidisseur à plaque de 15 000 l/h serait suffisant. Le stockage du lait réfrigéré se ferait à la ferme dans deux tanks de 30 000 l. Le transport depuis la ferme jusqu'à l'usine se ferait par une citerne de 10 000 l (ou deux de 5 000 l).

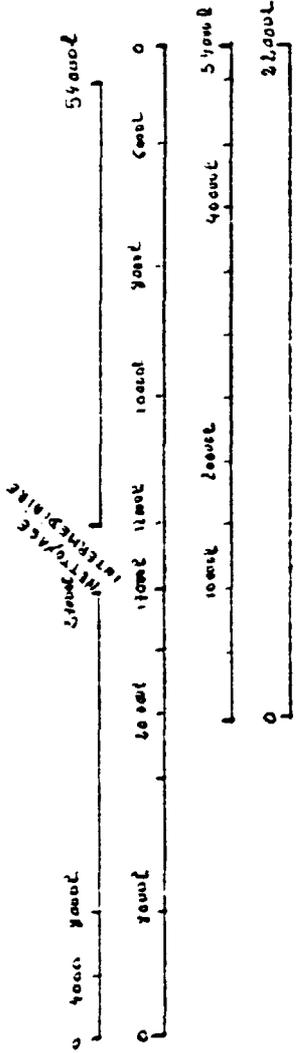
Par contre, si la collecte se fait en différents points du domaine, le lait produit dans chaque étable devra être stocké sur place dans des cuves réfrigérantes. Dans ce cas, le refroidisseur et les deux tanks de 30 000 l ne sont plus nécessaires. Les tanks réfrigérants sont intéressants car ils consomment uniquement de l'électricité et ne nécessitent pas une unité de production d'eau glacée. Dans l'usine nouvelle il faudrait pasteuriser et concentrer ce lait.

La pasteurisation pourrait être réalisée par deux échangeurs d'une capacité de 2 000 l/h. Le temps de travail des échangeurs serait :

$$\frac{54\ 000}{4000} = 13\ h\ 30$$

21. a. 5. volume

0" 1" 2" 3" 4" 5" 6" 7" 8" 9" 10" 11" 12" 13" 14" 15" 16" 17" 18" 19" 20" 21" 22" 23" 24"

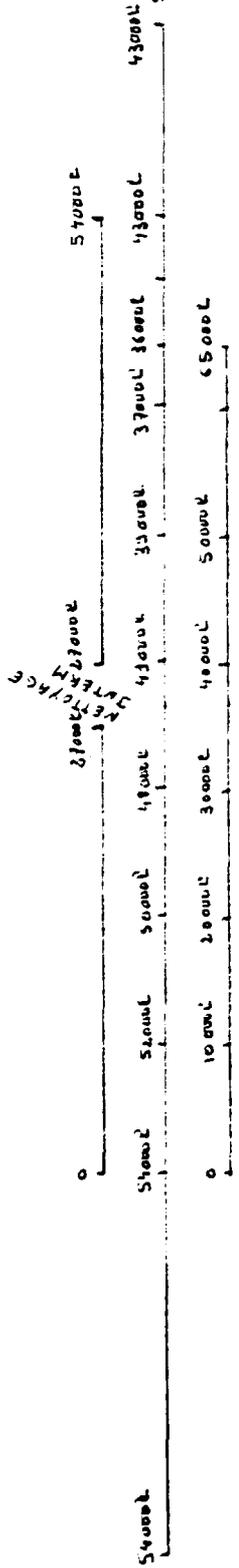


SAMEJI
 PASTEURISATION
 STORAGE LAIT PASTEURISE
 CONCENTRATION
 STORAGE LAIT CONCENTRE

DIMANCHE
 PASTEURISATION
 STORAGE LAIT PASTEURISE



LUNDI
 PASTEURISATION
 STORAGE LAIT PASTEURISE
 CONCENTRATION



MANDE LAIT STORAGE LAIT PASTEURISE 12000 L
 MENDRELA " " " 21000 L
 ILUBI " " " 10000 L
 VINDREDA " " " "

Des deux échangeurs seraient :

- Le pasteurisateur actuel de la ferme avec son écrémeuse (capacité : 2 000 l/h) qui n'aurait plus d'utilité à la ferme.

