



FPInnovations

# Rapport spécial

## PSR 652

Juillet 2011

570, boulevard Saint-Jean, Pointe-Claire (Québec) H9R 3J9 Canada • 514-630-4100 • [www.fpinnovations.ca](http://www.fpinnovations.ca)

## Analyse comparative de la consommation d'énergie dans le secteur des pâtes et papiers pour 2008-2010

Bill Francis

FPInnovations – Division des pâtes et papiers  
Vancouver (Colombie-Britannique), Canada

**Disclosure for Commercial Application:** If your mill requires the assistance of an engineering consultant or supplier company to implement these findings, please contact Business Development Department to arrange for confidentiality provisions: [info@fpinnovations.ca](mailto:info@fpinnovations.ca)

**Divulguation aux fins d'application commerciale :** Si votre usine a besoin de l'aide d'un ingénieur-conseil ou d'un fournisseur pour mettre en œuvre les résultats de ces recherches, veuillez communiquer avec le service du développement des affaires afin d'établir les règles de confidentialité : [info@fpinnovations.ca](mailto:info@fpinnovations.ca)

# Rapport spécial

## **ANALYSE COMPARATIVE DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DANS LE SECTEUR DES PÂTES ET PAPIERS POUR 2008-2010**

**Bill Francis**

FPIInnovations, Vancouver (Colombie-Britannique), Canada

### **REMERCIEMENTS**

La réalisation de la présente étude comparative a été rendue possible grâce à un appui financier de Ressources naturelles Canada.

D'autres appuis financiers ont été accordés par Enbridge Gas Distribution inc., Union Gas Itée, BC Hydro, Fortis BC, Hydro-Québec et le Groupe d'intérêt sur les Solutions énergétiques pour les clients, de CEATI, incluant des contributions de Manitoba Hydro, de l'Ontario Power Authority et de SaskPower.

### **RÉSUMÉ**

Nous avons mené des analyses comparatives de la consommation d'énergie dans 35 usines produisant de la pâte, du papier et du carton avec des pâtes chimiques, mécaniques et recyclées durant la période allant de 2008 à 2010. La consommation d'énergie a été fournie par zones de traitement suivant une procédure élaborée pour l'Agence internationale de l'énergie. Les données concernant la consommation d'énergie par zone de traitement, plutôt que pour l'usine en entier, a permis de produire des analyses significatives sur la consommation d'énergie pour des usines ayant des méthodes de production et des configurations fort différentes. Les résultats ont été comparés à ceux obtenus lors d'une analyse similaire concernant la consommation d'énergie dans 49 usines de pâte, de papier et de carton entre 2002 et 2004.

### **MOTS-CLÉS**

USINES DE PÂTES, USINES DE PAPIER, ACTIVITÉS, CONSOMMATION D'ÉNERGIE, CONSIGNATION DE DONNÉES, EFFICACITÉ.

## Introduction

Nous avons mené des analyses comparatives de la consommation d'énergie dans 35 usines produisant de la pâte, du papier et du carton avec des pâtes chimiques, mécaniques et recyclées durant la période allant de 2008 à 2010. Une étude comparative similaire avait été menée pour 49 usines de pâte, de papier et de carton pour la période allant de 2002 à 2004 [1]. Dans le présent document, nous présentons les résultats de l'étude actuelle (2008 à 2010) et établissons des comparaisons avec les résultats de l'étude précédente (2002 à 2004).

## Méthodologie

La consommation d'énergie dans les usines de pâtes et papiers a été déclarée par les zones de traitement suivant une méthode décrite plus loin [2]. Cette méthode a été élaborée par une équipe de projet internationale dirigée par des chercheurs de FPInnovations dans le cadre d'un mandat de l'Agence internationale de l'énergie (AIE). Il s'agit d'une méthode similaire à celle qui avait été utilisée pour l'étude antérieure [3]. L'obtention de données concernant la consommation d'énergie par zone de traitement, plutôt que pour l'usine en entier, permet de produire des analyses significatives sur la consommation d'énergie pour des usines ayant des méthodes de production et des configurations fort différentes.

La consommation d'énergie pour les zones de traitement a été établie suivant les quatre étapes suivantes :

1. Division de l'usine en zones de traitement selon le produit.
2. Collecte de données concernant les intrants et extrants énergétiques, la production de fibres et la qualité des données pour l'ensemble de l'usine et pour chacune des zones de traitement.
3. Rapprochement des données; utilisation d'une évaluation de la qualité des données pour pondérer les corrections requises.
4. Calcul de la consommation d'énergie spécifique des zones de traitement d'après les données rapprochées.

## Zones de traitement

Les usines ont été divisées selon trois types de zones de traitement, à savoir conversion énergétique, fabrication de pâte et fabrication de papier. Chaque zone est définie selon son produit. La figure 1 montre les zones de traitement d'une usine de pâtes et papiers produisant du papier journal et de la pâte kraft commerciale avec des procédés thermomécanique et kraft.

Dans les zones de conversion énergétique (p. ex., chaudière électrique), l'énergie achetée et autoproduite est convertie en combustible, en vapeur et en électricité pour utilisation dans les zones de traitement ou pour la vente. Les zones de conversion énergétique sont définies selon leur produit énergétique (p. ex. vapeur). Parmi les sources d'énergie achetées figurent des combustibles, de l'électricité et de la vapeur. Parmi les sources d'énergie autoproduites figurent les combustibles de déchets de bois, les liqueurs résiduaires et l'énergie hydroélectrique.

Dans les zones de fabrication de pâte (p. ex. procédé kraft), des ressources en énergie et en fibres sont utilisées dans la production de produits fibreux intermédiaires tels que des copeaux de bois et de la pâte. Les zones de fabrication de pâte sont définies selon leur produit fibreux. Certaines zones, comme la zone

des évaporateurs kraft, ne produisent pas des produits fibreux. Le produit pour ces zones est le produit fibreux lié à leurs activités. Ainsi, le produit pour les évaporateurs kraft est la pâte kraft non blanchie obtenue lors de la production de liqueur résiduaire. Étant donné qu'elle est une partie intégrante de la production de la pâte kraft non blanchie, la chaudière de récupération de la pâte kraft fait partie de la zone de fabrication de pâte. La production pour chacune des zones est exprimée en tonnes anhydres.

Dans les zones de fabrication de produits (p. ex. machine à pâte), l'énergie et la pâte sont utilisées dans la production de produits fibreux finaux tels que la pâte, le papier et le carton commerciaux. La production pour ces zones est exprimée sous forme de produits finis, prêts pour la vente, qu'ils soient expédiés ou répertoriés. Certaines zones, comme la zone de traitement de l'eau, ne produisent pas de produits fibreux. Le produit pour ces zones correspond à la production de pâte, de papier et de carton commerciaux totale de l'usine. La production pour chacune des zones est exprimée en tonnes séchées à l'air (humidité de 10 %).

Les descripteurs de technologie ont été communiqués pour les zones de conversion énergétique, de fabrication de pâte et de fabrication de produits pour rendre compte de la consommation d'énergie des différentes technologies utilisées pour produire un même produit. Pour le procédé kraft, par exemple, la consommation d'énergie varie selon la technologie du lessiveur (p. ex. en discontinu ou en continu).

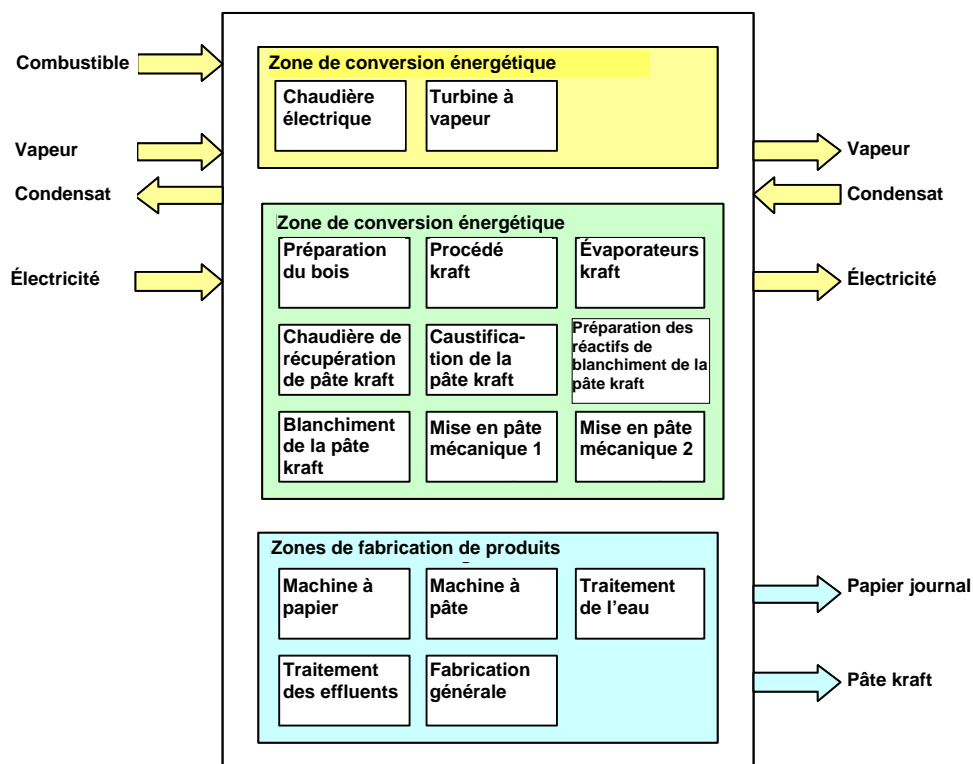


Figure 1. Diagramme d'une usine de pâtes et papiers présentant les zones de conversion énergétique, de fabrication de pâte et de fabrication de produits. Cette usine produit du papier journal et de la pâte kraft commerciale avec de la pâte thermomécanique (PTM) et de la pâte kraft.

### Collecte des données

Les données concernant l'énergie et les fibres ont été recueillies pour l'ensemble de l'usine et pour les zones de traitements, et ce, généralement durant quatre trimestres consécutifs. Les données ont été fournies séparément pour trois types d'énergie, en l'occurrence combustible, chaleur et électricité.

Trois types de combustibles ont été déclarés selon leur source : combustible fossile, biocombustible et autres combustibles (p. ex. pneus). Le contenu énergétique pour chaque type de combustible a été déclaré suivant le pouvoir calorifique supérieur.

Seule l'énergie thermique de grande valeur (température) a été déclarée, soit la vapeur, le condensat et l'eau chaude. L'eau chaude a été incluse pour permettre des analyses significatives dans quelques zones, p. ex. blanchiment de la pâte kraft, où la demande de chauffage peut être satisfaite par la vapeur ou par l'eau chaude propre produites ailleurs avec de la vapeur de condensation, comme celle émise par les évaporateurs kraft.

### Rapprochement des données

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. Mais en réalité, il est impossible d'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 a été déclarée avec la quantité d'énergie et de fibre. La qualité des données a été utilisée pour pondérer les corrections requises pour effectuer le rapprochement des données afin que les intrants et extrants énergétiques soient équilibrés. Les facteurs de la qualité des données et leur pondération sont fournis dans le tableau 1.

A. Instruments fiables bien étalonnés	0
B. Instruments moins fiables	1
C. Calcul du bilan de matière et d'énergie à partir de valeurs mesurées	2
D. Estimations en l'absence de mesures	4

### Calculs

La consommation d'énergie spécifique est le quotient de l'énergie consommée par une zone (p. ex. en kWh pour l'électricité) divisée par sa production (p. ex. tonnes anhydres de pâte kraft non blanchie). La production d'énergie spécifique est le quotient de l'énergie produite par une zone divisée par sa production. Les énergies spécifiques ont été calculées en utilisant les données rapprochées.

Trois autres valeurs énergétiques ont été calculées d'après les données rapprochées sur l'énergie : combustible total, vapeur nette et chaleur totale. Le combustible total consommé par une zone est la somme des combustibles fossiles, des biocombustibles et des autres combustibles consommés par la zone. La vapeur nette consommée par une zone est l'enthalpie de la vapeur consommée moins l'enthalpie du condensat renvoyé vers la zone de la chaudière. La vapeur nette produite par une zone est l'enthalpie de la vapeur produite moins l'enthalpie du condensat consommé. La chaleur totale consommée par une zone

est la somme de la vapeur nette consommée et de l'enthalpie de l'eau chaude consommée. La chaleur totale produite par une zone est la somme de la vapeur nette produite et de l'enthalpie de l'eau chaude produite.

## Résultats

### Analyse des données

Nous avons recueilli, sur une base trimestrielle, des données sur l'énergie et sur la production dans 35 usines. Ces données ont été amassées durant quatre trimestres consécutifs dans la plupart des usines. Vingt-trois de ces 35 usines ont également participé à l'analyse comparative de la consommation d'énergie antérieure [1]. La ventilation des usines selon le procédé de mise en pâte et le type de produit est présentée au tableau II. Plusieurs des usines dans la présente analyse comparative ont recours à de multiples procédés et fabriquent divers types de produits.

Tableau II. Ventilation des usines selon le procédé de mise en pâte et le type de produit.

Nombre total d'usines	35
Usines selon le procédé de mise en pâte	
Mise en pâte mécanique	18
Procédé kraft	14
Mise en pâte de recyclé	13
Procédé sulfite	1
Usines selon le type de produit	
Pâte	16
Papier autre que le papier journal	14
Papier journal	14
Carton	4

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<sup>e</sup> centile pour la différence entre les intrants et extrants énergétiques sont montrées au tableau III.

Tableau III. Qualité des données. Différence entre les intrants et extrants énergétiques dans le rapprochement des données.

