

# Études de cas TEST

Entreprise de production de jus  
Développé dans le cadre de  
MED TEST II



ORGANISATION DES NATIONS UNIES  
POUR LE DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL



SwitchMed est financé  
par l'Union européenne.

# Entreprise de production de jus

SECTEUR	Secteur alimentaire
SUBSECTEUR :	Des jus aux saveurs différentes
TAILLE	220 employés à plein temps
PRODUITS	jus et boissons frais
MARCHÉ	Local et international (10% d'exportation)
SYSTÈMES DE GESTION CERTIFIÉ	<b>Avant la participation à TEST :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• EHS (ISO14001 OHSAS18001);</li><li>• Sécurité alimentaire (ISO22000, FDA, EFSA, Santé Canada)</li></ul> <b>Après la participation à TEST :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• ISO 50001 : Certification 2011 pour le système de gestion de l'énergie.</li></ul>

# Table des matières

- Données clés sur l'entreprise
- Observations de l'évaluation initiale
- Organigramme du processus
- Analyse comparative
- Coûts des sorties hors produits
- Flux prioritaires
- Système d'information – MFCA
- Système d'information - Système de comptage
- Analyse des domaines d'intérêt et des causes
- Catalogue des économies - projets identifiés
- Exemples de meilleures pratiques (2 les plus significatives)
- Intégration du système de management
- Suivi des performances
- Résultats
- Échantillon – plan d'action
- Conclusions

