

Études de cas de TEST

Entreprise de recyclage de plastique
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 recyclage de plastique

SECTEUR	Secteur chimique
SUBSECTEUR :	Recyclage du plastique
TAILLE	150 employés à plein temps
PRODUITS	PET recyclé (RPET), polypropylène recyclé (RPP) et polyéthylène recyclé (RPE) Granulés de marque QPET, QPE et QPP
MARCHÉ	94 % Exportation ; États-Unis et Canada, EEE, Turquie et KSA
SYSTÈME DE GESTION CERTIFIÉ	Avant la participation à TEST : • Qualité (ISO9001) ; • EHS (ISO14001 OHSAS18001) ; • et la sécurité alimentaire (ISO22000, FDA, EFSA, Santé Canada) Après la participation à TEST : • ISO 14001 : Certification 2015 pour le système de gestion de l'environnement.



SwitchMed est financé
par l'Union européenne.

Table des matières

- Données clés sur l'entreprise
- Vue d'ensemble du processus / diagramme
- Analyse comparative
- Coûts des sorties hors produits
- Flux prioritaires
- Système d'information – MFCA
- Système d'information - Comptage
- Analyse des domaines d'intérêt et des causes
- Catalogue des économies - projets identifiés
- Exemples de meilleures pratiques (3 les plus significatives)
- Intégration du système de management
- Suivi des performances
- Résultats
- Conclusions



SwitchMed est financé
par l'Union européenne.

Données clés de la société

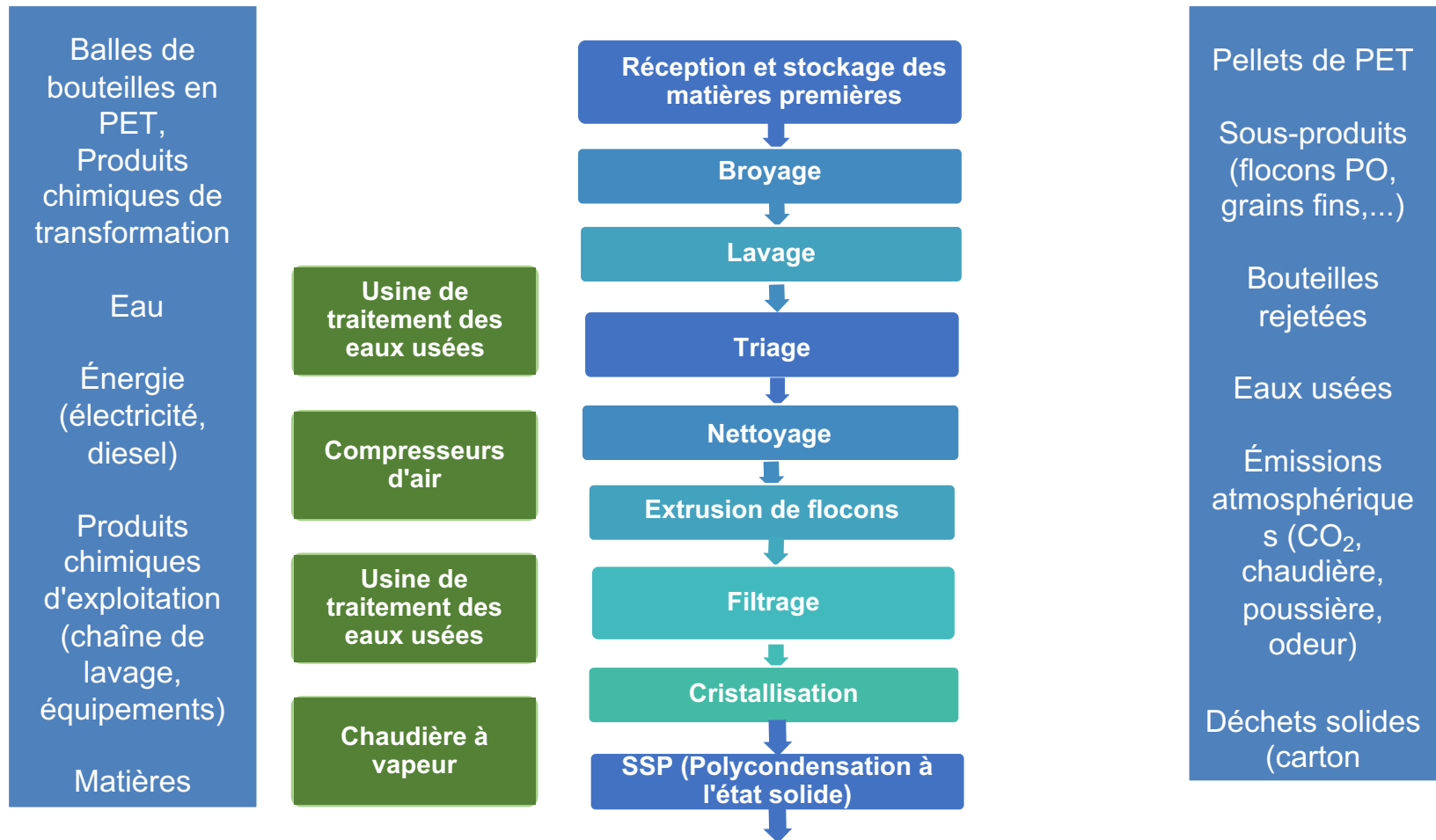
- Avant de rejoindre le projet, l'entreprise était confrontée à quelques défis liés à la qualité des matières premières et à la consommation excessive de ressources telles que l'eau.
- Ces derniers se traduisent à leur tour par des coûts de conversion plus élevés, de sorte que surmonter des défis aussi importants conduirait certainement à une performance meilleure et efficace tant sur le plan opérationnel que financier

