



Ressources naturelles Natural Resources
Canada Canada

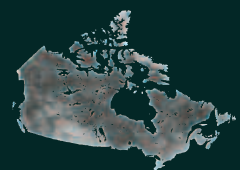


écoÉNERGIE
une initiative d'écoACTION

ANALYSE COMPARATIVE DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DANS LE SECTEUR CANADIEN DES PÂTES ET PAPIERS



EN COLLABORATION AVEC L'INSTITUT CANADIEN DE RECHERCHES
SUR LES PÂTES ET PAPIERS



Canada

Pour obtenir de plus amples renseignements ou des exemplaires supplémentaires de la présente publication, veuillez vous adresser à :

Programme d'économie d'énergie dans l'industrie canadienne
a/s de Ressources naturelles Canada
580, rue Booth, 18^e étage
Ottawa (Ontario) K1A 0E4
Téléphone : 613-995-6839
Télécopieur : 613-992-3161
Courriel : cipec.peeic@rncan.gc.ca
Site Web : oee.rncan.gc.ca/peeic

ou

Institut canadien de recherches sur les pâtes et papiers
570, boulevard Saint-Jean
Pointe-Claire (Québec) H9R 3J9
Téléphone : 514-630-4101
Courriel : info@paprican.ca
Site Web : www.paprican.ca



Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives Canada

Analyse comparative de la consommation d'énergie dans le secteur canadien des pâtes et papiers

Texte en français et en anglais disposé tête-bêche.

Autre page titre : Benchmarking Energy Use in Canadian Pulp and Paper Mills

ISBN 0-662-69589-5

N° de cat. M144-121/2006

1. Usines de pâtes – Consommation d'énergie – Canada.
2. Usines de papiers – Consommation d'énergie – Canada.
- I. Institut canadien de recherches sur les pâtes et papiers.
- II. Canada. Ressources naturelles Canada.
- III. Titre : Benchmarking Energy Use in Canadian Pulp and Paper Mills.

TJ163.5.P37B46 2006 333.79'65 C2006-980017-0E

1. Photo gracieusement offerte par l'Institut canadien de recherches sur les pâtes et papiers
2. Photo gracieusement offerte par Catalyst Paper Corporation

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2008



Papier recyclé

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	1
1. INTRODUCTION	4
2. MÉTHODOLOGIE	8
3. RÉSULTATS	14
4. ANALYSE	28
5. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS	34
5.1 Incidence des résultats sur l'usine	35
5.2 Mesures à prendre	36
6. RÉFÉRENCES	40
ANNEXES	41
ANNEXE A - DÉFINITION DES ZONES	42
ANNEXE B - EXEMPLES DE CALCULS	50
ANNEXE C - INSTRUCTIONS POUR L'ANALYSE COMPARATIVE DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE	56

AVIS DE NON-RESPONSABILITÉ

L'information contenue dans l'*Analyse comparative de la consommation d'énergie dans le secteur des pâtes et papiers* et le chiffrer fourni sur CD-ROM ne doivent être utilisés qu'en tant qu'outils éducatifs pour aider les entreprises à se comparer à la moyenne de l'industrie. Cette information ne remplace pas les constats d'une étude comparative menée en bonne et due forme en usine. En aucun cas, le gouvernement du Canada ni l'Institut canadien de recherches sur les pâtes et papiers (Paprican) ne sauraient être tenus responsables directement ou indirectement de l'utilisation que l'on pourrait en faire.

Liste des figures

Figure 1-1	Intrants et extrants énergétiques d'une usine de pâtes et papiers	4
Figure 2-1	Zones de conversion énergétique et zones de fabrication d'une usine de pâtes et papiers	9
Figure 2-2	Intrants et extrants d'énergie et de fibre d'une zone de mise en pâte mécanique	10
Figure 3-1	Consommation d'électricité pour une zone de mise en pâte mécanique produisant de la PTM destinée à la fabrication de papier journal	17
Figure 3-2	Consommation de combustible pour une zone de caustification de la pâte kraft	18
Figure 3-3	Consommation d'énergie thermique pour une zone de procédé kraft dotée d'un lessiveur en continu	19
Figure 3-4	Consommation d'énergie thermique pour une zone de procédé kraft dotée d'un lessiveur en discontinu	19
Figure 3-5	Consommation d'énergie thermique pour une zone de blanchiment de la pâte kraft à base de bois mou	20
Figure 3-6	Production d'énergie thermique nette pour une zone de mise en pâte mécanique produisant de la PTM en vue de la fabrication de papier journal	21
Figure 3-7	Consommation d'énergie thermique pour une zone de machines à papier journal	22
Figure 3-8	Consommation d'énergie thermique pour une zone de machines produisant des papiers non couchés à base de pâte mécanique	22
Figure 4-1	Consommation d'électricité pour la fabrication de la pâte kraft blanchie commerciale	30
Figure 4-2	Consommation de combustible pour la fabrication de la pâte kraft blanchie commerciale	30
Figure 4-3	Consommation d'énergie thermique pour la fabrication de la pâte kraft blanchie commerciale	31
Figure 4-4	Consommation d'électricité pour la fabrication de papier journal à partir de la PTM	32
Figure 4-5	Consommation d'énergie thermique nette pour la fabrication de papier journal à partir de la PTM	32
Figure B-1	Zones de conversion énergétique et de fabrication d'une usine produisant du papier journal à partir de la PTM	50

Liste des tableaux

Tableau 3-1	Ventilation des usines selon le procédé de mise en pâte et le type de produit	14
Tableau 3-2	Qualité des données	15
Tableau 3-3	Consommation d'électricité pour les zones de fabrication de la pâte	16
Tableau 3-4	Consommation de combustible pour les zones de fabrication de la pâte	17
Tableau 3-5	Consommation d'énergie thermique pour les zones de fabrication de la pâte	18
Tableau 3-6	Production d'énergie thermique pour les zones de fabrication de la pâte	20
Tableau 3-7	Consommation d'électricité pour les zones de fabrication des produits	21
Tableau 3-8	Consommation de combustible pour les zones de fabrication des produits	22
Tableau 3-9	Consommation d'énergie thermique pour les zones de fabrication des produits	23
Tableau 3-10	Consommation d'électricité pour les aires communes	23
Tableau 3-11	Consommation de combustible pour les aires communes	23
Tableau 3-12	Consommation d'énergie thermique pour les aires communes	24
Tableau 3-13	Consommation d'électricité pour les zones des chaudières	24
Tableau 3-14	Consommation de combustible pour les zones des chaudières	24
Tableau 3-15	Consommation d'énergie thermique pour les zones des chaudières	25
Tableau 3-16	Consommation d'électricité pour les chaudières de récupération de pâte kraft	25
Tableau 3-17	Consommation de combustible pour les chaudières de récupération de pâte kraft	25
Tableau 3-18	Production d'énergie thermique nette pour les chaudières de récupération de pâte kraft	26
Tableau 3-19	Consommation d'énergie thermique des générateurs	26
Tableau 3-20	Consommation de vapeur des dégazeurs	26
Tableau 4-1	Consommation et production d'énergie pour la fabrication de la pâte kraft non blanchie	28
Tableau 4-2	Consommation et production d'énergie pour la fabrication de la pâte kraft blanchie	29
Tableau 4-3	Consommation et production d'énergie pour la fabrication de la pâte kraft blanchie commerciale	29
Tableau 4-4	Consommation et production d'énergie pour la fabrication de papier journal	31
Tableau A-1	Descripteurs de technologie – zones de fabrication de la pâte	42
Tableau A-2	Descripteurs de technologie – zones de fabrication des produits	45
Tableau A-3	Descripteurs de technologie – zones communes	47
Tableau A-4	Descripteurs de technologie – zones de conversion énergétique	48
Tableau B-1	Données sur la consommation d'énergie pour une usine de papier journal	52
Tableau B-2	Données rapprochées sur l'énergie pour une usine de papier journal	53
Tableau B-3	Données sur l'énergie spécifique pour une usine de papier journal	55
Tableau B-4	Consommation d'énergie de la chaudière électrique	55

AVANT-PROPOS

Créé il y a 200 ans, le secteur canadien des pâtes et papiers est devenu un segment important de l'économie canadienne. La fabrication des pâtes et papiers est hautement intégrée aux secteurs connexes de l'industrie des produits forestiers : la foresterie et les produits du bois.

L'industrie des produits forestiers représente 3 p. 100 du produit intérieur brut du Canada. Ses activités se déroulent dans les localités de toutes les régions du Canada, procurant des emplois directs à 360 000 Canadiens.

Les entreprises de pâtes et papiers consomment environ 30 p. 100 de l'énergie utilisée par l'industrie, faisant de ce secteur l'un des plus énergivores au Canada. Étant donné que l'énergie constitue un important élément de coût de production (environ 25 p. 100), le secteur s'est efforcé de réduire ses coûts énergétiques en optant pour des sources de biomasse renouvelables (sous-produits du procédé de production) et en améliorant son efficacité énergétique.

Le secteur de la fabrication des pâtes et papiers se distingue des autres secteurs manufacturiers puisqu'il a recours à la biomasse pour répondre à 57 p. 100 de ses besoins énergétiques. Par ailleurs, en améliorant son efficacité énergétique, le secteur a réduit sa consommation d'énergie annuelle de 1 p. 100 en moyenne depuis 1990. Ces améliorations ont été consignées par l'industrie et dans le cadre d'initiatives telles que le Programme d'économie d'énergie dans l'industrie canadienne (PEEIC).

Bien que le secteur des pâtes et papiers ait réalisé des progrès remarquables en matière d'économie d'énergie, il souhaite en faire davantage et il le doit. Le secteur s'est donné comme objectif de produire toute l'énergie dont il a besoin afin d'assurer sa compétitivité à long terme sur le marché mondial. En fait, l'industrie pourrait devenir un exportateur net d'énergie. Elle dispose de la plus importante capacité de cogénération industrielle au Canada et a la possibilité de l'accroître.

Comment l'industrie peut-elle améliorer davantage son efficacité énergétique? Celle-ci doit mettre en œuvre des technologies nouvelles et éprouvées. Toutefois, avant d'adopter de nouvelles sources d'énergie ou de nouvelles technologies, les responsables doivent mieux connaître les modes de consommation d'énergie dans leur usine.

C'est à ce niveau que l'analyse comparative peut se révéler utile. La présente analyse comparative, menée par l'Institut canadien de recherches sur les pâtes et papiers (Paprican), décrit l'utilisation de l'énergie au sein du secteur. L'étude met en lumière les causes de gaspillage de l'énergie et révèle aussi que les meilleures pratiques du secteur s'approchent des minimums théoriques pour certaines zones de traitement.

Les résultats aideront les fabricants canadiens de pâtes et papiers à adopter les meilleures pratiques actuelles de façon plus uniforme au sein du secteur tout en recherchant celles de demain.

I

INTRODUCTION



1. INTRODUCTION

Une analyse comparative vise à évaluer le rendement d'une usine par rapport à ses concurrents ou par rapport à une usine modèle dotée d'une nouvelle technologie.

Les résultats servent de motivation pour apporter des changements, tant au chapitre des pratiques d'exploitation que des investissements en capitaux. Les dirigeants d'une usine évaluent les coûts d'exploitation (énergie) et les répercussions environnementales (émissions de gaz à effet de serre) par rapport à ceux de leurs concurrents et aux valeurs minimales à obtenir dans la pratique.

Les pouvoirs publics et les associations manufacturières de pâtes et papiers, notamment l'Association des produits forestiers du Canada (APFC), recueillent des données sur la consommation d'énergie et la production des pâtes et papiers en vue d'élaborer des politiques économiques et une planification. Voir la figure 1-1.

Figure 1-1 Intrants et extrants énergétiques d'une usine de pâtes et papiers



Ces groupes recueillent des données sur :

- l'énergie achetée (électricité, vapeur, combustibles fossiles);
- l'énergie autoproduite (déchets de bois, boues, liqueur usée, hydroélectricité);
- l'énergie vendue (électricité, vapeur);
- la production de pâtes et papiers.

On peut utiliser ces données pour calculer l'intensité énergétique d'une usine, en divisant la consommation d'énergie par sa production de pâtes et papiers.

Cette intensité énergétique permet d'effectuer des analyses comparatives globales même quand on ne sait pas tout des produits et des procédés de fabrication d'une usine¹.

L'analyse comparative globale constitue une évaluation initiale des activités d'une usine par

¹ Connaghan, C. et R. Wunderlich, « Élaboration, mise en œuvre et maintien d'un programme d'efficacité énergétique », *Réduction des coûts énergétiques dans l'industrie des pâtes et papiers*, Browne, T.C et P.N. Williamson, éd., Institut canadien de recherches sur les pâtes et papiers, Montréal, 1999.

rapport à l'industrie. Elle permet de déceler des possibilités en matière d'économies d'énergie sans toutefois cerner les domaines où ces économies peuvent être réalisées.

Afin de savoir où apporter des améliorations pour réaliser des économies d'énergie, il faut procéder à des analyses comparatives pour certaines zones de traitement de l'usine.

À titre d'exemple, dans une usine fabriquant du papier journal avec de la pâte thermomécanique (PTM), la demande en vapeur totale se calcule en fonction du rendement du rebouilleur de PTM et du séchoir de la machine à papier. Une consommation de vapeur élevée peut être attribuable au piètre rendement du rebouilleur ou du séchoir, et une étude comparative globale ne permettra pas de déterminer la zone où des améliorations doivent être apportées. Cependant, en comparant deux zones de traitement spécifiques, il est possible de voir quel endroit requiert des améliorations.

Dans le présent rapport, l'Institut canadien de recherches sur les pâtes et papiers décrit une méthode permettant de comparer la consommation d'énergie des zones de traitement des usines de pâtes et papiers. On présente ensuite les résultats d'une analyse comparative de la consommation d'énergie dans le secteur canadien des pâtes et papiers.

La section MÉTHODOLOGIE décrit la méthode d'analyse comparative utilisée. La consommation d'énergie des usines de pâtes et papiers a été analysée en examinant les zones de conversion énergétique et de fabrication.

La section RÉSULTATS présente les résultats de l'analyse détaillée des données recueillies sur les zones de fabrication et de conversion énergétique de 49 usines.

La section ANALYSE explique que la consommation d'énergie requise pour produire deux catégories de produits, à savoir la pâte kraft et le papier journal, avec la PTM s'établit en combinant les zones de fabrication pertinentes dans une usine.

La section INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS indique les raisons expliquant les différences de résultats pour chaque zone analysée.

La sous-section INCIDENCE DES RÉSULTATS SUR L'USINE fournit des renseignements sur la façon d'utiliser les résultats de l'étude comparative.

La sous-section MESURES À PRENDRE décrit un processus en sept étapes sur la façon de commencer à repérer les possibilités d'amélioration de l'efficacité énergétique.

L'annexe A contient les définitions des zones de traitement d'une usine de pâtes et papiers.

L'annexe B présente des exemples de calculs.

L'annexe C vous fournit des instructions sur la façon d'effectuer une étude comparative dans vos installations à l'aide du CD-ROM ci-joint, lequel inclut un fichier de format Excel. Le cahier comporte des feuilles de travail (six visibles et une cachée) avec des instructions détaillées. L'information obtenue ne remplace pas les constats d'une étude comparative menée en bonne et due forme en usine.

2

MÉTHODOLOGIE



2. MÉTHODOLOGIE

L'Institut canadien de recherches sur les pâtes et papiers a mis au point une méthode d'analyse comparative de la consommation d'énergie par zone de traitement des usines de pâtes et papiers².

Cette méthode repose sur l'approche des études du cycle de vie mise au point dans le cadre d'un programme de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) visant les technologies éconergétiques de pointe pour l'industrie des pâtes et papiers³.

Des données ont été recueillies sur :

- l'énergie achetée;
- l'énergie autoproduite;
- l'énergie vendue;
- la production de pâtes et papiers.

Ces renseignements permettent de procéder à des analyses comparatives globales des activités des usines. Les ressources en énergie et en fibres sont attribuées aux zones. Ceci permet d'effectuer des analyses comparatives de zones particulières dans une usine et pour des catégories de produits.

La méthode d'analyse comparative comporte quatre étapes :

- l'établissement des zones de traitement;
- la collecte de données;
- l'attribution et le rapprochement des données;
- le calcul de la consommation d'énergie.

L'établissement des zones de traitement

La première étape consiste à diviser l'usine de pâtes et papiers en zones de traitement. Ces zones sont décrites à l'annexe A.

La figure 2-1 montre les zones de traitement d'une usine produisant du papier journal et de la pâte kraft commerciale avec de la PTM et de la pâte kraft.

Il existe deux types de zones de traitement : les zones de conversion énergétique et les zones de fabrication des pâtes et papiers. Dans les zones de conversion énergétique, l'énergie achetée et autoproduite est convertie en vapeur et en électricité qui seront utilisées dans les zones de fabrication ou vendues. On trouve dans les zones de conversion énergétique les chaudières électriques et les chaudières de récupération, une turbine à contrepression et un dégazeur.

² Francis, D.W., *Method for Benchmarking Energy Usage in Pulp and Paper Operations*, assemblée de la division Midwest de l'ATPPC, Thunder Bay (Ontario), 25-27 septembre 2002.