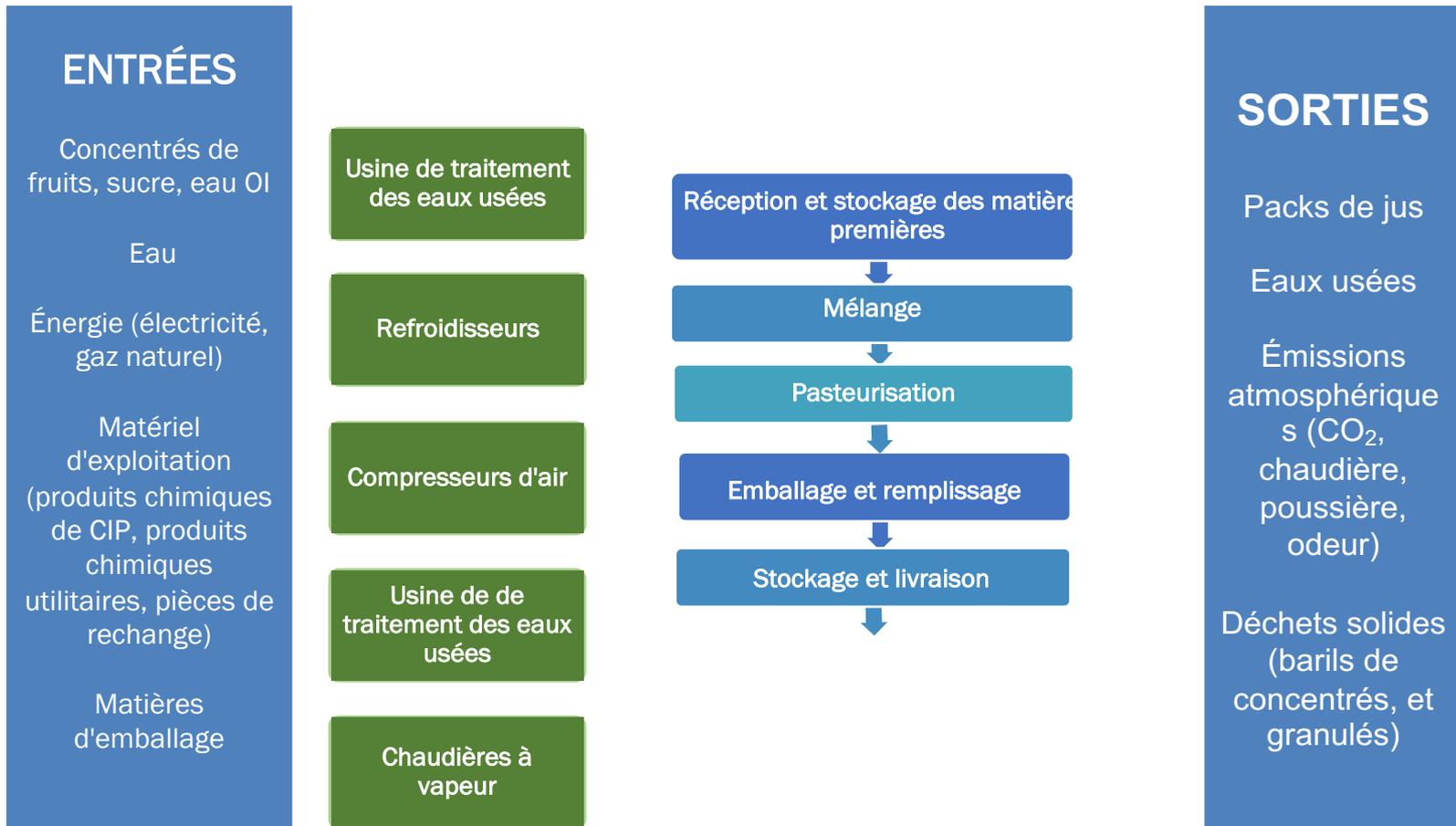
# Données clés de l'entreprise

ANNÉE 2015	Unité	Valeur
Production : Des jus aux saveurs différentes	Paquet/an	652 620
Consommation d'électricité	kWh/an	16 664 277
Consommation de gaz naturel	kWh/an	1 042 052
Consommation d'eau	m <sup>3</sup> /an	366 891
Émissions de CO <sub>2</sub>	Ton/an	10 365
BOD <sub>5</sub>	Kg/an	N/A
DCO	Kg/an	N/A
Coût total des ventes	euros/an	N/A
Coût total des entrées (valeur d'achat des matières premières, des matières auxiliaires, de l'énergie d'emballage et de l'eau)	euros/an	N/A
	% par rapport au coût des ventes	N/A
Estimation de la production hors produits	euros/an	N/A
	% par rapport au coût des ventes	N/A

# Observations de l'évaluation initiale

- L'entreprise, qui fait partie d'un grand holding, produit des jus de fruits et des nectars à partir de concentrés. Près de 50 % des concentrés utilisés sont produits dans sa société sœur, tandis que le reste est importé.
- Cette technologie est considérée comme étant à la pointe du progrès, car l'usine a été construite en 2009 avec les dernières technologies disponibles à l'époque.
- La visite initiale des installations de production n'a pas révélé beaucoup de possibilités d'amélioration car l'entreprise est entièrement automatisée dans la plupart des processus de production et aucune perte significative n'a été constatée visuellement.

# Vue d'ensemble du processus/diagramme

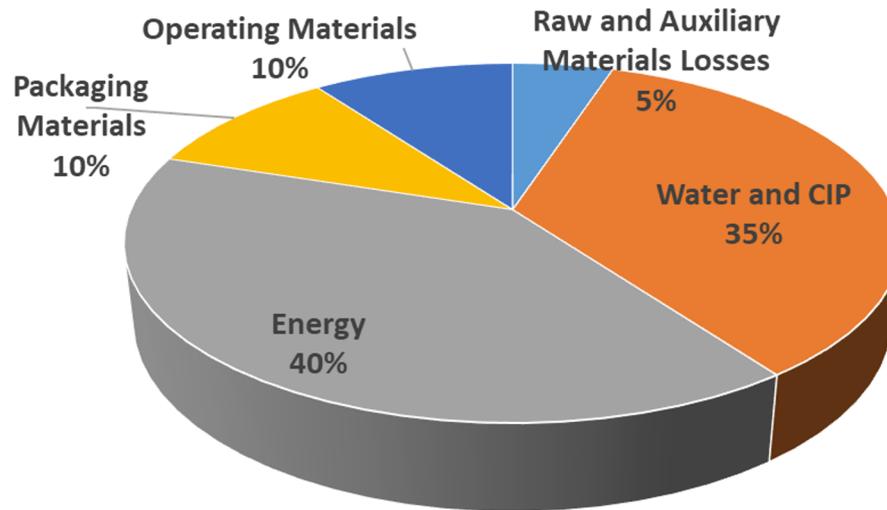


# Analyse comparative au niveau des entreprises

Type de référence	Unité	Registres des entreprises (2015)	Benchmark interne
Électricité	$\text{Kwh}_{\text{elec}}/\text{litre}_{\text{jus}}$	0,107	0,092
Thermique	$\text{Kwh}/\text{litre}_{\text{jus}}$	0,075	0,067
Consommation d'eau	$\text{m}^3/\text{litre}_{\text{jus}}$	0,00088	NA

