

RESUME

L'audit énergétique approfondi de l'usine de Colait a Kenitra s'est déroulé en Février 1990 suite à la conclusion d'un contrat d'adhésion entre la Colait et le projet GEM. Cette étude a pour but d'établir un plan d'action pour améliorer les performances énergétiques de l'usine et, par conséquent, réduire la facture énergétique.

Le présent rapport décrit les résultats de cette étude.

Sur la base d'une quantité annuelle de lait traité de 27 millions de litres, l'usine de Kenitra consomme environ 2110 t.e.p. d'énergie par an (hors carburants) se répartissant en 41 % de combustible et 59 % d'électricité. A ceci s'ajoute une consommation annuelle de 235.000 m³ d'eau douce. Le coût total en combustible, électricité et eau douce s'élève à environ 5.300.000 DH par an.

L'audit a permis d'évaluer les performances énergétiques malgré l'absence quasi totale d'éléments élémentaires pour une gestion d'énergie. Les résultats doivent servir de base pour mettre en place un système de gestion de l'énergie qui permettra aux ingénieurs de l'usine de suivre de près les performances des équipements. Une vigoureuse poursuite de cette politique de gestion peut engendrer des économies nettement supérieures à celles précisées ci-dessus.

La somme des économies d'énergie identifiées dans cet audit s'élève à 200 t.e.p. par an, soit 9,6 % de la consommation énergétique de référence. Le gain escompté sur la facture énergétique est de 387.000 Dh/an. La réalisation de ces gains nécessiterait un effort financier estimé à plus de 600.000 Dh, ce qui donne un temps de retour moyen de 1,55 ans. Compte tenu des gains non-énergétiques le temps de retour est de 1,3 ans. Au total, 15 projets ou recommandations ont été précisés. La liste détaillée des projets est jointe à la fin de ce résumé.

67% des économies d'énergie sont réalisables par des projets de faibles coûts de mise en oeuvre pouvant être supportés par les budgets d'exploitation ou d'entretien de l'usine. Le temps de retour moyen des projets à faible coût de mise en oeuvre est d'environ 8 mois. Ces projets nécessitent un effort financier de l'ordre de 200.000 Dh.

Il est clair que l'identification de ces économies nécessitait des moyens de mesure, une force de travail et une approche systématique que le contrat d'adhésion au projet GEM a permis de réunir dans des délais très courts.

D'une certaine façon, les résultats présentés sont le reflet des conditions spécifiques de l'usine de Kenitra. La performance énergétique est acceptable en comparaison avec un standard international, mais elle ne reflète pas la modernité de l'usine. La contrainte principale pour apprécier le potentiel d'efficacité est le manque d'information sur la consommation individuelle des équipements.

L'essentiel des optimisations énergétiques à faire dans l'usine peut être atteint par un effort financier peu important et une bonne rentabilité. Il s'agit surtout des investissements d'entretien et de réparation. On peut dire qu'on trouve des équipements performants à côté d'autres équipements manquant d'entretien compte tenu des contraintes de production, ce qui rend la performance énergétique de l'ensemble plus bas que nécessaire.

L'une des caractéristiques du bilan énergétique de l'usine est le rôle très important joué, par le froid (l'usine produit essentiellement des produits frais à courte durée de vie), et par les opérations de lavage.

Il faut souligner que l'audit n'a pas réussi à montrer toute l'étendue des économies d'énergie dans l'usine. L'absence des instruments installés pour une telle évaluation n'était pas compensable par les instruments portables utilisés pendant deux semaines (par exemple il n'était pas possible d'analyser toute la consommation d'eau). Il reste à l'équipe de l'usine de continuer le travail avec l'instrumentation proposé dans le rapport en continuant les efforts ici décrits.

Il faut considérer que cet audit énergétique a permis à l'usine de gagner plusieurs années dans l'inventaire des solutions techniques pour l'amélioration des performances énergétiques. Il reste à traduire dans les faits ce gain de temps au niveau de l'analyse comme au niveau de la gestion. Il faut donc poursuivre activement et simultanément sur deux axes. 1), mise en oeuvre d'un plan d'action donnant la liste des projets par ordre de priorité et 2), la mise en place d'un système de gestion performant, apte à déclencher des "alarmes" en cas de surconsommation en établissant des normes énergétiques.

A cet égard, le programme de gestion de l'énergie réalisé au cours de l'audit peut utilement compléter le système actuel de gestion de la laiterie. Ce programme est basé sur des principes de gestion scientifique relativement novateurs en laiterie, mais largement appliqués avec succès dans d'autres industries aux fabrications complexes et multiproduits. Pour traduire ce système de gestion en économie d'énergie, il s'agit entre autres de motiver le personnel d'usine dans le domaine énergétique.

Ce rapport mets un terme à la première étape du contrat d'adhésion au projet GEM. La seconde étape consiste en la mise au point du plan d'action et sa mise en oeuvre. Le projet GEM reste à la disposition de l'usine pour l'aider dans cette tâche et a programmé deux missions d'évaluation des progrès réalisés dans les 12 prochains mois.

Une version informatique complète de ce rapport ainsi que de tous les modèles et bases de données constitués au cours de l'audit sera remise à la Colait, en sus d'une version sur papier.

TABLE DES MATIERES

RESUME ET PRINCIPALES CONCLUSIONS

CHAPITRE I	CONVENTIONS ET DONNEES DE BASE	I-1
1.	SCENARIOS DE MARCHE	
1.1	Capacité de production	I-1
1.2	Rythme de production	I-1
2.	CARACTERISTIQUES DES UTILITES	I-1
2.1	Fioul lourd	I-1
2.2	Electricité	I-2
2.3	Eau douce	I-2
2.4	Eau de chaudière	I-2
2.5	Eaux usées	I-3
2.6	Vapeur	I-3
2.7	Air comprimé	I-3
2.8	Eau glacée	I-3
3	COUT DES UTILITES ET PRODUITS	I-3
3.1	Electricité	I-3
3.1.1	Dispositions générales du contrat RAK	I-4
3.2	Fioul lourd N°2	I-4
3.3	Autres combustibles	I-4
3.4	Eau de la RAK	I-5
3.5	Eau de chaudière	I-5
3.5.1	Consommation électrique	I-5
3.5.2	Consommation de produits chimiques	I-5
3.5.3	Coût de l'eau de chaudière	I-5
3.6	Prix internationaux de l'énergie	I-6
3.7	Coût des autres utilités	I-6
3.7.1	Vapeur	I-6
3.7.2	Air comprimé	I-6
3.8	Prix des produits	I-7
3.8.1	Produits laitiers	I-7
3.8.2	Matieres premières	I-7
4.	DONNEES ECONOMIQUES ET FINANCIERES	I-7
4.1	Marché des produits laitiers	I-7
4.2	Exploitation	I-7
4.3	Investissement	I-9
4.3.a	Priorité relative des investissements	I-9

4.3.b	Règles d'évaluation des investissements	I-9
4.3.c	Conditions de paiement habituelles	I-10
4.4	Données financières	I-10
4.5	Relation avec l'administration - Réglementation	I-12

CHAPITRE II REVUE DES PERFORMANCES DES INSTALLATIONS

1. INSTALLATIONS DE PROCEDE II-1

1.1	Reception du lait	II-1
1.2	Pasteurisation du lait	II-12
1.3	Conditionnement du lait frais pasteurisé	II-14
1.4	Fabrication de lait en poudre	II-14
1.5	Fabrication du beurre	II-6
1.6	Repasteurisation dans la yaouterie	II-7
1.7	Préparation et conditionnement des yaourts étuvés	II-9
1.8	Chambre froide	II-10
1.9	Préparation et conditionnement des yaourts brassés, raibi et leben)	II-11
1.10	Fabrication du fromage frais	II-11
1.11	Les circuits de nettoyage - NEP	II-12
1.11.1	Les NEP automatiques	II-12
1.11.2	Les NEP manuelles	II-12
1.12	Lavage des sols	II-13
1.13	Lavage des casiers	II-14

2. UTILITES II-15

2.1	Production de vapeur	II-15
2.2	Retour des condensats	II-16
2.3	Production d'eau adoucie	II-16
2.4	Production d'eau glacee	II-17
2.5	Air comprimé	II-18
2.6	Système de distribution de vapeur	II-18
2.7	Réseau électrique	II-21

CHAPITRE III BILAN ENERGETIQUE DETAILLE

1.	Marche de l'usine	III-1
2.	Modèle énergétique	III-1
3.	Bilan vapeur	III-3
4.	Bilan combustible	III-4
5.	Bilan eau	III-8

6.	Bilan électrique	III-9
7.	Bilan frigorifique sur eau glacée	III-9

CHAPITRE IV RECOMMANDATIONS A FAIBLE COUT DE MISE EN OEUVRE

1. RESUMES DES PROJETS		IV-1
2. GESTION DE L'ENERGIE		IV-1
3. PROJETS A FAIBLE COUTS DE MISE EN OEUVRE		IV-4
PROJET 1		IV-6
PROJET 2		IV-13
PROJET 3		IV-15
PROJET 4		IV-18
PROJET 5		IV-21
PROJET 6		IV-27
PROJET 7		IV-29
PROJET 8		IV-31
PROJET 9		IV-34
PROJET 10		IV-10

CHAPITRE V RECOMMANDATIONS RELATIVES AUX AMELIORATIONS TECHNOLOGIQUES

1. RESUME DES PROJETS		V-1
2. FICHES PROJETS		
V-1		
PROJET 11		V-2
PROJET 12		V-5
PROJET 13		V-8
PROJET 14		V-11
PROJET 15		V-13

ANNEXES

ANNEXE A - SCHEMAS DES RESEAUX VAPEUR ET EAU GLACEE

ANNEXE B - MODELE ENERGETIQUE ET DE PROCEDE DE L'USINE

ANNEXE C - BASE DE DONNEES DES EQUIPEMENTS UTILITES

ANNEXE D - MODELE DE SUIVI DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE

CHAPITRE IV

PROJETS A FAIBLE COUT DE MISE EN OEUVRE

Ce chapitre décrit les recommandations ne nécessitant pas de ressources financières importantes. Le suivi de ces recommandations doit être considéré comme programme d'action immédiate. En outre, il est souhaitable que la Colait institue un système de gestion apte à continuer le travail ici commencé afin de arriver à une vrai gestion d'énergie. Cette deuxième axe d'action semble indispensable pour assurer que ces projets peuvent réduire la facture énergétique continu et forment la base pour plusieurs à suivre.

Ces projets peuvent être mis en oeuvre directement sur le budget exploitation, le budget entretien ou le budget formation de l'usine. Ils assurent en général un temps de retour rapide (inférieur à 1 an). Ces projets peuvent être réalisés par le personnel de l'usine sans recours à une assistance technique extérieure.

1. RESUME DES PROJETS

10 projets à faible coût de mise en oeuvre ont été identifiés pour l'usine de Colait. Ces projets permettent une économie

annuelle de 135,4 tep. Ces économies permettent une réduction de la facture énergétique de 250.000 DH. Compte tenu des autres gains, l'économie escomptée s'élève à 310.000 DH. Le coût de mise en oeuvre est estimé à 200.000 DH soit un temps de retour moyen inférieur à 1 an. Le temps de retour de chacun de ces projets varie entre l'immédiat et 1,6 ans.

La liste des projets à faible coût de mise en oeuvre est présentée dans le tableau IV-1 avec les économies d'énergie escomptées, le gain d'exploitation, le coût de mise en oeuvre, et le temps de retour brut.