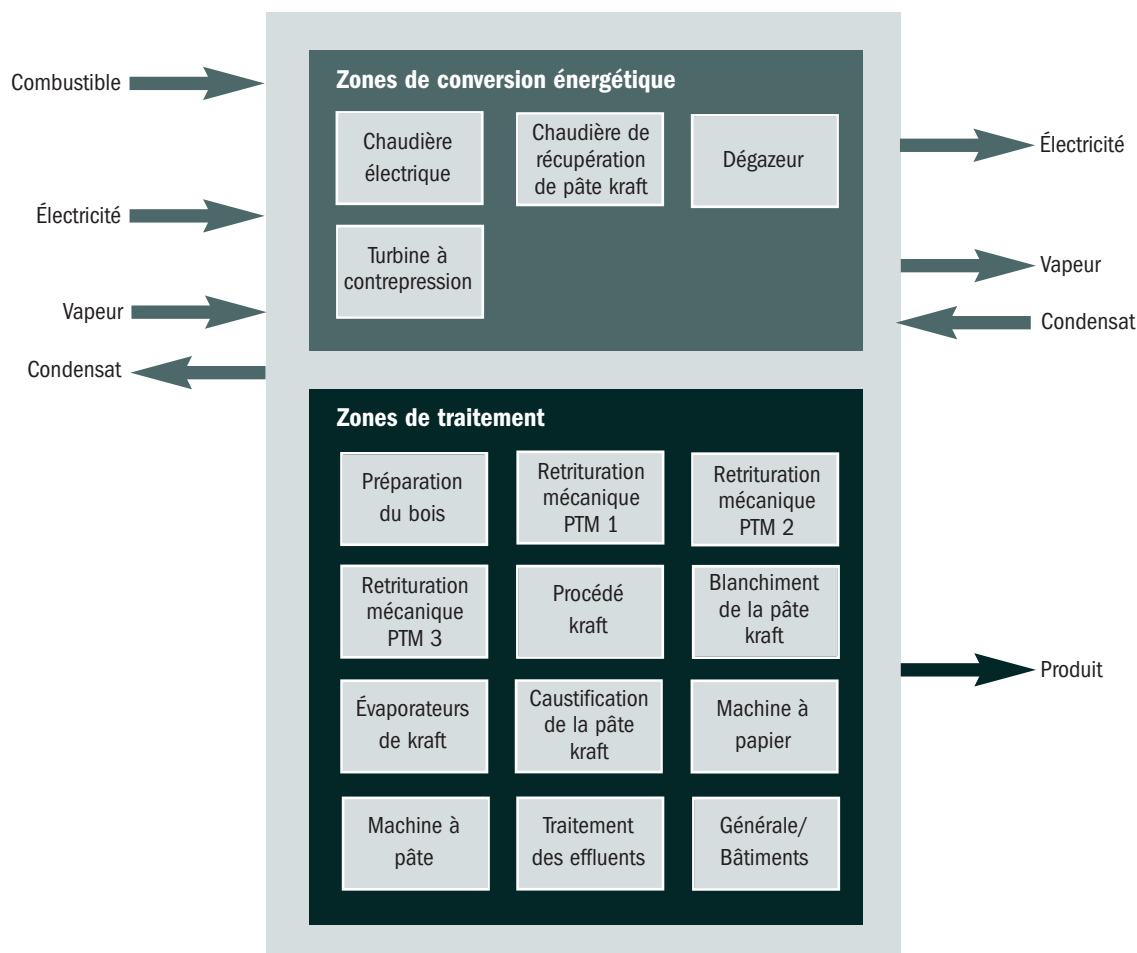
³ Programme de l'Agence internationale de l'énergie concernant les technologies avancées en matière d'efficacité énergétique pour l'industrie des pâtes et papiers, « Recommended Methods for Energy Reporting in Pulp and Paper Industry, Summary Report », *Assessment of Life-Cycle-Wide Energy-Related Environmental Impacts in the Pulp and Paper Industry*, IEA, 1999.

Dans les zones de fabrication des pâtes et papiers, les ressources en énergie (combustible, vapeur et électricité) et en fibres servent à produire le papier journal et la pâte kraft commerciale.

Les zones de fabrication incluent :

- la préparation du bois;
- la réduction en pâte mécanique;
- le procédé kraft;
- le blanchiment;
- l'évaporateur;
- la caustification;
- les machines de pâtes et papiers;
- le traitement des effluents;
- les domaines généraux (p. ex., bâtiments).

Figure 2-1 Zones de conversion énergétique et zones de fabrication d'une usine de pâtes et papiers



Les zones de conversion énergétique et de fabrication se définissent en fonction de leur produit.

À titre d'exemple, la zone de mise en pâte mécanique montrée à la figure 2-2 produit de la PTM avec de l'électricité et des copeaux. La limite de l'intrant est l'admission de la benne à copeaux, tandis que la limite de l'extrant est le bac de stockage de la pâte épaissie.

La zone de mise en pâte mécanique comprend les procédés suivants :

- la vaporisation des copeaux;
- le raffinage;
- le classage;
- le raffinage des rejets.

Un rebouilleur permet également de récupérer la chaleur de la vapeur du raffinage. Ainsi, dans la zone de mise en pâte mécanique, on produit également de la vapeur avec l'eau d'alimentation de la chaudière et de l'électricité.

Figure 2-2 Intrants et extrants d'énergie et de fibre d'une zone de mise en pâte mécanique



À la figure 2-2, l'intensité énergétique de la zone de traitement désigne la consommation d'énergie divisée par la production de pâte. Elle est calculée à l'aide des données rapprochées. Pour chaque zone de conversion énergétique et de fabrication, des descripteurs de technologie sont établis pour rendre compte de la consommation d'énergie des différentes technologies. Par exemple, la consommation d'énergie pour la mise en pâte mécanique varie en fonction du procédé utilisé et de la chaleur récupérée.

Pour la mise en pâte mécanique, on utilise les descripteurs de traitement suivants :

- le défibrage à la meule;
- la pâte mécanique sous pression (PMSP);
- la pâte mécanique du raffineur (PMR);
- la pâte thermomécanique (PTM);
- la pâte chimico-thermomécanique (PCTM);
- les procédés Thermopulp ou RTS;
- autre (préciser).

Les descripteurs de la récupération de la chaleur sont :

- les raffineurs primaires uniquement;
- les raffineurs principaux uniquement;
- les raffineurs principaux et de rejets;
- aucun.

Ces descripteurs de technologie permettent de comparer diverses zones où l'on utilise une même technologie (p. ex., circuits de la PTM) ou encore des zones où l'on emploie différentes technologies (p. ex., entre des circuits de défibrage à la meule et des circuits de PTM). Des descripteurs de technologie similaires sont établis pour d'autres zones de conversion énergétique et de fabrication. Voir l'annexe A.

La collecte des données

La deuxième étape consiste à recueillir des données sur les intrants et les extrants énergétiques de l'usine et sur la production de pâtes et papiers. Il s'agit de la même information qui est recueillie dans les analyses comparatives globales.

À la figure 2-1, les intrants énergétiques de l'usine peuvent inclure le combustible (combustibles fossiles achetés, liqueur usée), l'électricité et la vapeur. Les extrants énergétiques peuvent inclure l'électricité et la vapeur.

Des données sont également recueillies sur l'intrant et l'extrait du condensat puisque l'intrant d'énergie thermique de l'usine correspond à l'intrant de vapeur (p. ex., une usine de cogénération) moins le condensat retourné au fournisseur de vapeur.

Les ingénieurs de Paprican se sont rendus dans la plupart des usines afin de recueillir, pendant plusieurs jours, des données sur l'énergie et la production avec l'aide du personnel et des systèmes d'information de l'usine. Cette façon de procéder assure une méthode uniforme pour l'attribution des ressources en énergie et en fibres aux zones de conversion énergétique et de fabrication. Toutefois, pour certaines usines, l'enregistrement des données a été effectué par le personnel en consultation avec un ingénieur de Paprican.

Les données recueillies dans toutes les usines ont été consignées dans un tableur afin de faciliter leur vérification et leur rapprochement. Paprican a recueilli des données auprès de 51 usines : 49 au Canada et 2 aux États-Unis, ces dernières menant des activités similaires aux États-Unis et au Canada. Ces usines, qui représentent 55 p. 100 de la capacité de production au Canada, ont fourni des données sur les principaux procédés de mise en pâte et les catégories de produits de l'industrie canadienne des pâtes et papiers.

L'attribution et le rapprochement des données

La troisième étape consiste à répartir les ressources en énergie et en fibres selon les zones de conversion énergétique et de fabrication. Pour chaque zone, des données ont été recueillies sur les intrants et les extrants de l'énergie et des fibres.

Dans la zone de mise en pâte mécanique montrée à la figure 2-2, les intrants de l'énergie sont l'électricité et l'eau d'alimentation acheminée au rebouilleur, tandis que l'extrant de l'énergie est la vapeur du rebouilleur. L'intrant des fibres consiste en copeaux résultant de la préparation du bois, tandis que l'extrant est la PTM.

Idéalement, tous les intrants d'énergie de l'usine devraient être attribués aux zones de l'usine et à la vente d'énergie, c'est-à-dire que les intrants équivaldraient aux extrants de l'énergie. Dans la réalité, toutefois, on ne peut atteindre un parfait équilibre énergétique en raison des erreurs des instruments de mesure et du recours à des estimations en l'absence de mesures.

La qualité des données est consignée au moment de la collecte des données sur l'énergie et les fibres :

- A – instruments fiables bien étalonnés;
- B – instruments moins fiables;
- C – calcul du bilan de matière et d'énergie à partir de valeurs mesurées;
- D – estimations en l'absence de mesures.

Cette information sert à pondérer les corrections requises afin d'effectuer un rapprochement entre les données sur l'énergie et sur les fibres.

Le calcul de la consommation d'énergie

La quatrième étape consiste à calculer la consommation d'énergie de chaque zone, à l'aide des données rapprochées sur la consommation d'énergie et la production de fibres. Ces résultats permettent au personnel de l'usine de détecter les activités les moins efficaces et de cerner ainsi les zones requérant des modes de fonctionnement différents ou des dépenses d'équipement. L'annexe B propose des exemples de calculs pour une usine de papier journal.

3

RÉSULTATS



3. RÉSULTATS

Paprican a recueilli des données trimestrielles sur l'énergie et la production dans 51 usines. Les données ont été recueillies pendant quatre trimestres consécutifs dans la plupart des usines, alors que pour deux usines, les données n'ont été obtenues que pour un seul trimestre. Les données de ces deux usines ayant été exclues de l'analyse, les données utilisées proviennent donc de 49 usines. La présente section donne les résultats de l'analyse comparative de la consommation d'énergie pour les zones de fabrication et de conversion énergétique de 49 usines de pâtes et papiers.

Analyse des données

Le tableau 3-1 montre la ventilation des données des 49 usines de pâtes et papiers selon le procédé de mise en pâte et le type de produit. Plusieurs usines avaient recours à de multiples procédés et fabriquaient divers types de produits.

Tableau 3-1 Ventilation des usines selon le procédé de mise en pâte et le type de produit

Nombre total d'usines	49
<i>Usines selon le procédé de mise en pâte</i>	
Mise en pâte mécanique	28
Procédé kraft	24
Mise en pâte de recyclé	10
Cuisson au bisulfite	4
<i>Usines selon le type de produit</i>	
Pâte	27
Papier journal	20
Papier (autre que le papier journal)	17
Carton	5

La différence entre les intrants d'énergie (énergie achetée et produite) et les extrants d'énergie (énergie consommée ou vendue) d'une usine indique l'efficacité de l'attribution d'énergie aux zones de conversion énergétique et de fabrication.

Les valeurs moyennes et du 90^e centile pour la différence entre les intrants et les extrants d'énergie sont montrées au tableau 3-2. La plus grande différence apparaît au niveau de la vapeur et du condensat.

L'attribution de l'électricité selon les différentes zones a posé des problèmes. Dans certains cas, les données sur la distribution et le comptage de l'électricité n'étaient pas fournies par zone. La consommation totale d'électricité était donc exacte, mais sa répartition selon des zones particulières n'était pas correcte pour certaines usines.

Tableau 3-2 Qualité des données

	Intrants d'énergie – Extrants d'énergie (en %) [†]			
	Électricité	Combustible	Vapeur	Condensat
Moyenne	2,40	1,00	5,70	2,50
90 ^e centile	5,90	3,00	12,10	9,50

[†] Il y avait une différence entre les intrants et les extrants d'énergie dans le rapprochement des données.

À titre d'exemple, une partie de l'électricité utilisée dans la zone des évaporateurs kraft a été comptabilisée dans la zone de la chaudière de récupération de la pâte kraft. Par conséquent, la consommation d'électricité mesurée pour les évaporateurs kraft est inférieure à la valeur réelle, et la consommation calculée à la chaudière de récupération de la pâte kraft est supérieure. Toutefois, la consommation d'électricité a été mesurée correctement dans certaines zones de consommation ou de production d'électricité élevées, notamment celles de la mise en pâte mécanique et des turbogénérateurs.

Zones de fabrication

Les tableaux 3-3 à 3-12 indiquent la consommation et la production d'énergie des zones de fabrication. Ils présentent la consommation d'énergie pour le 25^e centile, la médiane et le 75^e centile de chaque zone*.

Dans la plupart des zones, les données sur les fibres attribuées à une zone correspondaient à celles des fibres produites dans la zone.

Dans le cas des évaporateurs kraft et de la caustification, l'attribution des fibres correspondait à la pâte kraft non blanchie produite dans la zone de procédé kraft.

Dans l'usine de bisulfite, les données sur les fibres correspondaient à la pâte au sulfite non blanchie produite dans la zone de cuisson au bisulfite.

Dans les zones communes, les données sur les fibres correspondaient à la production totale de l'usine.

Les tableaux montrent également les valeurs énergétiques (tirées de documents récents et adaptés)^{4,5} pour les zones de fabrication utilisant une technologie moderne.

* Le centile *k* est la valeur d'une distribution avec un pourcentage de *k* des valeurs correspondantes ou inférieures. Ainsi, la valeur du 25^e centile est égale ou supérieure à 25 p. 100 des valeurs de distribution; la médiane (50^e centile) est égale ou supérieure à 50 p. 100 des valeurs; et la valeur du 75^e centile est égale ou supérieure à 75 p. 100 des valeurs.

⁴ M.T. Towers et D.W. Francis, *Impact of Mill Modernization on Energy Use and Greenhouse Gas Emissions*, conférence PACWEST, Harrison Hot Springs (Colombie-Britannique), 7 au 10 mai 2003.

⁵ T.C. Browne et P.N. Williamson, éd., *Réduction des coûts énergétiques dans l'industrie des pâtes et papiers*, Institut canadien de recherches sur les pâtes et papiers, Montréal, 1999.

Il faut faire preuve de prudence lors de comparaisons directes des données sur l'énergie fournies dans le présent rapport avec celles de rapports sur les meilleures pratiques. En effet, les données sur les meilleures pratiques sont tirées de plusieurs sources où les limites des zones sont peut-être différentes, ou encore, ces pratiques pourraient s'appliquer uniquement à des technologies particulières.

Par ailleurs, la définition de l'énergie thermique (vapeur utilisée moins le condensat retourné à la chaudière) peut différer selon les divers rapports. Par conséquent, les comparaisons avec les meilleures pratiques doivent servir uniquement d'orientation générale.

Tableau 3-3 Consommation d'électricité pour les zones de fabrication de la pâte

	Consommation d'électricité (kWh/t anhydre) ¹			
	25 ^e centile	Médiane	75 ^e centile	Moderne
Préparation du bois	9,50	22,20	31,60	22,00
Procédé kraft - Continu	150,50	179,50	221,30	161,00
Procédé kraft - Discontinu	134,90	169,30	230,50	161,00
Procédé kraft - Messing & Durkee	166,00	190,90	208,70	S.O.
Évaporateurs kraft - Contact indirect	0,00	15,70	30,60	33,00
Évaporateurs kraft - Contact direct	10,00	24,50	44,70	S.O.
Caustification de la pâte kraft	23,20	32,10	47,90	56,00
Blanchiment de la pâte kraft - Bois mou	112,30	179,50	240,70	122,00
Blanchiment de la pâte kraft - Bois dur	117,10	143,90	237,50	S.O.
Cuisson au bisulfite	226,50	766,40	1 358,80	S.O.
Usine de bisulfite	-	32,00	-	S.O.
Mise en pâte mécanique - PTM pour le papier journal	2 508,60	2 661,60	2 786,80	2 450,00 à 2 600,00
Mise en pâte mécanique - PTM pour le papier	2 586,60	2 943,20	3 261,10	2 650,00 à 2 800,00
Mise en pâte mécanique - Défibrage à la meule	1 690,80	1 780,30	2 081,70	1 500,00 à 1 800,00
Blanchiment au peroxyde mécanique	84,10	133,80	232,50	S.O.
Mise en pâte de recyclé	256,10	344,20	428,60	460,00

¹ L'énergie spécifique est l'électricité consommée divisée par les fibres produites ou attribuées à la zone, exprimée en tonnes anhydres. Les catégories de papier pour la mise en pâte mécanique (la PTM pour le papier) incluent les papiers non couchés à base de pâte mécanique et les papiers d'impression et d'écriture; une partie de la pâte peut également être utilisée pour le papier journal.

Les figures 3-1 à 3-8 montrent la consommation et la production d'énergie de diverses zones de fabrication. Les usines qui ont recours aux meilleures pratiques consomment le moins d'énergie. Les variations dans la consommation d'énergie pour chaque zone indiquent des possibilités tangibles de réduction de la consommation.

Les zones de mise en pâte mécanique pour la fabrication de la pâte présentent la consommation d'énergie la plus élevée. La figure 3-1 présente la répartition de la consommation d'électricité pour la zone de mise en pâte mécanique produisant de la PTM destinée à la fabrication de papier journal. La valeur de consommation d'électricité la moins élevée est douteuse. La variation des valeurs restantes est principalement attribuable aux essences de bois et non aux activités d'exploitation.