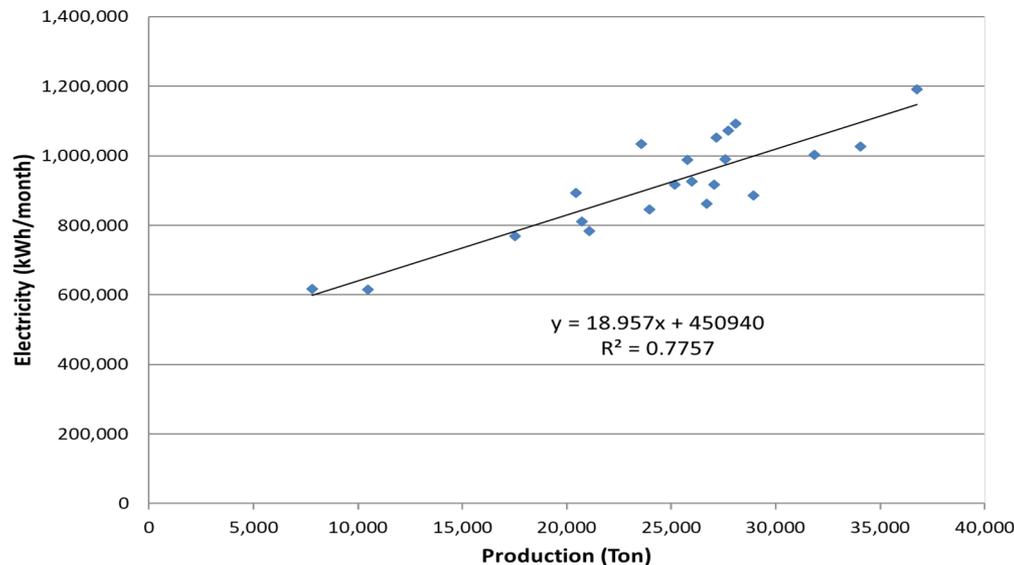
L'étude des meilleures pratiques internationales pour cette entreprise a été un exercice fastidieux. Des données limitées sont publiées sur la production de jus à partir de concentrés. Les meilleures pratiques en matière d'utilisation de l'électricité et de l'énergie thermique sont donc basées sur une référence interne calculée comme la plus faible consommation spécifique mensuelle réalisée. Comme l'entreprise a atteint ce chiffre en un mois, elle devrait s'efforcer de maintenir la consommation autour de ce chiffre toute l'année.

# Coûts des sorties hors produits



- La société a refusé de divulguer ses données financières. Cela a entraîné des retards dans le lancement du processus TEST, car celui-ci commence par définir les flux prioritaires sur la base des données monétaires.
- Par conséquent, l'équipe de l'entreprise a été formée à remplir seule la fiche MFCA et seuls les résultats ont été partagés avec le prestataire de services afin de garantir la confidentialité des données.

# Analyse de régression au niveau de l'entreprise



Observations issues de l'analyse :

- Forte corrélation entre les niveaux de consommation et de production
- La charge de base de 450 940 kWh est élevée. Très probablement en raison du fonctionnement continu des équipements, notamment dans la section des équipements et pendant le PIC

# Flux prioritaires

Les flux prioritaires de l'entreprise ont été sélectionnés pour être :

1 - Énergie

2 - Eau

Cette sélection et cette priorisation ont été basées sur :

- Analyse des coûts des NPO
- L'objectif annuel du groupe (l'objectif pour 2017 était de réduire de 10% l'énergie, l'objectif pour 2018 est de maintenir les économies d'énergie et de réduire de 10% l'eau).