2. GESTION DE L'ENERGIE

Le suivi de la réalisation de ces projets doit se faire au moyen d'un programme de gestion de l'énergie. Il est recommandé d'utiliser les logiciels mis au point pendant l'audit pour assurer ce suivi. Seulement un système de gestion avec une répartition intelligente des fonctions et des responsabilités permettra de tirer le maximum d'intérêt de ces logiciels. Ils peuvent servir comme outils de base d'une maîtrise d'énergie à Colait. Il n'est pas possible de concevoir en détail un système de gestion dans ce rapport. Le système doit être approprié aux structures déjà existantes dans l'entreprise. Ici, on a décrit les grande ligne d'une telle système.

Toute politique de maîtrise de l'énergie repose sur cette idée-force:

l'énergie doit se gérer, comme n'importe quel autre poste de dépense dans l'entreprise. Mais on ne peut gérer que ce qui est mesuré et quantifié.

La première étape, impérative, consiste donc à mettre en place les moyens permettant de mesurer et de surveiller les consommations d'énergie. Grâce au suivi de ces mesures, il est possible de détecter les défauts, d'établir des priorités d'action et d'estimer l'efficacité des interventions. Cette phase doit passer par l'élaboration d'un tableau de bord énergétique. Les informations ainsi rassemblés sont les conditions préalables pour se rendre compte des interactions production-coûte énergétique.

En parallèle il est recommandée d'établir une comité énergie. Ce comité doit consister de toute les chefs des ateliers, l'ingénieur d'entretien, directeur technique, directeur

commercial et chef de comptabilité. Il est nécessaire de réunir au moins un participant de tout les départements parce que la consommation énergétique est influencé par les actions de ces départements. Ce comité doit se réunir une fois par mois pour discuter la performance énergétique pendant cette période et pour élaborer la politique énergétique de l'usine. En conclusion de ces réunions des décisions doivent être prises pour mettre en oeuvre cette politique.

Une personne de ce comité doit prendre la responsabilité de suivre l'exécution des décision du comité. Cette personne, le responsable énergie, est surtout chargé de la collection et de l'analyse de toutes les données nécessaires pour le travail du comité. Ce responsable doit être autorisé et compétent pour prendre part dans les décisions qui peuvent impliquer une consommation d'énergie. En détail ses fonctions sont les suivants:

- rassembler toute les mesure, données, factures et autres document concernant énergie et l'eau
- surveillance des relèvements de toute les compteurs régulièrement
- spécifier les besoins d'instrumentation dans toute l'usine
- calculer et analyser toute les ratios production/consommation pour contrôler les changement des performances
- contrôler toutes les factures de l'eau, de l'électricité, du fioul et autres combustibles
- étudier et conseiller une changement de sources d'énergie
- planifier des options en cas d'une interruption d'approvisionnement
- préparer un budget d'énergie
- développer des projet d'économie d'énergie
- préparer des documents des projet pour permettre les autre département d'incorporer ces projet en leur planification
- suivre les changements de la production afin de vérifier si les critères pour les projets d'économie d'énergie change
- déterminer des normes de performance énergétique pour toute les ateliers
- initier des programmes d'entretien pour économiser l'énergie
- surveiller la réalisation des projet d'économie
- spécifier tout équipements pour les projet

- évaluer les offres des fournisseurs d'équipement
- commander des équipement pour les projet
- préparer des reports périodiques avec coûte et consommation d'énergie
- préparer et réaliser des actions de motivations pour le personnel

Cette longue liste montre l'importance de ce responsable énergie. L'expérience dans la pratique a montré que cette structure pour la gestion d'énergie est la plus efficace et praticable, mais il ast à chaque entreprise de choisir la forme d'une structure d'organisation. Il reste à souligner qu'un forte soutien de la direction pour les efforts de maîtrise d'énergie est indispensable.

L'audit peut aider le responsable d'énergie avec le bilan d'énergie de l'usine en ce moment, mais le plus important est que l'audit a fourni des outils essentiel pour son travail avec les logiciels décrits ci-dessous:

3 types de logiciels ont été mis au point et sont joints en annexe de ce rapport:

- Logiciels de suivi de la consommation d'énergie (Annexe D)
- Logiciels de suivi des performances d'équipements producteurs d'utilités (Annexe C)
- Modèle énergétique et de procédé de l'usine (Annexe B)

2.1 Suivi de la consommation d'énergie de l'usine

2 types de logiciels ont été préparés:

- L'un pour le suivi des consommations d'énergie journalières et à la semaine.
- L'autre pour le suivi des consommations d'énergie mensuelles et annuelles.

Le responsable Energie/méthode parait le mieux placé pour mettre en oeuvre ces logiciels.

2.1.1 Suivi des consommations journalières - Programme en Lotus ayant pour nom COLAUD.WK1

Ce logiciel permet de saisir sur ordinateur les feuilles de relevés journaliers des compteurs d'énergie. Il permet un suivi

à court terme de la consommation d'énergie et des tendances. Court terme signifie ici, à la semaine.

A noter qu'actuellement les consommations journalières d'énergie ne sont pas relevées.

2.1.2 Suivi des consommations mensuelles - Programme en Lotus ayant pour nom COLSTAT.WK1

Ce logiciel permet de saisir sur ordinateur les consommations mensuelles d'énergie et de suivre le réalisé pour l'année en cours. Il permet de restituer sous forme graphique les performances énergétiques de l'usine.

2.2 Suivi des performances des équipements de production d'utilités

Ces logiciels, présentés en Annexe C, permettent de réaliser des tests périodiques des équipements de production d'utilités afin de s'assurer de leur rendement, et connaître exactement leur coût d'exploitation. Ceci concerne:

- Les chaudières
- Les compresseurs de Fréon
- Les tours BALTIMORE
- Le bilan électrique

Ces logiciels sont destinés à être utilisés par le responsable entretien de l'usine.

2.3 Modèle énergétique et de procédé de l'usine

Le modèle énergétique et de procédé de l'usine est présenté en annexe B du rapport. Il s'agit d'un modèle de simulation du bilan énergétique de l'usine qui intègre tous les paramètres énergétiques et de procédé de la partie procès de l'usine, ainsi que les procédures actuelles d'exploitation. Il constitue une base de données sur tous les équipements procédé de l'usine. Comme toute base de données, il est donc nécessaire de le tenir à jour, en fonction de l'évolution du parc des équipements.

Les résultats de ce modèle sont conformes aux consommations d'énergie effectivement mesurées dans l'usine. Ce modèle est donc **fiable et précis**. D'autre part il est **souple** puisqu'il s'adapte facilement à toute modification:

- Du schéma de procédé de l'usine
- Des paramètres procédé d'exploitation des équipements existants
- Des procédures d'exploitation et de nettoyage.

Une fois ces paramètres figés, il suffit d'entrer dans le modèle le programme de production journalier par produit, pour obtenir immédiatement le bilan énergétique de la journée, global et par atelier.

Les applications de ce modèle sont les suivantes:

- Préparation du budget "énergie et eau" pour un programme de production donné.
- Comparaison des consommations d'énergie réelles aux consommations d'énergie simulées par le modèle et explication des écarts.
- Calcul du coût moyen de fabrication par atelier, permettant de comparer éventuellement plusieurs usines, dans le but d'optimiser le programme de développement/modernisation de chaque usine.
- Calcul du coût marginal de fabrication, permettant de comparer plusieurs ateliers dans l'usine ou hors usine afin d'optimiser le programme de charge.

Le modèle est donc un outil destiné à être utilisé principalement par le responsable de la programmation et le responsable énergie/méthodes de l'usine.

3. PROJETS A FAIBLE COUT DE MISE EN OEUVRE

Ce paragraphe présente les fiches descriptives des projets à faible coût de mise en oeuvre. Ces fiches doivent permettre aux décideurs de définir un plan de mise en oeuvre à court terme. Ces actions devraient être mises en oeuvre au plus tôt.

Tableau IV-1

PROJETS A FAIBLE COUT DE MISE EN OEUVRE

PROJET No 1

OPTIMISATION DE LA CHAUFFERIE

RESUME

Economie d'énergie	17,6 tep/an	32.220 DH/an
Autres gains		DH/an
Total gains		32.220 DH/an
Coût de mise en oeuvre		52.750 DH/an
Temps de retour		1,6 an

1.0 RECOMMANDATION

- Allouer la charge vapeur aux chaudières de meilleur rendement en priorité:
 - chaudière EGFI 76,7 kg fioul/t vapeur (73,1 après ajustement d'excès air)
 - chaudière Standard Fasel 77,3 kg fioul/t vapeur
- Réduction de l'excès d'air de la chaudière Egfi
- Optimisation des taux de purge:
 - Ajustement du débit de purge de la Standard Fasel et de l'EGFI
 - Option 1: Installation de robinet-vannes calibrés pour purge
 - Option 2: Installation de salinomètres pour purge continue
- Récupération thermique sur purges dans le cas de purges continues:
 - Option 1: Installation d'un ballon d'éclatement de purges et raccordement de la vapeur de flash au serpentín de chauffage dans la bache alimentaire.
 - Option 2: Installation d'un échangeur tubulaire de préchauffage d'eau alimentaire sur purges.
- Suppression du réchauffage de l'eau dans la bache alimentaire

2.0 DESCRIPTION

■ Allouer la charge à la chaudière ayant le meilleur rendement

Le but de cette action est de choisir la chaudière à mettre en service en fonction de son rendement. Ce choix doit être reconsidéré dans le temps en fonction de l'évolution du rendement des chaudières. En marche normale, l'usine fonctionne seulement avec la chaudière Standard Fasel. La chaudière Egfi est démarrée quand la tour de séchage est en marche et les deux chaudières sont utilisées en parallèle. La capacité de la chaudière Egfi est suffisante pour satisfaire toute la demande de vapeur de l'usine.

Il est donc proposé d'arrêter la Standard Fasel pendant la marche de la tour de séchage. Ce changement permet d'utiliser la Egfi avec un meilleur rendement (à cause de la charge plus grande) et de produire le vapeur nécessaire avec la moitié des pertes thermiques de la chaudière.

La seule raison pour utiliser les deux serait que une seule chaudière ne peut pas suivre une forte augmentation de la charge aussi rapide que deux. Une forte augmentation n'arrive qu'à cause d'une faute de contrôle de la production. Les équipements utilisés dans une laiterie permettent de maintenir une consommation de vapeur très stable. Une forte demande de vapeur peut arriver quand par exemple dans la pasteurisateur crème on commence avec la lavage et comme le soupape débit vapeur est toujours ouvert la température entrée qui chute de 50 à 15 degré demande une forte augmentation de débit vapeur pour maintenir la température sortie section lait/eau chaude.

Ces fortes augmentation sont donc a éliminer au lieu de les permettre avec une marche de deux chaudières.

■ Réduction de l'excès d'air de la chaudière Egfi

Pendant la campagne de mesure, il a été trouvé un taux d'excès d'air de combustion (58%). Ceci se traduit par des pertes aux fumées de 14,2 %. La chaudière Standard Fasel quant à elle a un excès d'air tout à fait acceptable (37%) et un rendement également acceptable (82,6%).

La réduction de l'excès d'air à 20% va permettre de diminuer les pertes par les fumées et donc d'augmenter le rendement des

chaudières. Le gain attendu est de l'ordre de 4,0 % (réduction de perte par les fumées), en gardant un taux de purge constant et sous la condition que la température des fumées reste constante (la température de fumées devrait légèrement baisser).