ANNÉE 2015	Unité	Valeur
Production : Granulés de PET recyclés	Tonnes /an	11 894
Consommation d'électricité	kWh/an	11 865 588
Consommation de diesel	Litres/an	199 727
Consommation d'eau	m ³ /an	65 018
Émissions de CO ₂	Tonnes /an	6 345
BOD ₅	Kg/an	N/A
DCO	Kg/an	N/A
Coût total des ventes	euros/an	10 704 600
Coût total des entrées (valeur d'achat des matières premières, des matières auxiliaires, de l'énergie d'emballage et de l'eau)	euros/an	3 434 735
	% par rapport au coût des ventes	32%
Estimation de la production hors produits	euros/an	1 606 888
	% par rapport au coût des ventes	15%



SwitchMed est financé par l'Union européenne.

Vue d'ensemble du processus / diagramme

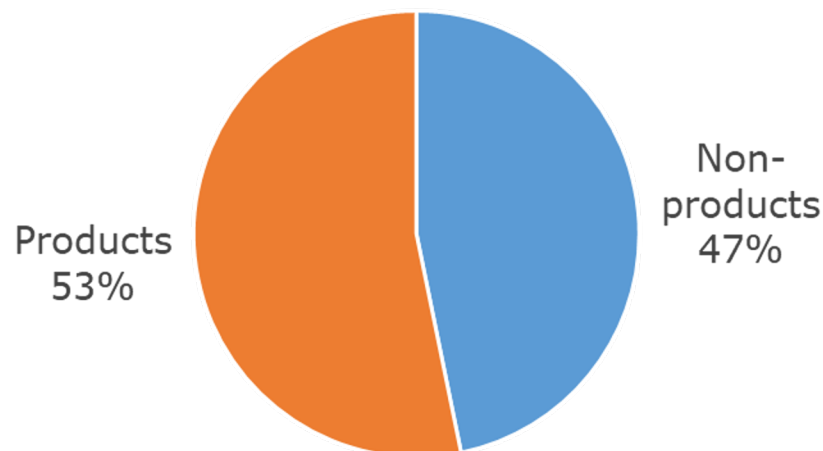


Analyse comparative

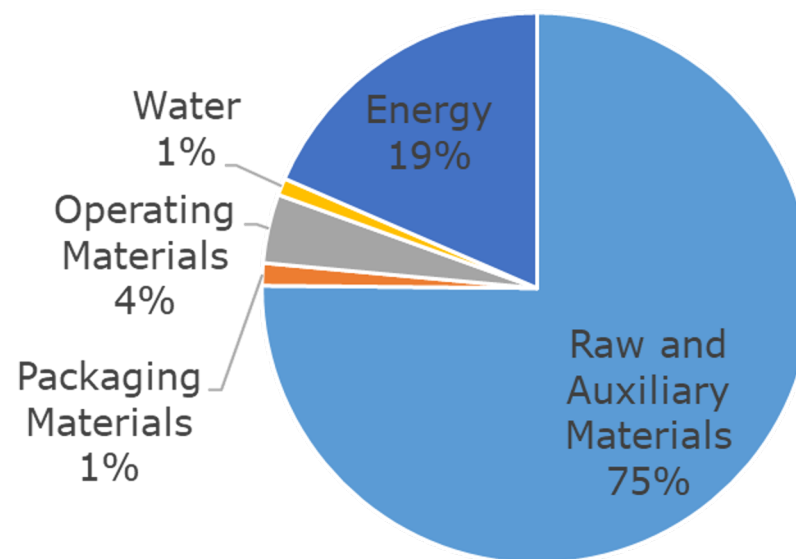
Type de référence	Unité	Registres des entreprises (2015)	Bonnes pratiques internationales
Électricité	KWh _{elec} / Tonne _{PET}	997,61	850-900
Énergie thermique	KWh _{heat} / Tonne _{PET}	195,29	150
Eau	m ³ / Tonne _{PET}	5,47	1,5
Ressources, matières premières	Tonne _{matière première} / Tonne _{PET}	1,56	1,177

La comparaison de l'indicateur de performance clé au niveau de l'entreprise avec les meilleures pratiques internationales a été très utile pour mettre en évidence le grand écart de consommation d'eau de l'entreprise par rapport à la référence internationale. Les autres débits sont également légèrement supérieurs à la référence, mais l'écart est extrêmement important.