# Systeme d'information - MFCA

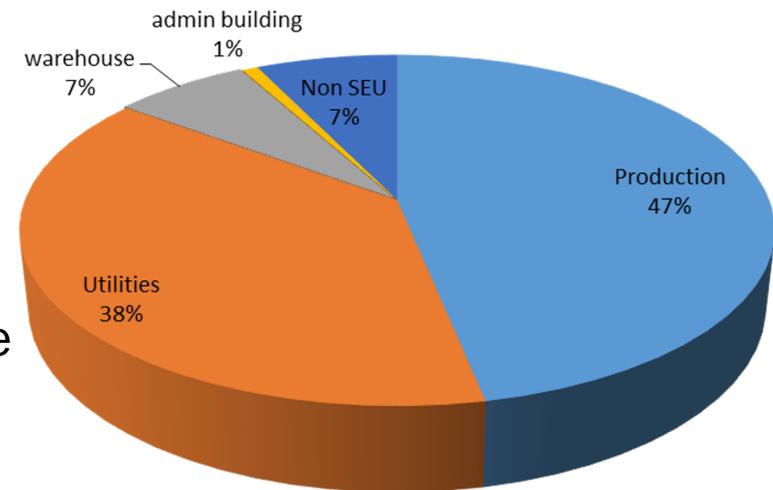
- L'entreprise disposait déjà d'un système de contrôle de la planification des ressources de l'entreprise (ERP). Ce système ERP a facilité la collecte de données au niveau de l'entreprise pour l'analyse des entrées/sorties.
- La définition de certains flux, comme l'eau, n'était pas correcte. L'entreprise a considéré comme une perte toute la consommation d'eau basée sur les factures des équipements. Cependant, une partie raisonnable de la consommation d'eau est destinée au produit en tant que matière première.
- De même, le système d'information de l'entreprise a inclus le coût des produits chimiques de CIP dans le centre de coûts de la compagnie des eaux, plutôt que de le considérer comme un matériau d'exploitation dans le processus de production.
- L'analyse MFCA a révélé que le flux prioritaire est l'énergie, suivie par l'eau.

# Systeme d'information - Systeme de comptage

- La société a installé un système de comptage secondaire de l'électricité sur les sections principales tout en préparant son système de gestion de l'énergie. Les relevés de ces compteurs ont été enregistrés quotidiennement, ainsi que la production de l'entreprise. Ces dossiers ont facilité le calcul des bases de référence pour des ICP spécifiques.
- Plus tard, au cours du MEDTEST, l'équipe de l'entreprise a installé et commencé à enregistrer la consommation d'eau pour différentes sections, en plus de surveiller la consommation d'électricité. L'entreprise a l'intention de développer des bases de référence pour la consommation d'eau de chaque section principale.

# Analyse des domaines d'intérêt et des causes

- La cartographie de la répartition de la consommation d'électricité a été facilement préparée par l'entreprise dans sa préparation pour le système de gestion de l'énergie. Cette cartographie a été réalisée sur la base des enregistrements des compteurs contrôlant la consommation dans les différentes sections de l'entreprise.
- Les deux plus gros consommateurs d'électricité étaient la section de production et la section des équipements.
- La base de référence pour chacune des deux sections était au niveau de l'IPO élaboré sur la base d'une analyse de régression.



# Analyse des domaines d'intérêt et des causes concernant l'énergie

- Dans le cadre du projet MEDTEST, les deux plus grandes sections ont fait l'objet d'une analyse plus approfondie.
- Sur la base des recommandations de l'expert international, il a été décidé de se concentrer sur le **domaine de la pasteurisation** (pasteurisateurs et homogénéisateurs) au sein de la chaîne de production. Il s'agit de la section avec intervention possible sur les paramètres de fonctionnement. D'autres domaines (préparation, mélange et classement) ont une marge d'amélioration limitée car ils sont entièrement automatisés.
- Dans la section des équipements, les **compresseurs d'ammoniac** représentaient 39 % de la consommation des équipements, suivis par les **compresseurs d'air** qui représentaient 33 % de la consommation.