■Optimisation du taux de purge et récupération thermique sur purges continues

Les mesures de salinité des eaux de chaudière ont montré que la purge continue de la chaudières Standard Fasel est excessive (7620 ppm) étant donné la charge de cette chaudière (30% du débit de vapeur produit). Aussi les purges de la chaudière EGFI ont une salinité élevée avec 12884 ppm. Pour obtenir une salinité globale de l'eau de chaudière aux alentours de 4000 ppm, le débit de purge moyen doit être augmenté de 162 kg/h (de 104 kg/h à 266 kg/h). Toutefois, cette perte énergétique peut être limitée au moyen d'une récupération thermique. A long terme une haute salinité de purge causera un encrassement plus rapide des tubes . Cela se traduira par une température plus élevée des fumées. Ainsi un rendement plus haut au début (à cause des pertes faibles par les purges) se traduit plus tard par un rendement plus bas (élévation des pertes par les fumées).

Plusieurs solutions peuvent être avancées pour la récupération thermique sur purge:

1. La plus simple consiste en un simple éclatement des purges à une pression voisine de la pression atmosphérique, et une récupération de la vapeur de flash dans le serpentin de chauffage de la bache alimentaire.
2. La plus efficace sur le plan énergétique consiste à installer un échangeur tubulaire eau alimentaire/purges (eau alimentaire dans les tubes et purges côté calandre).

■ **Suppression du réchauffage dans la bache alimentaire**

L'eau alimentaire est réchauffée dans la bache au moyen de vapeur vive produite par les chaudières. La température d'eau alimentaire est telle que la température de paroi de la bache est relativement élevée entraînant des pertes thermiques non négligeables. Pour éviter ces pertes, il est recommandé d'arrêter ce réchauffage. En outre cette pratique représente une perte constante parce que la chaleur récupérée de la vapeur qui retourne vers la bache est seulement 82 % (rendement de la chaudière) de la chaleur consommée en fioul pour la production de cette vapeur.

Ce faisant, le ratio fioul/vapeur des chaudières va sensiblement augmenter. Autrement dit, à débit de fioul constant dans les brûleurs, les chaudières vont produire un peu moins de vapeur. Il faut souligner également que le pompage d'eau froide dans les ballons de chaudière (au lieu d'eau chaude) risque de faire chuter momentanément la pression de vapeur. Ces deux effets négatifs, augmentation du ratio fioul/vapeur, et réduction de vitesse de réponse de la chaudière aux variations de demande de vapeur, seront limités, ou quand même améliorés si la chaleur des purges est utilisée pour chauffer l'eau alimentaire.

3.0 GAINS ESCOMPTES

3.1 Economies d'énergie

Ce projet vise à réduire le ratio fioul/vapeur de la chaufferie d'actuellement 77 kg/tvap à 75 kg/tvap, soit un écart de consommation de combustible de 52 kg/j, équivalent à environ 18 tonnes de combustibles par an.

Le calcul détaillé est présenté dans le paragraphe 8.

3.2 Autres gains

L'augmentation de purge est le gain principal de ce projet. Pour garantir l'opération de les chaudières il est indispensable de maintenir une taux de purge de 18% au lieu de 9 % actuel. Le taux de purge actuel produira un encrassement accéléré des tubes de la chaudière. L'importance de ce projet est surtout la réalisation de ce taux de purge plus haut sans une réduction du rendement de la chaudière.

4.0 INVESTISSEMENTS

L'investissement est estimé à 52.750 DH

	Total (DH)	Part en Dirham (%)	Part en devises (%)
Echangeur	20.000	100	
Robinet vanne	3.000	100	
Génie civil			
Tuyaux et petit poste	11.000	50	50
Montage	30%		
Imprévus	inclus		
Transport/assurance	15 %		
Droits de douanes	0 %		
Pièces de rechange	10 %		
Formation du personnel	0 %		

5.0 CRITERES DE RENTABILITE

Le temps de retour est égal à 0,29 an.

6.0 PLANNING

La durée totale du projet "récupération sur les purges", depuis les études jusqu'à la réception, est estimé à 9 mois.

ETAPES	DUREE (semaines)
. Spécification technique	1
. Etude de faisabilité	2
. Accord de crédit	4
. Documents de consultation	4
. Commande-matériel/service	1
. Livraison	24
. Installation	1
. Mise-en-service	1
. Réception finale	

7.0 RISQUES TECHNIQUES ET REFERENCES

La récupération de la chaleur continue dans les purges pour le préchauffage de l'eau d'alimentation des chaudières vient en interaction avec la récupération des condensats. Cependant, d'autres possibilités existent telles que le préchauffage de l'air de combustion. Cette dernière possibilité a une rentabilité moindre.

8.0 DONNEES ET CALCULS

Les calculs présentés ci-dessous s'appuient sur les tests des chaudières réalisés pendant l'audit. Les résultats détaillés de ces tests sont reportés en annexe C.

■ Allouer la charge à la chaudière ayant le meilleur rendement

Quand on utilise seulement la chaudière Egfi au lieu de deux, les pertes de fumées sont réduites de 14,1 % moyen à 10,3 % de l'Egfi, les pertes thermiques sont réduites par 50 % et la perte par la purge est constante si les salinités dans les deux chaudières sont identiques. En totale le ratio fioul/vapeur est réduit de 77 kg FO/t à 75 kg FO/t. Avec une marche de la Egfi de 2.556 h/an l'économie est de 18,5 t FO/an.

■ Réduction de l'excès d'air sur la chaudière Egfi:

		Actuel	Objectif
Excès d'air	%	58.0	20
Température des fumées	°C	245	245
Perte par les fumées	%	14,1	10,29
Rendement chaudière	%	82,9	87,0
ratio fioul/vapeur	kgFO/tvap	75,8	73,1
Demande journalière vapeur	t/j	26	26
Nombre de jours par an	j/an	355	355
Demande annuelle vapeur	t/an	9.230	9.230
Part chaudière Egfi	%	30	30
Consommation combustible	t/an	210	202

Soit un gain de combustible de 8 t/an.

Note 1: en moyenne sur l'année

■ Optimisation des taux de purge

		Actuel	Futur
Chaudière EGFI			
Taux de purge	%vap	7,6	18,6
Perte par les purges	%	1,73	4,20
Rendement chaudière	%	82,9	85,7
Ratio fioul/vapeur	kgFO/tvap	75,8	76,6

Chaudière Standart Fasel

Taux de purge	%vap	9,4	18,3
Perte par les purges	%	3,27	4,2
Rendement chaudière	%	82,6	80,3
Ratio fioul/vapeur	kgFO/tvap	79,8	82,1
Demande journalière vapeur	t/j	26	26
Nombre de jours par an	j/an	355	355
Demande annuelle vapeur	t/an	9230	9230
Part chaudière Standard Fasel	%	70	70
Part chaudière EGFI	%	30	30
Consommation combustible	t/an	725	758

■ **Récupération thermique sur purges**

Demande journalière vapeur	t/j	26	26
Nombre de jours par an	j/an	355	355
taux de purge moyen	%	8,5	18,3
quantité de purges	t/an	785	1.689
enthalpie des purges	kcal/kg	175	175
température eau alimentaire	C	45	60
ratio moyen fioul/vapeur	kg/t	77	75
Flash des purges			
Température finale purge	C	95	95
Enthalpie vapeur flash	kcal/kg	627	627
Taux de vaporisation	%	13,7	13,7
Quantité vapeur flash	kg/h	12,5	26,8
Gain de température sur L'eau alimentaire	C	7,2	15,5
Gain moyen sur le ratio	%	1,12	2,41

Fioul/vapeur			
Gain annuel	t/an	8,0	16,7

Récupération thermique sur purges

Température finale purge	C	40	40
Gain de température sur L'eau alimentaire	C	11,5	24,7
Gain moyen sur le ratio	%	1,79	3,84
Fioul/vapeur			
Gain annuel	t/an	12,7	26,6

Suppression du réchauffage dans la bache alimentaire

		Avec réchauffage	Sans réchauffage
Demande journalière vapeur	t/j	26	26
Taux de purge moyen	%vap	16	16
Conso. journal. eau alim.	m ³ /j	30,2	30,2
Température eau d'appoint	°C	20	20

Température eau alimentaire	°C	45	20
Chaleur de réchauffage	th/j	650	0
Température paroi bâche	°C	36	20
Température ambiante	°C	20	20
Coefficient de perte therm.	kcal/m ² /°C/h	4,5	0
Surface bâche	m ²	27,5	27,5
Perte thermique	th/j	47,4	0
Enthalpie vapeur	th/t	664	664
Conso. vapeur dans bâche	t/j	1,5	0
Demande totale de vapeur	t/j	27,5	26
Ratio fioul/vapeur	kgFO/tvap	77	79
Nombre jours/an	j/an	355	355
Consommation FO	t/an	751	729

Note 1: Hors vapeur de réchauffage de la bâche
L'économie est de 22 t/an de FO

PROJET No 2

OPTIMISATION DU CHOIX DES EQUIPEMENTS DE PROCEDE EN SERVICE

RESUME

Economie d'énergie	3,9 tep/an	8.700 DH/an
Autres gains		0 DH/an
Total gains		8.700 DH/an
Coût de mise en oeuvre		0 DH
Temps de retour		immédiat

1.0 RECOMMANDATION

- Minimisation de l'utilisation du pasteurisateur lait Alfa Laval côté écrémeuse
- Améliorer l'étanchéité du circuit eau chaude du pasteurisateur lait côté NEP

2.0 DESCRIPTION

Ce projet consiste à contrôler que la pasteurisation du lait frais se fait au maximum avec les pasteurisateurs Alfa Laval côté NEP. Le pasteurisateur côté écrémeuse, ayant un mauvais rendement, doit être utilisé le moins possible, voire être maintenu à l'arrêt pendant la saison de basse lactation. Les sections lait/lait du pasteurisateur cote NEP sont plus grande que les sections lait/lait du pasteurisateur côté écrémeuse. En conséquence le rendement est 74,4 % donc supérieur a 70,4% du pasteurisateur côté écrémeuse.

Une condition pour ce projet est l'entretien du système eau chaude du pasteurisateur côté NEP. Actuellement il y a plusieurs fuites de vapeur est de l'eau chaude. Cela rends l'efficacité du pasteurisateur inférieur à 1 du pasteurisateur côté écrémeuse.

Conscient du mauvais rendement de cet équipement, l'exploitant s'efforce actuellement de minimiser la production avec le pasteurisateur côté écrémeuse, mais le branchement de l'autre avec l'écrémeuse pose des difficultés. L'audit a permis de quantifier l'écart de rendement avec l'autre pasteurisateur. La conclusion est claire: cet appareil doit être réparée et après l'utilisation du pasteurisateur côté écrémeuse interdit d'exploitation, à moins que le pasteurisateur côté NEP soit effectivement saturé.

3.0 GAINS ESCOMPTEES

3.1 Economie d'énergie

En marche normale, les consommations d'énergie des pasteurisateurs par 1000 litres traités sont les suivantes:

	Vapeur kgvap/1000l	Eau glacée kfrig/1000l
Alfa Laval côté écrémeuse	33,7	27,0
Alfa Laval côté NEP	31,1	25,4

En supposant qu'un seule pasteurisateur est suffisant pour la production pendant 8 mois par an (production moyenne 1500 kl/mois) et jusqu'à maintenant on a toujours utilisé le pasteurisateur côté écrémeuse, l'économie serait de:

$$(33,7-31,1) \text{ kg vap/1000l} * 1500 \text{ kl/mois} * 8 \text{ mois/an} = 31,2 \text{ tvap/an}$$

$$31,2 \text{ t vap/an} * 77 \text{ kg FO/t vap} = 2,4 \text{ t FO/an}$$

$$(27-25,4) \text{ kfrig/1000l} * 1500 \text{ kl/mois} * 8 \text{ mois/an} = 19.200 \text{ kfrig/an}$$

$$19.200 \text{ kfrig/an} * 0,3 \text{ kWh/kfrig} = 5,76 \text{ MWh/an}$$

3.2 Autres gains

Sans objet

4.0 INVESTISSEMENTS

Ce projet ne comporte aucun investissement.