	Intrants d'énergie – Extrants d'énergie (en %)	
	Moyenne	90 <sup>e</sup> centile
Combustible fossile	4,1	11,7
Biocombustible	0,7	2,1
Autres combustibles	0	0
Vapeur	5,7	15,6
Condensat	6,5	18,8
Eau chaude	0	0
Électricité	2,2	6,1

---

Les différences entre les intrants et extrants énergétiques pour la vapeur et l'électricité dans la présente analyse sont comparables à celles qui avaient été établies dans l'analyse antérieure [1]. Les différences pour les combustibles et le condensat étaient, quant à elles, plus importantes comparativement à celles observées dans l'analyse antérieure. À l'instar des conclusions de l'analyse comparative précédente, la plus grande différence a été observée pour la vapeur et le condensat. Aucune différence n'a été observée pour les autres combustibles et l'eau chaude, ces sources d'énergie ayant généralement été consommées dans une zone, et les valeurs de consommation ont été fixées en concordance avec les valeurs achetées ou produites.

L'attribution de l'électricité selon les différentes zones a posé certains problèmes, comme ce fut le cas pour l'analyse comparative précédente [1]. 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 exacte, mais sa répartition pour certaines zones de traitement n'était pas fiable pour certaines usines. Cependant, la consommation d'énergie a été mesurée correctement dans certaines zones de consommation ou de production d'électricité élevées, comme celles de la mise en pâte mécanique et des générateurs de vapeur.

En règle générale, la définition pour les zones de traitement dans la présente analyse et l'analyse antérieure était identique, ce qui a permis d'établir des comparaisons directes entre les résultats [1, 2]. La définition pour la chaudière de récupération de pâte kraft, la chaudière électrique et le blanchiment de la pâte kraft était toutefois différente dans les deux méthodes. Une définition commune de zone de traitement a été utilisée pour ces zones : les zones de la chaudière de récupération de pâte kraft et de la chaudière électrique incluaient la chaudière et le dégazeur, tandis que celle du blanchiment de la pâte kraft incluait le blanchiment et la préparation des réactifs de blanchiment. Comme ce fut le cas pour l'analyse précédente, les résultats sont dévoilés seulement pour les zones de traitement pour lesquelles des données ont été fournies par au moins trois entreprises afin de préserver la confidentialité.

## Zones de la fabrication de la pâte

La consommation et la production d'énergie spécifiques des zones de fabrication de la pâte sont présentées dans les tableaux IV à VII. Ces tableaux indiquent la consommation d'énergie pour le 25<sup>e</sup> centile, la médiane, le 75<sup>e</sup> centile et la moyenne pour chacune des zones. La consommation d'énergie moyenne pour une zone de traitement donnée est le quotient de l'énergie totale divisée par la production totale pour la zone de traitement dans toutes les usines. Les résultats détaillés, incluant la ventilation des sources d'énergie par zone de traitement, sont présentés à l'Annexe A. Les tableaux indiquent également la moyenne relevée dans l'analyse comparative antérieure [1].

Tableau IV. Consommation de combustibles totale pour les zones de fabrication de la pâte. La consommation de combustible pour la zone de la chaudière de récupération de la pâte kraft est le combustible fossile et le biocombustible; la consommation pour la zone de caustification de la pâte kraft comporte également d'autres combustibles. La zone de la chaudière de récupération de la pâte kraft comprend le dégazeur.

	Consommation de combustible totale (GJ/t anhydre)				
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne	Moyenne en 2004 [1]
Chaudière de récupération de pâte kraft – Odeur faible	24,3	27,7	31,0	27,4	26,7
Caustification de la pâte kraft	2,0	2,2	2,5	2,3	2,1

Tableau V. Production de combustibles totale pour les zones de fabrication de la pâte. La production de chaleur pour les évaporateurs kraft est l'eau chaude; la production de chaleur pour les autres zones est la vapeur nette. La zone de la chaudière de récupération de la pâte kraft comprend le dégazeur.

	Production de combustible totale (GJ/t anhydre)				
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne	Moyenne en 2004 [1]
Évaporateurs kraft – Contact indirect	0	0	0	0,2	0
Chaudière de récupération de pâte kraft – Odeur faible	18,4	19,6	22,1	20,0	19,4
Mise en pâte mécanique – PTM pour le papier journal	2,5	2,6	3,7	3,2	2,0
Mise en pâte mécanique – PTM pour le papier	0	0,9	4,5	2,6	1,2

Tableau VI. Consommation de chaleur totale pour les zones de fabrication de la pâte. La consommation de chaleur pour le blanchiment de la pâte kraft est l'eau chaude et la vapeur nette; la consommation de chaleur pour les autres zones est la vapeur nette. La zone de la chaudière de récupération de la pâte kraft comprend le dégazeur. Les zones de blanchiment de la pâte kraft comprennent la zone de préparation des réactifs de blanchiment de la pâte kraft.

	Consommation de chaleur totale (GJ/t anhydre)				
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne	Moyenne en 2004 [1]
Préparation du bois	0	0	0	0	0
Procédé kraft – Continu	2,6	3,5	4,0	3,2	2,9
Procédé kraft – Discontinu	4,4	4,5	5,2	5,1	4,8
Évaporateurs kraft – Contact indirect	5,4	6,6	8,2	6,2	5,5
Chaudière de récupération de pâte kraft – Odeur faible	3,2	4,1	5,2	4,4	4,2
Caustification de la pâte kraft	0,1	0,3	0,5	0,4	0,2
Blanchiment de la pâte kraft – Bois mou	2,2	2,9	3,5	3,3	3,6
Mise en pâte mécanique – PTM pour le papier journal	0,5	0,9	1,2	0,8	0,9
Mise en pâte mécanique – PTM pour le papier	0,1	0,3	0,8	0,6	0,6
Blanchiment au peroxyde mécanique	0	0,1	0,6	0,5	0,3
Mise en pâte de recyclé	0	0	0,3	0,2	0,4

Tableau VII. Consommation d'électricité totale pour les zones de fabrication de la pâte. La zone de la chaudière de récupération de la pâte kraft comprend le dégazeur. Les zones de blanchiment de la pâte kraft comprennent la zone de préparation des réactifs de blanchiment de la pâte kraft.

	Électricité consommée (kWh/t anhydre)				
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne	Moyenne en 2004 [1]
Préparation du bois	18	28	39	31	24
Procédé kraft – Continu	170	206	271	198	177
Procédé kraft – Discontinu	232	237	290	230	188
Évaporateurs kraft – Contact indirect	8	37	46	31	16
Chaudière de récupération de pâte kraft – Odeur faible	56	80	106	85	101
Caustification de la pâte kraft	25	36	54	39	38
Blanchiment de la pâte kraft – Bois mou	154	215	324	201	169
Mise en pâte mécanique – PTM pour le papier journal	2597	2659	2850	2600	2621
Mise en pâte mécanique – PTM pour le papier	2597	2799	3371	2907	2820
Blanchiment au peroxyde mécanique	59	90	132	104	169
Mise en pâte de recyclé	236	343	419	325	336

## Zones de fabrication de produits

La consommation et la production d'énergie spécifiques des zones de fabrication de produits sont présentées dans les tableaux IX et X. Les résultats détaillés, incluant la ventilation des sources d'énergie par zone de traitement, sont présentés à l'Annexe A. Les tableaux indiquent également la moyenne relevée dans l'analyse comparative antérieure [1].

Tableau IX. Consommation de chaleur totale pour les zones de fabrication de produits. La consommation de chaleur est la vapeur nette.

	Consommation de chaleur totale (GJ/t séchée à l'air)				
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne	Moyenne en 2004 [1]
Machine à papier – Papier journal	4,7	5,2	5,8	5,2	5,7
Machine à papier – Papier de pâte mécanique non couché	4,8	5,7	6,8	5,7	6,0
Machine à carton	3,5	4,1	4,7	3,9	7,5
Machine à pâte – Séchoir à vapeur	4,0	4,9	5,4	4,5	4,5
Traitement de l'eau	0	0	0	0	0
Traitement des effluents – Boues activées	0	0	0	0	0
Traitement des effluents – Étang aéré	0	0	0	0	0,2
Générale/Bâtiments	0	0,3	0,6	0,5	0,4

Tableau X. Consommation d'électricité pour les zones de fabrication de produits.

	Électricité consommée (kWh/t séchée à l'air)				
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne	Moyenne en 2004 [1]
Machine à papier – Papier journal	545	622	686	618	573
Machine à papier – Papier de pâte mécanique non couché	529	690	817	703	703
Machine à carton	276	338	397	309	561
Machine à pâte – Séchoir à vapeur	113	143	210	140	153
Traitement de l'eau	16	26	47	33	32
Traitement des effluents – Boues activées	24	41	55	43	54
Traitement des effluents – Étang aéré	43	51	68	52	65
Générale/Bâtiments	9	39	66	42	34

### Zones de conversion énergétique

La consommation et la production d'énergie spécifiques des zones de conversion énergétique sont présentées dans les tableaux XI à XIV. Les résultats détaillés, incluant la ventilation des sources d'énergie par zone de traitement, sont présentés à l'Annexe A. Les tableaux indiquent également la moyenne relevée dans l'analyse comparative antérieure [1].

Tableau XI. Consommation de combustible totale pour les chaudières électriques. La consommation de combustible est le combustible fossile, le biocombustible et les autres combustibles. La zone de la chaudière électrique comprend le dégazeur.

	Consommation de combustible totale (GJ/GJ)				
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne	Moyenne en 2004 [1]
Chaudière électrique	1,1	1,3	1,5	1,4	1,4

Tableau XII. Consommation de chaleur totale pour les chaudières électriques. La consommation de chaleur est la vapeur nette. La zone de la chaudière électrique comprend le dégazeur.

	Consommation de chaleur totale (GJ/GJ)				
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne	Moyenne en 2004 [1]
Chaudière électrique	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Tableau XIII. Consommation d'électricité totale pour les chaudières électriques. La zone de la chaudière électrique comprend le dégazeur.

	Électricité consommée (GJ/GJ)				
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne	Moyenne en 2004 [1]
Chaudière électrique	4	8	17	9	7

Tableau XIV. Consommation de chaleur totale pour les turbines à vapeur. La consommation de chaleur est la vapeur nette.

	Consommation de chaleur totale (MJ/kWh)				
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne	Moyenne en 2004 [1]
Turbine à vapeur – À contrepression	3,7	3,7	3,9	3,9	4,0
Turbine à vapeur – À condensation	5,9	9,2	12,6	7,5	8,9

## Analyse

L'observation la plus frappante dans les résultats est le degré de similarité des valeurs d'énergie spécifique dans la présente analyse comparative et dans l'étude antérieure [1]. Hormis pour les zones de faible consommation d'énergie, des différences importantes (niveau de confiance de 95 %) ont été observées pour seulement trois zones de traitement, à savoir celles de mise en pâte mécanique – PTM pour le papier journal, de mise en pâte mécanique – PTM pour le papier et de machine à carton. Des différences notables ont été relevées pour d'autres zones, celle des évaporateurs kraft – contact indirect, par exemple, mais elles étaient de petite envergure au regard de la gamme de valeurs.

Pour le raffinage de la PTM dans les zones de papier journal, la production de chaleur spécifique moyenne est passée de 2 à 3,2 GJ/t anhydre. Cette hausse s'explique par l'augmentation, de 58 à 92 %, de la production de pâte dans les circuits de raffinage avec récupération de chaleur. Une hausse a également été observée pour le raffinage de la PTM dans les zones de papier, la production de chaleur spécifique moyenne y ayant passé de 1,2 à 2,6 GJ/t anhydre. Cette hausse s'explique par l'augmentation, de 40 à 63 %, de la production de pâte dans les circuits de raffinage avec récupération de chaleur.

Quatre machines à carton sont concernées par la présente analyse comparative, tandis que ce nombre s'était établi à cinq pour l'étude précédente. La consommation de chaleur spécifique moyenne est passée de 7,5 à 3,9 GJ/t séchée à l'air. Quant à elle, la consommation d'électricité spécifique moyenne est passée de 561 à 309 kWh/t séchée à l'air. Toutefois, trois des machines à carton de l'analyse comparative antérieure produisaient du carton couché, alors qu'aucune des machines à carton de la présente étude n'en produit. Ces trois machines à carton consommant davantage d'énergie, un tel résultat était donc attendu.

Des différences ont été notées entre les deux analyses comparatives en ce qui concerne la technologie des procédés, peu importe le degré de consommation d'énergie, pour la fabrication d'un même produit – p. ex. procédé kraft (en discontinu ou en continu) et évaporateurs kraft (contact direct ou indirect). Ces dissemblances s'expliquent en partie par la participation à l'analyse d'usines et en partie par la fermeture de zones de traitement qui affichaient une consommation d'énergie plus élevée. Des différences ont été observées dans la production de papier de pâte mécanique de papier journal à papier de pâte mécanique couché et non couché en raison, entre autres, de conversions et de fermetures de machines à papier journal.

## Conclusions

- Des données sur la consommation et la production d'énergie pour des zones de traitement précises de 35 usines de pâtes et papiers ont été présentées.
- Dans la plupart des zones de traitement, les valeurs d'énergie spécifique étaient comparables à celles qui avaient été établies dans l'analyse comparative antérieure, laquelle concernait la période allant de 2002 à 2004.
- Une augmentation a été relevée dans la production de chaleur spécifique pour la zone de mise en pâte mécanique. Cette hausse est attribuable au fait qu'un plus grand nombre de circuits de raffinage récupérait de la chaleur.
- Des différences ont été remarquées en ce qui concerne la technologie des procédés pour la fabrication d'un même produit, peu importe le degré de consommation d'énergie.