Figure 3-1 Consommation d'électricité pour une zone de mise en pâte mécanique produisant de la PTM destinée à la fabrication de papier journal

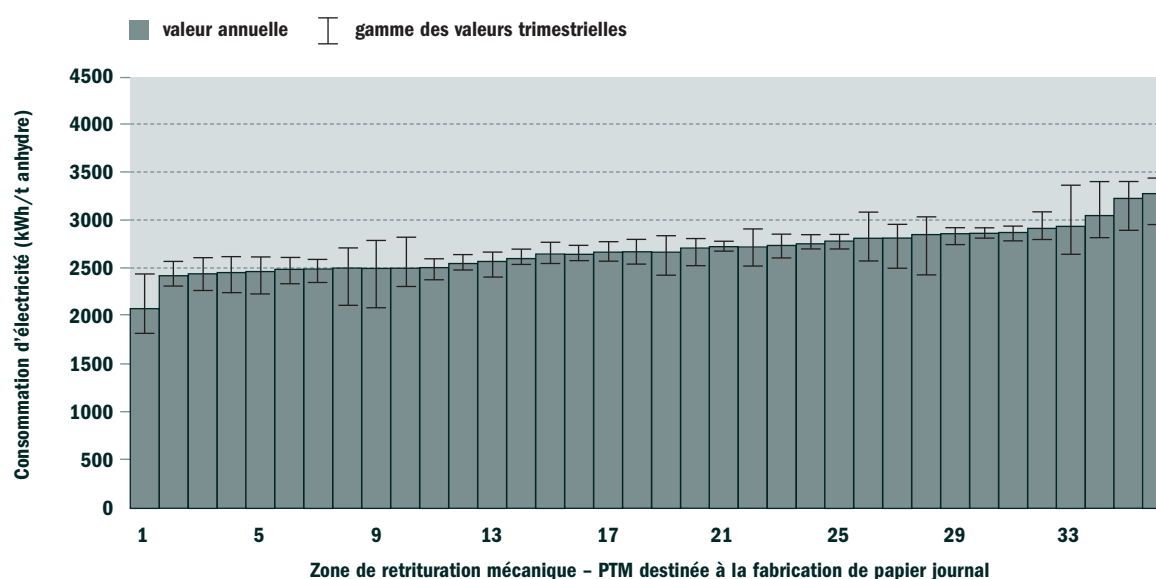


Tableau 3-4 Consommation de combustible pour les zones de fabrication de la pâte

	Consommation de combustible (GJ/t anhydre) [†]			
	25° centile	Médiane	75° centile	Moderne
Caustification de la pâte kraft	1,96	2,15	2,34	1,70

[†] L'énergie spécifique est le combustible consommé divisé par les fibres produites ou attribuées à la zone, exprimée en tonnes anhydres.

C'est dans la zone de caustification de la pâte kraft que l'on constate la consommation de combustible la plus élevée pour la fabrication de la pâte. Le combustible est utilisé dans le four à chaux rotatif. La figure 3-2 montre la distribution de la consommation de combustible dans une zone de caustification de la pâte kraft.

Figure 3-2 Consommation de combustible pour une zone de caustification de la pâte kraft

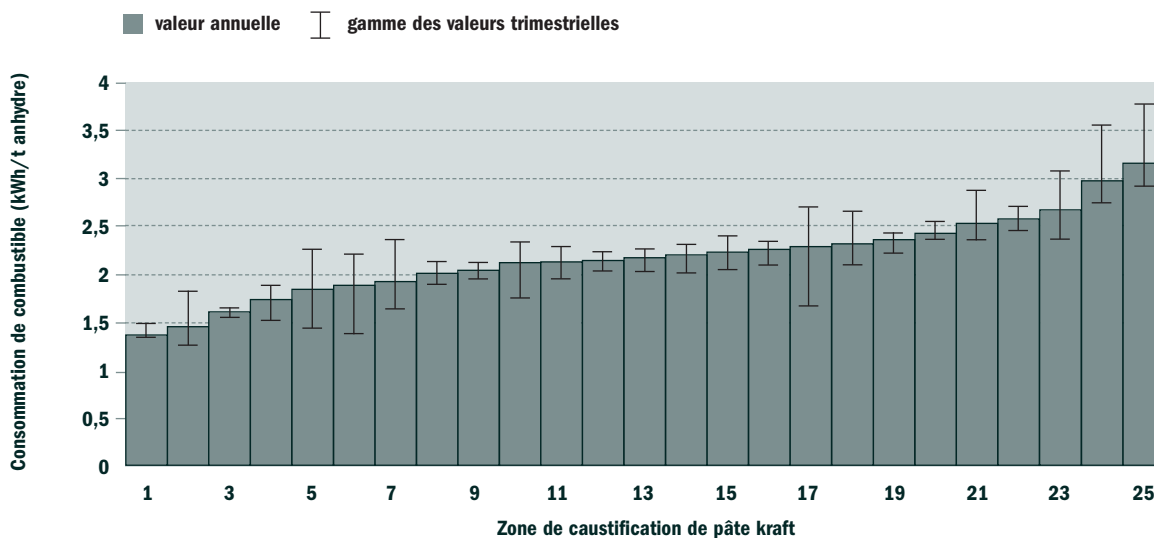


Tableau 3-5 Consommation d'énergie thermique pour les zones de fabrication de la pâte

	Consommation d'énergie thermique (GJ/t anhydre) ¹			
	25 ^e centile	Médiane	75 ^e centile	Moderne
Préparation du bois	0,00	0,00	0,00	0,00
Procédé kraft – Continu	2,43	2,94	3,81	2,20
Procédé kraft – Discontinu	4,33	4,94	5,64	3,50
Procédé kraft – Messing & Durkee	5,50	6,04	6,76	S.O.
Évaporateurs kraft – Contact indirect	5,03	5,91	7,06	3,20
Évaporateurs kraft – Contact direct	2,90	2,96	3,89	S.O.
Caustification de la pâte kraft	0,00	0,14	0,44	0,00
Blanchiment de la pâte kraft – Bois mou	2,57	3,41	4,65	1,70
Blanchiment de la pâte kraft – Bois dur	1,62	2,33	3,37	S.O.
Cuisson au bisulfite	4,11	5,00	6,48	S.O.
Usine de bisulfite	0,00	-	-	S.O.
Mise en pâte mécanique – PTM pour le papier journal	0,39	0,56	0,80	0,00
Mise en pâte mécanique – PTM pour le papier	0,03	0,67	0,93	0,00
Mise en pâte mécanique – Défibrage à la meule	0,00	0,00	0,00	0,00
Blanchiment au peroxyde mécanique	0,00	0,00	0,13	0,00
Mise en pâte de recyclé	0,00	0,11	0,44	0,00

¹ L'énergie spécifique est l'énergie thermique consommée divisée par les fibres produites ou attribuées à la zone, exprimée en tonnes anhydres.

Les figures 3-3 à 3-5 montrent la consommation d'énergie thermique de certaines zones de fabrication de la pâte kraft. Même si la valeur médiane pour le procédé kraft avec lessiveur en continu (figure 3-3) était inférieure à celle du procédé avec lessiveur en discontinu (figure 3-4), la consommation d'énergie thermique de certaines zones de lessiveur en discontinu était inférieure à celle de zones où des lessiveurs en continu sont utilisés. Ceci indique que la technologie et les activités d'exploitation ont une incidence sur la consommation d'énergie.

Figure 3-3 Consommation d'énergie thermique pour une zone de procédé kraft dotée d'un lessiveur en continu

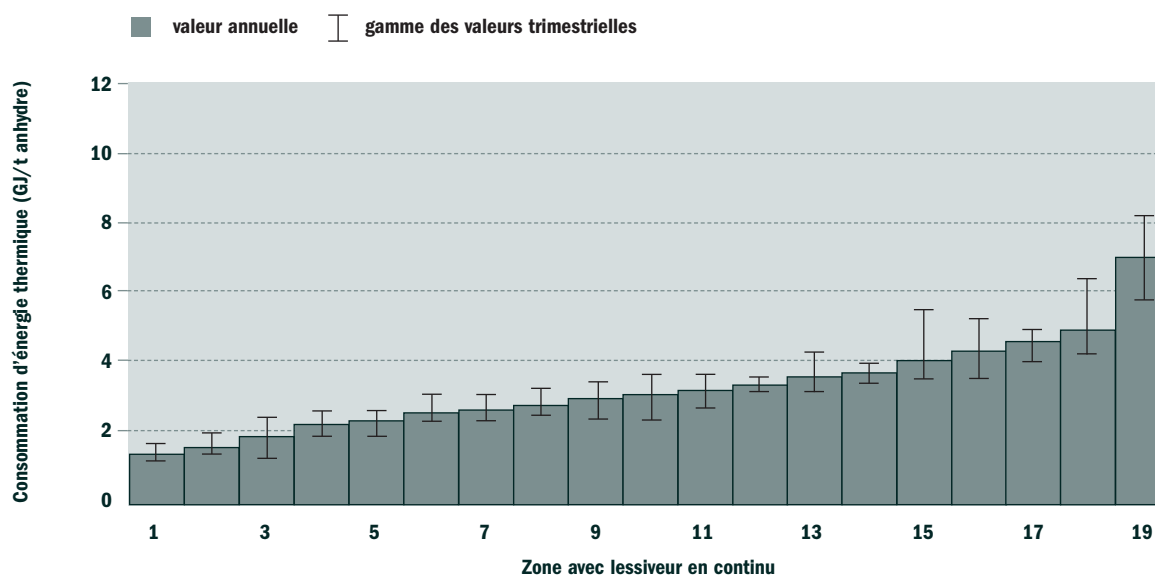


Figure 3-4 Consommation d'énergie thermique pour une zone de procédé kraft dotée d'un lessiveur en discontinu

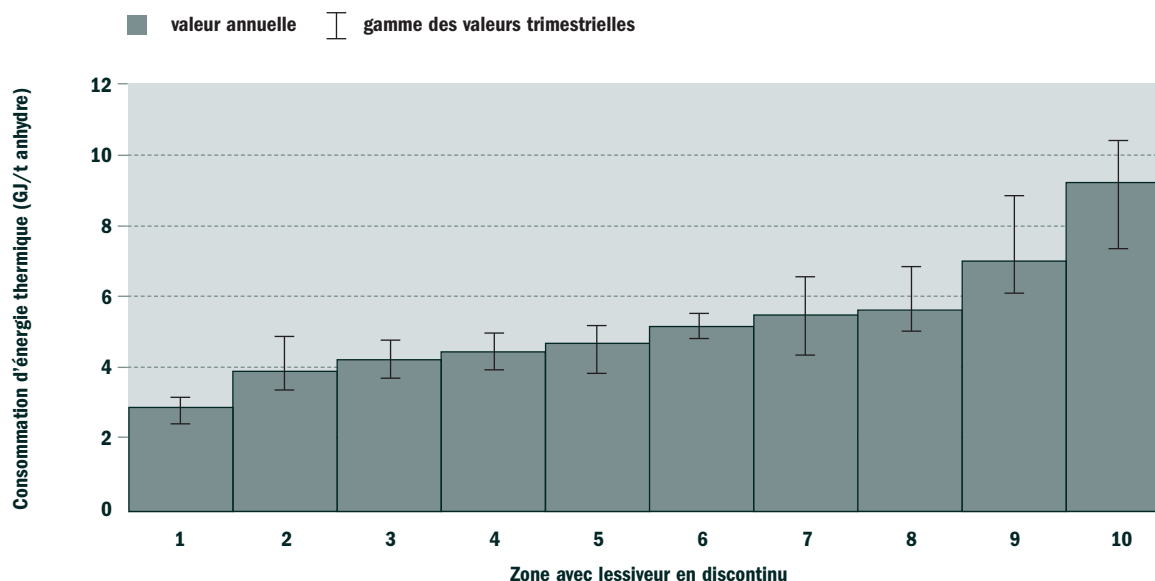


Figure 3-5 Consommation d'énergie thermique pour une zone de blanchiment de la pâte kraft à base de bois mou

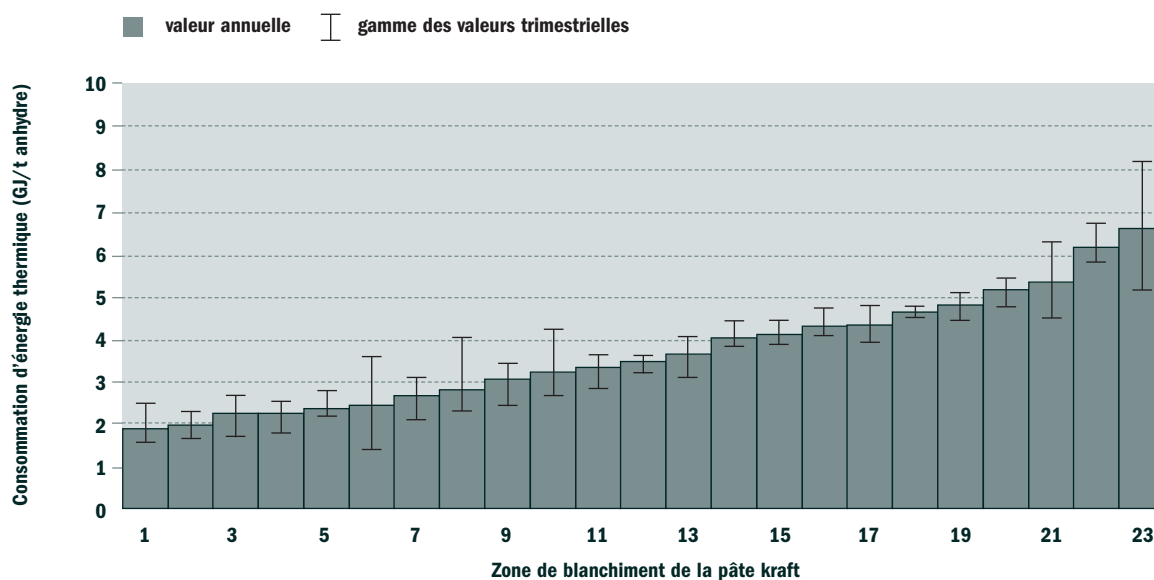


Tableau 3-6 Production d'énergie thermique pour les zones de fabrication de la pâte

	Production d'énergie thermique (GJ/t anhydre) [†]			
	25° centile	Médiane	75° centile	Moderne
Mise en pâte mécanique – PTM pour le papier journal	0,00	0,00	3,50	5,00 à 5,50
Mise en pâte mécanique – PTM pour le papier	0,00	0,00	1,04	5,50 à 6,00

[†] L'énergie spécifique est l'énergie thermique produite divisée par les fibres produites ou attribuées à la zone, exprimée en tonnes anhydres.

La mise en pâte thermomécanique produit une grande quantité d'énergie thermique qui peut être récupérée en vapeur propre à l'aide d'un rebouilleur. La production d'énergie thermique nette pour la zone correspond à l'énergie thermique de la production de vapeur moins la consommation d'énergie thermique.

La figure 3-6 montre la production d'énergie thermique nette pour les zones de mise en pâte mécanique où est produite la PTM en vue de la fabrication de papier journal. Les valeurs négatives représentent la consommation d'énergie thermique nette. L'énergie thermique de 17 des 36 circuits de PTM est récupérée pour produire de la vapeur.

Figure 3-6 Production d'énergie thermique nette pour une zone de mise en pâte mécanique produisant de la PTM en vue de la fabrication de papier journal

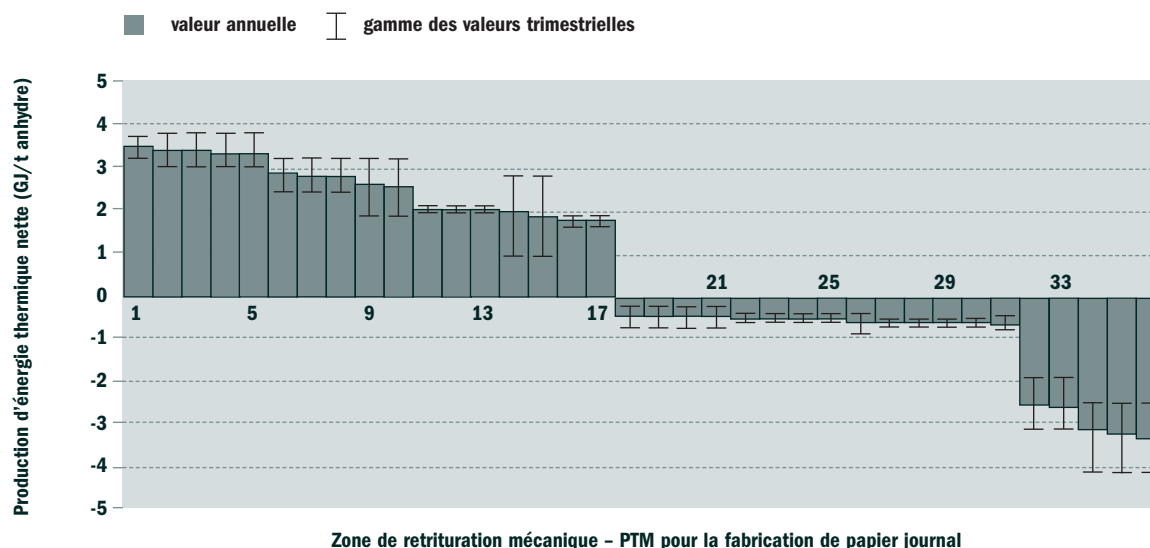


Tableau 3-7 Consommation d'électricité pour les zones de fabrication des produits

	Consommation d'électricité (kWh/t séchée à l'air) [†]			
	25 ^e centile	Médiane	75 ^e centile	Moderne
Machine à papier - Papier journal	502,90	565,20	622,40	330,00
Machine à papier - Papier de pâte mécanique non couché	559,10	677,00	777,10	S.O.
Machine à papier - Impression et écriture	595,80	662,50	706,70	550,00
Machine à papier - Papier kraft	823,90	1 021,50	1 108,80	S.O.
Machine à carton	493,40	555,00	637,90	515,00
Machine à pâte - Séchoir à vapeur	119,10	153,20	191,30	141,00
Machine à pâte - Pâte en liasse	67,20	71,20	100,90	S.O.
Activité de conversion	57,50	87,20	129,10	S.O.