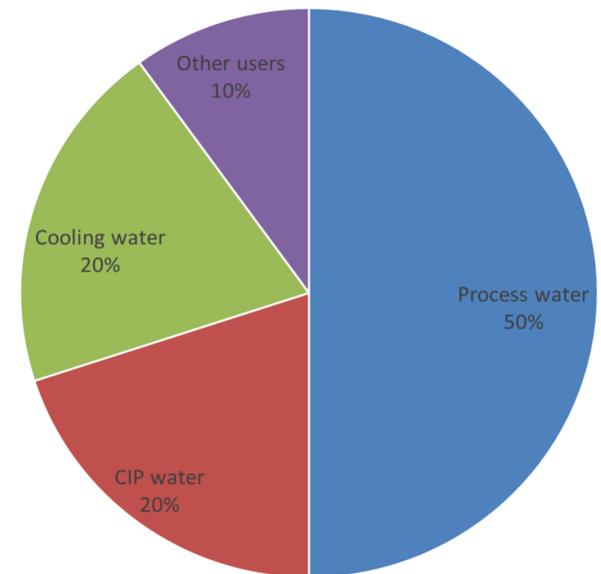
# Enquête de la section de la pasteurisation

Lors de l'analyse de la section sur la pasteurisation, une liste de contrôle a été préparée avec le soutien de l'expert international pour les domaines d'amélioration possibles :

Quoi	Impact sur les économies directes Impact sur	Effet secondaire	Des données et des actions sont nécessaires	Impact sur les coûts	Travail à effectuer pendant la mise en œuvre
Profils de température du traitement thermique	Gaz, carburant	émissions CO2 (directes)	Une liste de TOUS les pasteurisateurs/produits (modèle 1)	Aucun coût	Ajuster le profil de température
Augmenter les HR% dans les échangeurs de chaleur à plaques	Gaz, carburant	émissions CO2 (directes)	(de haut en bas)	Coût faible à moyen	Ajouter des plaques, couper et souder certains tuyaux
Récupération de condensats de vapeur (vannes, purgeurs de vapeur, tuyauterie)	Gaz, carburant, eau	émissions CO2 (directes)	Vérifier s'il existe une récupération des condensats des points de consommation vers la chaufferie.	Coût moyen-élevé	/
Tuyauterie de distribution des chaudières aux points de consommation	Gaz, carburant	émissions CO2 (directes)	Vérifier si l'isolant s'exhale. Vérifier s'il y a des « saignements » de vapeur dans la zone de production	Coût moyen-élevé	Isoler toutes les canalisations
F/C et démarreurs progressifs pour tous les moteurs électriques	Électricité	Réduction des émissions de CO2 (direct)	Si un schéma de principe des moteurs a été convenu afin d'établir un rapport KWH/Lt comme base de référence	Coût faible à moyen	Convertisseurs de fréquence et démarreurs progressifs dans les panneaux MCC
Utilisation d'homogénéisateurs	Électricité	Réduction des émissions de CO2 (direct)	Liste de tous les homogénéisateurs existants avec les puissances des moteurs, les débits, les pressions et le type de produits homogénéisés. (par exemple, pour les boissons claires, PAS besoin d'homogénéiser)	Pas de coût Faible coût	Si possible en passant, alors pas de frais. S'il n'est pas possible de passer, il faut alors modifier la tuyauterie
Utilisation d'homogénéisateurs	Électricité	Réduction des émissions de CO2 (direct)	Comme ci-dessus, plus les heures par poste. Equipes par jour, jours par semaine, semaines par an	Coût faible à moyen	Certains fournisseurs d'homogénéisateurs proposent des « kits d'économie d'énergie ». Il s'agit de têtes d'homogénéisation avancées qui permettent d'obtenir le même effet d'homogénéisation avec une consommation d'énergie moindre

# Analyse des domaines d'intérêt et des causes concernant l'eau

- Une ventilation de la consommation d'eau a été effectuée. Les résultats d'un mois de surveillance des données des sous-compteurs ont révélé que près de 50 % de l'eau entre dans le produit. Cette partie est considérée comme une production de produit.
- Pour la partie de l'eau destinée aux NPO, la ventilation a révélé que 40 % sont consommés dans le processus de CIP, 40 % à des fins de refroidissement (eau de refroidissement et de lubrification des équipements), et les 20 % restants sont répartis entre l'eau de lavage et l'usage domestique.
- Ainsi, l'accent devrait être mis sur l'eau de la CIP et sur l'eau de refroidissement.