- Le pasteurisateur de la ligne actuelle de lait concentré non sucré qui ne sera plus utilisé si on traite du lait liquide. Il suffira de prévoir une écrémeuse ayant un débit de 2 000 l/h. La capacité évaporatoire sera calculée sur le produit le plus concentré. Elle est donc sur la base d'un fonctionnement de 13 h/j égale à (travail 6 j/semaine) :

$$63 \times 1,10 \left(1 - \frac{0,090}{0,220}\right) \times \frac{1}{13} = 3,0 \text{ t/h}$$

Le débit d'alimentation du concentrateur sera donc de 5 000 l/h. Le temps de travail journalier du concentrateur sera :

$$\frac{63\ 000}{5\ 000} = 12 \text{ h } 36 \text{ m}$$

Le stockage du lait pasteurisé se fera dans trois tanks de 30 000 l (voir le diagramme joint). Le lait concentré pourrait être stocké dans deux des quatre tanks de 10 000 l qui existent dans l'usine actuelle pour le stockage du lait concentré sucré et du lait concentré non sucré avant conditionnement.

Cette solution présenterait une très importante diminution des investissements par rapport à ceux proposés par Creusot-Loire Entreprises.

	CLE	Nouvelle solution
Poste de réception et de comptage	Oui	Non
Refroidisseur	30 000 l/h	15 000 l/h
Stockage lait réfrigéré	5 x 20 000 l	2 x 30 000 l
Pasteurisation	13 000 l/h	Non
Stockage lait pasteurisé	2 x 20 000 l	3 x 30 000 l
Evaporation	7 t/h	3 t/h
Stockage lait concentré	2 x 6 000 l	Non

Si cette solution est retenue, le lait de production locale sera utilisé tel que décrit dans la section A en attendant que le nouveau matériel soit installé.

On peut considérer également que l'on utilise 20 000 kg de lait par jour tel que décrit dans la section A et que l'on concentre seulement le lait restant. Dans ce cas, la quantité hebdomadaire de lait à concentrer serait :

$$(54\ 000\ \text{kg} \times 7) - (20\ 000\ \text{kg} \times 6) = 258\ 000\ \text{kg}$$

La quantité de lait journalier à concentrer serait :

$$\frac{258\ 000}{6} = 43\ 000\ \text{kg}$$

La quantité évaporatoire serait calculée sur le produit le plus concentré Elle donc sur la base d'un fonctionnement de 13 heures par jour égale à : (travail 6 jours/semaine) :

$$53 \times 1,10 \left(1 - \frac{0,090}{0,220}\right) \times \frac{1}{13} = 2,65\ \text{t/h}$$

Le débit d'alimentation du concentrateur sera alors 4 500 l/h.

Le temps de travail journalier du concentrateur sera :

$$\frac{53\ 000}{4\ 500} = 11\ \text{h}\ 45\ \text{m}$$

La ferme disposant d'une machine de conditionnement PREPAC, une partie du lait pasteurisé pourra être conditionné en sachets plastiques.

D. Production de lait de soja

Le tableau 1 a été établi en supposant qu'une superficie maximum de 100 ha pourrait être consacrée à la culture du soja et que le rendement serait de 10 quintaux par hectare.

Tableau 1. Production de lait de soja

Surface ensencée (en ha)	Production annuelle en graines (en kg)	Nombre de litres de lait obtenus (170 g de farine par litre) soit 60 g de protéines par litre	Nombre de litres de lait par jour
10	10 000	60 000	160
20	20 000	120 000	320
50	50 000	300 000	800
100	100 000	1 200 000	1 600

La palette proposée par Alfa-Laval avec un débit de 200 l/h de lait paraît donc d'une capacité intéressante.