## Références

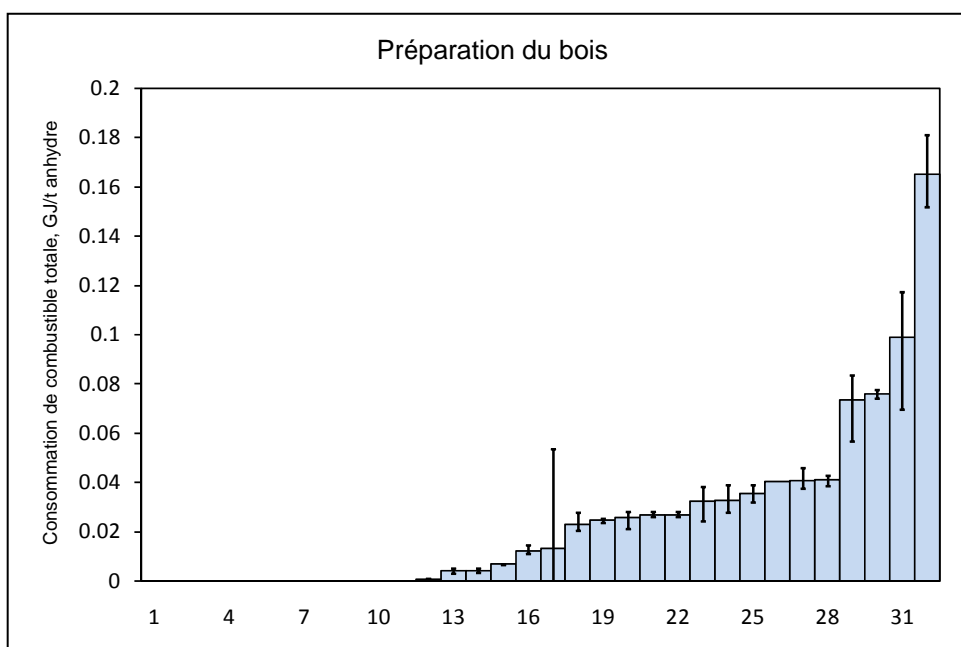
1. Francis, D.W. et Towers, M.T., *Analyse comparative de la consommation d'énergie dans le secteur des pâtes et papiers*, PRR 1762, juin 2005.
2. Francis, D.W. et Browne, T.C., *Reporting Guidelines for Energy Use in Pulp and Paper Operations*, PSR 589, février 2008.
3. Francis, D.W., *Method for Benchmarking Energy Use in Pulp and Paper Operations*, PPR 1596, mai 2002.

## Annexe A : Données sur l'énergie pour les zones de traitement

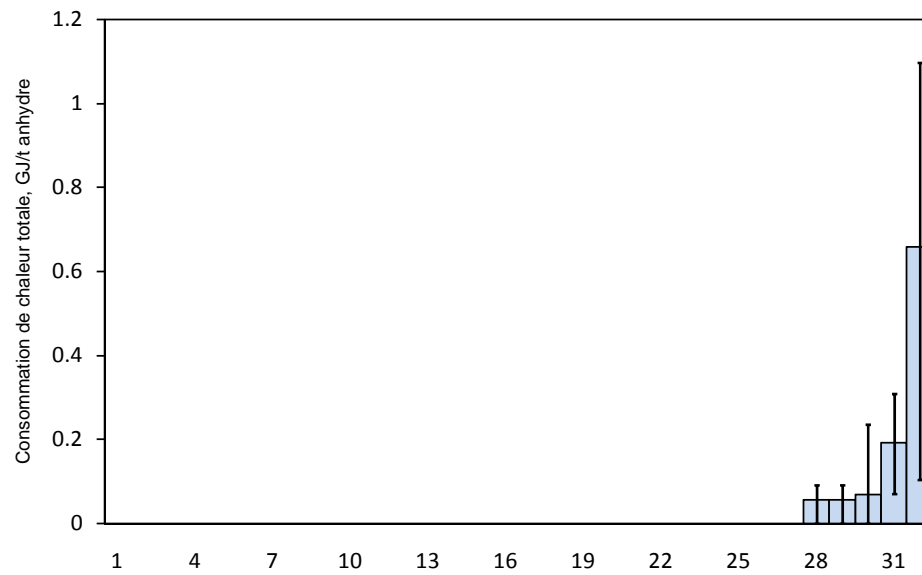
Les données sur l'énergie pour les zones de fabrication de la pâte, de fabrication de produits et de conversion énergétique sont présentées dans les tableaux et figures qui suivent. Dans les figures, les colonnes indiquent la consommation ou la production d'énergie annuelle. Les traits indiquent la gamme des valeurs trimestrielles.

### Préparation du bois

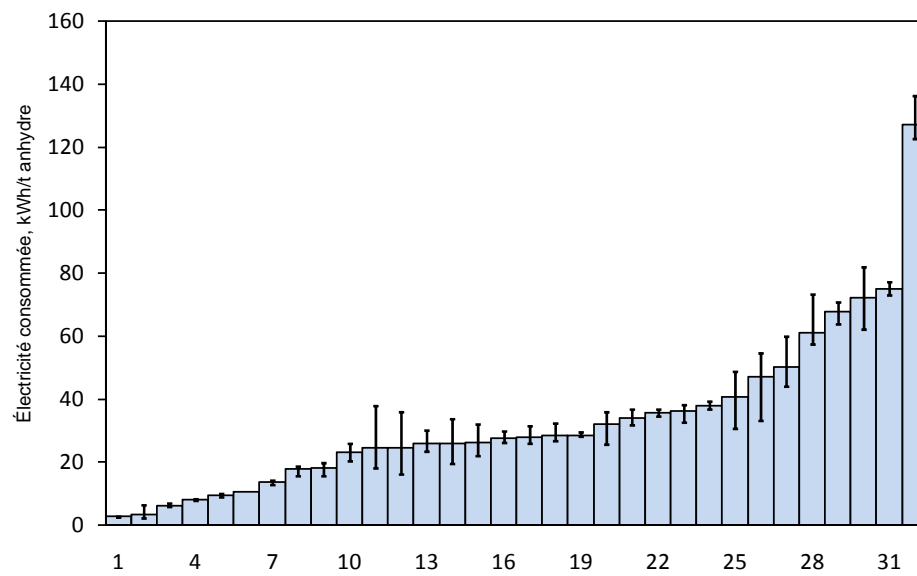
Zone	Préparation du bois			
Nombre	32			
Production (t anhydre)	11 501			
	551			
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne
Consommation de combustible totale (GJ/t anhydre)	0	0,01	0,03	0,02
Combustible fossile consommé (GJ/t anhydre)	0	0,01	0,03	0,02
Biocombustible consommé (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Autres combustibles consommés (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Consommation de chaleur totale (GJ/t anhydre)	0	0	0	0,03
Vapeur nette consommée (GJ/t anhydre)	0	0	0	0,03
Eau chaude consommée (GJ/t anhydre)	0	0	0	0,01
Électricité consommée (kWh/t anhydre)	18	28	39	31



## Préparation du bois

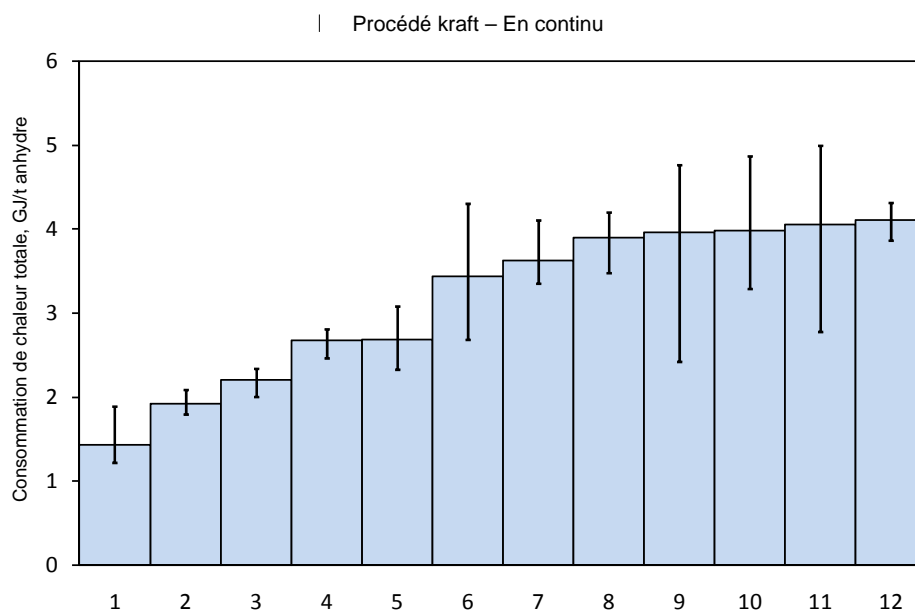


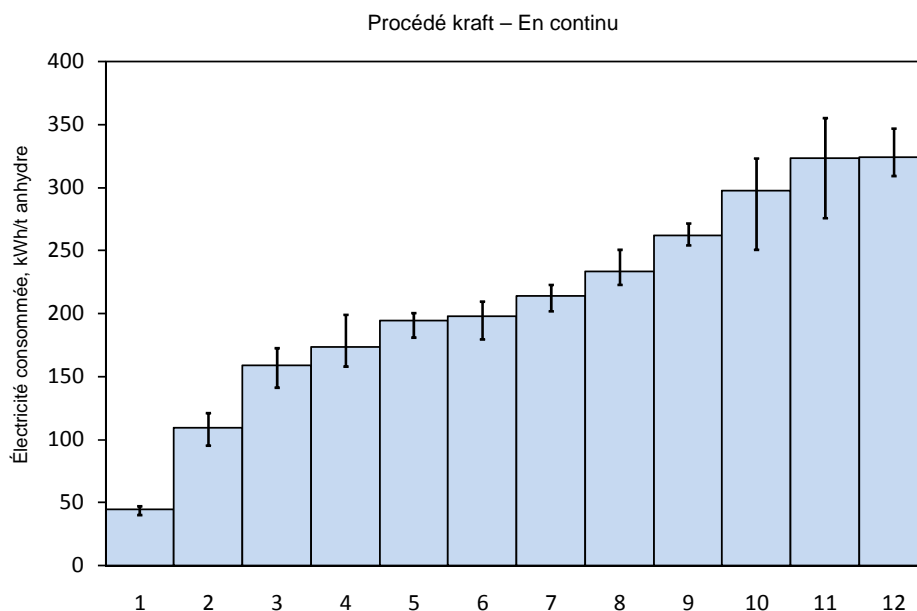
## Préparation du bois



## Procédé kraft – En continu

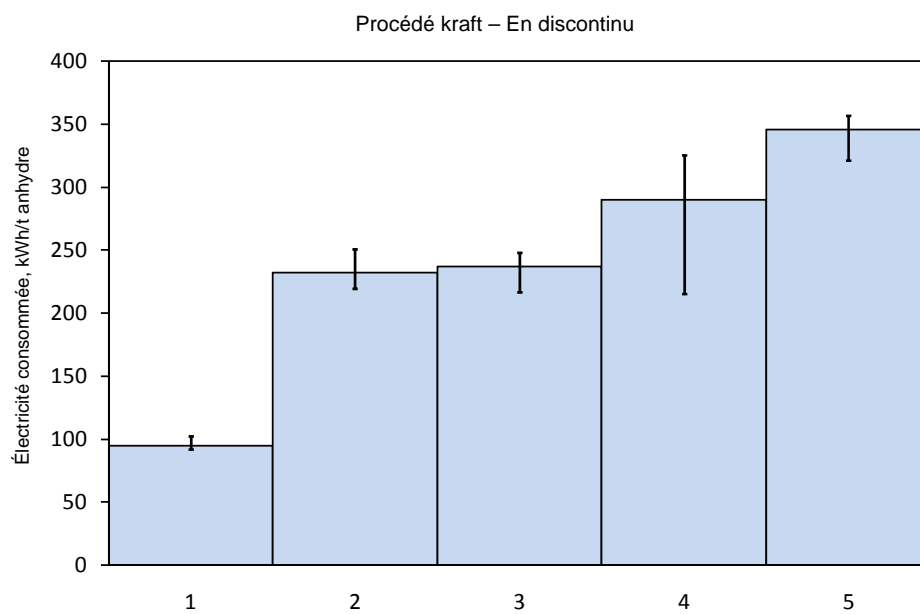
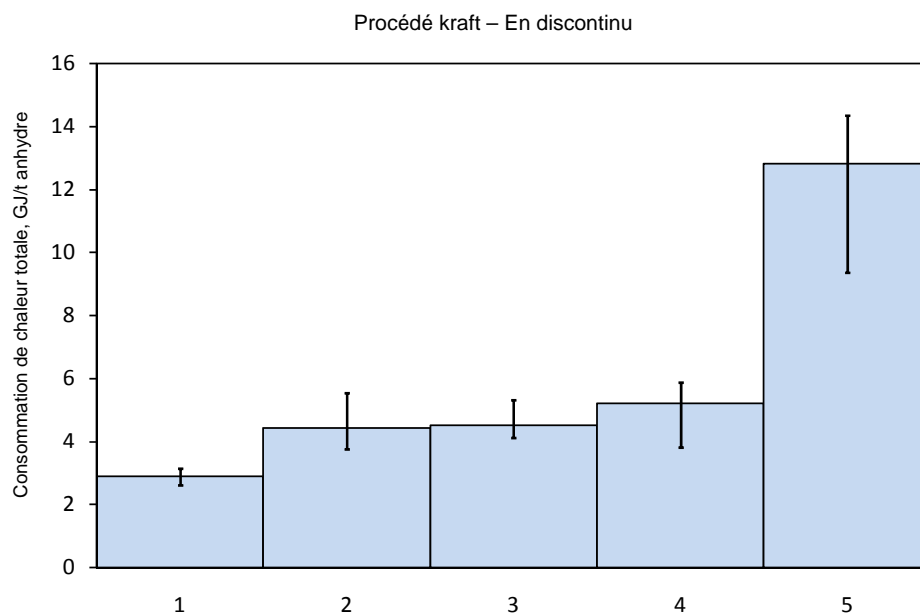
Zone	Procédé kraft – En continu			
Nombre	12			
Production (t anhydre)	3 117 527			
	25° centile	Médiane	75° centile	Moyenne
Consommation de combustible totale (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Combustible fossile consommé (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Biocombustible consommé (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Autres combustibles consommés (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Consommation de chaleur totale (GJ/t anhydre)	2,56	3,54	3,97	3,16
Vapeur nette consommée (GJ/t anhydre)	2,56	3,54	3,97	3,16
Eau chaude consommée (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Électricité consommée (kWh/t anhydre)	170	206	271	198