Coûts des sorties hors produits



Environ 47 % de la valeur d'achat en 2015 a été perdue en raison des pertes de produits dans les secteurs de la fabrication, de l'énergie, des eaux usées et de la production de déchets. Ce pourcentage élevé de pertes n'a été quantifié qu'après l'exercice MFCA.



En répartissant l'NPO entre différents flux, la société a réalisé que la principale source de pertes était due aux pertes de matières premières. Avant le TEST, la société voulait s'attaquer aux pertes d'énergie et d'eau (qui ne représentent que 20 % des pertes).



SwitchMed est financé
par l'Union européenne.

Flux prioritaires

Les flux prioritaires ont été sélectionnés pour être :

- 1– Matières premières et auxiliaires
- 2 – Eau
- 3 – Énergie

Cette sélection et cette priorisation ont été basées sur :

- Analyse des coûts des NPO
- Potentiel d'amélioration (écart par rapport aux références internationales)



SwitchMed est financé
par l'Union européenne.

Système 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 rapide de données au niveau de l'entreprise pour l'analyse des entrées / sorties. Cependant, certaines données ont été supervisées à partir du système, comme les déchets solides et dangereux.
- La MFCA a révélé que les principales pertes résultent des pertes de matières premières, et que la part des pertes d'eau est négligeable, représentant 1% de l'NPO.
- Certains flux n'étaient pas contrôlés dans le système existant de la société. Il s'agissait principalement des pertes de matières premières sous forme de poussière et de boue, qui étaient normalement estimées.



SwitchMed est financé
par l'Union européenne.

Système d'information - MFCA

- L'un des principaux défis de l'évaluation MFCA concerne la définition des flux au sein de l'entreprise. Lors de certaines réunions, il a été noté que la définition des rejets n'était pas commune aux différentes parties. Certains considèrent les rejets comme la matière qui est vendue ou mise au rebut comme un déchet solide, tandis que d'autres les considèrent comme la matière qui est retirée de l'étape principale de production (bien qu'elle soit retraitée pour produire des sous-produits).



SwitchMed est financé
par l'Union européenne.

Système d'information - Comptage

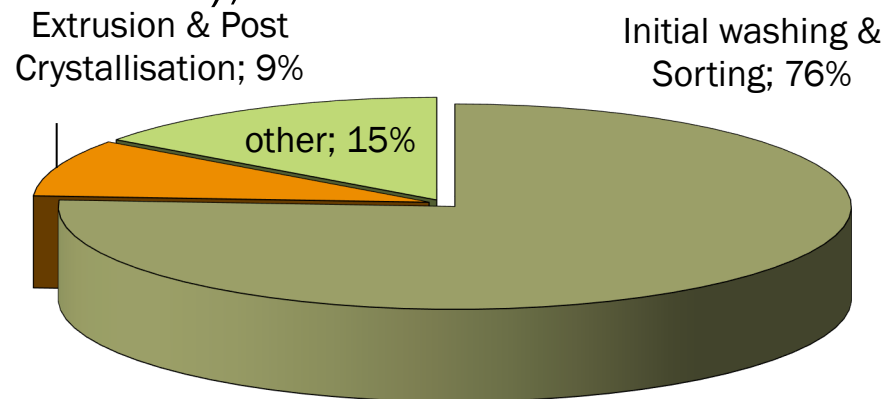
- Le système de comptage de l'entreprise était suffisant pour enregistrer toutes les pertes, et les produits. Le seul problème avec ce système de comptage était les intervalles d'enregistrement non unifiés. Certains registres sont établis sur une base annuelle (déchets solides), la consommation des équipements sur une base mensuelle (électricité, eau et carburant), tandis que les registres relatifs aux matériaux sont établis par lot.
- L'une des données déroutantes pour l'équipe de l'entreprise était celle du débit des eaux usées, qui dépassait les données de la prise d'eau ! **Cette question a été expliquée après avoir réalisé le bilan hydrique et le bilan matière.**
- Il a été recommandé à l'équipe TEST de conserver des enregistrements fréquents pour tous les paramètres importants



SwitchMed est financé
par l'Union européenne.