Si la production de lait de soja est retenue par le DAIPN, il faudrait demander aux différents fournisseurs potentiels de matériels des offres détaillées. Ainsi, dans l'offre préliminaire d'ALFA-LAVAL il ne serait pas nécessaire de retenir :

- L'unité de traitement de l'eau;

- L'homogénéisateur (en effet, ce lait sera ensuite utilisé comme matière première des chaînes "poudre" et "lait concentré" sur lesquelles il y a déjà des homogénéisateurs);

- L'unité d'ensachage.

La cuve réfrigérante de stockage devrait avoir une capacité de 2 000 l afin d'absorber la production journalière. Ce lait de soja pourrait être utilisé de trois façons :

- Comme matière première des lignes existantes de fabrication de poudre et de lait concentré;

- Être vendu comme lait de soja frais pasteurisé. Dans ce cas, le conditionnement pourrait se faire sur la machine PREPAC existant actuellement à la ferme (capacité 1 500 l/h).

- Comme addition à du lait frais pour obtenir un lait liquide stérilisé ou pasteurisé.

Dans le tableau 2 les différentes teneurs en acides aminés sont comparées :

Tableau 2. Comparaison des teneurs en acides aminés

Acides aminés % matière sèche	Protéines totales	
	lait de vache	Protéines lait de soja
	En %	
Acide aspartique	7,4	12,6
Thréonine*	4,7	3,6
Serine	6,0	5,7
Acide glutamique	23,9	22,4
Proline	11,3	5,4
Glucine	2,0	4,1
Alanique	3,5	3,9
Cystine*	1,8	1,2
Valine	7,0	4,7
Méthionine*	2,5	1,2
Isoleucine*	6,5	4,8
Leucine*	10,0	7,9
Tyrosine	5,2	3,8
Phénylalanine*	4,9	5,5
Tryptophane*	1,4	-
Lysine*	7,9	6,0
Histidine	2,7	2,4
Arginine	3,7	7,8

* Acides aminés indispensables à l'homme.

1/ Le lait de soja ne contient pas de tryptophane qui est le précurseur de la vitamine PP (Prévention de la pellagre). Cependant, il est riche en vitamine PP.

D'une façon générale, la teneur en acides aminés essentiels est plus faible dans le lait de soja que dans le lait de vache. Les facteurs limitants pour le lait de vache sont les faibles teneurs en cystine et méthionine. Le facteur limitant pour le lait de soja sera donc la méthionine. Il ne faut pas oublier non plus que le lait n'est pas uniquement une source de protéines mais aussi une source d'énergie puisqu'il contient 50 g/l de lactose. Il faudrait consulter la législation zaïroise pour savoir quelle appellation devrait être donnée aux produits laitiers coupés avec du lait de soja.

Si le pays désire expérimenter la culture du soja pour obtenir un produit de remplacement du lait, le Domaine présidentiel de la N'Sele est particulièrement bien placé pour être utilisé comme domaine pilote car il disposera déjà d'une production importante de lait de vache et il y aura toutes les possibilités d'utiliser le lait de soja comme matière première en addition avec du lait de vache pour les produits finis suivants : lait liquide, concentré et en poudre

Le lait de soja ne peut être considéré que comme complément à une production laitière locale.

E. Production d'huile végétale

Dans la section A, on a considéré l'utilisation de lait de production locale qui, mélangé avec de la poudre et de l'huile de beurre, donnerait les produits souhaités.

Dans cette hypothèse une partie du complément de matière grasse à fournir pourrait l'être sous forme de matière grasse végétale de production locale, ce qui éviterait les importations en huile de beurre. L'huile végétale utilisée pourrait être de l'huile de coton, d'arachide ou de palme.