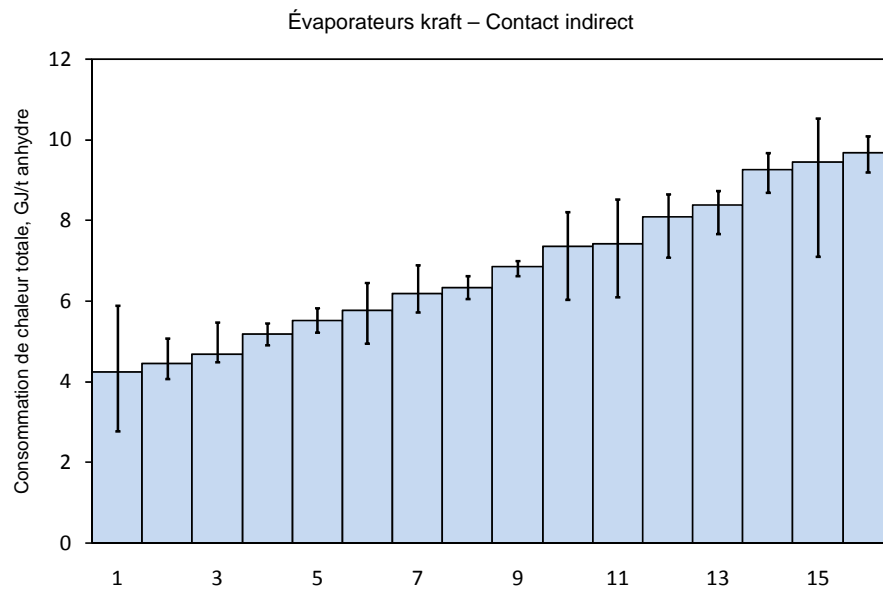
### Procédé kraft – En discontinu

Zone	Procédé kraft – En discontinu			
Nombre	5			
Production (t anhydre)	666 094			
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne
Consommation de combustible totale (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Combustible fossile consommé (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Biocombustible consommé (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Autres combustibles consommés (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Consommation de chaleur totale (GJ/t anhydre)	4,44	4,53	5,21	5,05
Vapeur nette consommée (GJ/t anhydre)	4,44	4,53	5,21	5,05
Eau chaude consommée (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Électricité consommée (kWh/t anhydre)	232	237	290	230

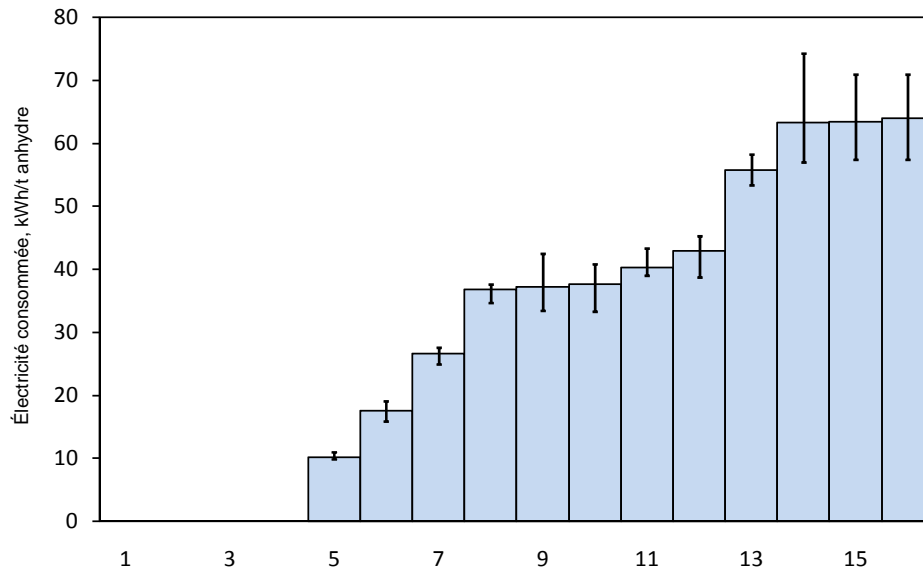


## Évaporateurs kraft – Contact indirect

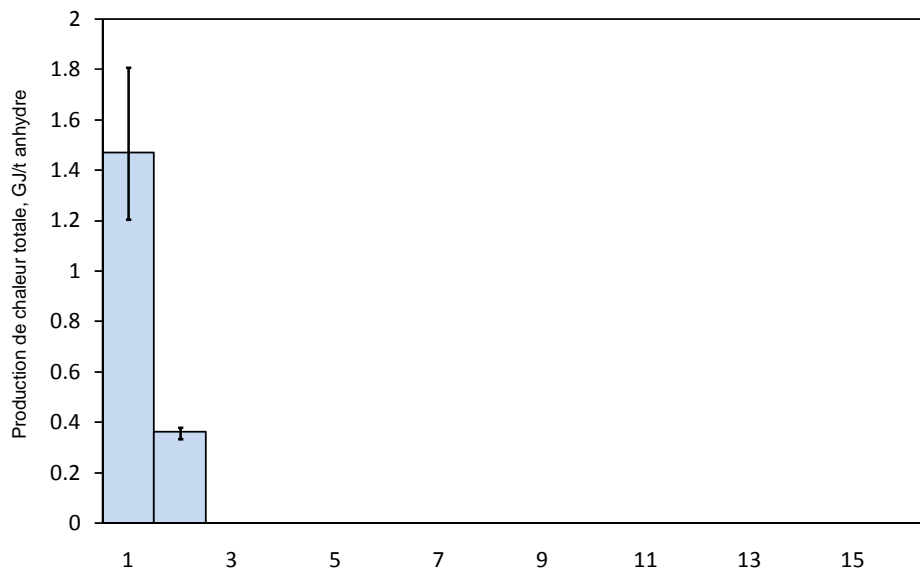
Zone	Évaporateurs kraft – Contact indirect			
Nombre	16			
Production (t anhydre)	3 607 746			
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne
Consommation de combustible totale (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Combustible fossile consommé (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Biocombustible consommé (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Autres combustibles consommés (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Consommation de chaleur totale (GJ/t anhydre)	5,43	6,60	8,17	6,20
Vapeur nette consommée (GJ/t anhydre)	5,43	6,60	8,17	6,20
Eau chaude consommée (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Électricité consommée (kWh/t anhydre)	8	37	46	31
Production de chaleur totale (GJ/t anhydre)	0	0	0	0,15
Vapeur nette produite (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Eau chaude produite (GJ/t anhydre)	0	0	0	0,15



Évaporateurs kraft – Contact indirect

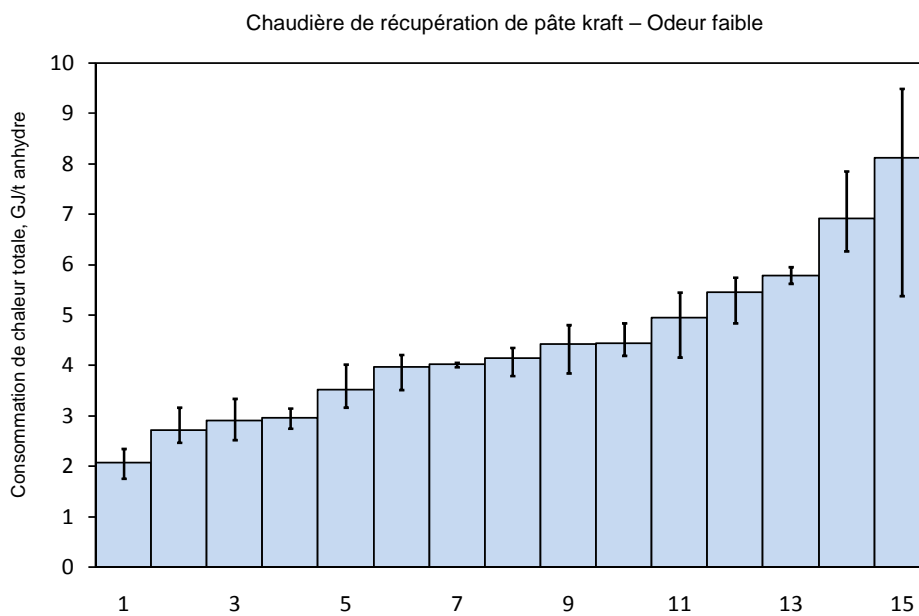
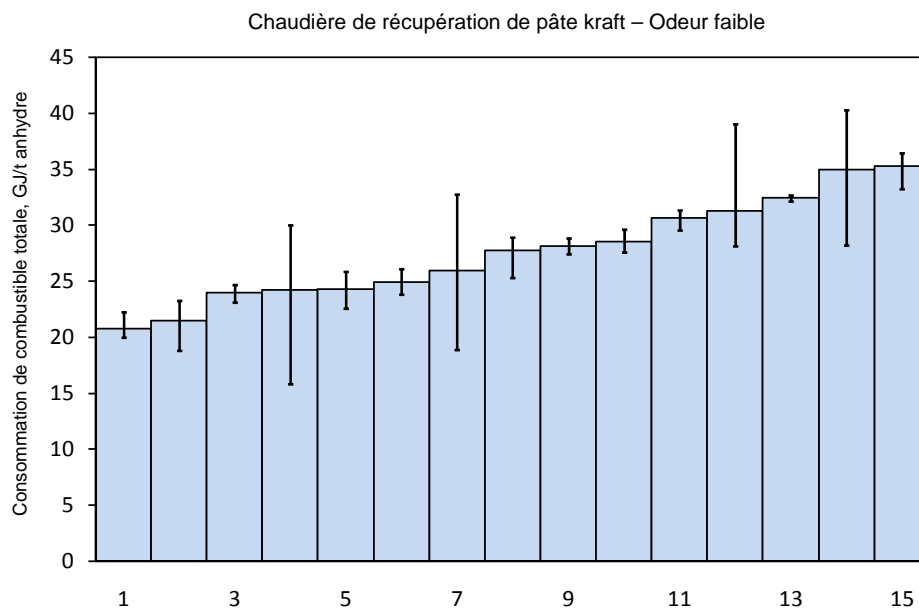


Évaporateurs kraft – Contact indirect

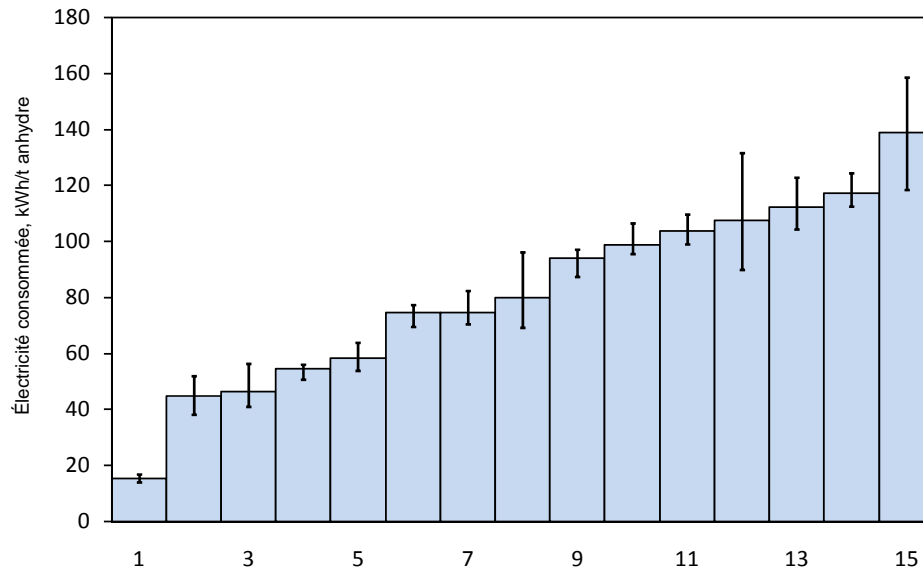


### Chaudière de récupération de pâte kraft – Odeur faible

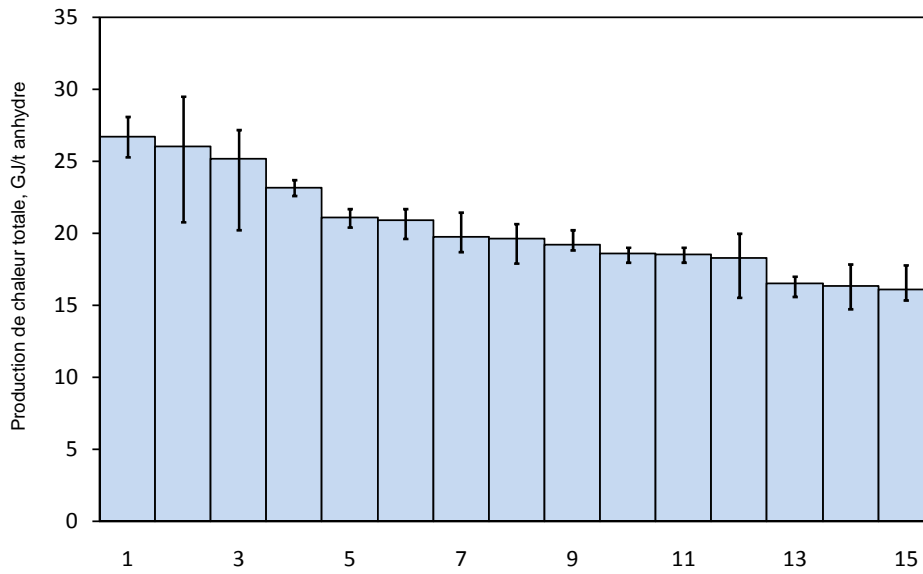
Zone	Chaudière de récupération de pâte kraft – Odeur faible			
Nombre	15			
Production (t anhydre)	3 607 746			
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne
Consommation de combustible totale (GJ/t anhydre)	24,26	27,75	30,99	27,36
Combustible fossile consommé (GJ/t anhydre)	0,07	0,38	0,64	0,45
Biocombustible consommé (GJ/t anhydre)	24,12	26,52	30,45	26,91
Autres combustibles consommés (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Consommation de chaleur totale (GJ/t anhydre)	3,24	4,15	5,20	4,39
Vapeur nette consommée (GJ/t anhydre)	3,24	4,15	5,20	4,39
Eau chaude consommée (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Électricité consommée (kWh/t anhydre)	56	80	106	85
Production de chaleur totale (GJ/t anhydre)	18,41	19,64	22,13	19,99
Vapeur nette produite (GJ/t anhydre)	18,41	19,64	22,13	19,99
Eau chaude produite (GJ/t anhydre)	0	0	0	0