Matières premières - Domaines d'intérêt et analyse des causes

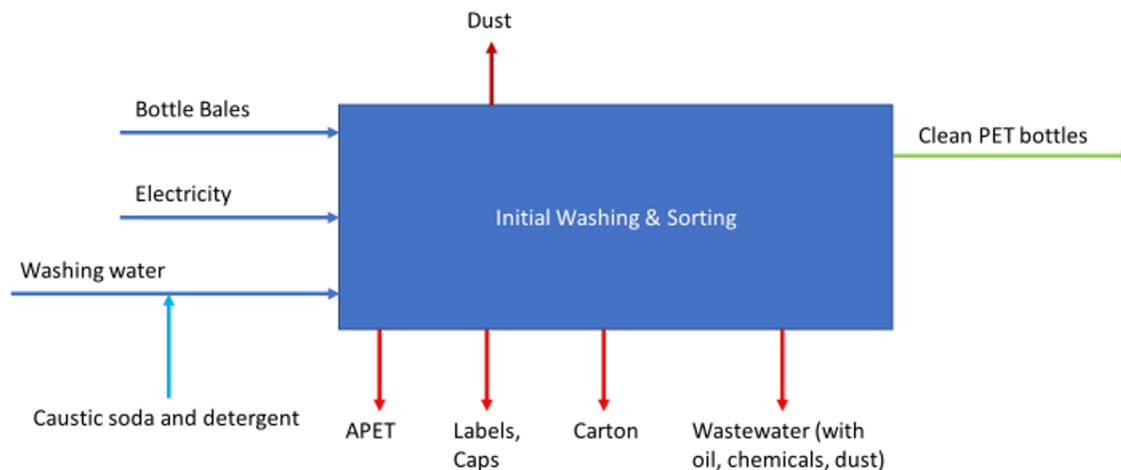
- La cartographie des pertes de matières premières a été réalisée en deux étapes, d'abord pour identifier le processus où la majorité des pertes se produisent en utilisant l'onglet de Ventilation des coûts environnementaux dans la fiche MFCA pour définir le domaine d'intérêt. Ensuite, un bilan matière a été réalisé sur ce domaine d'intérêt en utilisant les dossiers de l'entreprise sur le type et la quantité de pertes (analyse qualitative et quantitative), afin d'identifier les causes de ces pertes.



SwitchMed est financé
par l'Union européenne.

Matières premières - Domaines d'intérêt et analyse des causes

Augmentation du débit des eaux usées par rapport au débit de l'eau de prise d'eau



Item	Weight		Percentage of Input	
Input				
Bottle bales	18,594	Ton	100%	
NPO				
APET	1,294	Ton	7%	
Labels, Caps	1,133	Ton	6%	
Carton	243	Ton	1%	
Waste and water (remains in raw bottles)	1,500	Ton	8%	
Mud in wastewater	1,250	Ton	7%	
Output				
Washed PET bottles	1,3174	Ton	71%	

Faits marquants du bilan matières

- L'augmentation du débit d'eaux usées enregistrées vers le débit d'eau d'admission a été expliquée après avoir effectué le bilan de matières. Il y a 1 250 tonnes de boue qui arrivent avec la matière première, qui sont lavées avec l'eau et qui finissent dans les eaux usées. Par conséquent, le débitmètre des eaux usées (qui est installé avant la station d'épuration) doit lire 1 250 m³/an de plus que le débitmètre d'eau.
- Comme les pertes de matières premières sont liées à la qualité de la matière première plutôt qu'à un processus spécifique, le domaine d'intérêt n'envisage pas un processus spécifique. Il aborde les catégories de rejets, et l'analyse détaillée examinera l'élimination de ces rejets dès que possible.



SwitchMed est financé
par l'Union européenne.