5.0 CRITERES DE RENTABILITE

Le temps de retour est immédiat.

6.0 PLANNING

A réaliser sans délai

7.0 RISQUES TECHNIQUES ET REFERENCES

Après la réparation du pasteurisateur côté NEP sa performance énergétique doit être de nouveau calculée avec des relevés afin de confirmer les observations pendant l'audit.

8.0 DONNEES ET CALCULS

Voir annexe B pour le détail des performances des pasteurisateurs.

PROJET No 3

RETOUR DES CONDENSATS DE L'USINE A LAIT VERS LA CHAUFFERIE

RESUME

Economie d'énergie	29,4 tep/an	53,700 DH/an
Autres gains		5.145 DH/an
Total gains		58.845 DH/an
Coût de mise en oeuvre		31.575 DH
Temps de retour		0,5 an

1.0 RECOMMANDATION

- Retour des condensats de l'usine à lait (hors dérivés) en chaufferie.
- Installation d'un bac tampon calorifugé de 1 à 2 m³ dans la salle de pasteurisation lait
- Installation d'une nouvelle pompe pour le retour de condensat.
- Instauration d'une procédure de contrôle plus fréquente de la qualité de l'eau alimentaire.
- Calorifugeage de la bâche alimentaire.

2.0 DESCRIPTION

- **Retour de condensat en chaufferie**

Ce projet consiste à ramener les condensats de l'atelier de pasteurisation du lait frais (5,3 m³/j, 20,5% de la production de vapeur et 18,4 m³/j, le condensat du premier effet du évaporateur) vers la chaufferie.

Le retour de condensat permet d'économiser l'énergie sur plusieurs points:

- Préchauffage de l'eau alimentaire
- Réduction du taux de purge des chaudières

- **Calorifugeage de la bâche alimentaire**

Afin de préserver la chaleur contenue dans les condensats, il sera nécessaire de calorifuger la bâche alimentaire.

3.0 GAINS ESCOMPTES

3.1 Economie d'énergie

Après		Avant	Après	
			sans evapevap	avec
Production journalière vapeur t/j		26	26	26
Retour condensat vapeur de Pasteurisation lait frais t/j		-	5,3	
23,7				
Température des condensats °C		---	100	100
Température retour chaufferie °C		---	80	80
Taux de purge moyen %		18,3	14,6	
2,0				
Débit eau alimentaire m ³ /j		30,8	29,8	
26,5				
retour condensat sur eau alim%		0	20,4	91
Débit eau d'appoint m ³ /j		30,8	24,5	2,8
Température eau appoint °C		20	20	20
Perte thermique des purges %		3,23	2,55	0,3
Température eau alimentaire °C		25	60	75
Ratio fioul/vapeur kgFO/tvap		79	76	
74,5				
Conso. fioul t/j		2,05	1,98	
1,91				
Nombre jours/an	j/an	355	300	55
Conso. fioul t/an		729	593	106
Conso. eau adoucie m ³ /an		10.934	7.350	154

L'économie au niveau de la chaufferie est donc de

$$729 - (593 + 106) = 30 \text{ t/an de FO.}$$

3.2 Autres gains

L'économie d'eau est de $10.934 - (7350 + 154) = 3.430 \text{ m}^3/\text{an}$
soit 5.145 DH/an.

4.0 INVESTISSEMENTS

Le coût de mise en oeuvre est estimé à 31.200 DH

	Total (DH)	Part en Dirhams (%)	Part en devises (%)
Equipements principaux	15.000	100	
Isolation	4.500	100	
Génie civil			
Montage	30%		
Etudes et imprévus			
Transport/assurance	15%		
Droits de douanes	0%		
Pièces de rechange	15%		
Formation du personnel	0%		
Dépenses de 1er produits			

5.0 CRITERES DE RENTABILITE

Le temps de retour est de 0,5 an.

6.0 PLANNING

La durée totale du projet "retour des condensat", depuis les études jusqu'à la réception, est estimé à 9 mois.

ETAPES	DUREE (semaines)
Spécification technique	1
Etude de faisabilité	2
Accord de crédit	4
Documents de consultation	4
Commande-matériel/service	1
Livraison	24
Installation	1
Mise-en-service	1
Réception finale	1

7.0 RISQUES TECHNIQUES ET REFERENCES

Aucun risque

8.0 DONNEES ET CALCULS

Sans objet

PROJET No 4

OPTIMISATION DU COMPRESSEUR DU TUNNEL

RESUME

Economie d'énergie	1,4 tep/an	3.800 DH/an
Autres gains		n/d DH/an
Total gains		3.800 DH/an
Coût de mise en oeuvre		2.000 DH
Temps de retour		0,5 ans

1.0 RECOMMANDATION

- Optimisation de la régulation de la pression aspiration des compresseurs

2.0 DESCRIPTION

■Optimisation de la régulation de la pression aspiration des compresseur du tunnel

Les mesures dans le tunnel ont montré que la variation de température sur la longueur du tunnel n'est pas optimale. Le tunnel comprend 6 sections. Chaque section a deux ventilateurs de 5,5 kW qui font circuler 30.000 m³/h d'air à travers de tunnel et les pots de yaourt. Chaque section a également un détendeur thermostatique pour le Fréon qui règle de débit qui entre à l'échangeur à ailette (évaporateur).

La température relevée à la paroi du tuyau après le détendeur varie entre les détendeurs d'environ 10°C. Egalement la température de l'air soufflé dans le tunnel varie entre 0°C à l'entrée et 7°C à la sortie . Cette variation n'est pas optimale. La dernière section est pratiquement sans utilisation parce que la température relevée des yaourts est déjà à 7°C dans la dernière section.

Il est donc proposé de modifier ce détendeur. Cela peut être réalisée avec changement de la sonde de température. Le fournisseur de ce détendeur offre une gamme des sonde différentes qui permet d'adapter la performance de ce détendeur.

Les critères principales pour le contrôle du tunnel est premièrement une capacité suffisante pour refroidir la

production du yaourt et deuxièmement de le faire avec un minimum de coût. La capacité de production est déterminé avec le débit des machines Erca. Une machine Erca produit 288 pots par minute. Au maximum deux machines marchent en parallèle. Une palette de yaourt comprends 3024 pots. Deux machines produisent donc une palette chaque 5'15".

Les palettes passent par la chambre chaude. Généralement la durée dans la chambre est constante, les palettes arrivent donc avec la même fréquence au tunnel. La longueur du tunnel permet d'exposer 11 palettes au soufflement des ventilateurs en même temps. En conséquence on arrive à un temps de séjour du yaourt de presque 60 minutes. Ce temps est le minimum possible correspondant à la marche des deux machines à plein régime.

Le critère de la production est satisfait si une palette est refroidie en 60 minutes de 45°C (sortie chambre chaude) à 7°C. En conséquence le but du système de Fréon du tunnel est de réaliser ce refroidissement avec le minimum de coût. Le coût se résume en la consommation électrique des compresseurs et des ventilateur dans l'évaporateur et le condenseur. Le compresseur est le plus important et le plus variable. Le but du réglage est donc de minimiser la puissance absorbée par les compresseurs pour réaliser le refroidissement d'une palette en 60 minutes (optimum).

La durée de refroidissement dépende surtout de l'écart de la température entrée yaourt et la température du soufflement d'air. Cet écart doit être le plus grand possible pour faciliter le transfert de chaleur des yaourts à l'air du soufflement. Comme l'écart de la température dans la dernière section est presque zéro, cette section ne contribue pas au refroidissement des yaourt. Par contre la première section est plus efficace parce que l'écart est le plus grande avec 45°C (température entre yaourt moins température d'air soufflé $45 - 0 = 45^{\circ}\text{C}$).

La puissance absorbée dépende surtout de l'écart de pression aspiration - refoulement du compresseur. La pression refoulement ne doit pas être réduit parce que pendant l'été le condenseur n'arrive pas à condenser tout le débit du Fréon. La pression aspiration dépende de la température nécessaire dans l donc la température du soufflement d'air dans le tunnel. Actuellement la pression est de 1,5 et 2,6 bar. Cette pression peut être modifié en changeant de sonde dans le détendeur thermostatique.

En ce moment la sonde du détendeur de la première section maintiendra une température très basse en relation avec la température maintenue dans la dernière section. Pour réaliser le refroidissement du yaourt dans le tunnel avec une pression plus haute que possible pour le compresseur donc atteindre l'optimum de la production et du coût, le profile de la température dans le tunnel doit être modifié.

Si on utilise une sonde qui maintient une température de 3°C dans l'air soufflé dans la première section et dans la dernière section, le temps de séjour nécessaire pour une palette sera réduit et la pression de l'aspiration du compresseur maximisée. Comme les conditions du côté compresseur change avec les conditions dans le condenseur et aussi avec l'usure du compresseur il est convenable d'avoir des sondes avec des plages différentes de réglage, et pouvoir ainsi optimiser le système en suivant la puissance électrique absorbée par les compresseurs et la température de l'air soufflé dans les différentes sections du tunnel.

3.0 GAINS ESCOMPTES

3.1 Economies d'énergie

■ Réduction de la consommation électrique par augmentation du COP.

		Actuel	futur
Demande frigorifique	kfrig/j	1.200	1.200
COP compresseur CCS		3,22	3,38
COP compresseur Comef		3,14	3,14
Ratio kWh/kfrig.		0,365	0,35
Conso. électricité	kWh/j	440	420
Nombre de jours par an		250	250
Conso électricité	MWh/an	110	105

Soit une économie de 5 MWh/an (3800 Dh/an).

3.2 Autres Gains

Les problèmes actuels d'un manque de capacité du tunnel peut être amélioré.

4.0 INVESTISSEMENTS

L'investissement pour quelque sondes ne doit pas dépasser 2.000 dirhams.

5.0 CRITERES DE RENTABILITE

Le temps de retour est de 0,5 an.

6.0 PLANNING

A réaliser sans délai. Le délai de livraison pour les sondes n'est pas estimé à plus que 2 semaines.

7.0 RISQUES TECHNIQUES ET REFERENCES

Aucun risque

8.0 DONNEES ET CALCULS

Voir annexe C - Base de données des équipements

Les économies ont été calculés en supposant une marche du tunnel pendant 6 heures par jour, 5 jour par semaine et 50 semaine par an.

PROJET No 5

AMELIORATION DE L'INSTRUMENTATION ET DES PROCEDURES DE GESTION

RESUME

Economie d'énergie	27,7 tep/an	51.168 DH/an
Autres gains		53.250 DH/an
Total gains		104.418 DH/an
Coût de mise en oeuvre		89.900 DH/an
Temps de retour		0,9 an

1.0 RECOMMANDATION

- Exploitation des relevés journalières des consommations de fioul par jaugeage du bac de fioul et amélioration de la précision (options: bac de jour de fioul, compteurs de fioul)
- Instrumentation minimale pour suivre la performance de la chaufferie.
- Instrumentation minimale pour suivre le rendement de la station d'eau glacée
- Instrumentation minimale pour le contrôle de la consommation d'eau
- Instrumentation minimale pour contrôler la charge électrique des équipements.
- Instrumentation minimale pour contrôler la charge des chaudières
- Instrumentation minimale pour contrôler les performances thermiques des équipements de procédé.