# Analyse des causes et génération d'options pour le processus CIP

- Augmenter la fréquence entre les cycles de CIP - actuellement, l'entreprise opte pour le CIP après 3 jours de production continue, alors que la meilleure pratique consiste à effectuer le CIP tous les 4 ou 5 jours seulement.
- Ajustez le plan de production pour réduire le passage à l'euro. Comme l'entreprise doit passer au CIP lors de certains changements d'UGS, l'équipe de l'entreprise doit discuter avec le service de planification de la nécessité de réduire la fréquence des changements.
- Différentes alternatives au premier rinçage CIP. L'utilisation de techniques de poussée des produits telles que le raclage ou le raclage à la glace peut être adoptée pour éliminer la nécessité d'un premier rinçage.
- Récupération du rinçage final à utiliser lors du premier rinçage ou du lavage du sol.

# Analyse des causes des rejets OI dans l'eau

- L'usine d'osmose inverse (OI) de l'entreprise rejette environ 200 litres/minute, ce qui représente 25 % de l'eau d'entrée, et la quantité utile (perméat d'osmose inverse) est d'environ 600 litres/minute. Les mesures du TDS dans le rejet ont montré que le rejet est à 700 ppm, ce qui est très faible.
- Les premières réflexions ont porté sur différentes alternatives pour réutiliser l'eau de rejet, soit en installant une autre installation d'osmose inverse (OI) plus petite, soit en installant une station de filtration et en renvoyant le rejet avec l'eau d'alimentation à l'osmose inverse (OI) existante.
- Grâce à une analyse approfondie et en clarifiant s'il existe un réel besoin d'eau de l'osmose inverse (OI) dans l'industrie du jus, il a été révélé que la plupart des producteurs de jus disposent de simples installations de traitement de l'eau. La législation nationale, avec la qualité de l'eau municipale (TDS environ 300 ppm dans l'eau d'alimentation) n'exige qu'un adoucisseur d'eau et un filtre à charbon pour ajuster le chlore dans l'eau.

# Analyse comparative des niveaux des BPR

Paramètre	Unité	Registres des entreprises (2015)	Meilleures pratiques internationales
Taux de récupération de la chaleur des pasteurisateurs (HRR)	%	91	90%
Température de pasteurisation.	Deg. C	95	88
Pression d'homogénéisation	Bar	150	Pas nécessaire pour les produits clairs
Retraitement des produits	% de production	0,5%	0,2%-0,7%
Fréquence du CIP	Heures de fonctionnement	Toutes les 48-72 heures	Toutes les 96-120 heures

Les IPO développés ont révélé que le HRR et le retraitement des produits se situent dans la fourchette des meilleures pratiques. Des améliorations limitées sont donc prévues dans ces domaines, et n'ont pas été prises en compte dans la formulation des options.

# Exemple de la génération d'options

- Flux prioritaire : Énergie, domaine d'intérêt : Section des homogénéisateurs.
- Problème : Utilisation d'homogénéisateurs pour tous les produits.
  - Option : contourner l'homogénéisateur pour obtenir des produits clairs.

Il y a eu un premier rejet de la part de l'équipe de l'entreprise. Ses membres estiment que la réduction de la pression à l'intérieur de l'homogénéisateur ne permettra pas un écoulement régulier du jus dans les tubes du pasteurisateur. À travers plusieurs essais, ils ont apprécié la mesure, comme c'est actuellement la pratique courante pour le jus clair.

# Exemple de la génération d'options

- Flux prioritaire : Eau, domaine d'intérêt : CIP
  - Problème : Consommation d'eau élevée dans le CIP
    - Option 1 : Augmenter les heures de fonctionnement avant de se rendre au CIP
    - Option 2 : Recueillir l'eau de CIP du dernier rinçage pour la réutiliser comme premier rinçage
    - Option 3 : Recueillir l'eau de rinçage final du CIP pour le lavage des sols
    - Option 4 : Utiliser un raclage à billes d'acier pour le premier rinçage
    - Option 5 : Utiliser des techniques de raclage de la glace au lieu d'un premier rinçage

# Catalogue des économies - projets identifiés

## Energie - Section de pasteurisation

- 1 Réduire la température de pasteurisation de 2-3 C pour certains produits
- 2 Éliminer l'utilisation de l'homogénéisateur pour les produits clairs
- 3 Réparation des purgeurs de vapeur défectueux