Causes d'une utilisation inefficace des matières premières et auxiliaires

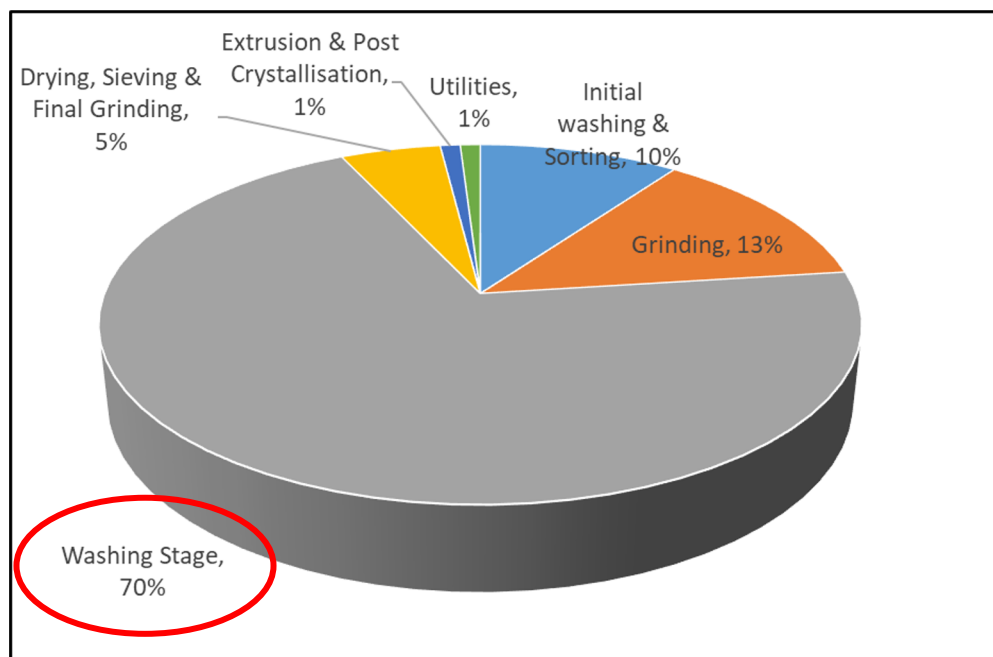
- Forte contamination par le sable et la poussière dans les balles de bouteilles.
- Pourcentage élevé de bouteilles d'huile dans les balles. Les balles utilisées par l'entreprise proviennent de négociants en déchets locaux, qui contiennent plus de 50 % de bouteilles d'huile alimentaire. Cela entraîne une augmentation de la consommation d'eau et de produits chimiques.
- Des réglages non optimisés des machines de tri, entraînant le rejet de bonnes bouteilles
- Le retrait des bouchons et des étiquettes est effectué à des stades ultérieurs du traitement



SwitchMed est financé
par l'Union européenne.

Eau - Domaines d'intérêt et analyse des causes

- La cartographie de l'eau a été réalisée en attribuant un pourcentage de la consommation d'eau à chaque centre de coûts dans l'onglet Ventilation des coûts environnementaux de la feuille MFCA.
- Le principal consommateur d'eau se situe au stade du lavage, où elle représente 70 % de la consommation. Cela est dû à la nécessité de nettoyer soigneusement les bouteilles d'entrée de la poussière, de la boue et de l'huile.



Les causes d'une utilisation inefficace de l'eau

- Les matières premières de faible qualité (avec beaucoup de poussière, de bouteilles d'huile et de boue) nécessitent une consommation d'eau supplémentaire lors des étapes de lavage.
- La contamination des retours d'eau de lavage par l'huile des bouteilles empêche la réutilisation de l'eau de lavage en circuit fermé, ce qui augmente la consommation d'eau. Un filtre est déjà installé pour nettoyer les retours d'eau de lavage, mais il n'est pas en service.

Causes d'une utilisation inefficace de l'énergie

- Augmentation du point de consigne de la température dans la ligne de mise à niveau par rapport aux paramètres recommandés.
- Les enquêtes et les mesures ont permis de constater que tous les gros moteurs étaient des équipements à haut rendement, récemment installés. Le seul problème identifié était la faible utilisation de la chaîne de production, puisqu'elle fonctionnait à 60 % de sa capacité installée en raison de l'indisponibilité des matières premières. Il en résulte une augmentation de la consommation d'énergie spécifique.



SwitchMed est financé
par l'Union européenne.

Exemple de génération d'options et d'étude de faisabilité

- **Flux prioritaire : Matière première, zone d'intérêt : Premier lavage et triage.**

- **Problème : Forte contamination par le sable et la poussière dans les balles de bouteilles.**

- Option 1 : Installez un dispositif de tamisage pour enlever le sable et la poussière avant l'entrée de la ligne de lavage.

Impossible, car les balles sont compactées et le dispositif de tamisage ne sera pas efficace.

- Option 2 : Demandez aux fournisseurs de matières premières de fournir des balles exemptes de sable et de poussière.

En raison de la faiblesse de l'offre sur le marché, les fournisseurs existants ont refusé cette idée.

- Option 3 : Chercher d'autres sources de matières premières pour assurer une réduction de la contamination par le sable et la poussière.

Cette idée nécessiterait la recherche d'autres fournisseurs de matières premières fournissant des matières de qualité supérieure, créant ainsi une concurrence aux fournisseurs de matières premières existants. Finalement, les fournisseurs locaux devront passer à l'option 2 pour maintenir leur part de marché.

Exemple de génération d'options et d'étude de faisabilité

- **Flux prioritaire : Matière première, zone d'intérêt : Premier lavage et triage.**

- **Problème : Pourcentage élevé de bouteilles d'huile dans les balles.**

- Option 1 : Jetez toutes les bouteilles d'huile dès la première étape de triage.