[†] L'énergie spécifique est l'électricité consommée divisée par les fibres produites, exprimée en tonnes séchées à l'air.

Les figures 3-7 et 3-8 montrent la consommation d'énergie thermique des diverses zones de fabrication. Bien que la valeur médiane des zones de machines à papier journal (figure 3-7) soit inférieure à celle des papiers non couchés à base de pâte mécanique (figure 3-8), la situation inverse se produit également dans certaines zones, à savoir que les machines produisant des papiers non couchés à base de pâte mécanique consomment moins d'énergie thermique que les machines à papier journal.

Figure 3-7 Consommation d'énergie thermique pour une zone de machines à papier journal

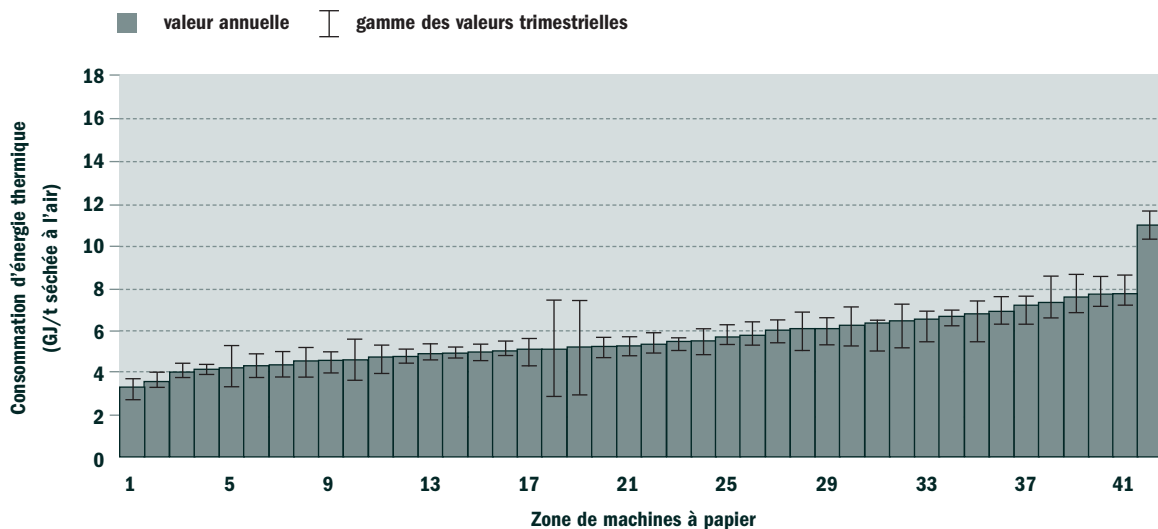


Figure 3-8 Consommation d'énergie thermique pour une zone de machines produisant des papiers non couchés à base de pâte mécanique

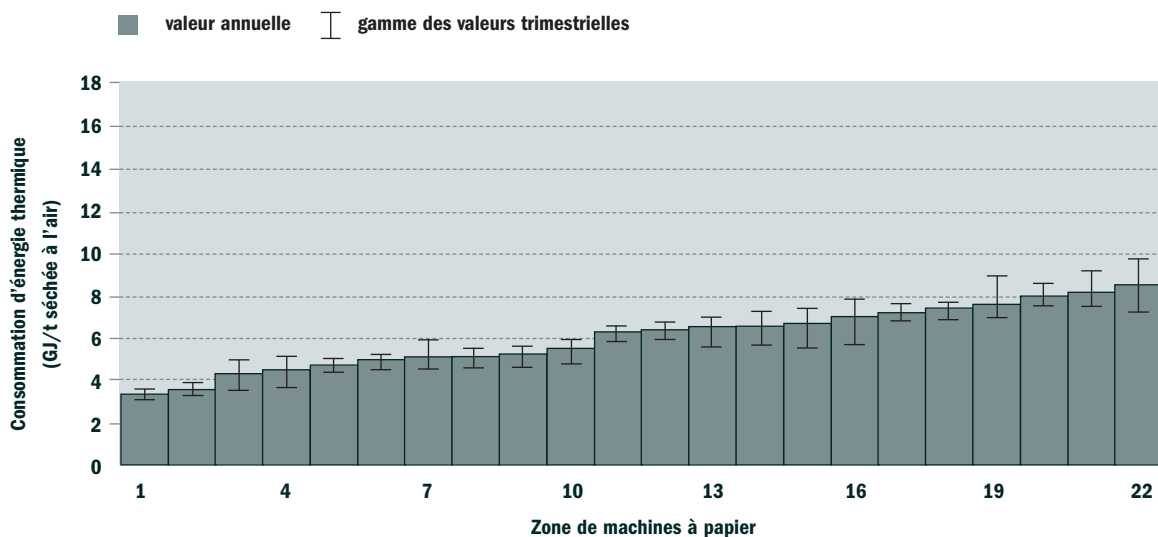


Tableau 3-8 Consommation de combustible pour les zones de fabrication des produits

	Consommation de combustible (GJ/t séchée à l'air) [†]			
	25 ^e centile	Médiane	75 ^e centile	Moderne
Machine à carton	0,37	0,49	0,51	0,00

[†] L'énergie spécifique est le combustible consommé divisé par les fibres produites ou attribuées à la zone, exprimée en tonnes séchées à l'air.

Tableau 3-9 Consommation d'énergie thermique pour les zones de fabrication des produits

	Consommation d'énergie thermique (GJ/t séchée à l'air) [†]			
	25° centile	Médiane	75° centile	Moderne
Machine à papier – Papier journal	4,77	5,36	6,62	4,90
Machine à papier – Papier de pâte mécanique non couché	4,93	6,21	7,01	S.O.
Machine à papier – Impression et écriture	5,74	6,32	8,31	5,10
Machine à papier – Papier kraft	8,47	9,10	9,11	S.O.
Machine à carton	6,92	6,94	7,18	3,40
Machine à pâte – Sécheur à vapeur	4,14	4,59	5,26	2,30
Machine à pâte – Pâte en liasse	0,00	0,00	0,00	S.O.
Activité de conversion	0,00	0,00	0,00	S.O.

[†] L'énergie spécifique est l'énergie thermique consommée divisée par les fibres produites ou attribuées à la zone, exprimée en tonnes séchées à l'air.

Tableau 3-10 Consommation d'électricité pour les aires communes

	Consommation d'électricité (kWh/t séchée à l'air) [†]			
	25° centile	Médiane	75° centile	Moderne
Traitement de l'eau	13,80	29,00	54,60	32,00
Traitement des effluents – Boues activées	31,80	49,40	80,60	30,00
Traitement des effluents – Étang aéré	34,30	47,60	70,80	30,00
Générale/Bâtiments	5,20	14,40	55,30	S.O.

[†] L'énergie spécifique est l'électricité consommée divisée par les fibres attribuées à la zone, exprimée en tonnes séchées à l'air.

Tableau 3-11 Consommation de combustible pour les aires communes

	Consommation de combustible (GJ/t séchée à l'air) [†]			
	25° centile	Médiane	75° centile	Moderne
Générale/Bâtiments	0,00	0,04	0,07	S.O.

[†] L'énergie spécifique est le combustible consommé divisé par les fibres attribuées à la zone, exprimée en tonnes séchées à l'air.

Tableau 3-12 Consommation d'énergie thermique pour les aires communes

	Consommation d'énergie thermique (GJ/t séchée à l'air) [†]			
	25 ^e centile	Médiane	75 ^e centile	Moderne
Traitement de l'eau	0,00	0,00	0,00	S.O.
Traitement des effluents – Boues activées	0,00	0,00	0,00	S.O.
Traitement des effluents – Étang aéré	0,00	0,00	0,17	S.O.
Générale/Bâtiments	0,00	0,19	0,51	S.O.

[†] L'énergie spécifique est l'énergie thermique consommée divisée par les fibres attribuées à la zone, exprimée en tonnes séchées à l'air.

Zones de conversion énergétique

Les tableaux 3-13 à 3-20 montrent la consommation et la production d'énergie des zones de conversion énergétique. Les tableaux présentent le 25^e centile, la médiane et le 75^e centile de la consommation d'énergie spécifique de chaque zone. Ils renferment également les valeurs de la consommation d'énergie tirées et adaptées de documents récemment publiés^{6,7} pour les zones de fabrication utilisant une technologie moderne.

Aux tableaux 3-13 à 3-15, la consommation d'énergie est exprimée en termes d'énergie thermique produite par les chaudières. La production d'énergie thermique correspond à la vapeur produite moins le condensat (eau d'alimentation des chaudières) utilisé.

Tableau 3-13 Consommation d'électricité pour les zones des chaudières

	Consommation d'électricité (kWh/GJ) [†]			
	25 ^e centile	Médiane	75 ^e centile	Moderne
Chaudière électrique	2,60	6,80	10,50	S.O.
Chaudière de récupération de pâte kraft – Odeur faible	3,10	5,20	7,20	4,00
Chaudière de récupération de pâte kraft – Contact direct	4,80	9,00	10,90	S.O.

[†] L'énergie spécifique est l'électricité consommée divisée par l'énergie thermique produite par la chaudière.

Tableau 3-14 Consommation de combustible pour les zones des chaudières

	Consommation de combustible (GJ/GJ) [†]			
	25 ^e centile	Médiane	75 ^e centile	Moderne
Chaudière électrique	1,28	1,38	1,67	1,20
Chaudière de récupération de pâte kraft – Odeur faible	1,45	1,56	1,65	1,40
Chaudière de récupération de pâte kraft – Contact direct	1,79	2,02	2,13	S.O.

[†] L'énergie spécifique est le combustible consommé divisé par l'énergie thermique produite par la chaudière.

⁶ M.T. Towers et D.W. Francis, *Impact of Mill Modernization on Energy Use and Greenhouse Gas Emissions*, conférence PACWEST, Harrison Hot Springs (Colombie-Britannique), 7 au 10 mai 2003.

⁷ T.C. Browne et P.N. Williamson, éd., *Réduction des coûts énergétiques dans l'industrie des pâtes et papiers*, Institut canadien de recherches sur les pâtes et papiers, Montréal, 1999.

Tableau 3-15 Consommation d'énergie thermique pour les zones des chaudières

	Consommation d'énergie thermique (GJ/GJ) [†]			
	25 ^e centile	Médiane	75 ^e centile	Moderne
Chaudière électrique	0,00	0,02	0,06	0,00
Chaudière de récupération de pâte kraft – Odeur faible	0,11	0,14	0,19	0,05
Chaudière de récupération de pâte kraft – Contact direct	0,14	0,16	0,17	S.O.

[†] L'énergie spécifique est l'énergie thermique consommée divisée par l'énergie thermique produite par la chaudière.

Aux tableaux 3-16 à 3-18, la consommation d'énergie et la production d'énergie thermique nette sont exprimées en termes de pâte kraft non blanchie produite dans la zone de procédé kraft. L'énergie thermique nette est l'énergie thermique produite par la chaudière de récupération moins l'énergie thermique utilisée par la chaudière (p. ex., pour le soufflage de suie).

Tableau 3-16 Consommation d'électricité pour les chaudières de récupération de pâte kraft

	Consommation d'électricité (kWh/t anhydre) [†]			
	25 ^e centile	Médiane	75 ^e centile	Moderne
Chaudière de récupération de pâte kraft – Odeur faible	54,60	82,60	112,00	70,00
Chaudière de récupération de pâte kraft – Contact direct	73,50	100,60	133,40	S.O.

[†] L'énergie spécifique est l'électricité consommée divisée par les fibres attribuées à la zone, exprimée en tonnes anhydres.

Tableau 3-17 Consommation de combustible pour les chaudières de récupération de pâte kraft

	Consommation de combustible (GJ/t anhydre) [†]			
	25 ^e centile	Médiane	75 ^e centile	Moderne
Chaudière de récupération de pâte kraft – Odeur faible	26,16	28,78	29,61	S.O.
Chaudière de récupération de pâte kraft – Contact direct	22,34	26,39	30,79	S.O.

[†] L'énergie spécifique est le combustible consommé divisé par les fibres attribuées à la zone, exprimée en tonnes anhydres.

Tableau 3-18 Production d'énergie thermique nette pour les chaudières de récupération de pâte kraft

	Production d'énergie thermique nette (GJ/t anhydre) [†]			
	25 ^e centile	Médiane	75 ^e centile	Moderne
Chaudière de récupération de pâte kraft – Odeur faible	13,45	14,63	16,72	S.O.
Chaudière de récupération de pâte kraft – Contact direct	9,66	10,58	11,84	S.O.

[†] L'énergie thermique nette est l'énergie thermique produite par la chaudière de récupération moins l'énergie thermique utilisée par la chaudière, par exemple, pour le soufflage de suie. L'énergie spécifique est l'énergie thermique nette produite divisée par les fibres attribuées à la zone, exprimée en tonnes anhydres.

La consommation d'énergie thermique pour la production d'électricité est exprimée en termes d'électricité produite. Voir le tableau 3-19. L'énergie spécifique est l'énergie thermique consommée divisée par l'électricité produite.

Tableau 3-19 Consommation d'énergie thermique des générateurs

	Consommation d'énergie thermique (MJ/kWh) [†]			
	25 ^e centile	Médiane	75 ^e centile	Moderne
Turbine à contrepression – Électricité	3,71	3,77	4,36	3,70
Turbine à condensation – Électricité	8,68	9,74	14,14	8,60

[†] L'énergie spécifique est l'énergie thermique consommée divisée par l'électricité produite.

Le dégazeur produit l'eau d'alimentation de la chaudière à partir du condensat, de l'eau d'appoint et de la vapeur. L'énergie thermique nette produite pour le dégazeur ne fournit pas de renseignements utiles, car elle est égale à l'enthalpie de l'eau d'appoint moins toute perte de chaleur.

Au lieu de rendre compte de l'énergie thermique spécifique produite pour le dégazeur, Paprican a calculé la consommation de vapeur au dégazeur de chaque usine en pourcentage de la production de vapeur totale. Voir le tableau 3-20.

Tableau 3-20 Consommation de vapeur des dégazeurs

	Consommation de vapeur (en %) [†]			
	25 ^e centile	Médiane	75 ^e centile	Moderne
Dégazeur	5,90	8,30	11,00	5,00

[†] La consommation de vapeur est la vapeur utilisée par le dégazeur divisée par la quantité de vapeur totale produite par les chaudières. Cette consommation de vapeur est fonction du pourcentage de condensat retourné de l'usine.

4

ANALYSE



4. ANALYSE

Le personnel de l'usine peut utiliser les données sur l'énergie pour effectuer d'utiles analyses comparatives de la consommation d'énergie par zone. Les comparaisons peuvent être effectuées entre les zones fabriquant un même produit selon une technologie identique, même si les usines ont recours à diverses combinaisons de produits et de technologies.

Les variations de la consommation d'énergie pour chaque zone indiquent qu'il existe des possibilités tangibles de réduire la consommation d'énergie.

On peut obtenir d'autres renseignements sur la consommation d'énergie d'une usine en combinant les zones qui fabriquent des produits similaires afin de répartir la consommation d'énergie en fonction des catégories de produits. On recourra à cette méthode tant pour les usines qui fabriquent un seul type de produit que celles qui en produisent plusieurs, car les données sur la consommation d'énergie et les fibres sont fournies par zone. On parle dans les sections suivantes de la répartition de la consommation d'énergie pour deux produits : la pâte kraft et le papier journal fabriqué avec la PTM.

Pâte kraft

Dans le cadre de l'étude, 24 usines utilisaient le procédé kraft pour fabriquer de la pâte kraft non blanchie comme produit intermédiaire. On a combiné les zones suivantes de fabrication de la pâte kraft non blanchie :

- le procédé kraft;
- la caustification de la pâte kraft;
- les évaporateurs kraft;
- la chaudière de récupération de pâte kraft.

L'analyse ne visait pas d'autres zones, comme la préparation du bois et le traitement des effluents.

Le tableau 4-1 montre la consommation d'énergie moyenne pour fabriquer la pâte kraft non blanchie dans les 24 usines.

Tableau 4-1 Consommation et production d'énergie pour la fabrication de la pâte kraft non blanchie

	Consommation d'électricité (kWh/t anhydre) ¹	Consommation de combustible (GJ/t anhydre) ¹	Consommation d'énergie thermique (GJ/t anhydre) ¹	Production d'énergie thermique (GJ/t anhydre) ¹	Production d'énergie thermique nette (GJ/t anhydre) ¹
25 ^e centile	289,40	26,22	9,27	14,75	5,91
Médiane	331,30	30,02	11,28	16,43	4,44
75 ^e centile	391,10	31,71	14,07	18,37	2,02
Moderne	260,00	S.O.	7,10	S.O.	S.O.

¹ L'énergie spécifique se calcule à partir de la somme de la consommation d'énergie des zones suivantes pour chaque usine : procédé kraft, caustification de la pâte kraft, évaporateurs kraft et chaudière de récupération de la pâte kraft. L'énergie spécifique correspond à l'énergie totale divisée par la production de pâte kraft non blanchie. La production de pâte est exprimée en tonnes anhydres.

Au tableau 4-2, la consommation de combustible spécifique pour la pâte kraft blanchie est supérieure à celle de la pâte kraft non blanchie en raison de la perte de rendement au cours du blanchiment, même si aucun combustible n'est utilisé dans la zone de blanchiment de la pâte kraft.