Dans la section C on a considéré que ni poudre ni huile de beurre n'étaient importés, toute la production locale de lait étant d'abord concentrée pour alimenter l'usine actuelle. Dans cette hypothèse également on peut proposer un écrémage du lait frais. Le lait frais sera ensuite additionné de matière grasse végétale dans l'usine actuelle et on disposera ainsi de quantités importantes de crème.

Un écrémage total de 54 000 kg/j de lait donnerait 4 725 kg de crème à 40 % de matière grasse. L'usine se réserve ainsi la possibilité de vendre de la crème fraîche et de transformer le reste en beurre. Si toute la crème était transformée en beurre la production de beurre serait de 2 300 kg/j. La ferme disposant actuellement d'une baratte pouvant recevoir 200 l de crème, il suffirait de transférer cette baratte dans l'usine nouvelle et de prévoir des cuves pour la pasteurisation et la maturation des crèmes. Le nombre de cuves nécessaires dépend des options choisies (la seule cuve de pasteurisation et maturation dont dispose la ferme a une capacité de 175 l.

L'écémage du lait permettrait d'adapter la production beurrière en fonction des besoins réels du pays et de diminuer les importations en beurre qui coûtent très cher car le transport doit être réalisé en atmosphère réfrigérée. Il faut noter que l'usine actuelle ne dispose pas de chambre froide et qu'il n'est donc pas possible d'y entreposer du beurre ou de la crème. La construction d'une nouvelle chambre froide s'imposerait car celle de la ferme est de dimensions réduites.

II. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

La recommandation la plus importante sera d'utiliser dans les meilleurs délais l'installation existante afin de conserver le capital investi. Les moteurs électriques, les armoires électriques, les joints en matières synthétiques, les bandes transporteuses, etc. ne supporteraient pas de rester inutilisées.

Pour mettre cette unité en marche, les premières démarches à effectuer seraient :

- La sélection d'un partenaire laitier qui apporterait le savoir-faire, mettrait l'usine en marche et assurerait la formation du personnel. Le savoir-faire est particulièrement important en ce qui concerne la tour de séchage dans la ligne "poudre" et l'obtention d'une bonne stabilisation des laits concentrés non sucrés.

- L'obtention de devises de la part du Gouvernement zaïrois, afin de permettre les importations de matières premières. Il faut noter qu'actuellement les produits laitiers en poudre ou concentrés vendus dans la République du Zaïre sont des produits d'importation payés en devises.

Une fois prise la décision de mettre l'usine en marche, il faudra déterminer l'orientation que prendra à moyen terme la laiterie. Les différentes possibilités sont les suivantes :

- Obtenir une production laitière locale pouvant atteindre 20 000 kg/j pour minimiser les importations en poudre et en huile de beurre et donner à l'usine actuelle son maximum de rentabilité;

- Obtenir une production locale de 54 000 kg/j et utiliser 20 000 kg pour l'usine actuelle, le reste étant vendu sous forme de lait pasteurisé ou de lait stérilisé;

- Utiliser 20 000 kg/j de lait pour alimenter en matière première l'usine actuelle et concentrer le solde afin de l'utiliser également comme matière première de l'usine existante qui pourrait ainsi travailler en trois équipes;

- Concentrer toute la production locale pour éviter au maximum les importations tout en acceptant que l'usine puisse travailler en dessous de son seuil de rentabilité si aucune importation n'est possible;

- Modifier la formulation des produits pour diminuer les teneurs en matière grasse, ce qui permettrait une réduction des importations en huile de beurre.

Utiliser des matières grasses végétales en remplacement de la matière grasse du lait dans les laits concentrés et les laits liquides et réserver la matière grasse dégagée à la production de crème et de beurre;

- Faire des cultures de soja afin d'obtenir des laits de substitution. Le soja ne peut pas assurer l'alimentation de la totalité de l'usine: il ne peut être considéré que comme un petit appoint à la production laitière locale.