Chaudière de récupération de pâte kraft – Odeur faible



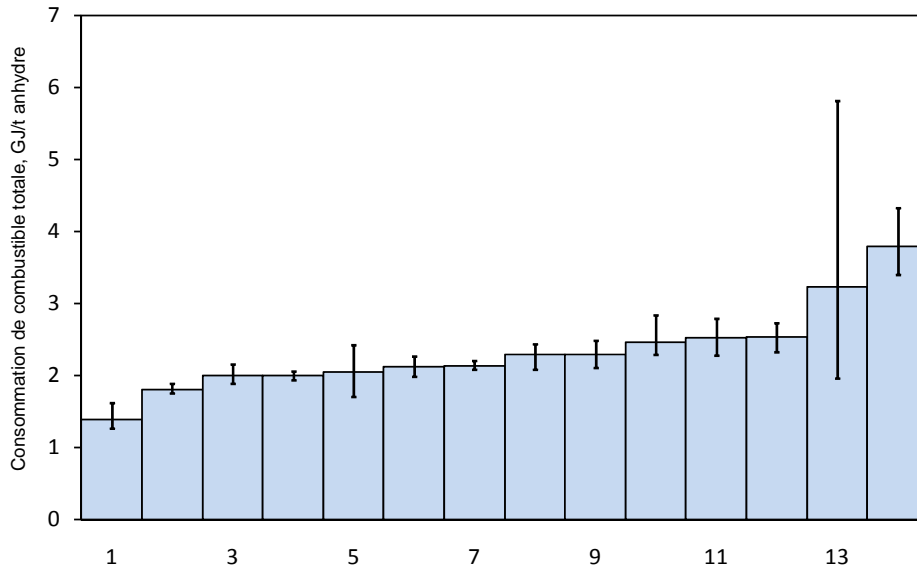
Chaudière de récupération de pâte kraft – Odeur faible



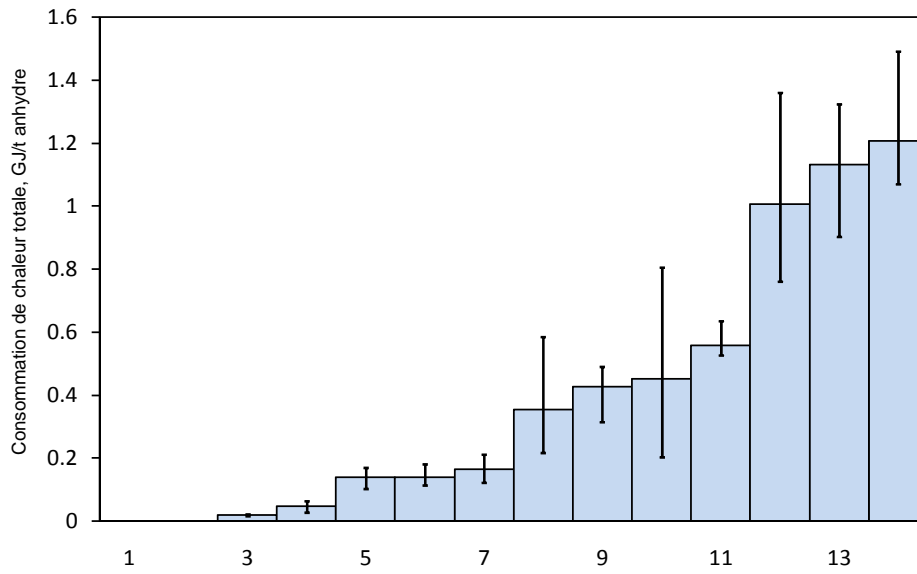
### Caustification de la pâte kraft

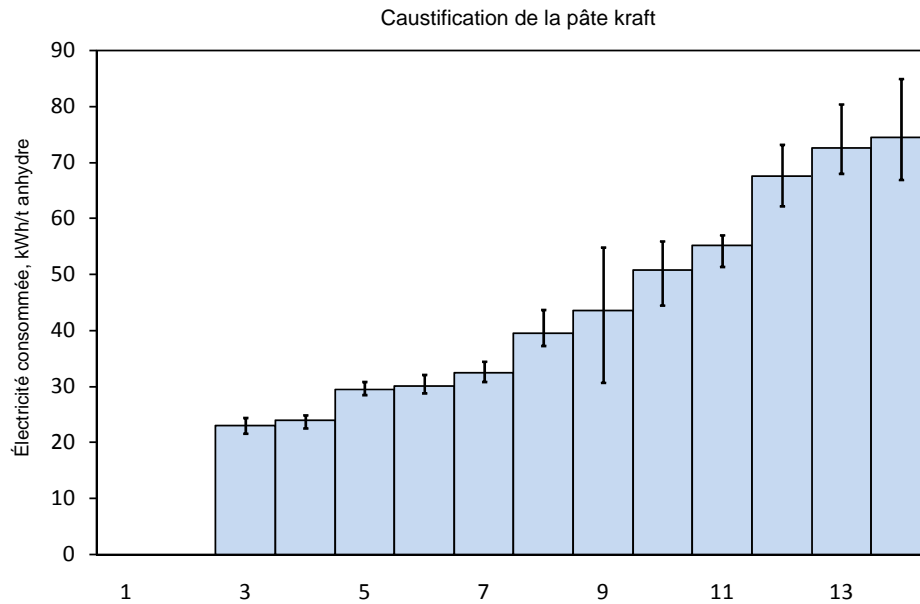
Zone	Caustification de la pâte kraft			
Nombre	14			
Production (t anhydre)	3 879 216			
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne
Consommation de combustible totale (GJ/t anhydre)	2,01	2,21	2,51	2,31
Combustible fossile consommé (GJ/t anhydre)	1,92	2,09	2,51	2,16
Biocombustible consommé (GJ/t anhydre)	0	0	0	0,11
Autres combustibles consommés (GJ/t anhydre)	0	0	0	0,04
Consommation de chaleur totale (GJ/t anhydre)	0,07	0,26	0,53	0,39
Vapeur nette consommée (GJ/t anhydre)	0,07	0,21	0,52	0,37
Eau chaude consommée (GJ/t anhydre)	0	0	0	0,02
Électricité consommée (kWh/t anhydre)	25	36	54	39

Caustification de la pâte kraft



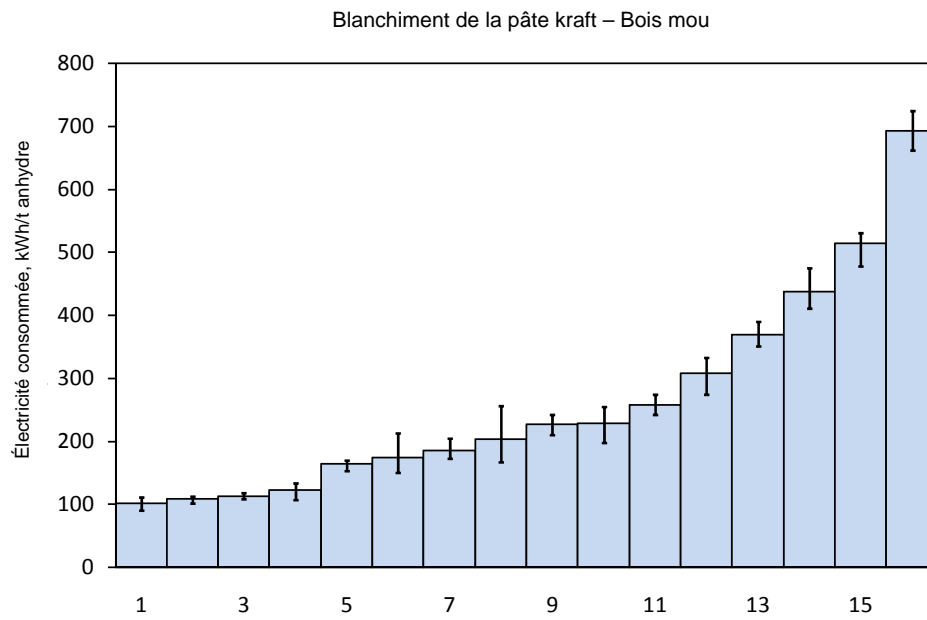
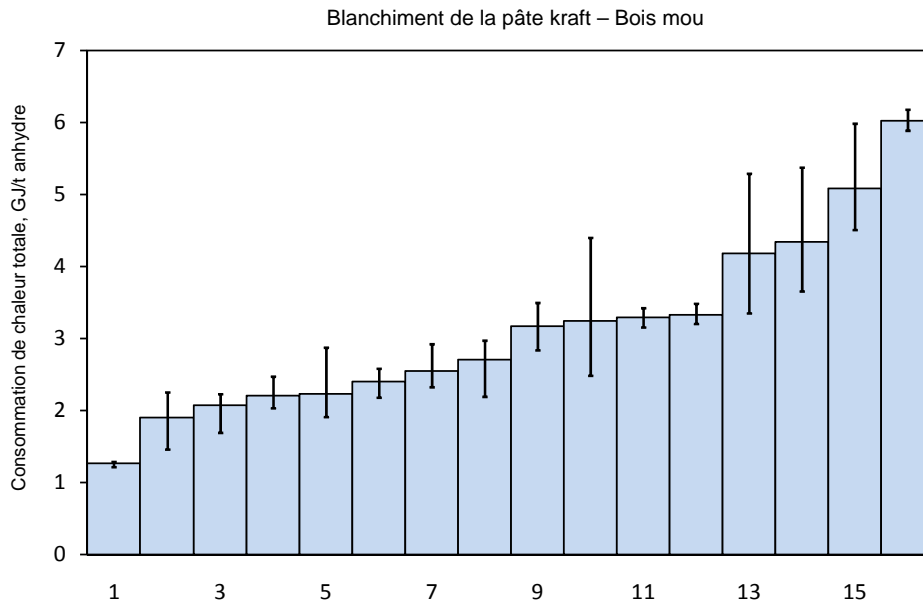
Caustification de la pâte kraft





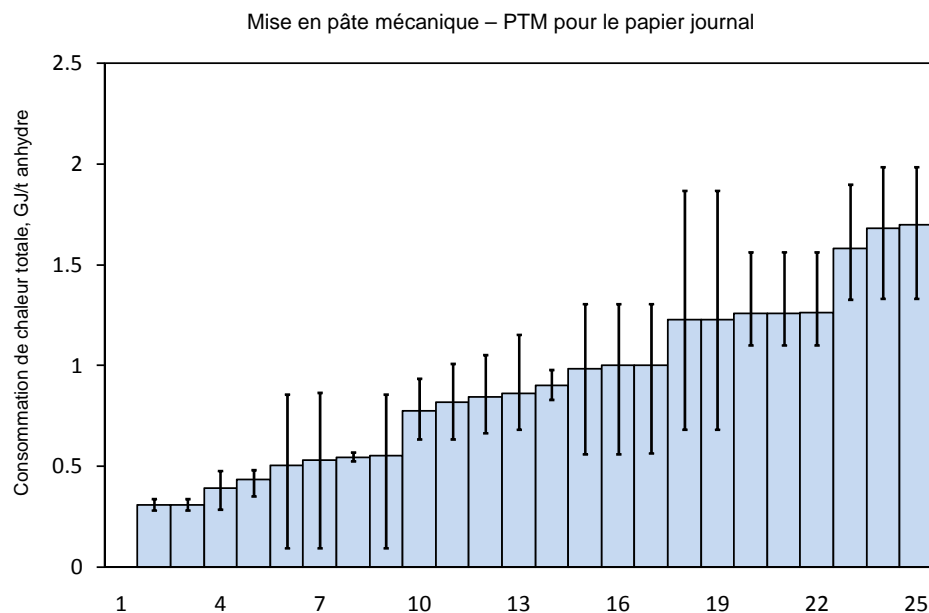
### Blanchiment de la pâte kraft – Bois mou