Dans la zone de blanchiment, la production de pâte kraft blanchie est inférieure à la consommation de pâte kraft non blanchie. Par ailleurs, la production d'énergie thermique spécifique pour la pâte kraft blanchie est supérieure à celle de la pâte kraft non blanchie, même si aucune énergie thermique n'est utilisée dans la zone de blanchiment de la pâte kraft.

Tableau 4-2 Consommation et production d'énergie pour la fabrication de la pâte kraft blanchie

	Consommation d'électricité (kWh/t anhydre) [†]	Consommation de combustible (GJ/t anhydre) [†]	Consommation d'énergie thermique (GJ/t anhydre) [†]	Production d'énergie thermique (GJ/t anhydre) [†]	Production d'énergie thermique nette (GJ/t anhydre) [†]
25 ^e centile	455,20	27,72	12,71	16,19	3,60
Médiane	550,30	32,53	16,27	18,05	1,32
75 ^e centile	633,80	34,12	18,51	19,79	- 0,22
Moderne	370,00	S.O.	8,60	S.O.	S.O.

[†] L'énergie spécifique est déterminée à l'aide de la somme de la consommation d'énergie des zones suivantes de chaque usine : procédé kraft, caustification de la pâte kraft, évaporateurs kraft, chaudière de récupération de la pâte kraft et blanchiment de la pâte kraft. L'énergie spécifique est l'énergie totale divisée par la production de pâte kraft blanchie. La production de pâte est exprimée en tonnes anhydres.

Vingt usines fabriquent de la pâte kraft blanchie commerciale comme produit final. Dans le cadre de l'analyse, on a combiné les zones suivantes de fabrication de la pâte kraft blanchie commerciale :

- le procédé kraft;
- la caustification de la pâte kraft;
- les évaporateurs kraft;
- la chaudière de récupération de la pâte kraft;
- le blanchiment de la pâte kraft et les machines à pâte.

Le tableau 4-3 et les figures 4-1 à 4-5 montrent la consommation d'énergie moyenne pour la fabrication de la pâte kraft blanchie commerciale dans ces 20 usines.

Tableau 4-3 Consommation et production d'énergie pour la fabrication de la pâte kraft blanchie commerciale

	Consommation d'électricité (kWh/t séchée à l'air) [†]	Consommation de combustible (GJ/t séchée à l'air) [†]	Consommation d'énergie thermique (GJ/t séchée à l'air) [†]	Production d'énergie thermique (GJ/t séchée à l'air) [†]	Consommation d'énergie thermique nette (GJ/t séchée à l'air) [†]
25 ^e centile	586,30	27,10	16,59	14,98	0,94
Médiane	666,60	30,07	19,57	16,40	3,48
75 ^e centile	726,80	30,79	21,43	17,75	4,38
Moderne	511,00	S.O.	10,90	S.O.	S.O.

[†] L'énergie spécifique se calcule selon la somme de la consommation d'énergie des zones suivantes pour chaque usine : procédé kraft, caustification de la pâte kraft, évaporateurs kraft, chaudière de récupération de la pâte kraft, blanchiment de la pâte kraft et machines à pâte. L'énergie spécifique est l'énergie totale divisée par la production de pâte kraft blanchie commerciale. La production de pâte est exprimée en tonnes séchées à l'air.

Figure 4-1 Consommation d'électricité pour la fabrication de la pâte kraft blanchie commerciale

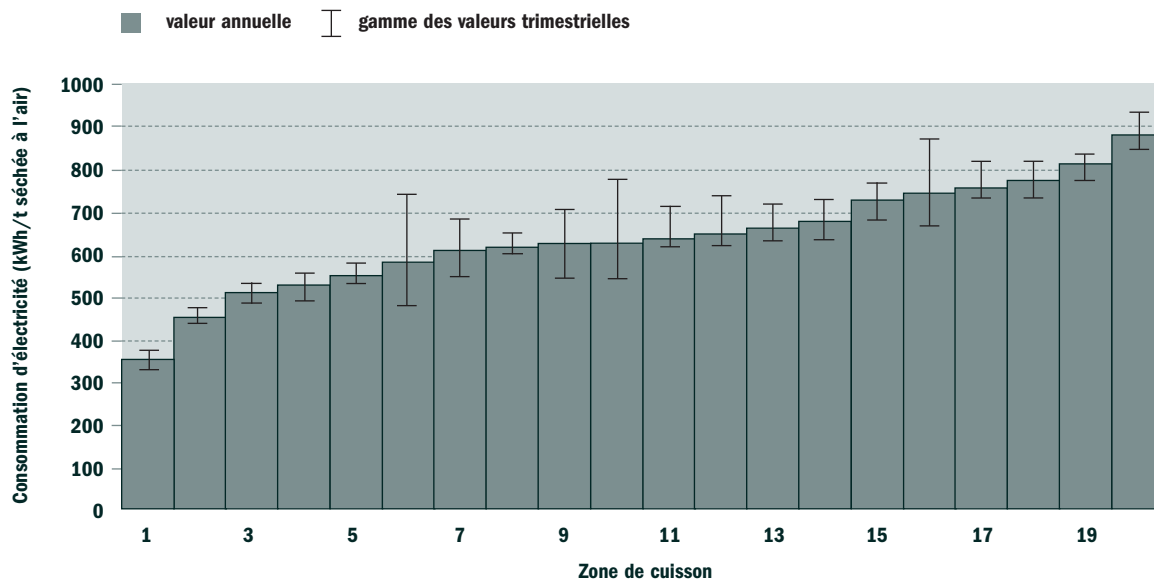
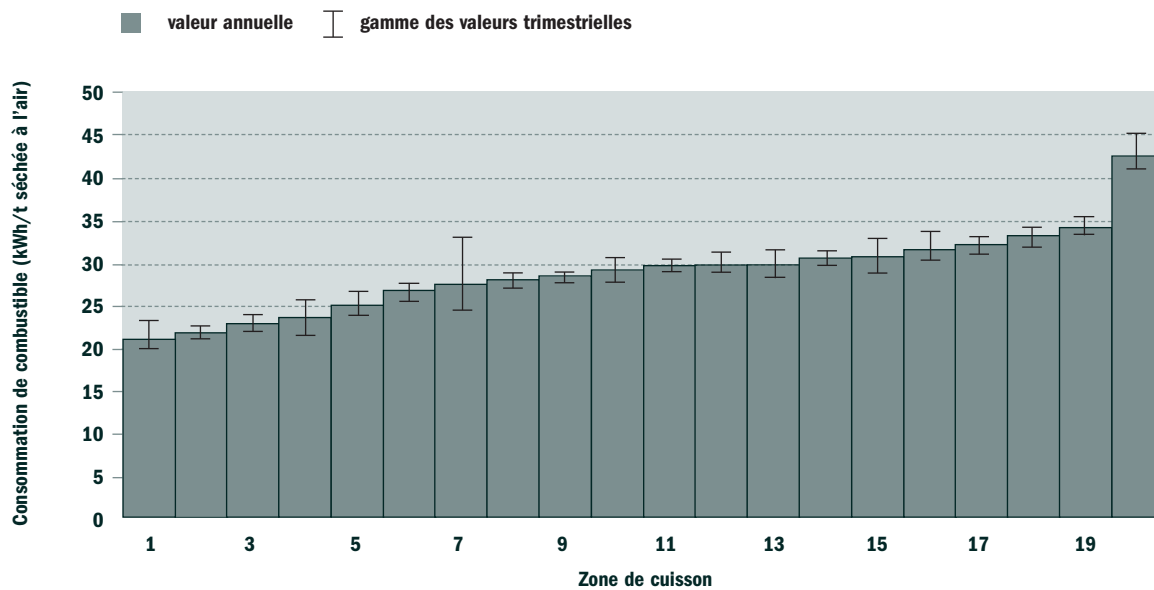
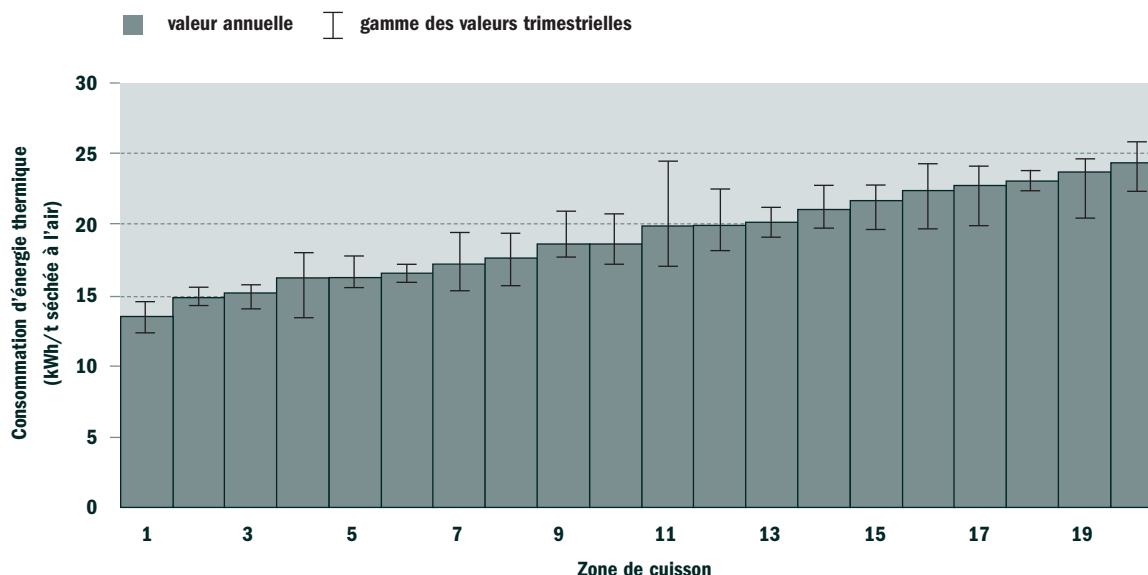


Figure 4-2 Consommation de combustible pour la fabrication de la pâte kraft blanchie commerciale*



* La consommation de combustible inclut la liqueur usée et les combustibles fossiles.

Figure 4-3 Consommation d'énergie thermique pour la fabrication de la pâte kraft blanchie commerciale



Papier journal

Le papier journal est principalement composé de pâte mécanique, mais il peut également renfermer de la pâte chimique et de la pâte recyclée. Dans le cadre de l'étude, la pâte mécanique des 20 usines de papier journal était composée de pâte thermomécanique (PTM) et de pâte défibrée à la meule. La pâte chimique était composée de pâte kraft et de pâte au sulfite.

L'énergie requise pour fabriquer le papier journal est fonction de la composition du papier, car différents niveaux d'énergie sont requis pour chacun des procédés de mise en pâte. Voir le tableau 4-4.

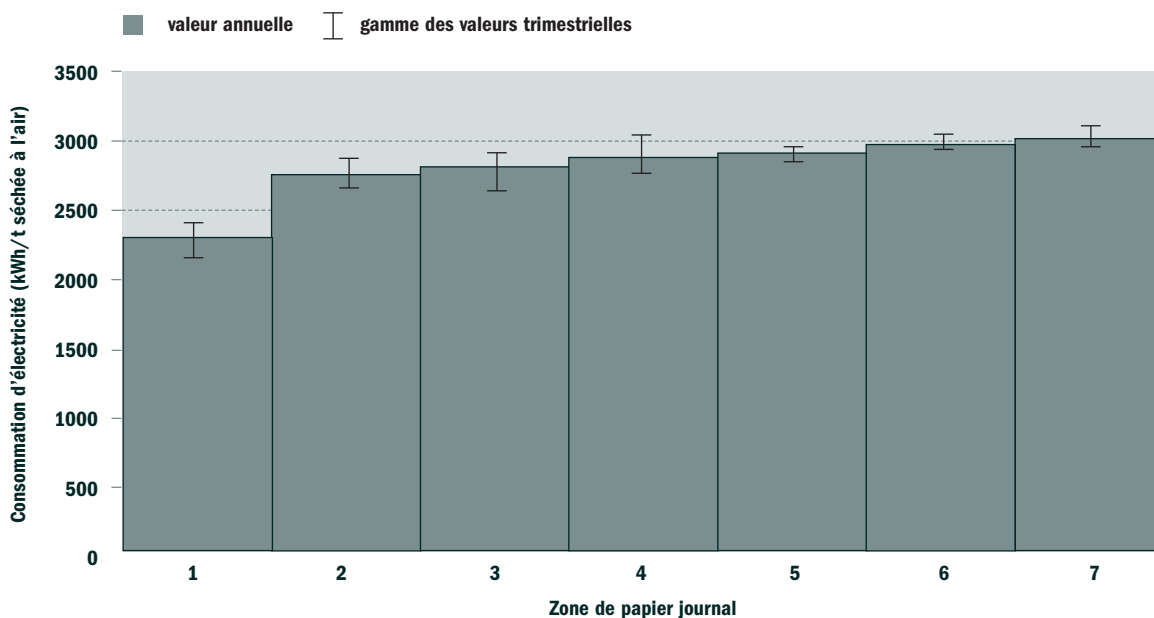
Sept des vingt-huit usines effectuant la mise en pâte mécanique n'utilisaient que la PTM pour produire le papier journal. Le tableau 4-2 et les figures 4-4 et 4-5 montrent l'énergie attribuée à la fabrication de papier journal avec de la PTM.

Tableau 4-4 Consommation et production d'énergie pour la fabrication de papier journal

	Consommation d'électricité (kWh/t séchée à l'air) [†]	Consommation de combustible (GJ/t séchée à l'air) [†]	Consommation d'énergie thermique (GJ/t séchée à l'air) [†]	Production d'énergie thermique (GJ/t séchée à l'air) [†]	Consommation d'énergie thermique nette (GJ/t séchée à l'air) [†]
25 ^e centile	2 779,30	0,00	5,54	0,00	2,63
Médiane	2 908,50	0,00	6,10	2,81	5,31
75 ^e centile	2 970,10	0,00	6,80	3,33	5,95
Moderne	2 620,00 à 2 760,00	0,00	4,90	4,70 à 5,10	- 0,20 à 0,20

[†] L'énergie spécifique est déterminée à l'aide de la consommation d'énergie totale des zones suivantes : mise en pâte mécanique - PTM pour le papier journal et les machines à papier. L'énergie spécifique est l'énergie divisée par la production de papier journal. La production de papier journal est exprimée en tonnes séchées à l'air.

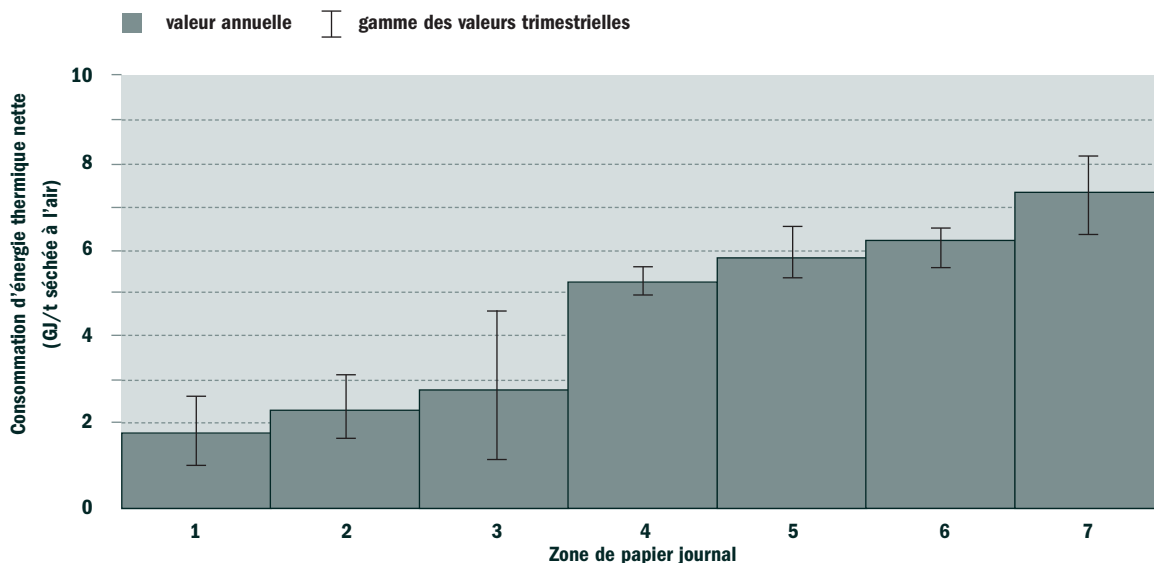
Figure 4-4 Consommation d'électricité pour la fabrication de papier journal à partir de la PTM



La figure 4-5 présente la consommation d'énergie thermique nette pour la fabrication de papier journal avec de la PTM. Il s'agit de l'énergie thermique consommée dans les zones de PTM et de machines à papier moins l'énergie thermique produite dans la zone de PTM. Cette mesure représente la quantité de vapeur que la chaudière électrique doit fournir.

Les usines dont la consommation d'énergie thermique nette est faible récupèrent la chaleur de la PTM (énergie thermique produite) et des hottes de sécherie à haute humidité (faible consommation d'énergie thermique). Les usines dont la consommation d'énergie thermique nette est élevée ne récupèrent pas la chaleur de la PTM (aucune énergie thermique produite) et peuvent avoir des hottes de sécherie à faible humidité (forte consommation d'énergie thermique).

Figure 4-5 Consommation d'énergie thermique nette pour la fabrication de papier journal à partir de la PTM*



* La consommation d'énergie thermique nette est l'énergie thermique consommée dans les zones de PTM et de machines à papier moins l'énergie thermique produite dans la zone de PTM.