Le DAIPN devra donc s'attaquer rapidement à une tâche ardue. Il serait important pour la direction du DAIPN de pouvoir compter avec l'aide d'une organisation internationale ou d'un organisme de coopération bilatérale. La coopération pourrait porter sur les domaines suivants :

- Etude déterminant dans quelles conditions le DAIPN pourrait bénéficier d'aides ou de prêts préférentiels lui permettant d'importer ses matières premières durant les premières années de mise en route;

- Attribution d'un expert en industrie laitière qui aurait pour mission de :

- a) Assister techniquement le DAIPN et assurer le lien technique entre la société laitière apportant le "savoir-faire" et le DAIPN;
- b) Assurer une partie de la formation du personnel local;
- c) Préparer en collaboration avec le DAIPN les appels d'offres pour les nouveaux équipements et faire l'étude technique des offres reçues des différents fournisseurs.

- Attribution de bourses d'études ou d'aides pour que les ingénieurs de la contrepartie puisse se rendre dans des pays techniquement avancés en industrie laitière pour des stages ou séminaires.

Il convient de remarquer que tous les produits qui devaient être fabriqués dans le projet initial étaient des produits avec une forte teneur en matière grasse. La diète africaine présentant beaucoup plus souvent des carences protéiques que lipidiques, est-il nécessaire de produire uniquement des produits à forte teneur en matière grasse ? Ce sont des classes sociales dont les revenus sont les plus modestes qui ont le plus besoin de consommer un produit à haute

teneur en protéines. Pour ces personnes le lait représente un investissement important. Il serait donc intéressant de leur proposer des laits meilleurs marchés ayant la même teneur en protéines, mais une teneur en lipides plus basse.

A la demande de l'administration, du chef de mission et du responsable de la laiterie, les recommandations suivantes relatives à la laiterie de la ferme ont été faites.

La pasteurisation

- La température de pasteurisation est actuellement de 78°C. La température généralement retenue dans les pays chauds est de 87-88°C. Ceci permet d'améliorer le temps de conservation du lait;

- Actuellement, seul le lait qui doit être écrémé passe dans la centrifugeuse. Le lait pasteurisé entier ne subit donc pas le traitement de centrifugation. La filtration en amont du pasteurisateur est grossière et l'épuration centrifuge permettrait un travail régulier et continu. L'élimination des impuretés serait plus complète et le temps de conservation du lait serait augmenté.

Par ailleurs, cette opération permettrait de standardiser le lait, c'est-à-dire de lui donner une teneur en matière grasse constante de 33 g/l, par exemple. Si la moyenne du troupeau donne un lait à 38 g/l, ceci permet d'obtenir pour 1 000 l de lait un peu plus de 16 l de crème à 300 g/l de matière grasse ou plus de 6 kg de beurre.

Traitement de la crème

- La crème devrait être pasteurisée. Pour cela la laiterie dispose d'une cuve de 175 l qu'il suffirait de brancher pour alimenter en fluides chauffant et refroidissant.

La température de pasteurisation doit être plus élevée que pour le lait (92-95°C) et il y a lieu d'apporter un soin particulier à l'agitation du produit pendant le chauffage. Ce traitement permettra une meilleure conservation de la crème si elle doit être vendue comme crème fraîche douce;

- La crème fraîche peut également être vendue comme crème fraîche acide (cas général en France). Il faut pour obtenir une telle crème réaliser un ensemencement en bactéries lactiques (de 1 à 3 %) après pasteurisation et réaliser la maturation à une température de 15-20°C.

- Une crème douce est une crème très liquide. Un ensemencement augmente la viscosité de la crème qui paraît alors beaucoup plus riche.

Obtention du beurre

Pour obtenir une meilleure conservation, le beurre doit être fait à partir de crème pasteurisée qui a subi une maturation. Le barattage dépend d'un certain nombre de conditions.:

- L'agitation, donnée par la baratte;

- La température; une température trop élevée accélère le barattage mais risque de provoquer des pertes importantes de matière grasse. Après maturation la crème doit être refroidie aux environs de 8°C pour être barattée. Dans le cas d'une crème douce la température de barattage doit être de 5-7°C. La température actuelle de barattage (15-16°C) paraît donc inadaptée.