## Énergie - Luminaires

- 4 Remplacer les luminaires par des lampes à LED

## Eau - Usine d'osmose inverse

- 5 Installer une deuxième unité d'OI
- 6 Réutilisation des rejets OI dans l'irrigation
- 7 Remplacer l'installation d'osmose inverse par un adoucisseur d'eau et un filtre à charbon (nouvelle idée, à l'étude)

## Eau - Eau de refroidissement

- 8 Récupération de l'eau des homogénéisateurs et des pompes à vide
- 9 Remplacer la lubrification de la chaîne de remplissage par une lubrification à sec plutôt que par une lubrification à l'eau (nouvelle idée, en cours d'investigation avec le fournisseur de technologie)

# Exemple de mesures identifiées sur l'énergie : Éliminer l'utilisation de l'homogénéisateur pour les produits clairs

<b>Description de la solution</b>	<p>Les jus clairs (pomme, raisin, ananas,..) représentent plus de 50% de la production de l'entreprise. Le contournement de l'homogénéisateur pour les jus clairs permettrait d'économiser sur la facture d'électricité ainsi que sur la fréquence de changement du kit de service des homogénéisateurs (2 000 euros/3 000 heures de fonctionnement).</p> <p>L'entreprise dispose en effet de quatre lignes de pasteurisation (chacune avec un homogénéisateur). Les capacités des lignes sont de 7000 l/h, 2 x 15000 l/h et 25000 l/h.</p> <p>L'idée ici est d'affecter un pasteurisateur (produisant 25 000 litres/heure) aux jus clairs, et donc d'éliminer le besoin de son homogénéisateur (économie de 120 kW).</p>
<b>Avantages économiques</b>	<p>L'économie sera d'environ <math>120\text{kW} * 24 \text{ h/jour} * 312 \text{ jours/an} = 898\ 560 \text{ kWh/an}</math></p> <p>Suppression du kit de service pour cet homogénéisateur : <math>24 \text{ h/jour} * 312 \text{ jours/an} / 3\ 000 \text{ heures par kit} = 2,5 \text{ kits par an}</math>.</p> <p>Économies de coûts : <math>(898\ 560 \text{ kWh/an} * 0,039 \text{ Euro/kWh}) + (2,5 \text{ kits /an} * 2\ 000 \text{ Euro/kit}) = 39\ 595 \text{ euros/an}</math>.</p>
<b>Avantages pour l'environnement</b>	<p>Réduction de la consommation d'énergie de 4,8 kWh/tonne</p> <p>Avec une production annuelle de 187 200 tonnes/an = 898 560 kWh/an (5 % de la base de référence initiale).</p> <p>La réduction de CO<sub>2</sub> associée aux économies d'énergie est équivalente à 431 tonnes/an.</p>

# Exemple de mesures identifiées sur l'énergie : Éliminer l'utilisation de l'homogénéisateur pour les produits clairs

<b>Investissements en capital</b>	Le contournement de l'homogénéisateur est une mesure gratuite. L'amortissement est immédiat
<b>Autres obstacles</b>	Des tests sont effectués sur le lot de produits pour s'assurer qu'aucun problème de qualité ne se pose (séparation du produit).

# Exemple de mesures identifiées sur l'eau : Récupération de l'eau des homogénéisateurs et des pompes à vide

<b>Description de la solution</b>	L'eau de refroidissement de l'homogénéisateur et de la pompe à vide est en fait évacuée. Avec une pompe, elle pourrait être transférée dans la tour de refroidissement, ce qui réduirait la température dans le mélange avec un débit plus élevé allant initialement à la tour de refroidissement, et une réduction supplémentaire de la température dans la tour de refroidissement permettrait de réutiliser toute la quantité.
<b>Avantages économiques</b>	En supposant un fonctionnement de 16 heures/jour, 22 jours/mois, 12 mois/année, 4 lignes de production et une consommation d'homogénéisateur de 1 m <sup>3</sup> /h, alors que les pompes à vide fonctionnent à 1,5 m <sup>3</sup> /h, l'économie d'eau totale devrait être de 1,5 m <sup>3</sup> /h : $16 * 22 * 12 * 4 * (1 + 1.5) = 42,240 \text{ m}^3/\text{an}$ Avec un coût de 0,285 euro/m <sup>3</sup> , l'économie d'eau serait de 12 038 euros par an
<b>Avantages pour l'environnement</b>	Réduire la consommation d'eau de 42 240 m <sup>3</sup> par an Réduire les eaux usées générées de 42 240 m <sup>3</sup> par an, ce qui réduira la charge hydraulique au bout du tuyau final.