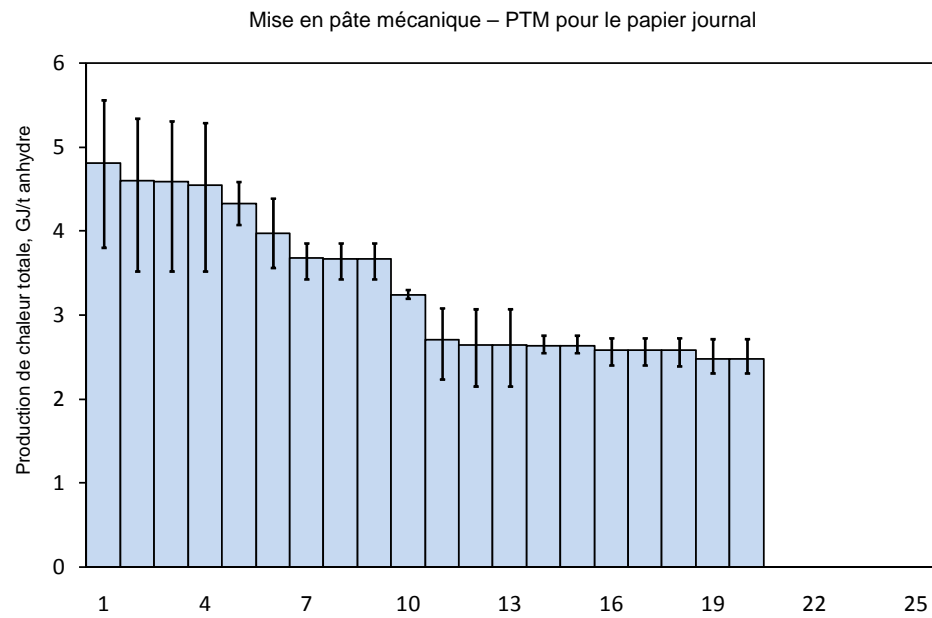
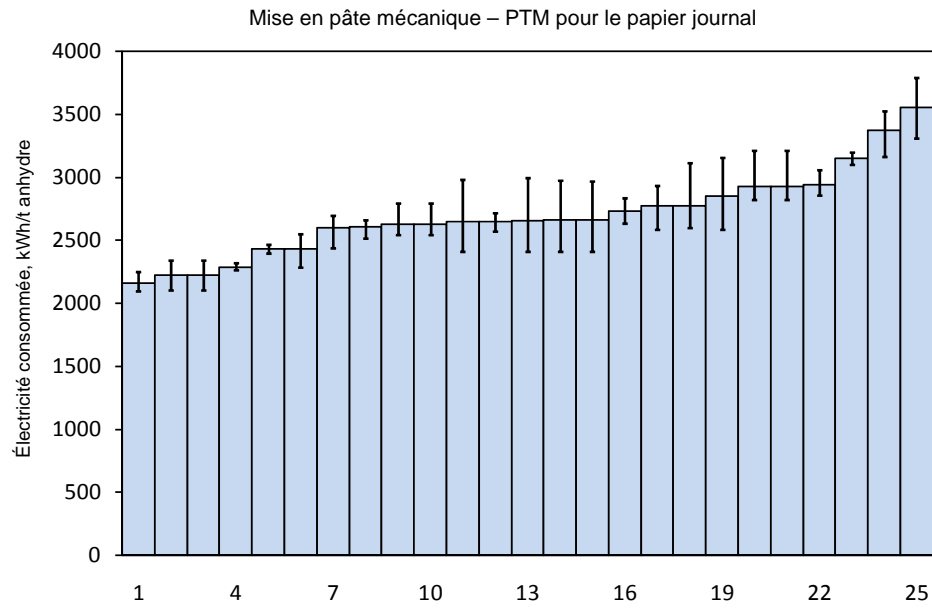
Zone	Blanchiment de la pâte kraft – Bois mou			
Nombre	16			
Production (t anhydre)	3 436 008			
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne
Consommation de combustible totale (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Combustible fossile consommé (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Biocombustible consommé (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Autres combustibles consommés (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Consommation de chaleur totale (GJ/t anhydre)	2,23	2,94	3,54	3,35
Vapeur nette consommée (GJ/t anhydre)	2,39	3,14	4,78	3,04
Eau chaude consommée (GJ/t anhydre)	0	0	0	0,31
Électricité consommée (kWh/t anhydre)	154	215	324	201

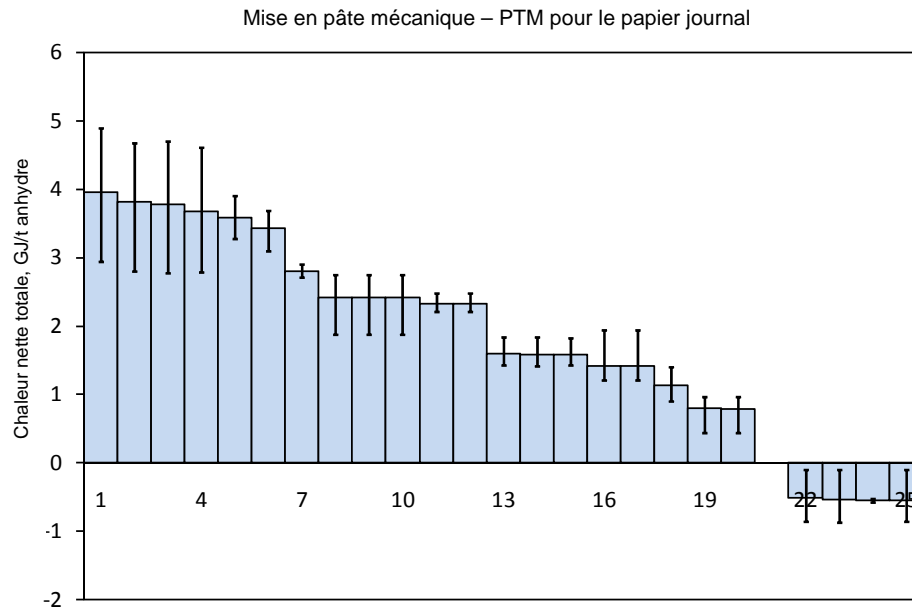


## Mise en pâte mécanique – PTM pour le papier journal

Zone	Mise en pâte mécanique – PTM pour le papier journal			
Nombre	25			
Production (t anhydre)	2 138 475			
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne
Consommation de combustible totale (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Combustible fossile consommé (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Biocombustible consommé (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Autres combustibles consommés (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Consommation de chaleur totale (GJ/t anhydre)	0,53	0,86	1,23	0,80
Vapeur nette consommée (GJ/t anhydre)	0,53	0,86	1,23	0,80
Eau chaude consommée (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Électricité consommée (kWh/t anhydre)	2597	2659	2850	2600
Production de chaleur totale (GJ/t anhydre)	2,48	2,64	3,68	3,19
Vapeur nette produite (GJ/t anhydre)	2,48	2,64	3,68	3,19
Eau chaude produite (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Chaleur nette totale (GJ/t anhydre)	0,80	1,59	2,81	2,39
Chaleur nette totale = chaleur produite totale - chaleur consommée totale				



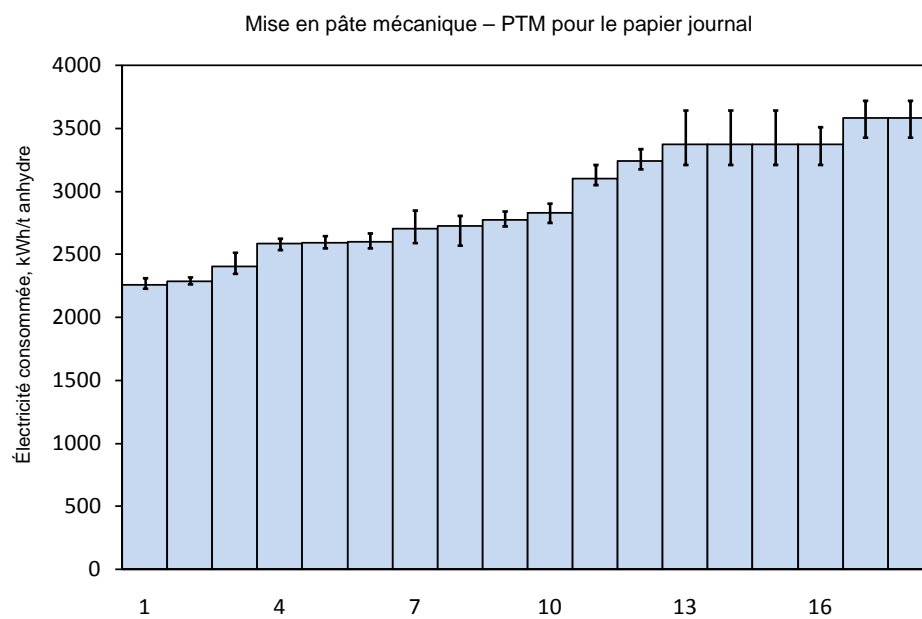
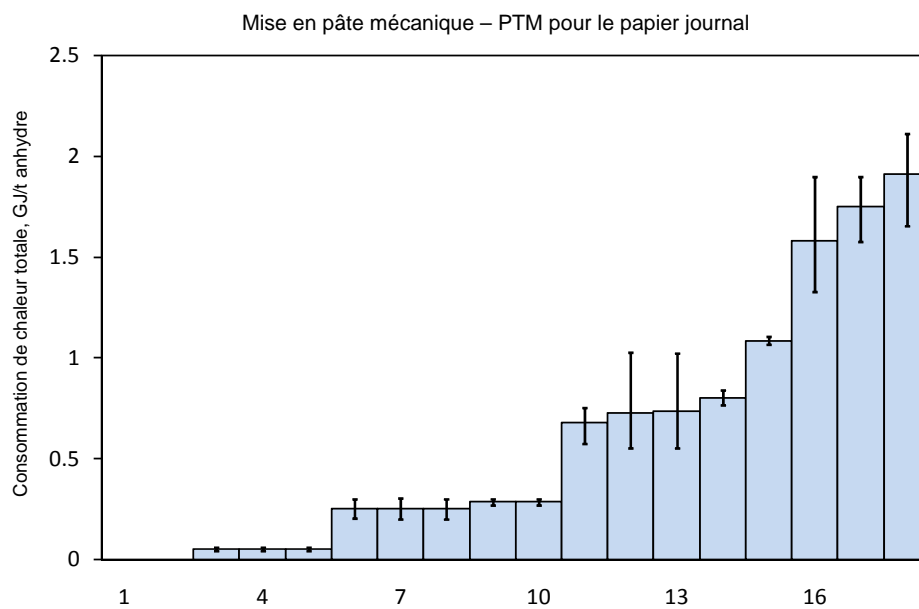


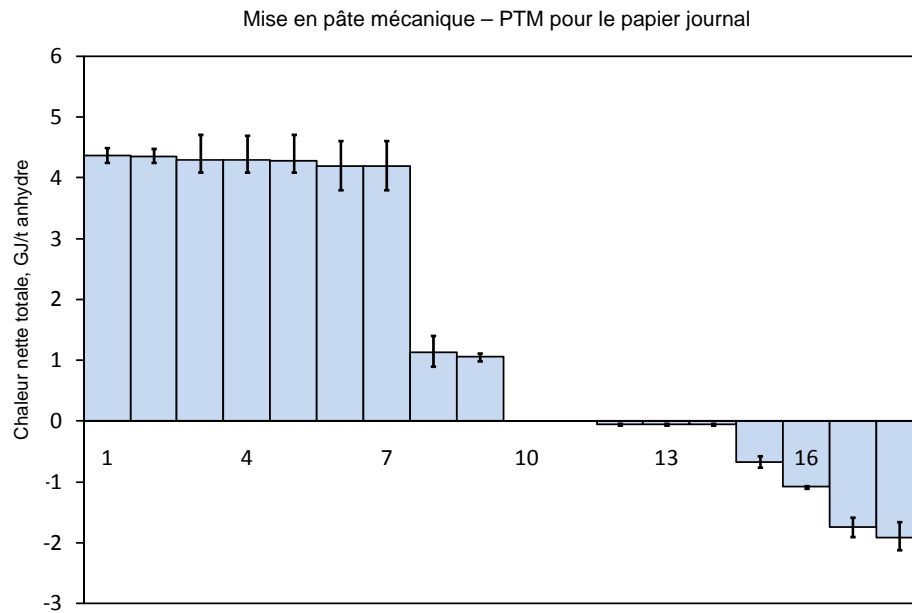
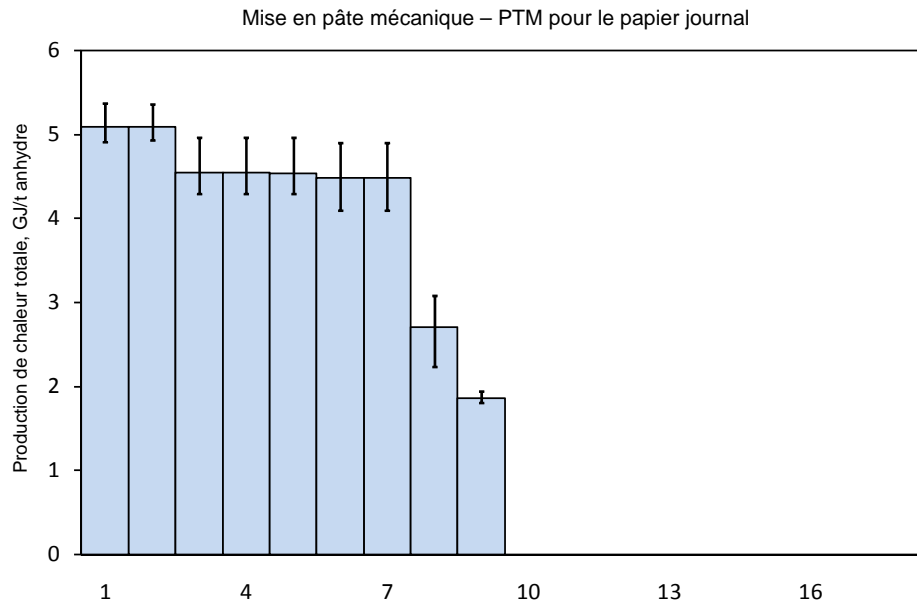


### Mise en pâte mécanique – PTM pour le papier

Zone	Mise en pâte mécanique – PTM pour le papier			
Nombre	18			
Production (t anhydre)	1 466 983			
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne
Consommation de combustible totale (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Combustible fossile consommé (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Biocombustible consommé (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Autres combustibles consommés (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Consommation de chaleur totale (GJ/t anhydre)	0,10	0,29	0,79	0,61
Vapeur nette consommée (GJ/t anhydre)	0,10	0,29	0,79	0,61
Eau chaude consommée (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Électricité consommée (kWh/t anhydre)	2597	2799	3371	2907
Production de chaleur totale (GJ/t anhydre)	0	0,93	4,53	2,56
Vapeur nette produite (GJ/t anhydre)	0	0,93	4,53	2,56
Eau chaude produite (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Chaleur nette totale (GJ/t anhydre)	-0,05	0,53	4,27	1,95