2.0 DESCRIPTION

- **Exploitation des relevés journaliers des consommations de fioul par jaugeage du bac et amélioration de la précision.**

La consommation de vapeur de l'usine varie avec la production. Les besoins de vapeur des différents produits ne sont pas pareils. Pour évaluer l'efficacité des équipement utilisés on a

donc besoin de relever la consommation journalière du fioul pour analyser la consommation en sachant la production respective. Actuellement le seul moyen est le jaugeage du bac de stockage. Cette mesure n'est pas précise.

Compte tenu du diamètre du bac de fioul (4 m) et de la consommation journalière moyenne de fioul (1,8 t/j), cela fait une variation de hauteur de 15 cm par jour. Un erreur de 1 cm sur la mesure entraîne une erreur de 7% ce qui n'est suffisant.

Si Colait souhaite une meilleure précision, il est convenable d'installer soit un petit bac de fioul de 5 m³, (réchauffé à la vapeur et calorifugé) pour l'alimentation journalière des chaudières, soit un compteur de fioul.

L'installation d'un compteur de fioul doit se faire dans les règles de l'art pour qu'il fonctionne correctement: Le compteur doit être installé sur une ligne de fioul chaud (température supérieur à 70°C) et équipée d'un bipasse pour entretien. S'il y a risque d'arrêt de la circulation de fioul, alors le manifold où est installé le compteur doit être tracé à la vapeur. Un compteur est installé en général à l'amont d'une pompe de fioul.

S'il existe une ligne de retour de fioul, il faut s'assurer que ce retour se fasse sur la portion de tuyauterie entre le compteur et la pompe. Plusieurs solutions sont envisageables pour la Colait :

- Installer un compteur général de fioul à la sortie du bac de fioul. Dans ces conditions, il faut rapporter le retour de fioul à l'amont de la pompe de fioul et remettre en service le réchauffage de bouche du tank. Si ce réchauffage est insuffisant, il faudra envisager d'installer un réchauffeur de fioul à la vapeur.
- Installer un compteur sur chaque chaudière

■ Instrumentation minimale pour suivre la performance de la chaufferie.

Actuellement, il n'y a pas de suivi de la performance de la chaufferie. L'instrumentation minimale proposée devrait permettre de répondre aux deux questions suivantes:

- 1) La demande de vapeur est-elle normale?
- 2) La vapeur est-elle produite avec un bon rendement?

Le moyen le plus simple est d'installer un compteur d'eau alimentaire vers les chaudières. La connaissance des quantités journalières d'eau alimentaire et de fioul permet de répondre aux deux questions ci-dessus. La précision peut être améliorée en suivant les taux de purge des chaudières grâce à une mesure de salinité des eaux de chaudières et eau alimentaire.

Enfin, en cas de dérive des performances des chaudières, il serait bon que le laboratoire aie quelques instruments pour contrôler le rendement de chaque chaudière.

■ Instrumentation minimale pour suivre le rendement de la station d'eau glacée.

Comme pour la chaufferie, les deux questions clés sont:

- 1) La demande de frigories est-elle normale?
- 2) Les frigories sont elles produites avec un bon rendement?

Le moyen le plus simple est d'installer un enregistreur de température différentielle sur l'eau glacée entre l'entrée et la sortie des évaporateurs. De préférence deux sondes par évaporateur et possibilité de commuter l'enregistreur différentiel sur chaque évaporateur. On peut considérer que le débit d'eau glacée dans les évaporateurs est constant et connu. Par conséquent la mesure des températures différentielles permettra de connaître exactement la quantité de frigories produites.

Il suffit de comparer les frigories produits aux kWh consommés, pour être en mesure de suivre le rendement de la station d'eau glacée. On a donc besoin d'un compteur électrique pour groupe de compresseur. Il est nécessaire de relever l'indication de ce compteur chaque jour.

En cas de dérive du rendement, un ensemble d'instruments de mesure portables (mesure électrique, de température et d'humidité de l'air) doit permettre d'identifier où est le problème.

■ Instrumentation minimale pour le contrôle de la consommation d'eau

Pour mieux contrôler la consommation d'eau dans l'usine, il est proposé d'installer 3 compteurs d'eau:

- Un à la yaourterie
- Un à l'atelier pasteurisation lait
- Un pour le lavage des casiers et lavage des citernes

Toute économie d'eau aura une incidence directe sur la consommation d'énergie et de produits chimiques de l'usine.

■ Instrumentation minimale pour le contrôle de la charge électrique des équipements

En ce moment l'usine ne comprend qu'un seul compteur électrique. Pour évaluer la performance il est indispensable d'installer au moins 6 compteurs.

- Un pour le transformateur 800 KVA (atelier lait)
- Un pour le départ séchoir
- Un pour les compresseurs de Fréon derrière l'atelier lait
- Un pour les compresseur de Fréon Tunnel et chambre froide yaourt
- Un pour les chatières
- Un pour le transformateur yaourterie

Chaque compteur doit être relevé chaque jour.

La production d'eau glacée et d'air comprimé représente entre 30 et 40% de la consommation électrique de l'usine. En terme de puissance appelée elle représentent 30%.

Il est possible de réduire de façon très importante cette puissance appelée par un meilleur contrôle de la demande et du système de régulation. Cet excès de puissance appelée est

actuellement payé par l'usine au niveau de la puissance souscrite à la RAK.

Contrôler la demande signifie éliminer les incidents qui entraînent une forte demande d'air comprimé ou de frigories pendant une courte période. Par exemple, si l'opérateur oublie de fermer le robinet d'eau glacée sur un pasteurisateur pendant le lavage, cela va entraîner une très forte demande de frigories tant qu'il ne s'est pas rendu compte de la situation. De même, un robinet d'air comprimé que l'on ouvre trop en grand ou que l'on oublie de fermer peut entraîner une demande instantanée importante sur les compresseurs d'air. Ces incidents étant fugitifs, le seul moyen de les identifier est d'enregistrer la puissance électrique appelée (ou de faire des relevés des compteurs sur une base horaire). Le cas échéant, des alarmes pourront être installées dans l'usine, sur certains équipements, pour pallier aux excès de demande.

Contrôler l'efficacité de la régulation des équipements consiste à s'assurer que, sur une demande stable d'air comprimé ou de frigories, le système de régulation entraîne une marche continue et modulante des équipements et non intermittente et cyclique. Un compteur horaire de marche des équipements permet également de vérifier leur mode de fonctionnement.

■ Instrumentation minimale pour le contrôle de la charge des chaudières

Comme pour le réseau électrique, le réseau vapeur peut être soumis à de fortes variations de charge sur de courtes périodes. Par exemple, une mise à température d'un pasteurisateur ou le réchauffage d'un bac d'eau pour une NEP manuelle peuvent entraîner des variations de charge de l'ordre de 1 t/h pendant quelques minutes. Si la chaudière ne peut pas suivre, la pression du réseau vapeur risque de s'écrouler momentanément, ce qui peut entraîner un déclenchement des pasteurisateurs ou du stérilisateur. En pratique, ce risque de forte demande de vapeur sur une courte période entraîne le maintien en service de 2 chaudières (l'EGFI et la Standard Fasel en soutien) là où une seule chaudière devrait suffire.

Il est donc très important de détecter ces fortes variations de charge et de les identifier, afin de prendre des mesures pour les "effacer" ou, du moins, les atténuer. Le seul moyen de gérer ce phénomène est d'enregistrer en continu la charge des chaudières et la pression de vapeur. Une approximation de la

charge des chaudières peut être obtenue par le débit d'eau alimentaire ou la consommation électrique des pompes alimentaires.

■Instrumentation minimale pour contrôler les performances thermiques des équipements de procédé.

L'adjonction de quelques instruments supplémentaires sur les équipements de procédé permettrait à l'usine d'évaluer rapidement la consommation de vapeur des échangeurs.

Sur tous les appareils à plaques de traitement du lait de l'usine, le chauffage du lait est effectué par le lait sortant, puis dans une section de chauffage final, à l'eau chaude ou à la vapeur.

Le bilan complet demande plusieurs prises de température; cependant, si on veut se limiter à la consommation de vapeur, il suffit de 2 thermomètres:

A condition bien sûr que les thermomètres soient fiables, l'écart de température entre la sortie et l'entrée donne la quantité de chaleur apportée par m³ de lait dans cette section, et donc la quantité de vapeur consommée par m³ de lait.

La consommation horaire est déduite d'après le débit de lait. La température à la sortie est toujours connue, puisqu'il s'agit de la température de traitement.

Le coût de l'instrumentation à mettre en oeuvre pour que l'usine puisse suivre la consommation de vapeur de chaque appareil est donc faible.

Une vérification pourra être faite de temps en temps par mesure des condensats. Une autre méthode pour vérifier la consommation de vapeur est de réaliser le bilan thermique complet de l'appareil. Il s'agit, en fait, de contrôler l'écart de température sur le lait pour chaque section d'échange. Cela exige un plus grand nombre de prises de température.

3.0 GAINS ESCOMPTES

3.1 Economies d'énergie

■Instrumentation pour le contrôle de la consommation de fioul, le suivi de la performance de la chaufferie, le contrôle de la charge des chaudières.

L'économie consiste en une réduction de la demande vapeur (estimée à 2%, soit 0.13 t/j), une diminution du ratio fuel/vapeur de la chaufferie (estimée à 2 kg/tvap, soit 65 kg/j de fioul). Le gain potentiel est donc de 75,4 kg/j, soit 26 tonnes par an.

■ Instrumentation pour le suivi des performances de la production d'eau glacée

L'économie est estimée en une baisse de 2% de la demande d'eau glacée, soit un gain de 22 kWh/j, équivalent à 7,8 MWh/an.

3.2 Autres gains

■ Instrumentation pour le contrôle de la consommation d'eau

Le gain potentiel est estimé à 100 m³/j soit 12,5 % de la consommation d'eau. Cette estimation est raisonnable car l'audit a montré que la consommation actuelle est le double de la consommation selon les besoins de la production.

4.0 INVESTISSEMENTS

L'investissement est estimé à 89.900 DH

	Total (DH)	Part en Dirhams (%)	Part en devises (%)
Equipements principaux			
Compteur fioul	5.000		100
3 compteur d'eau	12.000		100
6 compteur électrique	23.000		100
Enregistreur température			
Avec quatre sondes	12.000		100
Enregistreur pression	10.000		100
Génie civil			
Montage	20		
Etudes et imprévus	inclus		
Transport/assurance	15%		
Droits de douanes	0%		
Pièces de rechange	10%		
Formation du personnel			

5.0 CRITERES DE RENTABILITE

Le temps de retour est égal à 0,9 an.

6.0 PLANNING

Le délai d'approvisionnement est court. L'installation sera réalisable pendant une période d'entretien.