5

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS



5. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Les raisons justifiant la gamme de valeurs obtenues dans le cadre de l'analyse comparative varient d'une usine à l'autre :

- Le processus de collecte de données ne tenait pas compte de l'endroit où l'eau était chauffée dans l'usine. Une usine qui a recours à la vapeur pour chauffer l'eau dans une zone de machines à papier enregistrera une consommation de vapeur plus élevée à cet endroit - même si l'eau chaude est utilisée ailleurs dans l'usine - qu'une usine qui utilise la vapeur pour chauffer l'eau dans l'ensemble de l'usine.

Par conséquent, la deuxième usine semblera avoir un piètre rendement dans la zone de mise en pâte. Ainsi, une consommation d'énergie élevée dans une zone pourrait être annulée par une faible consommation dans une autre zone pour des raisons qui n'ont rien à voir avec les exigences fondamentales du traitement. Le personnel des usines doit tenir compte à la fois de l'ensemble de l'usine et de chaque zone de traitement particulière.

- Les taux de production et l'efficacité ont une incidence sur les résultats de l'analyse comparative. Les machines à papier peu efficaces ont une consommation d'énergie élevée, parce que le papier séché et fini est remouillé et séché de nouveau.
- Les temps d'arrêt pour des raisons liées au marché ont une incidence sur la consommation d'énergie.
- Les petits circuits de production nécessitent davantage d'énergie par tonne de produit que les grandes usines.

La consommation d'énergie pour une zone de traitement est fonction de trois facteurs :

- les exigences liées au produit;
- la technologie utilisée;
- les pratiques d'exploitation.

Certains produits requièrent plus d'énergie que d'autres, et ceci est la rançon des affaires dans des créneaux particuliers.

Il faut davantage d'énergie pour fabriquer un produit d'une certaine qualité. À titre d'exemple, la fabrication de la PTM en vue de produire du papier d'impression requiert une plus grande quantité d'énergie électrique que la PTM destinée au papier journal. En effet, le raffinage de cette dernière catégorie de pâte mécanique n'est pas aussi énergivore que celui des pâtes destinées à la fabrication du papier mince couché et du papier satiné. Une fois que le support de couche est sec, les catégories de papier couché nécessitent une étape supplémentaire de séchage du revêtement. Ces contraintes liées au produit limitent également les possibilités d'économie de l'énergie.

La consommation d'énergie pour la fabrication d'un produit particulier varie selon la technologie utilisée.

Le procédé kraft, par exemple, réalisé avec des lessiveurs en discontinu requiert plus d'énergie thermique que s'il était effectué avec des lessiveurs en continu. À noter cependant que les meilleurs lessiveurs en discontinu ont un rendement supérieur aux lessiveurs en continu désuets et inefficaces.

En outre, à moins d'injecter d'importants capitaux, on ne peut réaliser que de petites économies d'énergie avec les hottes de sécherie ouverte, les vieilles sections de presse ou les systèmes de siphon de sécherie, les raffineurs de décharge à l'air libre, ou les usines de PTM qui ne sont pas dotées d'équipement de récupération de la chaleur. En comparant la consommation d'énergie des différentes technologies utilisées pour fabriquer un produit particulier, le personnel d'une usine peut évaluer les possibilités de réduction de la consommation d'énergie au regard d'importants investissements de capitaux.

Dans les zones de traitement où des produits particuliers sont fabriqués à l'aide de certaines technologies, la variation de la consommation d'énergie dépend de la façon dont la technologie est appliquée et des pratiques d'exploitation. En établissant les paramètres pour les soupapes, les températures de l'eau et le soufflage de suie, les responsables des usines peuvent déterminer la consommation d'énergie et le rendement de base des activités. Les fuites dans les soupapes, le mauvais fonctionnement des purgeurs de vapeur, des joints et des garnitures mécaniques, et un entretien inadéquat risquent de nuire à l'efficacité énergétique de l'usine.

L'étude révèle que les meilleures pratiques utilisées dans certaines zones de traitement s'approchent du minimum théorique. Les variations de la consommation d'énergie dans chaque zone indiquent une possibilité tangible de réduction de la consommation d'énergie.

5.1 Incidence des résultats sur l'usine

Les données sur la consommation d'énergie permettent au personnel de l'usine d'effectuer des analyses comparatives par zone. Les comparaisons peuvent être effectuées entre des zones où est fabriqué un certain produit à l'aide de la même technologie, même si les usines produisent une gamme de produits différents. Ces comparaisons indiquent au personnel de l'usine les activités les moins efficaces afin de déterminer ainsi les zones requérant des changements dans les modes de fonctionnement ou des dépenses d'équipement.

L'analyse comparative amène souvent le personnel à se poser des questions. Par exemple : « Pourquoi la consommation d'énergie dans la zone du procédé kraft est-elle beaucoup plus élevée que celle des autres usines? ». Ou encore, de manière plus générale : « Où se situe mon usine comparativement aux autres? » ou bien « Pourquoi le rendement de l'usine est-il médiocre dans une zone et excellent dans une autre? ».

C'est en répondant à ces questions que l'on pourra apporter les changements appropriés aux activités en vue de réduire la consommation d'énergie. Les réponses dépendent de l'installation et des raisons pour lesquelles la consommation d'énergie est élevée.

5.2 Mesures à prendre

Afin de décider de la façon d'améliorer l'efficacité énergétique de votre usine, vous devez examiner les résultats de l'analyse comparative. Les étapes suivantes proposent une façon de procéder.

Étape 1a. **Comparez votre installation aux autres**

Les comparaisons externes vous aident à évaluer le niveau de consommation d'énergie par rapport à celui d'autres usines. Si vous n'avez pas participé à la présente analyse comparative, utilisez la méthode décrite pour évaluer la consommation d'énergie des zones de traitement de votre installation. Consultez le CD ci-joint pour obtenir des instructions sur la façon d'effectuer une analyse comparative dans votre usine. Examinez les raisons, énumérées à la section 5, qui entraînent une consommation d'énergie élevée et voyez lesquelles s'appliquent à votre situation. Comparez les zones de traitement de votre usine afin de déterminer où elles se situent par rapport aux autres; ceci vous permettra de cerner les plus importantes lacunes. Quel niveau de consommation pouvez-vous atteindre avec les meilleures pratiques d'exploitation et les données de référence de l'industrie? Ces comparaisons externes vous aideront à établir des attentes réalistes relativement aux économies à réaliser initialement.

Étape 1b. **Comparez les activités au sein de votre installation**

Vous pourriez effectuer des comparaisons à l'interne avec des données antérieures déjà disponibles. Il est facile de relever les variations mensuelles de la consommation d'énergie. Vous serez en mesure de réaliser des économies en cernant la cause des variations et en les réduisant. Une analyse suivie et des communications stratégiques permettront de maintenir les améliorations et d'aider à préciser vos attentes en matière d'économies continues.

Étape 2. **Établissez un programme de gestion de l'énergie**

Adoptez une approche structurée pour établir un programme de gestion de l'énergie. Vous devrez choisir des employés occupant un poste essentiel et leur procurer les outils et l'autorité dont ils auront besoin pour apporter des changements. La nomination d'un champion de l'énergie pour sensibiliser les autres, établir des objectifs, élaborer des plans d'action, surveiller les progrès, mettre en œuvre des projets, communiquer les résultats et célébrer

les réussites feront comprendre à tous les employés l'importance d'un programme de gestion de l'énergie. Ce champion et son équipe doivent élaborer une politique énergétique conforme aux visées stratégiques de l'entreprise et établir des objectifs prioritaires qui seront communiqués à tous les employés.

Étape 3. Sachez quand est consommée l'énergie

Le niveau de la demande en énergie et l'heure de la journée ont une incidence sur le coût de l'électricité. Le profil de demande en électricité montre les taux de la consommation chronologique d'électricité. Pour comprendre les schémas de consommation, ce profil est essentiel. Connaître de même la demande en gaz, en vapeur et en air comprimé permet de cerner les modes de gestion efficaces de ces énergies.

Étape 4. Sachez où passe l'énergie

Vous devez traiter l'énergie comme tout autre produit acheté. L'élaboration d'un inventaire des charges électriques et de l'utilisation de l'énergie thermique vous aidera à vous concentrer sur les zones les plus énergivores et, par conséquent, celles qui sont les plus coûteuses.

Pour mieux comprendre comment et quand l'énergie est utilisée dans votre usine, vous pouvez notamment renouveler les instruments de mesure, moderniser les compteurs et effectuer la réfection du câblage électrique afin d'examiner les flux d'énergie par activité. Ceci vous aidera à relever la consommation particulière des centres d'équipement essentiels et à déterminer les coûts énergétiques connexes.

Étape 5. Éliminez le gaspillage

La première et la plus importante mesure à prendre en vue de saisir les possibilités d'économie d'énergie est de faire correspondre la consommation aux besoins. Les éléments principaux à prendre en compte sont la durée et l'ampleur de l'utilisation. Le gaspillage prend de nombreuses formes, y compris un excès au chapitre du fonctionnement, des volumes ou des taux, comme la pression et la température.

Étape 6. Maximisez le rendement

Après avoir établi un lien adéquat entre les besoins et la consommation, vous devez ensuite vous assurer que le fonctionnement des composants d'un système qui répondent aux besoins est aussi efficace que possible. Vous devez tenir compte à cette étape de l'incidence des conditions d'exploitation, de l'entretien, de l'équipement et de la technologie.

Il est essentiel d'examiner le rendement des systèmes à cette étape. En vue d'élaborer des projets de réduction de la consommation de l'énergie, les usines peuvent envisager de mener des études d'optimisation à grande échelle avec l'analyse Pinch. Il est également possible de réaliser des études d'optimisation des chaudières en vue d'améliorer la production de vapeur avec la lessive noire et les déchets de bois. Ces améliorations permettent de réduire la consommation de combustibles fossiles, d'accroître la production et d'améliorer le rendement thermique.

Étape 7. Optimisez l'apport énergétique

Les étapes 5 et 6 permettront de réduire vos besoins énergétiques. L'étape 7 vise à répondre à l'ensemble des besoins énergétiques de l'usine en optimisant les sources. On pourra envisager, par exemple, les systèmes de récupération de la chaleur, des structures tarifaires différentes, des combustibles de remplacement ou des mesures plus importantes comme la cogénération.

Une fois les projets mis en œuvre, il faut sans cesse veiller à maintenir les économies d'énergie. Ainsi, la réalisation de l'étape 7, à la fin d'un processus d'économies d'énergie, mène au lancement du prochain, à l'étape 1.

6

RÉFÉRENCES



6. RÉFÉRENCES

Connaghan, C. et R. Wunderlich, « Élaboration, mise en œuvre et maintien d'un programme d'efficacité énergétique », *Réduction des coûts énergétiques dans l'industrie des pâtes et papiers*, T.C. Browne et P.N. Williamson, éd., Institut canadien de recherches sur les pâtes et papiers, Montréal, 1999.

Francis, D.W., *Method for Benchmarking Energy Usage in Pulp and Paper Operations*, assemblée de la division Midwest de l'ATPPC, Thunder Bay (Ontario), 25–27 septembre 2002.

Programme de l'Agence internationale de l'énergie concernant les technologies avancées en matière d'efficacité énergétique pour l'industrie des pâtes et papiers, « Recommended Methods for Energy Reporting in Pulp and Paper Industry, Summary Report », *Assessment of Life-Cycle-Wide Energy-Related Environmental Impacts in the Pulp and Paper Industry*, AIE, 1999.

Towers, M.T. et D.W. Francis, *Impact of Mill Modernization on Energy Use and Greenhouse Gas Emissions*, Conférence PACWEST, Harrison Hot Springs (Colombie-Britannique), 7 au 10 mai 2003.

Browne, T.C. et P.N. Williamson, éd., *Réduction des coûts énergétiques dans l'industrie des pâtes et papiers*, Institut canadien de recherches sur les pâtes et papiers, Montréal, 1999.

ANNEXES



ANNEXE A - DÉFINITION DES ZONES

La présente annexe décrit les zones de traitement d'une usine de pâtes et papiers.

Zones de fabrication

Dans les zones de fabrication, on utilise des sources d'énergie et des fibres pour produire des pâtes et papiers. Les zones de fabrication sont décrites ci-dessous. Les tableaux A-1 à A-3 présentent les descripteurs de technologie de ces zones.

Tableau A-1 Descripteurs de technologie – zones de fabrication de la pâte

<i>Zone de préparation du bois</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Sur place, aucun
<i>Zones du procédé kraft</i>	
Procédé kraft	<ul style="list-style-type: none"> • Lot conventionnel, lot de déplacement, continu conventionnel, cuisson continue modifiée (CCM), cuisson continue modifiée prolongée (CCMP), faible teneur en solides, autre (préciser) • Délignification à l'oxygène : délignification à l'oxygène complète, délignification à l'oxygène partielle, aucune
Évaporateurs kraft	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre d'effets d'évaporateur à multiples effets • Type de concentrateur : contact direct, échangeur multitubulaire intégré à l'évaporateur à multiples effets, échangeur multitubulaire non intégré à l'évaporateur à multiples effets, autre (préciser) • Nombre d'effets de concentrateur
Caustification de la pâte kraft	<ul style="list-style-type: none"> • Préciser le % de matières solides dans la boue carbonatée au séchoir
<i>Zones de mise en pâte au bisulfite</i>	
Cuisson au bisulfite	<ul style="list-style-type: none"> • Lot conventionnel, lot de déplacement, continu conventionnel, cuisson continue modifiée (CCM), cuisson continue modifiée prolongée (CCMP), faible teneur en solides, autre (préciser) • Délignification à l'oxygène : délignification à l'oxygène complète, délignification à l'oxygène partielle, aucune
Évaporateurs de sulfite	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre d'effets d'évaporateur à multiples effets • Type de concentrateur : contact direct, échangeur multitubulaire intégré à l'évaporateur à multiples effets, échangeur multitubulaire non intégré à l'évaporateur à multiples effets, autre (préciser) • Nombre d'effets de concentrateur
Atelier de préparation de bisulfite	<ul style="list-style-type: none"> • Base : sodium, magnésium, ammonium, calcium • Valeur de pH : sulfite acide, bisulfite, neutre, alcalin
Zone de mise en pâte mécanique	<ul style="list-style-type: none"> • Procédé de mise en pâte : défibrage à la meule, pâte mécanique sous pression (PMSP), pâte mécanique du raffineur (PMR), pâte thermomécanique (PTM), pâte chimico-thermomécanique (PCTM), Thermopulp ou RTS, autre (préciser) • Récupération de la chaleur : raffineurs primaires uniquement, raffineurs principaux uniquement, raffineurs principaux et de rejets, aucun
Zone de mise en pâte de recyclé	<ul style="list-style-type: none"> • Fibre recyclée : papier journal, papier d'impression et d'écriture, papier ménager, pâte désencrée de marché, carton
<i>Zones de blanchiment</i>	
Blanchiment de la pâte kraft	<ul style="list-style-type: none"> • Préciser la séquence de blanchiment
Blanchiment au sulfite	<ul style="list-style-type: none"> • Préciser les agents de blanchiment fabriqués sur place

Zone de préparation du bois

Le bois est reçu et préparé en vue de la mise en pâte dans la zone de préparation du bois. Dans la zone de manutention des copeaux, on produit des copeaux sélectionnés ou le combustible des déchets de bois (ou des copeaux). La limite de l'intrant est l'installation de réception des copeaux, tandis que la limite de l'extrant est la benne à copeaux. La zone inclut les piles de copeaux et le classage des copeaux.

Procédé kraft et cuisson au bisulfite

Dans la zone de réduction en pâte chimique, les copeaux de bois et la lessive de cuisson sont transformés en pâte brune et en lessive noire ou en lessive sulfite résiduaire. La limite des intrants est l'admission de la benne à copeaux et la sortie du bac de stockage de la lessive de cuisson. La limite des extrants est le bac de stockage de la pâte brune et le bac de la lessive noire ou de la lessive sulfite résiduaire. La zone inclut le lessiveur, la pile laveuse de pâte brune, le classage et la presse enrouleuse de pâte brune.

L'énergie thermique peut être utilisée pour les équipements et procédés suivants :

- la benne à copeaux;
- le récipient de préétuvage;
- les réchauffeurs indirects de lessive de cuisson;
- l'injection directe de vapeur dans le lessiveur;
- le réacteur de délignification à l'oxygène.

Dans les zones de réduction en pâte chimique où l'on emploie les meilleures pratiques, l'énergie thermique est uniquement utilisée pour les réchauffeurs du lessiveur et pour la délignification à l'oxygène. L'énergie thermique pour la benne à copeaux et le récipient de préétuvage provient de la chaleur secondaire.

Évaporateurs kraft et évaporateurs de sulfite

Les évaporateurs kraft et les évaporateurs de sulfite concentrent la lessive noire ou la lessive sulfite résiduaire. La limite de l'intrant est la sortie du bac de lessive noire ou de lessive sulfite résiduaire. La limite de l'extrant est le bac de lessive noire ou de lessive sulfite résiduaire concentrées. La zone inclut les évaporateurs, les concentrateurs et un récupérateur.

La vapeur est utilisée dans la série d'évaporateurs à effets multiples et les concentrateurs. Elle est également utilisée dans les éjecteurs. La quantité d'énergie thermique utilisée est fonction du nombre d'effets des évaporateurs. L'économie de vapeur pour les circuits d'évaporateurs est calculée comme suit : la quantité de vapeur divisée par la quantité d'eau évaporée (en kilogrammes). Selon les meilleures pratiques, l'économie de vapeur optimale correspond à 0,8 fois le nombre d'effets.

Caustification de la pâte kraft

C'est dans la zone de caustification de la pâte kraft que la lessive verte est transformée en lessive blanche. La limite de l'intrant est la sortie du bac de dissolution des résidus dans la zone de la chaudière de récupération. La limite de l'extrant est le bac de stockage de la lessive blanche. La zone inclut le caustificateur, le clarificateur de lessive verte, le clarificateur de lessive blanche, le filtre de boue carbonatée et le four à chaux rotatif.