Ce n'est pas possible car l'entreprise fonctionne déjà avec une pénurie d'approvisionnement.

- Option 2 : Demandez aux fournisseurs de matières premières de fournir les balles avec moins de bouteilles d'huile.

En raison de la faiblesse de l'offre sur le marché, les fournisseurs existants ont refusé cette idée.

- Option 3 : Chercher d'autres sources de matières premières pour assurer une réduction de la contamination par le sable et la poussière.

Cette idée nécessiterait la recherche d'autres fournisseurs de matières premières fournissant des matières de qualité supérieure, créant ainsi une concurrence aux fournisseurs de matières premières existants. Finalement, les fournisseurs locaux devront passer à l'option 2 pour maintenir leur part de marché.

- Option 4 : Vérifier auprès des fournisseurs de technologies les alternatives pour nettoyer l'huile des bouteilles

Comme il n'est pas courant d'avoir un pourcentage élevé de bouteilles d'huile, les fournisseurs de technologie travailleront sur une solution sur mesure. Retenu pour une enquête plus approfondie

Catalogue d'économies - projets identifiés

Matière première

1 Une matière première secondaire de meilleure qualité

2 Contrôler l'efficacité de la décolleuses d'étiquettes/séparateur d'étiquettes

3 Réinitialiser les trieurs de bouteilles

Évaluer l'installation d'une machine de tri automatique des bouteilles sur la station des rejets des

4 machines 1 et 2.

Contact avec le fournisseur de balles pour éliminer les feuilles de carton et fournir du matériel exempt de

5 poussière et de sable

6 Ajuster le débit d'air du séparateur de vapeur vertical

7 Contrôler la taille de la maille du tamis

8 Installer un canal de retriage sur la trieuse de flocons

Eau

9 Redémarrer le filtre à vide lors de la transformation des balles de bouteilles européennes

10 Améliorer la séparation de l'huile de l'eau de traitement

Énergie

11 Ajuster la température du processus HAD, PDU et mettre la pompe à vide du dégazage en fonction .

Exemple de mesures identifiées sur les matières premières : améliorer la séparation des rejets avant leur traitement

Description de la solution

La conception de la ligne de lavage comporte plusieurs points pour l'enlèvement des étiquettes, notamment l'étape de prélavage, le séparateur balistique et le broyeur humide. Cela signifie que les étiquettes passeront par plusieurs processus avant d'être retirées, ce qui augmentera la consommation d'eau et d'énergie et limitera le débit de la chaîne de production.

La solution consiste à acheter et à installer un trommel (pour enlever les pierres, le sable et les petites particules), une étiqueteuse de bouteilles (pour enlever les étiquettes avant le convoyeur d'alimentation) et un dispositif de déplacement d'air (pour enlever davantage les étiquettes). Cela aura un impact positif sur le débit de la chaîne de production.

Avantages économiques

Les économies réalisées seront d'environ 1 % de débit supplémentaire, ce qui équivaut à 170 tonnes de productivité supplémentaire.
Le gain de profit résultant de l'augmentation de la productivité équivaut à 153 000 euros/an

Avantages pour l'environnement

Réduction de 170 tonnes/an de déchets solides éliminés

Investissements en capital

Le coût des nouvelles installations d'origine chinoise s'est élevé à 100 000 euros.
Le délai de récupération est de 0,65 an

Autres obstacles

Aucune.

Exemple de mesures identifiées sur l'eau : Redémarrage du filtre à vide

Description de la solution

L'eau de lavage des flocons est contaminée par de la colle, du sable, de la poussière et de l'huile. L'entreprise dispose d'un filtre à vide qui est chargé de nettoyer l'eau de la phase de lavage pour qu'elle puisse être réutilisée. En raison du niveau élevé de contamination par l'huile du matériau d'entrée, ce filtre a mal fonctionné et a été désactivé pour éviter les arrêts. Dans le même temps, les effluents des eaux de lavage ont été totalement évacués car il n'y a pas de filtration.

Lorsque l'entreprise travaille avec des matières premières de qualité, elle peut remettre le filtre en service, et ainsi réutiliser l'eau de lavage avec peu de maquillage.

Avantages économiques

L'économie estimée de cette action a été calculée à 10 000 m³/an (15 % de la base), avec une production de 10 494 tonnes/an, ce qui se traduit par une économie d'environ 1 m³/tonne de produit.