7.0 RISQUES TECHNIQUES ET REFERENCES

Aucun risque

8.0 DONNEES ET CALCULS

Sans objet

PROJET No 6

AMELIORATION DES OPERATIONS DE LAVAGE MANUEL DES PASTEURISATEURS

RESUME

Economie d'énergie	12,4 tep/an	22.733 DH/an
Autres gains	0	DH/an
Total gains		22.733 DH/an
Coût de mise en oeuvre	0	DH/an
Temps de retour		immédiate

1.0 RECOMMANDATION

- Contrôler et préciser de la consommation de vapeur pendant les lavages

2.0 DESCRIPTION

Lors des opérations de lavage des pasteurisateurs, il a été observé que la température de consigne pour la soupape de vapeur n'est pas modifiée ou n'est pas affichée avec la précision nécessaire. Cela est en principe un problème de contrôle pour le cadre technique de l'usine. Il n'est pas possible de contrôler toujours les actions des opérateurs. Le moyen convenable pour améliorer cette situation est l'utilisation des enregistreurs de température. Il y en a pour les pasteurisateurs lait et yaourt. Ce dernier n'est pas utilisé.

Il est donc proposé d'utiliser tous les enregistreurs de papier et de contrôler les variations de température pour établir des normes plus stricte pour le personnel exploitant.

Cette mesure permettra de réduire la forte consommation de vapeur pendant les rinçages de tous les pasteurisateurs. Pendant le lavage avec la soude la consigne doit être maintenue à 80°C et pendant le lavage avec l'acide la consigne peut être réduite à 65°C.

3.0 GAINS ESCOMPTES

3.1 Economies d'énergie

L'économie d'énergie résulte en une réduction de consommation de vapeur estimée à

	Lavage actuel	Lavage future
Pasto Lait	930 kg/j	500 kg/j
Pasto Yaourt	190 kg/j	110 kg/j

5,1 t/j * 355 j/an * 77 kg fioul/t vapeur = 12,7 tonnes/an

3.2 Autres gains

Sans objet.

4.0 INVESTISSEMENTS

Sans investissement

5.0 CRITERES DE RENTABILITE

Immédiate

6.0 PLANNING

Sans objet

7.0 RISQUES TECHNIQUES ET REFERENCES

Aucun risque

8.0 DONNEES ET CALCULS

Pour l'estimation de la consommation il est supposé que la température de lavage avec la soude et avec l'acide ne devait pas être réduite. Pour maintenir la même consigne de température comme à la NEP automatique, la consommation de vapeur pendant le lavage doit être maintenue.

Par contre pendant le rinçage la consigne peut être réduit à 50°C sans perturber la balance thermique du pasteurisateur. Pour éviter une forte consommation de vapeur au début des lavages la température consigne doit être lentement augmentée pendant la dernière minute des rinçages.

PROJET No 7

AMELIORATION DE L'ETANCHEITE DE LA VANNE DU PASTEURISATEUR YAOURT

RESUME

Economie d'énergie	11,5 tep/an	15.000 DH/an
Autres gains		0 DH/an
Total gains		15.000 DH/an
Coût de mise en oeuvre		0 DH/an
Temps de retour		immédiat

1.0 RECOMMANDATION

- Réparation du régleur pasteurisateur yaourt qui n'est plus étanche

2.0 DESCRIPTION

Il a été observé que la soupape Masoneilan sur le pasteurisateur yaourt n'est pas étanche en position fermée. Ceci se traduit par l'ouverture constante de la soupape et par conséquent, une surconsommation de vapeur. L'élimination de cette perte demande seulement la réparation de ce régulateur

3.0 GAINS ESCOMPTES

3.1 Economies d'énergie

La consommation de vapeur sera réduit de

$$4 \text{ kg vap/h} * 16 \text{ h/j} * 365 \text{ j/an} = 23,36 \text{ t vap/an}$$

$$23,36 \text{ t vap/an} * 80 \text{ kg FO/t vap} = 1,8 \text{ t FO}$$

soit 3.345 DH/an

3.2 Autres gains

Sans objet

4.0 INVESTISSEMENTS

Sans investissement

5.0 CRITERES DE RENTABILITE

Immédiat

6.0 PLANNING

Sans objet

7.0 RISQUES TECHNIQUES ET REFERENCES

Aucun risque

8.0 DONNEES ET CALCULS

Sans objet

PROJET No 8

SUPPRESSION DE L'EAU D'APPOINT SUR LA BOUTEILLE D'EAU CHAUDE DU PASTEURISATEUR CREME ET YAOURT

RESUME

Economie d'énergie	7,95 tep/an	14.534 DH/an
Autres gains		1.302 DH/an
Total gains		15.836 DH/an
Coût de mise en oeuvre		23.250 DH/an
Temps de retour		1,5 ans

1.0 RECOMMANDATION

- Réparer ou remplacer les régulateurs des soupapes de vapeur des pasteurisateurs crème et yaourt
- Instaurer une procédure de contrôle de la fermeture des robinets d'appoint d'eau sur tous les calorificateurs de l'usine.

2.0 DESCRIPTION

Il a été observé que la vanne d'appoint sur la bouteille d'eau chaude du pasteurisateur crème et yaourt est ouverte en marche normale. Le débit mesuré est de 0.4 m³/h pour le pasteurisateur crème. Les deux pasteurisateurs sont équipés avec une soupape pour contrôler le débit de vapeur en fonction de la température sortie lait de la section lait/eau chaude. Les régulateurs pour les deux soupapes ne sont pas utilisés. Il est nécessaire de vérifier s'ils peuvent être réparés ou remplacés.

Les Chefs d sont à conseiller pour le contrôle si les robinets d'appoint sont ouverts ou fermés. Un robinet d'appoint représente la plus grande perte d'énergie de l'usine.

3.0 GAINS ESCOMPTES

3.1 Economies d'énergie

Pasteurisateur Crème

L'eau d'appoint est chauffée par la vapeur, et sort de la vanne avec environ 80°C. Le pasteurisateur crème était en marche pendant 840 h en 1989 pour la production de crème pour la

beurrerie et la fromagerie. En conséquence la réduction de la consommation de vapeur est de

$$0,4 \text{ m}^3/\text{h} * (80-15)\text{C} / 539\text{th}/\text{t} * 840 \text{ h}/\text{an} = 40 \text{ t vap}/\text{an}$$

$$40 \text{ t vap}/\text{an} * 78 \text{ kg FO}/\text{t vap} = 3,12 \text{ t FO}$$

Pasteurisateur Yaourt

$$0,5 \text{ m}^3/\text{h} * (80-15)\text{C} / 539 \text{ th}/\text{t} * 1065 \text{ h}/\text{an} = 64 \text{ t vap}/\text{an}$$

$$64 \text{ t vap}/\text{an} * 78 \text{ kg FO}/\text{t vap} = 5,0 \text{ t FO}$$

soit 14.534 DH/an pour les deux pasteurisateurs.

3.2 Autres gains

La réduction de la consommation d'eau sera de :

$$0,4 \text{ m}^3/\text{h} * 840 \text{ h}/\text{an} + 0,5 \text{ m}^3/\text{h} * 1.065 \text{ h}/\text{an} = 868.5 \text{ m}^3/\text{an}$$

soit 1.302 DH/an

4.0 INVESTISSEMENTS

L'investissement est estimé à 23.000 DH

	Total (DH)	Part en Dirhams (%)	Part en devises (%)
Equipements principaux deux régulateurs avec capteur (température et pression)	17.000		100
Génie civil			
Montage	10		
Etudes et imprévus	inclus		
Transport/assurance	15%		
Droits de douanes	0%		
Pièces de rechange	10%		
Formation du personnel			

5.0 CRITERES DE RENTABILITE

Le temps de retour est de 1,5 ans. Si on peut réparer les régleur le temps de retour est environ 3 mois.

6.0 PLANNING

La durée totale de ce projet depuis les études jusqu'à la réception, est estimé à 9 mois.

ETAPES	DUREE (semaines)
Spécification technique	1
Etude de faisabilité	2
Accord de crédit	4
Documents de consultation	4
Commande-matériel/service	1
Livraison	24
Installation	1
Mise-en-service	1
Réception finale	1

7.0 RISQUES TECHNIQUES ET REFERENCES

Aucun risque

8.0 DONNEES ET CALCULS

Sans objet

PROJET No 9

REARRANGEMENT DES PLAQUES DU PASTEURISATEUR RAIBI/LEBEN

RESUME

Economie d'énergie	2,95 tep/an	6.414 DH/an
Autres gains		0 DH/an
Total gains		6.414 DH/an
Coût de mise en oeuvre		0 DH/an
Temps de retour		Immédiate

1.0 RECOMMANDATION

- Réduire le nombre des plaques de la section lait/eau froide
- Augmenter le nombre des plaques de la section lait/lait

2.0 DESCRIPTION

La récupération de chaleur dans cette pasteurisateur est limitée par la surface d'échange de la section lait/lait. En ce moment le rendement est seulement de 55,3 %. En outre la section lait/eau froide n'est pas bien utilisée (coefficient de transfert de la section lait/eau froide est la moitié du coefficient de la section lait/lait).

La raison pour le faible utilisation est le fait que cette pasteurisateur a été dimensionné pour refroidir le lait sortie à la température de stockage (6°C). Le mode de l'utilisation dans l'usine de Colait n'exige pas cette refroidissement. Le lait sortie pasteurisateur est envoyé au cuve d'acidification est donc maintenu à une température de 45°C pour le Raibi et 25°C pour le Leben.

On peut donc réduire le nombre des plaques de la section lait/eau froide de 25 a 15 et augmenter le nombre de plaques de la section lait/lait pour le même nombre de plaques. Avec cette configuration la température de sortie est de 28°C. On peut donc éliminer la consommation de l'eau glacée ou de l'eau brute pour refroidir de lait. La récupération de chaleur dans le pasteurisateur est donc augmenter de 55 % à 82 %.

La production de Raibi demande une température sortie de 45°C. Actuellement la température est 38°C est ensuite réchauffé dans la cuve d'acidification à 45°C.

Comme cette pasteurisateur est utilisé pour les deux produits, on doit répartir les deux sections de l'échange lait/lait d'une manière qui permet de utiliser les deux section pour la production du leben avec un température sortie de 28°C et de utiliser seulement une section lait/lait pour la production raibi afin de obtenir le lait sortie avec 48°C pour le raibi. En ce moment le lait sortie première section lait/lait est envoyé vers la homogénéisateur avec 50°C. Il est donc convenable de installer une bipasse pour la deuxième section lait/lait.

3.0 GAINS ESCOMPTES

3.1 Economies d'énergie

La consommation de vapeur sera réduit de 416 kg/h à 300 kg/h. Le pasteurisateur est utilisé pour la production de Leben pendant 17 h/moins si on suppose la production moyen de l'an dernier. L'économie sera donc de :

$$(416 - 300) \text{ kg/h} * 204 \text{ h/an} / 1000 * 77 \text{ kg FO/t vap} = 1,8 \text{ t FO/an}$$

La consommation de l'eau glacée est éliminée, l'économie est donc de 68,7 kfrig/h.

$$68,7 \text{ kfrig/h} * 0,3 \text{ kWh/kfrig} * 204 \text{ h/an} = 4,2 \text{ MWh/an}$$

3.2 Autres gains

Quand on utilise de l'eau brute au lieu de l'eau glacée pour le refroidissement il y une économie correspondant de l'eau brute.

4.0 INVESTISSEMENTS

Sans investissement

5.0 CRITERES DE RENTABILITE

Immédiate

6.0 PLANNING

La réalisation de ce projet doit être confirmée par un enregistrement des températures du pasteurisateur pendant quelques heures de marche.