Du combustible est utilisé pour alimenter le four à chaux rotatif. La caustification de la pâte kraft consomme uniquement une petite quantité d'énergie thermique. De l'énergie thermique pourrait être utilisée dans les préchauffeurs de lessive verte et les réchauffeurs d'eau du filtre à boue. Selon les meilleures pratiques concernant l'énergie thermique, la vapeur ne doit pas être utilisée au cours des activités normales de caustification.

Atelier de préparation de bisulfite

L'atelier de préparation de bisulfite produit de la lessive de cuisson à partir du soufre et des produits chimiques récupérés. La façon particulière de récupérer les produits chimiques dépend du procédé au sulfite utilisé. À titre d'exemple, le choix de la base a une incidence sur la récupération des produits chimiques.

La limite de l'intrant est la sortie du bac de dissolution des résidus et des cendres dans la zone de la chaudière de récupération. La limite de l'extrant est le bac de stockage de la lessive de cuisson. La zone inclut le clarificateur de lessive, le four à soufre et la tour d'absorption.

Zone de mise en pâte mécanique

C'est dans la zone de mise en pâte mécanique que la pâte mécanique (non blanchie et blanchie) est produite avec des copeaux et de l'électricité. On y produit également de la vapeur avec la chaleur récupérée, le cas échéant. La limite de l'intrant est l'admission de la benne de copeaux. Les limites des extrants sont le cuvier de matières acceptées classées et le bac de stockage de la pâte blanchie. On procède dans la zone à la vaporisation, à l'imprégnation, au raffinage, au classage et au blanchiment des copeaux.

De tous les procédés de fabrication de la pâte, la mise en pâte mécanique est le plus énergivore. La consommation d'énergie est fonction de la technologie employée, des essences de bois et de la catégorie de papier fabriqué.

Pour ce qui est de la PTM, l'énergie thermique peut être utilisée dans les bacs de prétraitement et de préétuvage des copeaux. Dans les circuits de PTM où sont utilisées les meilleures pratiques, la vapeur du raffineur répond aux demandes en énergie thermique, et un rebouilleur est utilisé pour récupérer la chaleur de la vapeur du raffineur afin de produire de la vapeur propre destinée à d'autres zones de fabrication.

Zone de cuisson recyclée

Dans la zone de cuisson recyclée, on produit de la pâte recyclée avec des déchets de papier. La limite de l'intrant est l'entrepôt de déchets de papier, tandis que la limite de l'extrant est le bac de stockage de la pâte recyclée. On procède dans la zone à la cuisson à la flottation, au classage, au blanchiment et à la dispersion.

L'énergie thermique peut être utilisée pour la cuisson, la dispersion et le blanchiment. La quantité d'énergie thermique utilisée pour la cuisson est fonction de la quantité d'eau douce utilisée et du niveau d'intégration de l'usine. Les usines intégrées qui ont recours aux meilleures pratiques n'utilisent pas d'énergie thermique pour la cuisson, parce que la chaleur requise provient de l'eau blanche des machines à papier.

Blanchiment de la pâte kraft et blanchiment au sulfite

Dans la zone de blanchiment de la pâte kraft et de blanchiment au sulfite, on produit de la pâte blanchie à partir de la pâte brune. La limite de l'intrant est la sortie du bac de stockage de la pâte brune, tandis que la limite de l'extrant est le bac de stockage de la pâte blanchie. Dans la zone, on procède à la délignification à l'oxygène, aux étapes de blanchiment et au lavage, et à la préparation en vue du blanchiment chimique.

Les équipements suivants consomment de l'énergie thermique :

- le mélangeur à vapeur de l'usine de blanchiment;
- le réchauffeur d'eau;
- les laveurs de l'usine de blanchiment;
- le rebouilleur du générateur de dioxyde de chlore;
- les éjecteurs du générateur de dioxyde de chlore.

Les usines recourant aux meilleures pratiques utilisent de la chaleur secondaire plutôt que la vapeur pour réchauffer l'eau.

Tableau A-2 Descripteurs de technologie – zones de fabrication des produits

Machines à papier	<ul style="list-style-type: none"> • Partie humide : dispositif de formage cylindrique, Fourdrinier, machine à double toile, autre (préciser) • Partie sèche : cylindres à vapeur, aéroflottation, séchoir Yankee, séchoir à air traversant, autre (préciser) • Calandrage : en ligne, hors ligne, aucun • Couchage : en ligne, hors ligne, aucun
Papier journal	
Papiers non couchés à base de pâte mécanique	
Papier d'impression et d'écriture	
Papiers kraft	
Papiers sanitaires et papiers spéciaux	
Papiers de construction	
Machines à carton	<ul style="list-style-type: none"> • Partie humide : dispositif de formage cylindrique, Fourdrinier, machine à double toile, autre (préciser) • Partie sèche : cylindres à vapeur, aéroflottation, séchoir Yankee, séchoir à air traversant, autre (préciser) • Calandrage : en ligne, hors ligne, aucun • Couchage : en ligne, hors ligne, aucun
Carton couverture	
Carton cannelure	
Carton pour boîtes	
Panneaux durs	
Carton de construction	
Machines à pâte	<ul style="list-style-type: none"> • Type de pâte : pâte en liasse, pâte séchée • Partie humide : dispositif de formage cylindrique, Fourdrinier, machine à double toile, autre (préciser), aucun • Partie sèche ou séchoir : <i>rod and chain</i>, aéroflottation, cylindres à vapeur, séchoir Yankee, séchoir à air traversant, four sécheur, autre (préciser), aucun
Pâte kraft	
Pâte au sulfite	
Pâte mécanique	
Pâte recyclée	
Activités hors ligne	Aucun descripteur de technologie
Calandre hors ligne	
Coucheuse hors ligne	
Activités de conversion	

Machines à papier et à carton

C'est dans la zone des machines à papier que les pâtes chimiques, mécaniques et recyclées sont transformées en papier fini. Le carton est produit dans la zone des machines à carton.

La limite des intrants est :

- la sortie du bac de stockage de la pâte blanchie (pâte chimique);
- la sortie du cuvier des matières acceptées classées et le bac de stockage de la pâte blanchie (pâte mécanique);
- la sortie du bac de stockage de la pâte recyclée.

La limite de l'extrant est l'entrepôt de papier. Pour les usines réalisant des activités de finition hors ligne, la limite de l'extrant est l'enrouleuse de la machine à papier.

Les machines à papier et à carton utilisent l'énergie thermique principalement pour sécher le papier. Une certaine quantité d'énergie thermique sert pour le chauffage de l'eau, les rinceurs à vapeur et le chauffage de l'eau blanche en silo et de la calandre.

Les machines à papier exploitées selon les meilleures pratiques sont dotées de hottes de sécherie à haute humidité et de siphons fixes, et n'utilisent qu'une petite quantité d'eau douce. La chaleur récupérée à partir de l'air évacué des sècheurs sert à préchauffer l'air entrant dans les sècheurs et à répondre à certaines des demandes en eau tempérée et de chauffage de l'eau blanche.

Le combustible est utilisé pour sécher les couches dans les sècheurs à infrarouges.

Machines à papier

Dans la zone des machines à papier, on produit la pâte commerciale finie à partir de la pâte blanchie. La limite de l'intrant est l'admission du bac de stockage de la pâte blanchie, tandis que la limite de l'extrant est l'entrepôt de pâte. La zone renferme les machines à papier, les sècheurs de pâte et l'équipement de traitement de la pâte.

Les machines à papier dotées de cylindres à vapeur ou de sècheurs à aéroflottation ont recours à l'énergie thermique principalement pour sécher le papier. Une certaine quantité d'énergie thermique peut être utilisée pour le chauffage de l'eau, les rinceurs à vapeur et le chauffage de l'eau blanche en silo. Du combustible est utilisé pour sécher la pâte dans les fours sècheurs.

Activités hors ligne

Dans certaines usines, le produit n'est pas fini sur la machine à papier, mais sur une calandre ou une coucheuse hors ligne. Certaines usines réalisent également des activités de conversion, notamment la coupe de rouleaux de papier en feuilles. La limite de l'intrant est l'enrouleuse de la machine à papier, et la limite de l'extrant est l'entrepôt de pâte.

Tableau A-3 Descripteurs de technologie – zones communes

Traitement de l'eau	Aucun descripteur de technologie
Traitement des effluents	<ul style="list-style-type: none"> • Traitement pour décharge : boues activées, étang aéré, traitement anaérobie, autre (préciser) • Traitement pour le recyclage de l'eau • Évaporation, autre (préciser), aucun
Générale/Bâtiments	Aucun descripteur de technologie

Traitement de l'eau

Dans la zone de traitement de l'eau, les effluents de l'usine sont traités et transformés en boues. La limite de l'intrant est l'alimentation en eau brute, et la limite de l'extrait est le collecteur d'alimentation en eau de l'usine. On procède dans cette zone à la clarification et à la filtration.

Traitement des effluents

Dans la zone de traitement des effluents, les effluents de l'usine sont traités et transformés en boues. Les limites de l'intrant sont les égouts sortant des autres zones de l'usine, tandis que la limite des extrants est le point de rejet des effluents traités et le bac de stockage des boues. On procède dans la zone à la clarification primaire, au traitement secondaire et à la déshydratation des boues.

De l'énergie thermique peut être utilisée pour la distillation à la vapeur des condensats de craquage. Le traitement biologique des effluents de l'usine ne requiert habituellement pas d'énergie thermique.

Consommation générale et des bâtiments

La zone des bureaux et autres installations inclut toute la consommation d'énergie non attribuée à d'autres zones. On retrouve dans cette zone les bureaux et les installations d'entretien.

Zones de conversion énergétique

C'est dans les zones de conversion énergétique que l'énergie achetée et l'énergie autogénérée sont converties en vapeur et en électricité, lesquelles seront utilisées dans les zones de fabrication ou vendues. Les zones de conversion énergétique sont décrites ci-après. Le tableau A-4 présente les descripteurs de technologie pour ces zones.

Tableau A-4 Descripteurs de technologie – zones de conversion énergétique

<i>Zones de production de vapeur</i>	
Chaudière électrique	<ul style="list-style-type: none"> Type de grille, lit fluidisé, chaudière préfabriquée, autre (préciser)
Chaudière de récupération	<ul style="list-style-type: none"> Contact direct, faible odeur, autre (préciser) Préciser boue noire brûlée, pourcentage de solides
Dégazeur	Aucun descripteur de technologie
<i>Zones de production d'énergie</i>	
Turbine à gaz – Électricité	Aucun descripteur de technologie
Turbine à gaz – Énergie mécanique	
Turbine à contrepression – Électricité	
Turbine à contrepression – Énergie mécanique	
Turbine à condensation – Électricité	
Turbine à condensation – Énergie mécanique	
Piles à combustible – Électricité	
Moteur alternatif (essence/diesel) – Électricité	
Moteur alternatif (essence/diesel) – Énergie mécanique	

Chaudière électrique

La chaudière électrique brûle des combustibles fossiles et des biocombustibles (déchets de bois, boues) pour produire de la vapeur et des cendres. La limite des intrants est constituée par :

- les installations de réception du combustible acheté;
- la pile de déchets de bois;
- le bac de stockage des boues.

Les limites des extrants sont le collecteur de vapeur et l'élimination des cendres. La zone inclut la manutention du combustible et des cendres ainsi que les chaudières.

De l'énergie thermique peut être utilisée pour réchauffer l'air et souffler la suie. La quantité d'énergie thermique utilisée est fonction de la taille de la chaudière. Les petites chaudières n'utilisent pas d'énergie thermique.

Chaudière de récupération de pâte kraft

La chaudière de récupération de pâte kraft produit de la vapeur et de la lessive verte de cuisson à partir de lessive noire concentrée. La limite de l'intrant est le bac de lessive noire, tandis que la limite des extrants est le collecteur de vapeur et le dissolvant de salin. La zone inclut la chaudière de récupération, l'appareil de précipitation et le dissolvant de salin.

L'énergie thermique est consommée par :

- les souffleurs de suie;
- les réchauffeurs d'air;
- le réchauffeur de boue noire brûlée;
- les gicleurs dissolvants de salin;
- le déplacement de la vapeur sur les ventilateurs de la chaudière ou la pompe d'eau d'alimentation.

Les chaudières de récupération exploitées selon les meilleures pratiques consomment 5 p. 100 de la vapeur produite pour le soufflage de la suie.

Chaudière de récupération de sulfite

La chaudière de récupération de sulfite brûle la lessive sulfite résiduaire concentrée pour produire de la vapeur, des résidus ou des cendres, et des gaz de combustion. La façon particulière dont se fait l'incinération est fonction du traitement au sulfite utilisé. À titre d'exemple, le choix de la base a une incidence sur la méthode d'incinération. La limite des intrants est la sortie du bac de lessive sulfite résiduaire concentrée, alors que la limite des extrants est le collecteur de vapeur et le dissolvant de salin ou le bac des cendres. On trouve dans cette zone, la chaudière de récupération de sulfite, l'appareil de précipitation et le bac de dissolution.

Dégazeur

Le dégazeur produit l'eau d'alimentation de la chaudière avec le condensat, l'eau d'appoint et la vapeur. La consommation d'énergie thermique est fonction de la quantité de condensat retourné ainsi que de la chaleur secondaire requise pour préchauffer l'eau d'alimentation de la chaudière et ce condensat retourné avant qu'ils n'entrent dans le dégazeur.

Zones de production d'énergie

Dans les zones de production d'énergie, le combustible et la vapeur servent à produire de l'électricité et de l'énergie mécanique.

Le combustible est utilisé dans les turbines à gaz, les piles à combustible et les moteurs à piston. La limite de l'intrant pour ces zones est l'alimentation en combustible (p. ex., conduites de gaz, réservoir de mazout), tandis que la limite de l'extrant est l'électricité ou l'énergie mécanique produite.

La vapeur est utilisée dans les turbines à contrepression et à condensation. La limite de l'intrant pour les turbines à vapeur est le collecteur de vapeur, tandis que la limite de l'extrant est l'électricité ou l'énergie mécanique produite. La vapeur d'échappement de la turbine à contrepression est récupérée et utilisée en cours de procédé. La vapeur d'échappement de la turbine à condensation est condensée.

ANNEXE B - EXEMPLES DE CALCULS

La présente section propose des exemples de calculs pour une usine produisant du papier journal à partir de la PTM. La consommation d'énergie est calculée selon la méthode décrite à la section 2. On divise d'abord l'usine en zones de traitement. On procède ensuite à la collecte, à l'attribution et au rapprochement des données sur l'énergie. Enfin, on calcule les valeurs d'énergie spécifique pour chaque zone de traitement.

La figure B-1 présente le diagramme d'une usine produisant du papier journal à partir de la PTM.

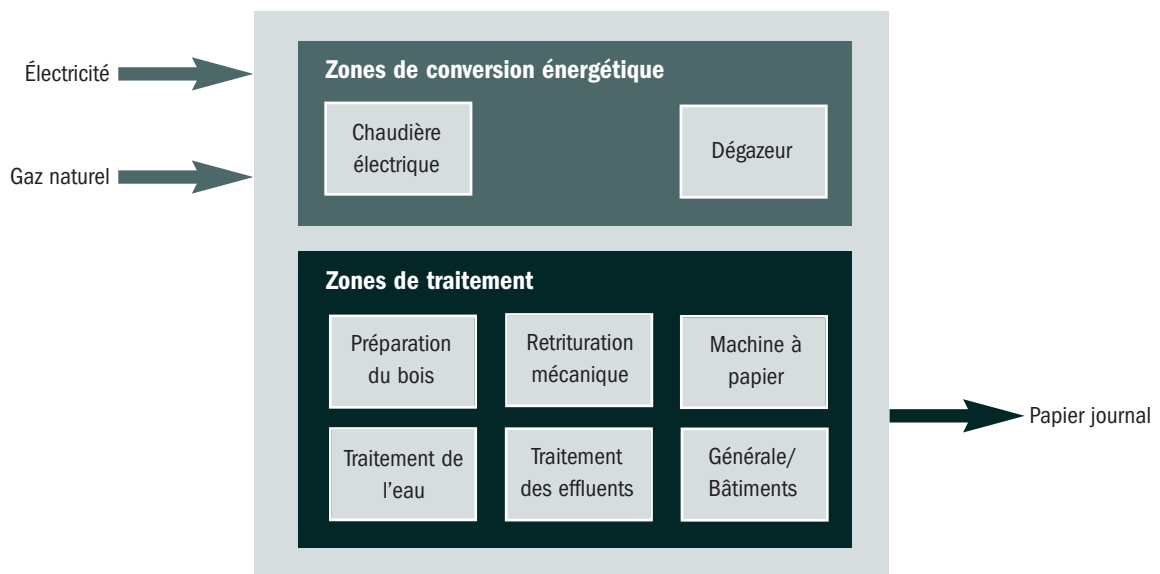
L'usine est divisée en plusieurs zones de conversion énergétique et de fabrication de pâte et de papier.

Dans la zone de conversion énergétique, le combustible acheté est converti en vapeur utilisée dans les zones de fabrication. Les zones de conversion énergétique incluent la chaudière électrique et le dégazeur.

Dans la zone de fabrication, les sources d'énergie (combustible, vapeur et électricité) et les fibres servent à la fabrication de papier journal. Cette zone inclut l'équipement et les traitements suivants :

- la préparation du bois;
- la mise en pâte mécanique;
- les machines à papier;
- le traitement de l'eau;
- le traitement des effluents;
- les zones générales (p. ex., bâtiments).