L'économie de coûts est équivalente à 2 850 euros par an

Avantages pour l'environnement

Réduction de la consommation d'eau de 1 m³/tonne ~ 10 000 m³/an (15% de la base)

Réduction des eaux usées générées de 1 m³/tonne ~ 10 000 m³/an

Investissements en capital

Option sans frais

L'amortissement est immédiat

Autres obstacles

La mise en œuvre est limitée par la disponibilité de matières premières de haute qualité

Exemple de mesures identifiées sur l'énergie : optimisation des réglages de température

Description de la solution

Le processus d'élimination de la contamination est réalisé à la fois dans le séchoir à air chaud et dans l'unité de pré-séchage par l'introduction d'air chaud par le bas d'une cuve, les flocons tombant par le haut. Cela chauffe la matière et fait évaporer les contaminants. La température du séchoir à air chaud était réglée à 120 degrés, tandis que celle de l'unité de pré-séchage était à 150 degrés.

Réinitialisez la température des séchoirs à air chaud et des unités de pré-séchage aux valeurs recommandées par le fournisseur, c'est-à-dire 110-120 degrés pour le séchoir à air chaud et 120-140 degrés pour les unités de pré-séchage.

Avantages économiques

L'économie estimée de cette action a été calculée à 600 000 kWh/an (5 % de la base de référence), avec une production de 10 494 tonnes/an, ce qui se traduit par une économie de 57,2 kWh/tonne de produit.

L'économie de coûts est équivalente à 23 100 euros par an

Avantages pour l'environnement

Réduction de la consommation d'énergie de 57,2 kWh/tonne ~ 600 000 kWh/an (5% de la base)

La réduction de CO₂ associée aux économies d'énergie est équivalente à 288 tonnes/an

Investissements en capital

Option sans frais

Le remboursement est immédiat

Autres obstacles

Aucune.