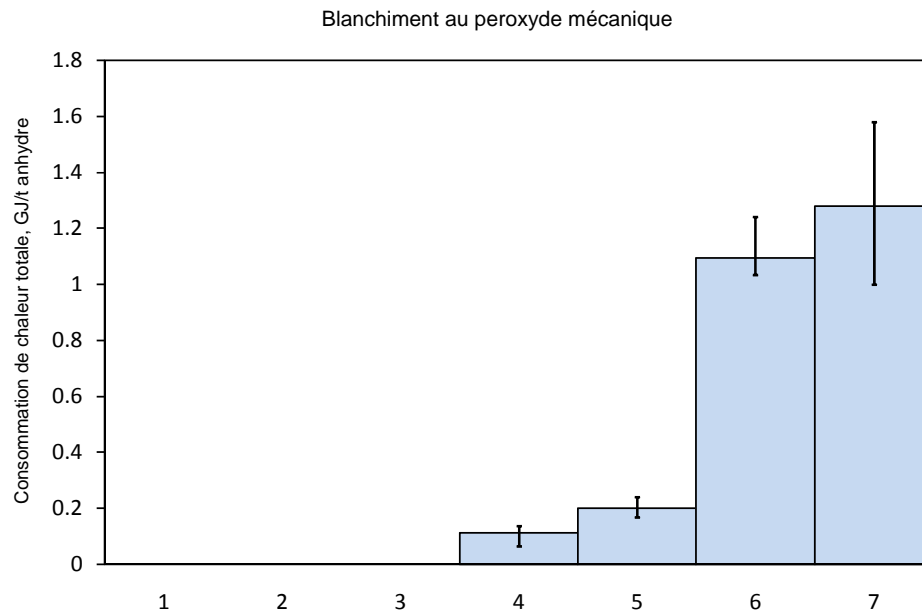
Chaleur nette totale = chaleur produite totale - chaleur consommée totale

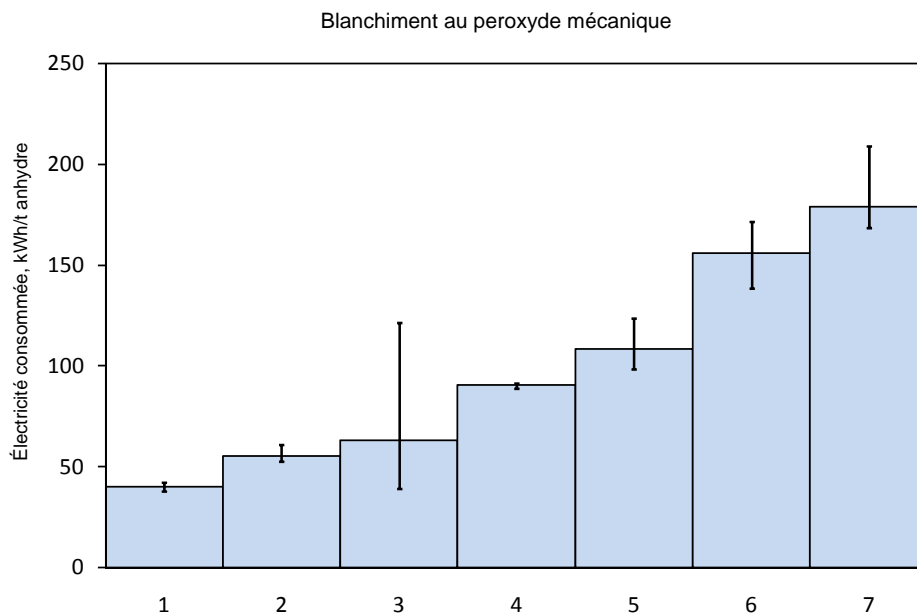




## Blanchiment au peroxyde mécanique

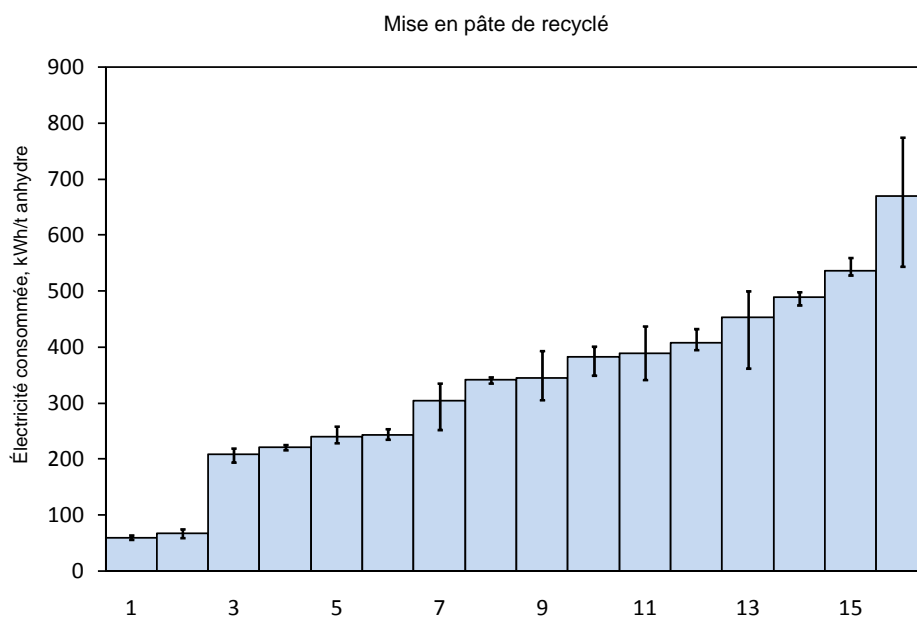
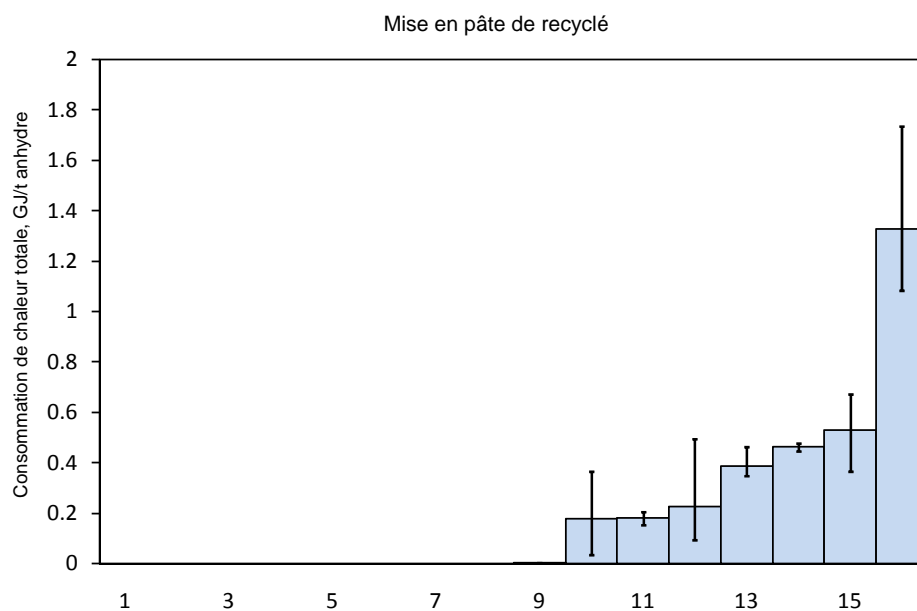
Zone	Blanchiment au peroxyde mécanique			
Nombre	7			
Production (t anhydre)	952 062			
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne
Consommation de combustible totale (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Combustible fossile consommé (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Biocombustible consommé (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Autres combustibles consommés (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Consommation de chaleur totale (GJ/t anhydre)	0	0,11	0,65	0,50
Vapeur nette consommée (GJ/t anhydre)	0	0,11	0,65	0,50
Eau chaude consommée (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Électricité consommée (kWh/t anhydre)	59	90	132	104





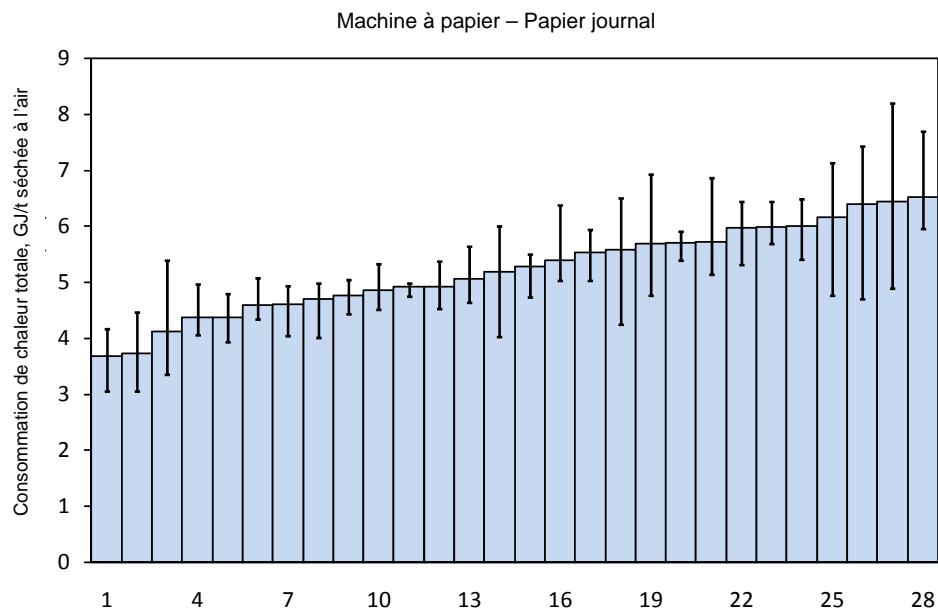
### Mise en pâte de recyclé

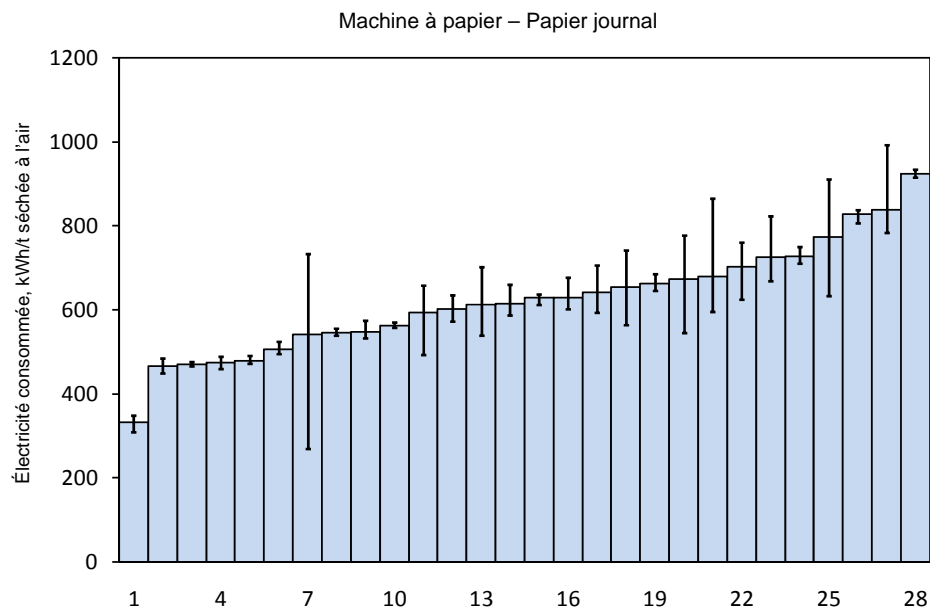
Zone	Mise en pâte de recyclé			
Nombre	16			
Production (t anhydre)	1 600 941			
	25° centile	Médiane	75° centile	Moyenne
Consommation de combustible totale (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Combustible fossile consommé (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Biocombustible consommé (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Autres combustibles consommés (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Consommation de chaleur totale (GJ/t anhydre)	0	0	0,27	0,17
Vapeur nette consommée (GJ/t anhydre)	0	0	0,27	0,17
Eau chaude consommée (GJ/t anhydre)	0	0	0	0
Électricité consommée (kWh/t anhydre)	236	343	419	325



### Machine à papier – Papier journal

Zone	Machine à papier – Papier journal			
Nombre	28			
Production (t séchée à l'air)	3 711 832			
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne
Consommation de combustible totale (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Combustible fossile consommé (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Biocombustible consommé (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Autres combustibles consommés (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Consommation de chaleur totale (GJ/t séchée à l'air)	4,68	5,24	5,78	5,24
Vapeur nette consommée (GJ/t séchée à l'air)	4,68	5,24	5,78	5,24
Eau chaude consommée (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Électricité consommée (kWh/t séchée à l'air)	545	622	686	618

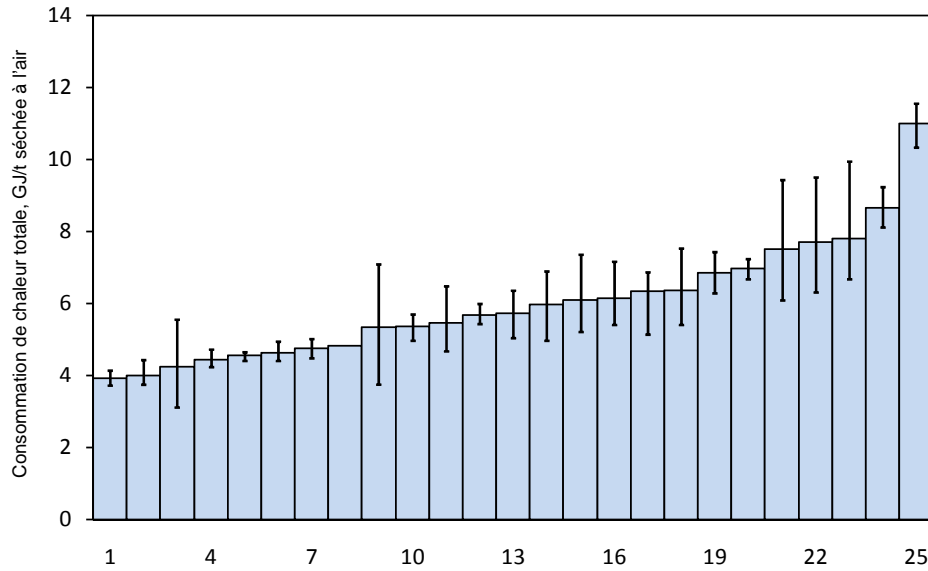




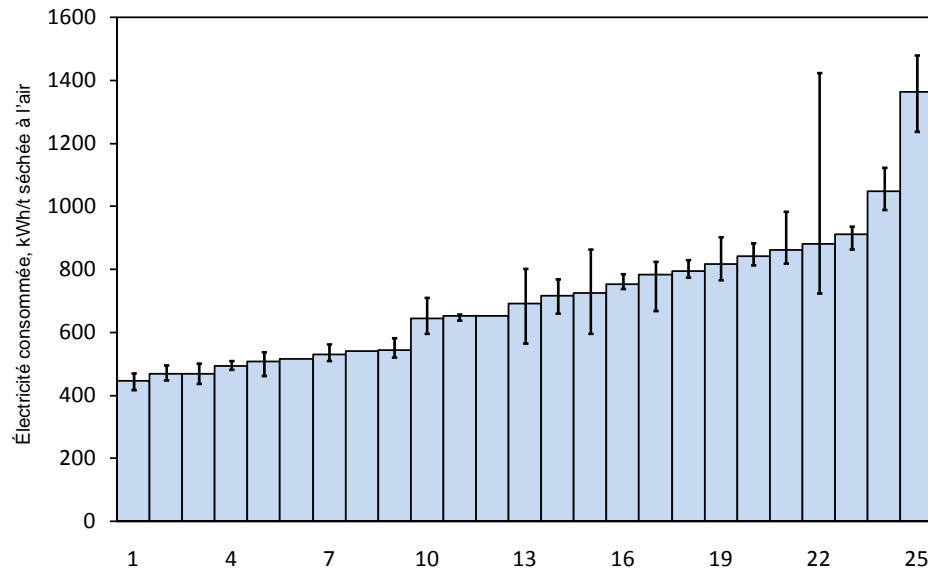
### Machine à papier – Papier de pâte mécanique non couché