7.0 RISQUES TECHNIQUES ET REFERENCES

Aucun risque

8.0 DONNEES ET CALCULS

Sans objet

PROJET No 10

SUPPRESSION DU VAPEUR POUR LE PASTEURISATEUR YAOURT PENDANT LE RECYCLAGE DU LAIT

RESUME

Economie d'énergie	20,6 tep/an	42.386 DH/an
Autres gains		0 DH/an
Total gains		42.386 DH/an
Coût de mise en oeuvre		0 DH/an
Temps de retour		Immédiate

1.0 RECOMMANDATION

- Fermer la soupape qui fourni du vapeur à la vanne d'eau chaude du pasteurisateur yaourt pendant le lait est recyclé

2.0 DESCRIPTION

L'habitude observée pendant l'audit est de recycler le lait au pasteurisateur pendant 25 minute entre chaque remplissage d'une cuve de yaourt. Cette pratique réduit la qualité du lait est repèrent au même temps une consommation d'énergie inutile.

En outre il est nécessaire de ouvrir l'entrée de l'eau glacée pour maintenir la qualité du lait. La suppression du vapeur éliminera aussi cette perte d'énergie.

La température lait sortie section lait/eau chaude diminuera lentement après la fermeture du vapeur avec les pertes thermiques du système. Au dessous de 70°C la dénaturation des protéines du lait est arrêtée donc le lait peut rester dans le pasteurisateur sans perte de la qualité, et sans consommer de l'eau glacée. Avant une nouveau remplissage d'une cuve yaourt la température peut être lentement augmentée afin d'arriver à la température de pasteurisation jusqu'avant le changement de tuyau recycler/remplissage.

3.0 GAINS ESCOMPTES

3.1 Economies d'énergie

La consommation de vapeur sera réduit pendant environ la moitié de la opération du pasteurisateur parce que la remplissage dure environ 25 minutes. En supposant une production annuelle de

2.600 kl de yaourt (2.600 kl/an / 2,5 kl/h = 1.040 h/an)
l'économie sera de:

$192 \text{ kg/h} * 1.040 \text{ h/an} / 1000 * 77 \text{ kg FO/t vap} = 15,4 \text{ t FO/an}$

La consommation de l'eau glacée est éliminée, l'économie est donc de 68,7 kfrig/h.

$62,4 \text{ kfrig/h} * 0,3 \text{ kWh/kfrig} * 1.040 \text{ h/an} = 19,5 \text{ MWh/an}$

3.2 Autres gains

Sans objet

4.0 INVESTISSEMENTS

Sans investissement

5.0 CRITERES DE RENTABILITE

Immédiate

6.0 PLANNING

Sans objet

7.0 RISQUES TECHNIQUES ET REFERENCES

Aucun risque

8.0 DONNEES ET CALCULS

voir Annexe B modele production

CHAPITRE V

RECOMMANDATIONS RELATIVES AUX AMELIORATIONS TECHNOLOGIQUES

Ce chapitre décrit les recommandations relatives aux améliorations technologiques nécessitant la mobilisation de ressources financières importantes. Ces projets doivent être inscrits au budget investissement pour être mis en oeuvre. Ils permettent des gains importants au niveau des frais d'énergie et autres, avec des temps de retour en général supérieurs à 1 an. Ces projets nécessitent pour la plupart des études complémentaires afin d'en établir la définition technique définitive et de choisir entre les différentes options envisagées. Ces projets nécessitent en général une assistance technique extérieure.

1. RESUME DES PROJETS

5 projets d'améliorations technologiques ont été identifiés à Colait. Ces projets permettent une économie annuelle de 67,8 tep. Ces économies permettent une réduction de la facture énergétique de 137.000 DH. Compte tenu des autres gains, l'économie globale est de 188.500 DH. Le coût de mise en oeuvre est estimé à 467.000 DH soit un temps de retour moyen de 2,5 ans. Le temps de retour de chacun de ces projets s'étale de 0,7 mois à 8,7 ans.

Si on exclut de projet no.13, l'économie globale est de 160.000 DH avec un coût de mise en oeuvre 217.150 DH, donc une temps de retour moyenne de 1,4 ans.

La liste des projets d'améliorations technologiques est présentée dans le tableau V-1 avec les économies d'énergie escomptées, le gain d'exploitation, le coût de mise en oeuvre, et le temps de retour brut.

2. FICHES PROJETS

Ce paragraphe présente les fiches descriptives des projets d'améliorations technologiques. Ces fiches doivent permettre aux décideurs de définir un plan d'investissement prévisionnel.

PROJET No 11

AMELIORATION DU RENDEMENT THERMIQUE DU PASTEURISATEUR CREME

RESUME

Economie d'énergie	6,3 tep/an	14.387 DH/an
Autres gains		0 DH/an
Total gains		14.387 DH/an
Coût de mise en oeuvre		39.000 DH
Temps de retour		2,7 ans

1.0 RECOMMANDATION

- Adjonction de plaques d'échange supplémentaire sur la section crème/crème pour la récupération de chaleur.
- Division de la section crème/eau glacée en deux en utilisant de l'eau brute pour refroidir la crème

2.0 DESCRIPTION

Ce projet consiste à accroître la surface de la section d'échange crème entrant/crème sortant afin d'améliorer le rendement thermique. En ce moment la surface avec 1,98 m² permet un rendement thermique de 18 %. L'augmentation de surface est réalisée en ajoutant 25 plaques d'échange.

Cette section d'échange permettrait de porter la crème entrant à 75°C avant l'entrée à la section crème/l'eau chaude, tandis que la crème pasteurisé se refroidirait de 86°C à environ 62°C.

Ceci augmentera la récupération de chaleur de 18 % à presque 62 %, en économisant la vapeur et également l'eau glacée, parce que la crème entre au section crème/eau glacée avec une température de 62 au lieu de 79°C.

Pour réduire la consommation de l'eau glacée en plus on utilise de l'eau brute dans les premiers 12 plaques de la section crème/eau glacée pour refroidir la crème à 30 C. Ensuite les 8 derniers plaque sont utilisé avec de l'eau glacée pour arriver à 10 C. Cette modification ne demande pas une augmentation du nombre des plaques, mais d'installer la tuyauterie et la robinetterie pour l'eau brute.

3.0 GAINS ESCOMPTES

3.1 Economies d'énergie

La consommation actuel de vapeur a été relevée avec 111 kg/h. Quand la température entrée de la crème a la section crème/eau chaude est de 75°C, la consommation est réduit à 52 kg/h.

La durée d'opération de ce pasteurisateur est calculé avec les données de l'année dernière, on est arrive à 740 h/an.

L'économie de vapeur devrait conduire à une économie de

$$(111-52) \text{ kg/h} * 740 \text{ h/an} * 77 \text{ kg FO/t vap} = 3,36 \text{ t FO/an}$$

soit 6.017 DH/an.

L'économie de l'eau glacée s'élève à:

$$(69,8-20,2) \text{ kfr/h} * 740 \text{ h/an} * 0.3 \text{ kWh/kfrig} = 11,0 \text{ MWh}$$

soit 3,11 tep avec un coût de 8.370 DH/an

3.2 Autres gains

Sans objet

4.0 INVESTISSEMENTS

L'investissement est estimé à 39.000 DH

	Total (DH)	part en Dirhams (%)	part en devises (%)
Plaques d'échange	20.000	100	
Pièce de distance pour Diviser section crème/eau	5.000	100	
Tuyauterie pour l'eau brute	5.000	100	
Génie civil		0	
Montage		10%	
Etudes et imprévus		0	
Transport/assurance		15%	
Droits de douanes		0%	
Pièces de rechange		5%	
Formation du personnel		0	
Dépenses de 1er produits		0	

5.0 CRITERES DE RENTABILITE

Le temps de retour de ce projet est égal à 2,9 ans. La rentabilité de ce projet dépend beaucoup de la durée de l'opération de cette pasteurisateur. Si la production de la crème est doublée le temps de retour est partagée en deux.

6.0 PLANNING

Le délai d'approvisionnement est probablement long (supérieur à 6 mois). L'installation doit être exécutée pendant une période d'entretien du pasteurisateur.

7.0 RISQUES TECHNIQUES ET REFERENCES

Sans objet

8.0 DONNEES ET CALCULS

Les changements des températures ont été calculé en supposant que les coefficients de transfert ne changent pas. Le coefficient calculé est de $173 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$. Le fournisseur des plaques peut aussi informer sur une approximation plus détaillée des coefficients afin de préciser le dimensionnement.

Cette projet n'a pas des interférences avec le projet no. 8, mais peut être considérée comme complémentaire. Si on décide de investir dans cette pasteurisateur, les deux doivent être réalisés.

PROJET No 12

AMELIORATION DU RENDEMENT THERMIQUE DU PASTEURISATEUR LAIT COTE ECREMEUSE

RESUME

Economie d'énergie	35,4 tep/an 72.800 DH/an
Autres gains	0 DH/an
Total gains	72.800 DH/an
Coût de mise en oeuvre	104.000 DH
Temps de retour	1,4 ans

1.0 RECOMMANDATION

- Adjonction de plaques d'échange supplémentaire sur la section lait/lait pour la récupération de chaleur.

2.0 DESCRIPTION

Ce projet consiste à augmenter la surface de la section d'échange lait/lait afin d'améliorer le rendement thermique. En ce moment la surface de les deux sections lait/lait avec 38 m² permet un rendement thermique de 70,4 %. L'augmentation de surface est réalisée en ajoutant 50 plaques d'échange. Parce que le débit du lait dans la première section lait/lait est plus grande que dans la deuxième, il est avantageux du point de vue énergétique, de ajouter les plaques dans la première section . Cette solution est seulement réalisable s'il est possible de modifier l'opération de la écrémeuse afin de compenser la différence du température du lait qui sort de la première section lait/lait et entre à l'écérémeuse.

Cet accroissement de la surface d'échange permettrait de porter le lait entrant à 80°C avant l'entrée à la section lait/l'eau chaude, tandis que le lait pasteurisé se refroidirait de 90°C à environ 18°C.

Ceci augmentera la récupération de chaleur de 70,4 % à presque 85,2 %, en économisant la vapeur et également l'eau glacée, parce que le lait entre au section lait/eau glacée avec une température de 18 au lieu de 25°C.

3.0 GAINS ESCOMPTEES

3.1 Economies d'énergie

La consommation actuelle de vapeur a été relevée avec 230 kg/h. Quand la température entrée du lait au section lait/eau chaude est de 80°C, la consommation est réduite à 115 kg/h.

La durée d'opération de ce pasteurisateur est calculé avec les données de l'année dernière, on

est arrive à 3000 h/an.

L'économie de vapeur devrait se conduire à une économie de

$(230-115) \text{ kg/h} * 3000 \text{ h/an} * 77 \text{ kg FO/t vap} = 26,5 \text{ t FO/an}$

soit 47.500 DH/an.

L'économie de l'eau glacée s'élève à

$(86,4-49,4) \text{ kfr/h} * 3000 \text{ h/an} * 0,3 \text{ kWh/kfrig} = 33,3 \text{ MWh}$

soit 9,4 tep avec un coût de 25.300 DH/an

3.2 Autres gains

Sans objet

4.0 INVESTISSEMENTS

L'investissement est estimé à 104.000 DH

	Total (DH)	part en Dirhams (%)	part en devises (%)
Plaques d	80.000	100	
Génie civil		0	
Montage		10%	
Etudes et imprévus		0	
Transport/assurance		15%	
Droits de douanes		0%	
Pièces de rechange		5%	
Formation du personnel		0	
Dépenses de 1er produits		0	

5.0 CRITERES DE RENTABILITE

Le temps de retour de ce projet est égal à 1,4 ans. La rentabilité de ce projet dépend beaucoup de la durée de l'opération de cette pasteurisateur. Il y a donc une interférence entre ce projet et le projet no.2. Si le projet no.2 est réalisé, le temps de retour du projet no.11 et environ 8 ans. Mais en ce cas on doit envisager le même projet que le projet no.11 pour l'autre pasteurisateur. En conséquence l'analyse fait ci-dessus est toujours valide seulement pour l'autre pasteurisateur.