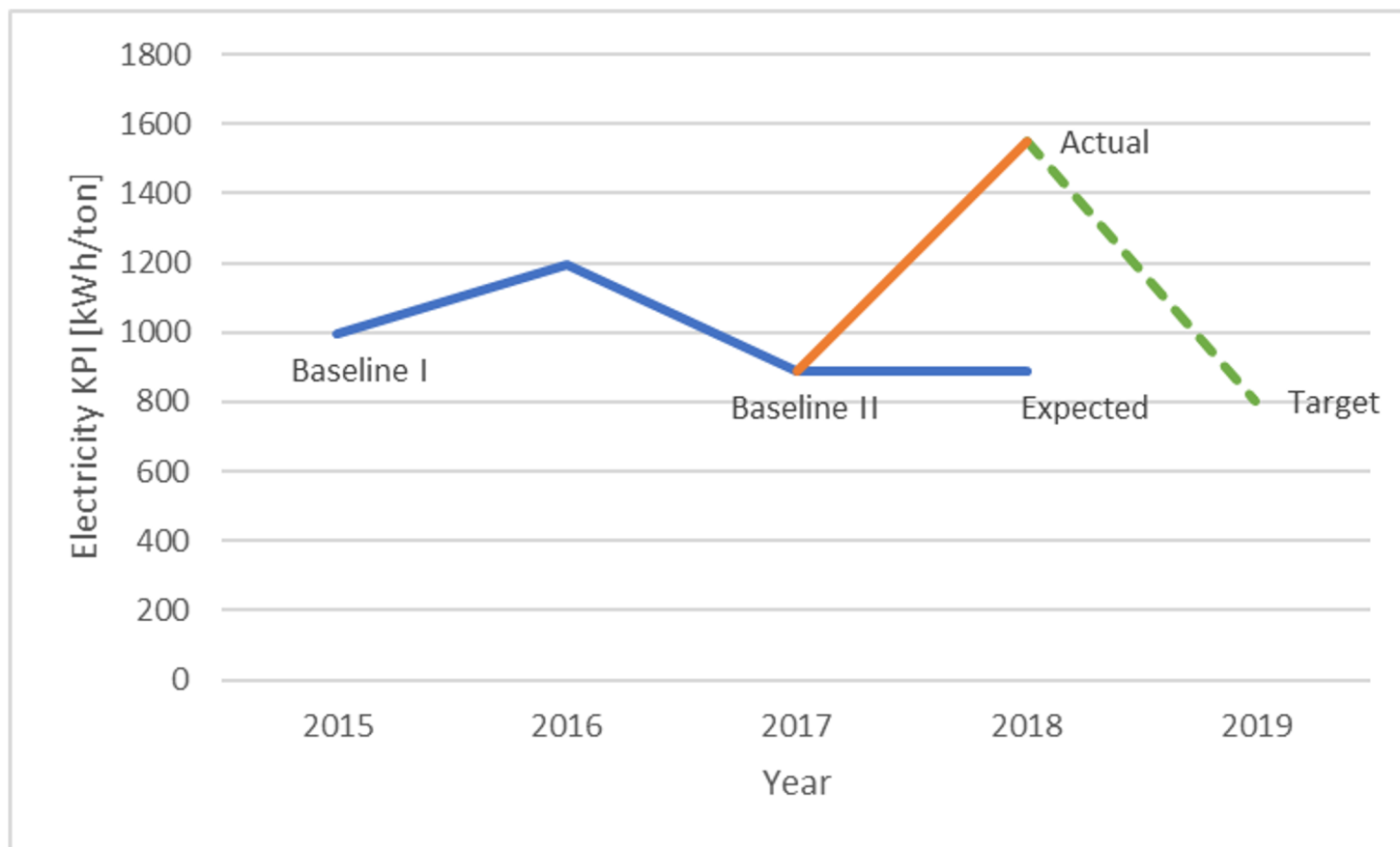
Suivi des performances

- Après la mise en œuvre du projet MED TEST II, l'équipe TEST de la société a continué à utiliser la méthodologie de manière indépendante. Après la mise en œuvre des mesures liées à l'énergie, l'ICP de l'électricité a diminué de 11 % en 2017 par rapport à l'année de référence 2015.
- Après un certain temps de fonctionnement régulier, l'équipe a constaté une augmentation de l'ICP de l'électricité, qui a dépassé le niveau de référence initial, comme l'illustre la figure suivante. En appliquant les connaissances acquises lors de la formation TEST, les ingénieurs de l'entreprise ont réussi à révéler la cause profonde de cette augmentation, en identifiant deux mesures énergétiques qui permettraient d'obtenir des résultats significatifs (valeur cible dans la figure suivante), d'améliorer la qualité des produits et d'augmenter encore les gains du projet.
- Les deux projets sont acheminés par le biais d'une facilité de financement existante dans le pays.



SwitchMed est financé
par l'Union européenne.

Suivi des performances



SwitchMed est financé
par l'Union européenne.

Résultats

Action	Investissement Euro	Économies euro /an.	Années TRI	Eau et matières premières	Énergie MwH	Impacts sur l'environnement
Une meilleure qualité de la matière première secondaire	Aucune	310 275	Immédiat	15,000 M ³ 340 Tonnes	0 MwH	Total 548,3 tonnes de CO2 1 180 tonnes de réduits
Optimisation du prétraitement des bouteilles en PET de la ligne de lavage	185 000	444 338	0,42	640 Tonnes	0 MwH	
Optimisation de la production des flocons en PET de la ligne de lavage	173 000	206 350	0,84	42,000 M ³ 200 Tonnes	930,4 MwH	
Ajustement des valeurs de réglage de la ligne de (SSP) production de polycondensation à état solide	Aucune	21 000	Immédiat		600 MwH	
TOTAL	358 000 €	981 962 €	0,36	57,000 M ³ 1 180 Tonnes	1530,4 MwH	

Plan d'action - Modèle

N°	Objectif	Intitulé de l'action	Responsable	Budget (Euro)	Catégorie	Cible / indicateur	Acceptée	Rejetée	Conservée pour étude
1	Approvisionnement en matières premières secondaires	Importer des balles de bouteilles en PET d'Europe	Achat et qualité	-	Aucun coût	Pour faire passer le rapport de bouteilles en PET de bonne qualité à 50 %	x		
2	Optimisation du prétraitement des bouteilles en PET de la ligne de lavage	Contrôler l'efficacité de la décolleuses d'étiquettes/séparateur d'étiquettes	Production	100 000	Investissement	Réduire la perte de matières après le tri des bouteilles de 1%	x		
3		Reconfigurer les trieuses de bouteilles et régler les nouveaux paramètres du processus	Production	5 000	Coût moyen	Réduire la perte de matières d'entrée de 0,7 %	x		
4		Installer une troisième machine à tri automatique pour bouteilles	Équipes de management, des opérations et du bureau technique	80 000	Investissement	Économiser 1 % de la matière d'entrée			x
5		Contacter le fournisseur de balles pour éliminer les feuilles de carton	Achat	0	Aucun coût	Éliminer les déchets en carton		x	

Conclusions

- 7 des 11 possibilités de l'ERPP mises en œuvre/en cours de mise en œuvre/prévues.
 - Économies de 981 962 €/an avec un TRI moyen de 0,36 an
 - Total des économies d'eau annuelles : 88%
 - Total des économies d'énergie annuelles : 11%
 - Total des économies annuelles de matières premières : 10%
 - Réduction des émissions de CO₂ de 8,6%
 - Certification ISO14001 (version 2015)
-
- 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
 - L'amélioration du processus de tri a permis de créer des emplois directs en interne
 - Encourager les fournisseurs de matières premières à améliorer leur processus de collecte et de tri
 - Prendre contact avec l'entreprise d'emballage locale, en tant qu'acheteur potentiel de ses produits



SwitchMed est financé
par l'Union européenne.