Figure B-1 Zones de conversion énergétique et de fabrication d'une usine produisant du papier journal à partir de la PTM



Les tableaux B-1 à B-3 renferment les données brutes, les données rapprochées et les énergies spécifiques d'une usine produisant du papier journal.

On présente dans le tableau B-1 les données sur l'énergie et les fibres ainsi que la qualité de ces données (A, B, C ou D) :

- A – instruments fiables bien étalonnés;
- B – instruments moins fiables;
- C – calcul du bilan de matière et d'énergie à partir de valeurs mesurées;
- D – estimation en l'absence de mesures.

Les données sur la production de fibres sont présentées pour les zones de préparation du bois, de mise en pâte mécanique et des machines à papier. La production totale de l'usine sert pour calculer les énergies spécifiques des autres zones.

Les énergies achetées (électricité et gaz naturel) sont les intrants énergétiques présentés au tableau B-1. La qualité des données de ces intrants énergétiques est « A » puisqu'ils ont été mesurés avec des instruments fiables bien étalonnés.

La qualité des données sur l'énergie produite et consommée dans les zones de fabrication et de conversion énergétique varie de « A » à « D ».

L'apport énergétique total est la somme des intrants énergétiques et de l'énergie produite dans les zones. La demande énergétique totale est la somme de l'énergie consommée dans les zones. L'apport énergétique total ne correspond pas à la demande totale en électricité, vapeur et condensat en raison d'erreurs de mesure avec les instruments et du recours à des estimations en l'absence de mesures.

Tableau B-1 Données sur la consommation d'énergie pour une usine de papier journal

	Électricité (GWh)	Combustible (TJ)	Vapeur (TJ)	Condensat (TJ)	Fibres produites ou attribuées
<i>Intrants</i>					
Électricité	119,85 A				Production totale* 39 326
Gaz naturel		206,31 A			Production totale* 39 326
<i>Énergie produite</i>					
Chaudière électrique			184,17 A		Production totale* 39 326
Dégazeur				54,57 C	Production totale* 39 326
Préparation du bois					Copeaux (t anhydre) 40 956
Mise en pâte mécanique			157,70 A	5,15 B	PTM (t anhydre) 39 907
Machines à papier				32,27 B	Papier journal* 39 326
Traitement des effluents					Production totale* 39 326
Traitement de l'eau					Production totale* 39 326
Générale/Bâtiments				3,72 B	Production totale* 39 326
Apport énergétique total	119,85	206,31	341,87	95,71	Production totale* 39 326
<i>Énergie consommée</i>					
Chaudière électrique		205,60 A	17,73 B	28,16 C	Production totale* 39 326
Dégazeur			23,50 B	41,14 B	Production totale* 39 326
Préparation du bois	0,55 B				Copeaux (t anhydre) 40 956
Mise en pâte mécanique	94,98 B		6,13 A	25,17 B	PTM (t anhydre) 39 907
Machines à papier	21,77 B		264,43 A		Papier journal* 39 326
Traitement des effluents	4,05 B				Production totale* 39 326
Traitement de l'eau	0,29 D				Production totale* 39 326
Générale/Bâtiments	3,60 C	0,71 B	22,57 A		Production totale* 39 326
Demande énergétique totale	125,24	206,31	334,34	94,47	Production totale* 39 326
Différence	- 5,39	0,00	7,52	1,24	
% de différence	- 4,50	0,00	2,20	1,30	

* (t séchée à l'air)

La qualité des données permet de pondérer les corrections requises pour effectuer le rapprochement des données sur l'énergie au tableau B-2. La valeur énergétique ne varie pas pour les données dont la qualité est « A ». Le pourcentage de variation des valeurs énergétiques est pondéré par 1 pour les données dont la qualité est « B », par 2 pour les données dont la qualité est « C » et par 4 pour les données dont la qualité est « D ».

À titre d'exemple, dans le tableau B-2, la valeur de l'électricité achetée ne change pas parce que la qualité des données est « A ».

La qualité des données pour la préparation du bois, la mise en pâte mécanique, les machines à papier et le traitement des effluents est « B ». Par conséquent, les valeurs sont réduites d'un coefficient de pondération de 4,2 p. 100.

La qualité des données pour les zones générales et les bâtiments est « C ». Les valeurs sont réduites de 8,4 p. 100 (2 fois 4,2 p. 100).

La qualité des données pour le traitement de l'eau est « D ». Les valeurs sont réduites de 16,8 p. 100 (4 fois 4,2 p. 100).

Des changements similaires sont apportés pour les données relatives à la vapeur et au condensat. Aucun changement n'a été apporté aux valeurs sur le combustible.

Tableau B-2 Données rapprochées sur l'énergie pour une usine de papier journal

	Électricité (GWh)	Combustible (TJ)	Vapeur (TJ)	Condensat (TJ)	Fibres produites ou attribuées
<i>Intrants</i>					
Électricité	119,85				Production totale* 39 326
Gaz naturel		206,31			Production totale* 39 326
<i>Énergie produite</i>					
Chaudière électrique			184,17		Production totale* 39 326
Dégazeur				54,07	Production totale* 39 326
Préparation du bois					Copeaux (t anhydre) 40 956
Mise en pâte mécanique			157,70	5,13	PTM (t anhydre) 39 907
Machines à papier				32,12	Papier journal* 39 326
Traitement des effluents					Production totale* 39 326
Traitement de l'eau					Production totale* 39 326
Générale/Bâtiments				3,71	Production totale* 39 326
Apport énergétique total	119,85	206,31	341,87	95,03	Production totale* 39 326
<i>Énergie consommée</i>					
Chaudière électrique		205,60	20,96	28,41	Production totale* 39 326
Dégazeur			27,79	41,33	Production totale* 39 326
Préparation du bois	0,53				Copeaux (t anhydre) 40 956
Mise en pâte mécanique	91,03		6,13	25,29	PTM (t anhydre) 39 907
Machines à papier	20,86		264,43		Papier journal* 39 326
Traitement des effluents	3,88				Production totale* 39 326
Traitement de l'eau	0,24				Production totale* 39 326
Générale/Bâtiments	3,30	0,71	22,57		Production totale* 39 326
Demande énergétique totale	119,85	206,31	341,87	95,03	Production totale* 39 326
Différence	0,00	0,00	0,00	0,00	

* (t séchée à l'air)

Les tableaux B-3 et B-4 montrent les énergies spécifiques. L'énergie spécifique de chaque zone a été calculée à partir des données rapprochées du tableau B-2.

L'énergie thermique consommée est égale à la vapeur consommée dans la zone moins le condensat retourné aux chaudières.

L'énergie thermique produite par la chaudière est égale à la vapeur produite moins le condensat (eau d'alimentation de la chaudière) consommé.

Le dégazeur produit l'eau d'alimentation de la chaudière à partir du condensat, de l'eau d'appoint et de la vapeur. L'énergie thermique qu'il produit est égale à l'eau d'alimentation de la chaudière produite moins le condensat et la vapeur consommés. Sa valeur de 0,67 GJ/t représente l'enthalpie de l'eau d'appoint moins les pertes de chaleur.

La consommation d'énergie de la chaudière électrique est exprimée en termes d'énergie thermique produite par la chaudière, présentée au tableau B-2.

Tableau B-3 Données sur l'énergie spécifique pour une usine de papier journal

	Électricité (kWh/t)	Combustible (GJ/t)	Vapeur (GJ/t)	Fibres produites ou attribuées	
<i>Intrants</i>					
Électricité	3 047,51			Production totale*	39 326
Gaz naturel		5,25		Production totale*	39 326
<i>Énergie produite</i>					
Chaudière électrique			3,96	Production totale*	39 326
Dégazeur			0,67	Production totale*	39 326
Préparation du bois				Copeaux (t anhydre)	40 956
Mise en pâte mécanique			3,32	PTM (t anhydre)	39 907
Machines à papier				Papier journal*	39 326
Traitement des effluents				Production totale*	39 326
Traitement de l'eau				Production totale*	39 326
Générale/Bâtiments				Production totale*	39 326
<i>Énergie consommée</i>					
Chaudière électrique		5,23	0,53	Production totale*	39 326
Dégazeur				Production totale*	39 326
Préparation du bois	12,94			Copeaux (t anhydre)	40 956
Mise en pâte mécanique	2 280,97		0,02	PTM (t anhydre)	39 907
Machines à papier	530,56		5,91	Papier journal*	39 326
Traitement des effluents	98,78			Production totale*	39 326
Traitement de l'eau	6,11			Production totale*	39 326
Générale/Bâtiments	83,88	0,02	0,48	Production totale*	39 326

* (t séchée à l'air)

Tableau B-4 Consommation d'énergie de la chaudière électrique

Consommation d'énergie (kWh/GJ) [†]	Consommation de combustible (GJ/GJ) [†]	Consommation d'énergie thermique (GJ/GJ) [†]
0,00	1,32	0,13

[†] L'énergie spécifique est l'énergie consommée divisée par l'énergie thermique produite.

ANNEXE C - INSTRUCTIONS POUR L'ANALYSE COMPARATIVE DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE

Cette annexe décrit les feuilles de calcul et les codes de données, et explique la manière d'entrer les données.

Feuilles de calcul

Le chiffrier Excel utilisé pour cette analyse comparative comprend les feuilles de calcul suivantes :

1. **Description du traitement** – Sert à spécifier les types d'intrants et d'extrants d'énergie et de fibres de l'usine, ainsi que les zones de traitement.
2. **Descripteurs de technologie** – Sert à entrer les descripteurs de technologie des zones de traitement définies dans la feuille de calcul Description du traitement.
3. **Données** – Sert à entrer les données énergie et fibres relativement aux intrants, extrants et zones de traitement.
4. **Données rapprochées** – Sert à afficher les données rapprochées d'après l'information entrée dans les trois premières feuilles de calcul.
5. **Énergie spécifique** – Sert à calculer et à afficher les énergies spécifiques d'après les données de la feuille de calcul Données rapprochées.
6. **Sommaire** – Sert à afficher le solde énergétique de l'usine.

Il faut entrer les données dans les trois premières feuilles de calcul : Description du traitement, Descripteurs de technologie et Données. Ces données seront automatiquement reportées avec leurs résultats dans les trois autres feuilles de calcul.

1. Feuille de calcul – Description du traitement

Cette feuille de calcul comprend deux sections :

- Intrants et extrants
- Zones de traitement

Chaque section comprend une série de codes associés aux activités de l'usine, comme ci-après.

1.1 Intrants et extrants

Entrez dans cette section les types de pâtes et papiers que l'usine manufacture et les intrants et extrants énergétiques.

- | | |
|--------------------|--|
| Codes A.1 à A.15 | Production de pâtes et papiers <ul style="list-style-type: none">• Pour chaque type de produit manufacturé par l'usine, cliquez sur la cellule correspondante dans la colonne C et, dans le menu déroulant, sélectionnez Oui. |
| Codes A.16 à A.19 | Pâte achetée <ul style="list-style-type: none">• Pour chaque type de pâte achetée par l'usine, cliquez sur la cellule correspondante dans la colonne C et, dans le menu déroulant, sélectionnez Oui. |
| Codes B.1 à B.18 | Énergie achetée <ul style="list-style-type: none">• Pour chaque type d'énergie achetée par l'usine, cliquez sur la cellule correspondante dans la colonne C et, dans le menu déroulant, sélectionnez Oui. |
| Codes B.20 à B.25 | Énergie autogénérée <ul style="list-style-type: none">• L'énergie autogénérée est constituée des biocombustibles (telle la liqueur usée) et de l'énergie hydraulique que génère l'usine. Elle n'inclut pas la vapeur ni l'électricité produites dans les zones de conversion énergétique.• Pour chaque type d'énergie autogénérée, cliquez sur la cellule correspondante dans la colonne C et, dans le menu déroulant, sélectionnez Oui.• Si l'usine génère de la liqueur usée (code B.22), cliquez sur la cellule correspondante dans la colonne D et, dans le menu déroulant, sélectionnez le procédé de cuisson chimique utilisé. |
| Codes B.27 et B.28 | Énergie vendue <ul style="list-style-type: none">• Pour chaque type d'énergie vendue par l'usine, cliquez sur la cellule correspondante dans la colonne C et, dans le menu déroulant, sélectionnez Oui. |

1.2 Zones de traitement

Entrez dans cette section les données relatives à chacune des quatre zones de traitement, comme ci-après :

- Codes C.1 à C.25 Zones de conversion énergétique
- Dans la colonne B, cliquez sur la première cellule et, dans le menu déroulant, sélectionnez un type de zone de conversion énergétique.
 - Répétez pour chaque zone ou type de conversion énergétique.
 - Pour chaque entrée dans la colonne B, sélectionnez la cellule correspondante dans la colonne C et inscrivez le nom de la zone.
- Codes D.1 à D.25 Zones de mise en pâte
- Sélectionnez le type de zone de mise en pâte à partir du menu déroulant des cellules jaunes correspondantes dans la colonne B.
 - Inscrivez le nom de la zone dans les cellules jaunes correspondantes de la colonne D.
 - Sélectionnez la fibre produite ou attribuée (bois, pâte) dans le menu déroulant des cellules jaunes correspondantes de la colonne D.
 - Certaines zones, notamment celle des évaporateurs kraft, ne manufacturent pas de produits fibreux. Le produit de ces zones est le produit fibreux associé à leur activité. Ainsi, le produit des évaporateurs kraft est la pâte kraft non blanchie produite durant la fabrication de la lessive noire.
- Codes E.1 à E.25 Zones de traitement de finition
- Sélectionnez le type de zone de traitement de finition à partir du menu déroulant des cellules jaunes correspondantes de la colonne B.
 - Entrez le nom de la zone à partir du menu déroulant des cellules jaunes correspondantes de la colonne C.
 - Sélectionnez la fibre produite ou attribuée (papier, carton, pâte) à partir du menu déroulant des cellules jaunes correspondantes de la colonne D.
- Codes F.1 à F.25 Zones de traitement communes
- Sélectionnez le type de zone de traitement commune à partir du menu déroulant des cellules jaunes correspondantes de la colonne B.
 - Entrez le nom de la zone à partir du menu déroulant des cellules jaunes correspondantes de la colonne C.

2. Feuille de calcul – Descripteurs de technologie

Cette feuille de calcul présente les descripteurs de technologie pour chaque zone de conversion énergétique et chaque zone de traitement. Les zones sont identifiées par leur

code, leur type et leur nom (colonnes A, B et C), tels que vous les aurez définis dans la feuille de calcul Description du traitement. Les types de descripteurs de technologie apparaissent dans les colonnes D, F, H et J au regard des codes C.1 à F.25.

Pour chacun des types de descripteurs de technologie inscrits dans les colonnes D, F, H, et J, cliquez sur la cellule jaune correspondante dans les colonnes E, G, H, et I, puis sélectionnez un descripteur à partir du menu déroulant ou entrez la valeur demandée. Si vous sélectionnez Autre, spécifiez une valeur.

3. Feuille de calcul – Données

Cette feuille de calcul contient les données énergie et fibre et comporte deux sections :

- Données – Intrants et production
- Données – Extrants et consommation

Les intrants, extrants et zones de traitement sont identifiés par leur code, leur type et leur nom (colonnes A, B et C), tels que vous les aurez définis dans la feuille de calcul Description du traitement. Les zones de traitement qui à la fois produisent et consomment de l'énergie auront des données dans l'une et l'autre section.

Entrez la période de constat dans la rangée 2 de cette feuille de calcul comme suit :

- cliquez sur la cellule E2 pour sélectionner le trimestre à partir du menu déroulant;
- cliquez sur la cellule F2 pour sélectionner l'année à partir du menu déroulant.

Cela fait, entrez les données dans la section Données – Intrants et production (rangée 2) et la section Données – Extrants et consommation (rangée 149), comme ci-après.

3.1 Données – Intrants et production

Les types d'énergie et de fibre énumérés dans cette section de la feuille de travail (codes A.16 à F.25) correspondent aux types spécifiés dans la feuille de calcul Description du traitement.

Dans chaque cellule jaune, entrez la valeur d'énergie ou de fibre. Pour chaque entrée au moyen d'un menu déroulant, sélectionnez la qualité des données. Entrez aussi les données suivantes :

- dans les colonnes D à K, les données énergie;
- dans les colonnes L à BS, les données fibre;
- dans les colonnes BT à CA, la fibre achetée;
- dans les colonnes CB à CM, la fibre attribuée.

Les zones évaporateurs de pâte chimique, chaudières de récupération, et caustification ne manufacturent pas de produits fibreux. La valeur de la fibre attribuée à ces zones correspond à la production de pâte chimique non blanchie qui est associée à la liqueur usée traitée.

3.2 Données – Extrants et consommation

Remplissez cette section de la feuille de calcul (codes A.1 à F.25) comme suit :

- dans les colonnes D à K, les données énergie;
- dans les colonnes L à BS, les données fibre;
- dans les colonnes BT à CA, la fibre achetée;
- dans les colonnes CB à CM, la fibre attribuée.

4. Feuille de calcul – Données rapprochées

Cette feuille de calcul affiche les données rapprochées. Aucune entrée de données n'est requise pour cette feuille de calcul.

5. Feuille de calcul – Énergie spécifique

Cette feuille calcule et affiche les énergies spécifiques d'après les données de la feuille de calcul Données rapprochées. Aucune entrée de données n'est requise pour cette feuille de calcul.

6. Feuille de calcul – Sommaire

Cette feuille de calcul affiche le solde énergétique de l'usine.

AVIS DE NON-RESPONSABILITÉ

Bien qu'un grand soin ait été mis à établir et à organiser l'information contenue dans les feuilles de calcul, Ressources naturelles Canada et la division PAPRICAN de FPInnovations ne sont pas responsables de quelque omission, erreur ou inexactitude que ce soit dans les résultats obtenus. L'utilisateur assume la responsabilité des conclusions tirées des données.