- L'acidité, on baratte généralement une crème ayant une acidité de 65°D dans la phase non grasse. Ainsi, une crème titrant 40 % de matière grasse est travaillée à $\frac{65^{\circ} \times 60}{100} = 39^{\circ}D$

- La teneur en matière grasse de la crème : une crème trop riche se baratte mal en raison de sa viscosité excessive. En général, on baratte la crème à 35-40 % de matière grasse.

Après avoir évacué le babeurre, il faut procéder au lavage des grains de beurre, opération qui a pour but de remplacer les gouttes de babeurre émulsionnées dans la graisse de beurre par des gouttes d'eau pure. Cette substitution d'un milieu riche en matières azotées et en lactose à un liquide ne contenant pas de matières nutritives empêche, en principe, le développement microbien dans le beurre.

Deux lavages successifs en faisant tourner la baratte paraîtraient plus adaptés que la technique actuelle.

Le malaxage a pour but de permettre la pulvérisation de la phase aqueuse au sein de la matière grasse. Selon les observations de l'expert, le temps de malaxage actuel n'est pas suffisant. Pour contrôler la dispersion de l'eau il serait intéressant d'acheter un papier spécial permettant de vérifier la qualité du malaxage.

Pour obtenir une coloration jaune constante du beurre quelle que soit la saison, il faudrait utiliser une solution de rocou.

Les boîtes plastiques qui reçoivent le beurre sont lavées puis essuyées. Cette dernière opération est à proscrire car elle entraîne une recontamination du contenant. Après lavage les boîtes devraient être mises à tremper dans une solution d'eau javellisée (20 mg de chlore par litre). Il ne reste plus qu'à les égoutter avant de les remplir.

De la même façon : l'eau ajoutée lors des lavages du beurre, l'eau qui sert à pousser le lait dans l'unité de pasteurisation en fin de travail et l'eau utilisée pour les rinçages finaux, doivent être javellisées à 20 mg de chlore par litre (l'eau de javel industrielle à 50° contient 150 g/l de chlore)

Problèmes d'hygiène

- Machines à traire. La solution idéale consiste à réaliser un nettoyage après chaque traite.

Après la première traite le nettoyage est fait par circulation d'une solution d'un produit alcalin chloré. Ce produit nettoie et désinfecte le matériel (température d'utilisation 60-65°C; la solution à environ 1 % doit titrer 375 PPM de chlore).

Après la seconde traite on réalise un passage d'une solution à environ 1 % d'acide phosphorique (température 50-60°C). L'acide évite les dépôts de tartre sur le matériel. Si l'eau est douce, ce passage acide ne peut être réalisé qu'une seule fois par semaine. L'acide phosphorique doit être préféré à tout autre acide afin d'éviter les problèmes de corrosion et l'usure prématurée des joints et, de plus, l'acide phosphorique n'est pas oxydant, il se trouve donc dans le commerce des solutions à base d'acide phosphorique contenant des agents tensio-actifs, ce qui augmente l'efficacité de la solution acide.

- Lavage de la mamelle. Le lavage de la mamelle avant la traite est une opération qui diminuera la contamination du lait mais il faut toujours le faire suivre d'un essuyage du pis. L'élimination des premiers jets de lait est également à conseiller.

En fin de traite le trempage du pis dans une solution iodée contenant des agents tensio-actifs constitue une excellente méthode de prévention des mammites.

- Nettoyages manuels. Tout le matériel de la salle de traite et de la laiterie, lavé manuellement doit l'être avec une solution de produit alcalin chloré moussant.

Tout le petit matériel devrait être laissé à tremper toute la nuit dans une solution d'eau javellisée.