# Exemple de mesures identifiées sur l'eau : Récupération de l'eau des homogénéisateurs et des pompes à vide

<b>Investissements en capital</b>	Pompe à eau + conduite de retour d'eau ~ 5 000 euros Amortissement en moins de 6 mois
<b>Autres obstacles</b>	Le coût supplémentaire dû à l'augmentation de la charge de la tour de refroidissement doit être pris en compte lors de la faisabilité complète, ainsi que le coût de fonctionnement de la pompe à eau.

# Intégration du système de management

- Au cours du projet MED TEST II, l'entreprise a intégré le concept de production propre et économe en ressources (ERPP) dans la politique existante.
- La société a reçu l'accréditation pour la norme ISO 50001:2011 au cours du projet. La collecte de données pour l'analyse a été beaucoup plus facile que pour les autres entreprises qui ne sont pas préparées/certifiées pour le système de gestion de l'énergie.

# Suivi des performances

- Après la mise en œuvre du projet MED TEST II, l'équipe TEST de l'entreprise a continué à utiliser la méthodologie de manière autonome. Les économies réalisées représentent 18,1 % de la consommation d'électricité et 21,2 % de la consommation de gaz naturel en 2017.
- En 2018, l'équipe de l'entreprise a commencé à analyser les performances de l'entreprise en matière d'eau, afin de reproduire les résultats obtenus dans le cadre des flux d'énergie.

# Résultats

Action	Investissement Euro	Économies euros /an.	Années TRI	Eau m <sup>3</sup>	Énergie MWH	Impacts sur l'environnement
Optimisation des processus	Aucune	66 258	Immédiat	---	1 890	1 006 tonnes de CO <sub>2</sub> /an
Optimisation du système à vapeur	2 400	10 383	0,23		677	
Remplacement des luminaires	26 487	8 040	3,29		209	
Optimisation de l'utilisation de l'eau	57 500	26 484	2,17	92 928	---	
<b>TOTAL</b>	86 388 €	111 164 €	0,78 ans	92 928	2 775	

# Modèle du plan d'action

Intitulé de la mesure	Classification (GHK, coût faible-moderé, coût élevé)	Approuvé par la direction générale					Retenu pour l'étude	Rejetée		
		Mis en œuvre	En cours de mise en œuvre	Prévu (date de début et de fin)	Budget (monnaie locale)	Personne responsable*			Lien vers le système de suivi	
Réduire la température de pasteurisation de 2-3 C pour certains produits	GHK		X				Production	Compteurs de gaz naturel et d'électricité		
Éliminer l'utilisation de l'homogénéisateur pour les produits clairs	GHK	X					Maintenance + Production	Compteur d'électricité		
Remplacer les luminaires par des lampes à LED	faible-moderée			x			Eng. Yasser Abbass	Compteur d'électricité		
Réparation des purgeurs de vapeur défectueux	faible-moderée	X					Maintenance	Compteur de gaz naturel		

# Conclusions

- 6 des 7 mesures de l'ERPP mises en œuvre/en cours de mise en œuvre/prévues.
- Économies de 111 164 €/an avec un TRI moyen de 0,78 an
- Total des économies d'eau annuelles : 25,3%
- Total des économies d'énergie annuelles : 8.8% (prévu), 19,4% (effectif)
- Certification ISO 50001 (Version 2011)
  
- Amélioration du système d'information et du plan de suivi pour l'identification rapide de la détérioration des performances
- Mesures supplémentaires identifiées par l'équipe de l'entreprise pour économiser l'eau
- La société a commencé à reproduire l'approche TEST au sein d'autres entreprises du groupe
- L'élimination des processus inutiles (contournement de l'homogénéisateur, élimination potentielle de l'OI) permet de réaliser des économies sur le coût du service