En tout cas le pasteurisateur lait principal (utilisé comme pasteurisateur de base) doit être

modifié de façon de augmenter son rendement à 85 - 90 %. Le argument actuel d'utiliser le pasteurisateur côté écrémeuse parce qu'il est plus facile de le brancher sur la écrémeuse ne semble pas très important.

6.0 PLANNING

Le délai d'approvisionnement est probablement long (supérieur à 6 mois). L'installation doit être exécutée pendant une période d'entretien du pasteurisateur.

7.0 RISQUES TECHNIQUES ET REFERENCES

sans objet

8.0 DONNEES ET CALCULS

Les changements des températures ont été calculé en supposant que les coefficients de transfert ne changent pas. Le coefficient calculé est de $874 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ pour la première section lait/lait. Le fournisseur des plaques peut aussi informer sur une approximation plus détaillée des coefficients afin de préciser le dimensionnement.

PROJET No 13

RECUPERATION DE CHALEUR D'AIR USEE DU TOUR DE SECHAGE

RESUME

Economie d'énergie	14,7 tep/an 29.000 DH/an
Autres gains	0 DH/an
Total gains	29.000 DH/an
Coût de mise en oeuvre	250.000 DH
Temps de retour	8,6 ans

1.0 RECOMMANDATION

- Ajout d'un échangeur tubulaire ou à plaques air/air pour préchauffer l'air de séchage pour le tour.

2.0 DESCRIPTION

L'air de séchage sort du tour et passe par une cyclone, aspirée par un ventilateur de tirage avec une température de 88°C. Comme la humidité est élevée on ne peut pas recycler ce débit d'air, mais elle peut être utilisée pour préchauffer l'air frais. Dans cet échangeur l'air de séchage est ainsi refroidi de 88 à 40°C.

L'air sortant du lit fluidisé peut être utilisé de la même manière dans l'échangeur et est ainsi refroidi de 58 à 40°C. Dans cet échangeur l'air d'entrée du tour de séchage est préchauffé à une température d'environ 74°C. On peut donc récupérer une partie des calories perdues à l'atmosphère. Les installations de l'usine de Colait permettent d'ajouter cet échangeur dans le bâtiment.

3.0 GAINS ESCOMPTEES

3.1 Economies d'énergie

Le préchauffage éliminera l'utilisation de vapeur et réduira la consommation de propane. Pendant l'an dernier le tour était en fonction pendant presque 1.000 h.

Economie de vapeur:

$$0,16 \text{ t/h} * 1000 \text{ h/an} * 77 \text{ kg FO/t vap} = 12,3 \text{ t FO/an}$$

Economie de propane:

$$(9,2 - 6,8) \text{ kg/h} * 1000 \text{ h/an} = 2,4 \text{ t propane/an}$$

$$2400 \text{ kg/an} * 2,94 \text{ DH/kg} = 7.056 \text{ DH/a}$$

3.2 Autres gains

Sans objet

4.0 INVESTISSEMENTS

L'investissement est estimé à 250.000 DH

	Total (DH)	part en Dirhams (%)	part en devises (%)
Equipements principaux	200.000		
Assistance technique		10%	
Transport/assurance		15%	
Droits de douanes		0%	
Pièces de rechange			
Formation du personnel			
Dépenses de 1er produits			

5.0 CRITERES DE RENTABILITE

Le temps de retour est trop long avec 8,6 ans. Le projet doit être pris en compte si le temps de l'opération est augmenté à environ 5000 h/an. En ce cas le temps de retour sera réduit à environ 2 ans. Actuellement ce projet n'est pas viable.

6.0 PLANNING

La durée totale de ce projet depuis les études jusqu'à la réception, est estimé à 1 an.

ETAPES	DUREE (semaines)
Spécification technique	4
Etude de faisabilité	2
Accord de crédit	4
Documents de consultation	4
Commande-matériel/service	1
Livraison	30
Installation	4
Mise-en-service	2
Réception finale	1

7.0 RISQUES TECHNIQUES ET REFERENCES

Aucun risque

8.0 DONNEES ET CALCULS

Le coût des équipement a été estimé avec le prix d'une installation pareille qui était réalisé en 1980. Le taux moyenne d'inflation pour cette type d'équipement pendant les 10 derniers années n'est pas connu. Le prix reste donc à confirmer par une calcul actuelle.

PROJET No 14

RECUPERATION D'EAU USEE DANS LES ATELIER DE L'USINE

RESUME

Economie d'énergie	0 tep/an	0 DH/an
Autres gains		49.500 DH/an
Total gains		49.500 DH/an
Coût de mise en oeuvre		35.000 DH
Temps de retour		0,7 ans

1.0 RECOMMANDATION

Installation d'une reseau eau traitée

2.0 DESCRIPTION

Ce projet consiste à recycler l'eau qui est maintenant rassemblé dans la station de traitement d'eau et de l'utiliser après le traitement, encore une fois pour les lavages de casiers, lavage de sols et lavage de camions. La surconsommation d'eau dans l'usine peut être considérablement réduit si l'eau usée qui est toujours très faiblement polluée est recyclé pour les tâches qui ne requièrent pas une haute qualité de l'eau. Comme l'eau est traité avec du chlore dans la station de traitement il n'y pas une risque du point de vue sanitaire.

L'équipement à installer pour ce projet est une station de pompes à côté de la station de traitement et le tuyauterie nécessaire pour envoyer l'eau à l'atelier de lavage de casier.

3.0 GAINS ESCOMPTES

3.1 Economies d'énergie

Sans objet

3.2 Autres gains

Le recyclage des eaux traitée réduit la consommation total de l'usine. Le gain ne peut pas estimée avec confiance parce que le bilan de l'usage d'eau dans l'usine n'a pas identifié toutes les usages. Néanmoins une économie de 100 m³/j est anticipée.

$$100 \text{ m}^3/\text{j} * 330 \text{ j}/\text{an} = 33.000 \text{ m}^3/\text{an}$$

4.0 INVESTISSEMENTS

L'investissement est estimé à 35.000 DH

Total	part en (DH)	part en Dirhams (%)	devises (%)
2 pomps de circulation a 30 kW chacun	15.000	100	
Tuyauterie et robinetterie	9.000	100	
Génie civil		0	
Montage		25%	
Etudes et imprévus		0	
Transport/assurance		15%	
Droits de douanes		0%	
Pièces de rechange		5%	
Formation du personnel		0	
Dépenses de 1er produits		0	

5.0 CRITERES DE RENTABILITE

Le temps de retour est de 0,4 ans.

6.0 PLANNING

La durée totale de ce projet depuis les études jusqu'à la montage est estimé à 8 mois.

ETAPES	DUREE (semaines)
Spécification technique	4
Etude de faisabilité	1
Accord de crédit	1
Documents de consultation	1
Commande-matériel/service	2
Livraison	16
Installation	4
Mise-en-service	2
Réception finale	1

7.0 RISQUES TECHNIQUES ET REFERENCES

Aucun risque

8.0 DONNEES ET CALCULS

Sans objet

PROJET No 15

RECUPERATION DES EAUX USEES CHAUDE DANS LA YAOUTERIE

RESUME

Economie d'énergie	11,4 tep/an 20.760 DH/an
Autres gains	2.030 DH/an
Total gains	22.790 DH/an
Coût de mise en oeuvre	39.150 DH
Temps de retour	1,7 ans

1.0 RECOMMANDATION

- Récupération des condensats pollués dans l'atelier du lait et du yaourt.

2.0 DESCRIPTION

Les condensats de l'atelier yaourt ne peuvent pas être retournés à la bache alimentaire parce la distance entre yaourterie est la bache est trop longue (perte de chaleur avec la longueur du tuyau trop grand). Il est donc proposé d'utiliser les condensats dans la yaourterie pour tous les opérations qui sont maintenant fait avec les robinets de mélange. Le volume total des condensats dans la yaourterie est de 4,53 m³/jour avec une température moyenne d'environ 80°C.

Il est nécessaire d'installer un bac réservoir de à peu près 8 m³, qui reçoit tous les condensats. Ce bac doit être calorifugé. Le bac est connecté avec les deux pasteurisateurs, le chambre d'étuvage, le NEP automatique et toutes les cuves pour la production qui sont chauffés avec la vapeur. A la sortie du bac on doit installer une pompe pour circuler l'eau aux 4 robinets mélangeurs existant.

Les robinets mélangeur sont utilise actuellement pour mélanger l'eau chaude avec de l'eau brute pour contrôler la température nécessaire. La tuyauterie entre les sources des condensats et le bac aussi comme les tuyaux entre bac et robinets doivent être calorifugé.

La même configuration peut être envisagé pour l'atelier lait si les condensats ne sont pas retourné à la bache alimentaire. Du point de vue énergétique une retour à la bache est la solution plus intéressant, c'est pourquoi la option d'utiliser les condensats pour le lavage dans l'atelier de lait n'est pas détaillé ici.

3.0 GAINS ESCOMPTES

3.1 Economies d'énergie

La chaleur récupéré est:

$$4,5 \text{ m}^3/\text{j} * (80-20)^\circ\text{C} = 270 \text{ th}/\text{j}$$

Cette récupération est équivalente à:

$$270 \text{ th}/\text{j} / 539 \text{ th}/\text{t vap} = 0,5 \text{ t vap}/\text{j}$$

L'économie du fioul s'élève à :

$$0,5 \text{ t}/\text{j} * 300 \text{ j}/\text{an} * 77 \text{ kg FO}/\text{t vap} = 11,6 \text{ t FO}/\text{an}$$

3.2 Autres gains

L'économie de l'eau est de:

$$4,5 \text{ m}^3/\text{j} * 300 \text{ j}/\text{an} * 1,5 \text{ DH}/\text{m}^3 = 2.025 \text{ DH}/\text{an}$$

4.0 INVESTISSEMENTS

L'investissement est estimé à 39.150 DH

	Total (DH)	part en Dirhams (%)	part en devises (%)
Equipements principaux			
Bac réservoir	8.000		
Pompe, tuyauterie	18.000	100	
Isolation	3.000		
Génie civil, montage		15%	
Etude et imprévus		0	
Assistance technique		0	
Transport/assurance		15 %	
Droits de douane		0 %	
Pièces de rechange		5 %	
Formation du personnel		0	
Dépenses de 1er produits		0	

5.0 CRITERES DE RENTABILITE

Le temps de retour est de 1,7 ans.

6.0 PLANNING

La durée totale de ce projet depuis les études jusqu'à la montage est estimé à 7,5 mois.

ETAPES	DUREE (semaines)
Spécification technique	2
Etude de faisabilité	1
Accord de crédit	1
Documents de consultation	1
Commande-matériel/service	2
Livraison	16
Installation	4
Mise-en-service	1
Réception finale	1

7.0 RISQUES TECHNIQUES ET REFERENCES

Sans objet

8.0 DONNEES ET CALCULS

Pour l'estimation des gains d'énergie il est supposé que la consommation actuel des robinets de mélange surpasse 0,5 t vap/j donc toute la chaleur récupéré peut être utilisée (voir chapitre 3).