Zone	Machine à papier – Papier de pâte mécanique non couché			
Nombre	25			
Production (t séchée à l'air)	2 108 496			
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne
Consommation de combustible totale (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0,01
Combustible fossile consommé (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0,01
Biocombustible consommé (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Autres combustibles consommés (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Consommation de chaleur totale (GJ/t séchée à l'air)	4,76	5,72	6,85	5,67
Vapeur nette consommée (GJ/t séchée à l'air)	4,76	5,72	6,85	5,67
Eau chaude consommée (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Électricité consommée (kWh/t séchée à l'air)	529	690	817	703

Machine à papier – Papier de pâte mécanique non couché

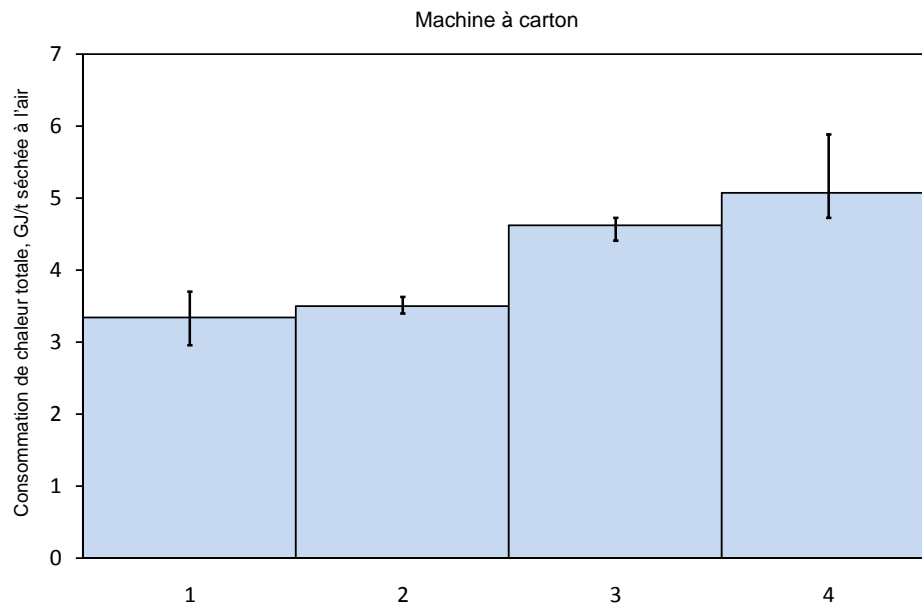


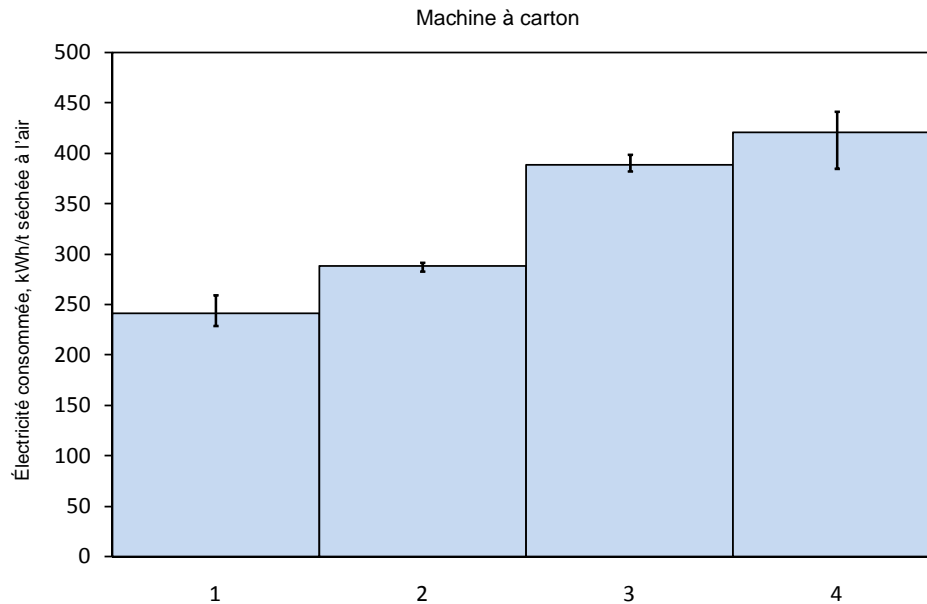
Machine à papier – Papier de pâte mécanique non couché



### Machine à carton

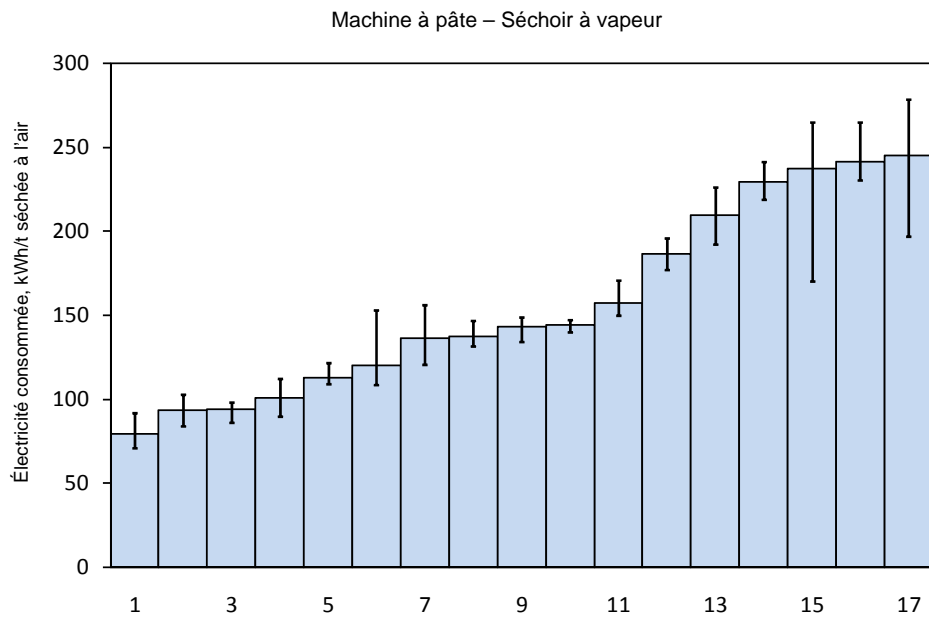
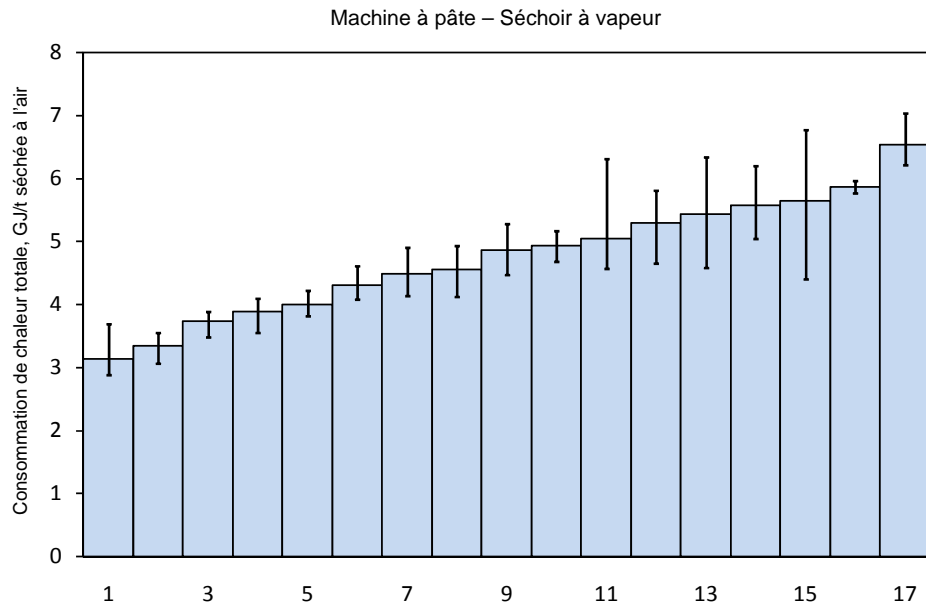
Zone	Machine à carton			
Nombre	4			
Production (t séchée à l'air)	555 005			
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne
Consommation de combustible totale (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Combustible fossile consommé (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Biocombustible consommé (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Autres combustibles consommés (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Consommation de chaleur totale (GJ/t séchée à l'air)	3,46	4,06	4,74	3,86
Vapeur nette consommée (GJ/t séchée à l'air)	3,46	4,06	4,74	3,86
Eau chaude consommée (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Électricité consommée (kWh/t séchée à l'air)	276	338	397	309





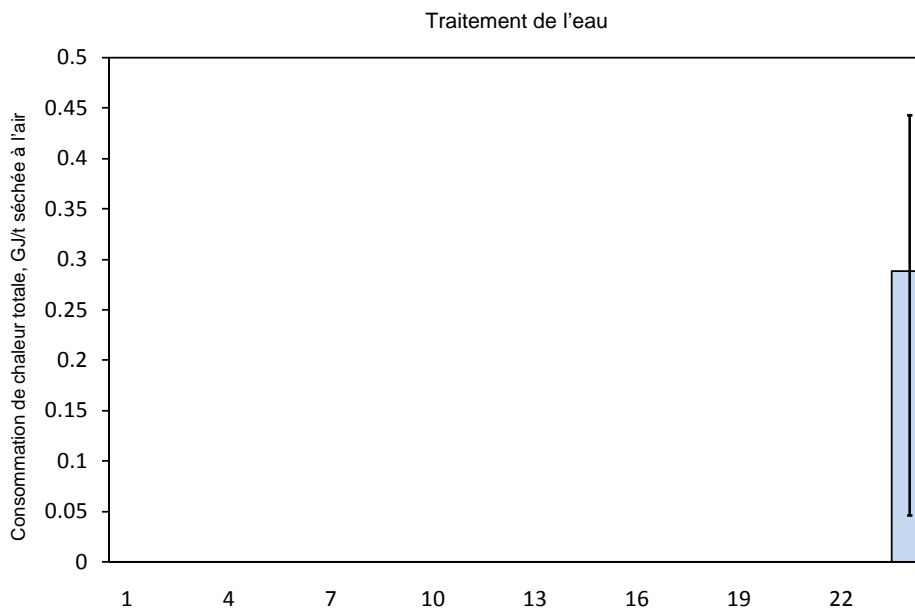
### Machine à pâte – Séchoir à vapeur

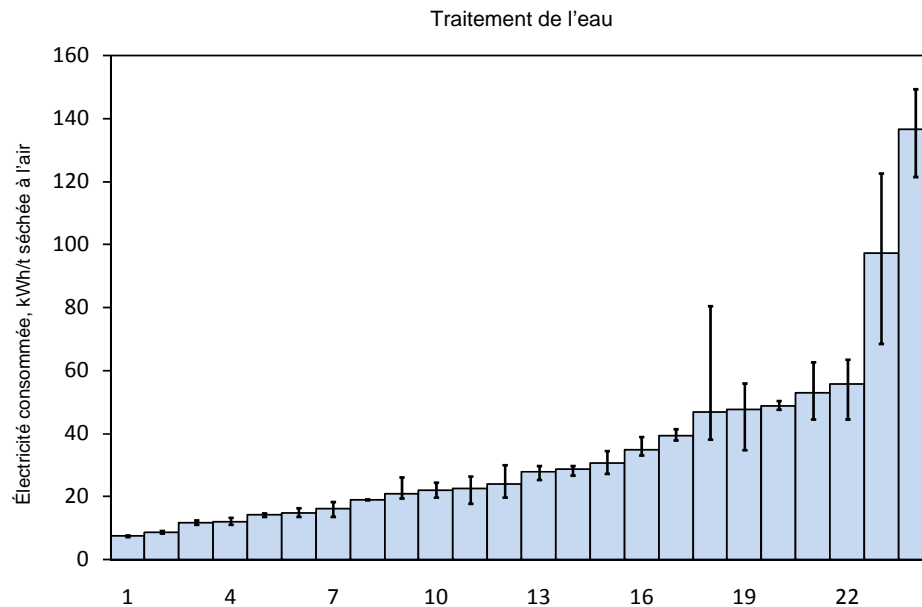
Zone	Machine à pâte – Séchoir à vapeur			
Nombre	17			
Production (t séchée à l'air)	3 776 791			
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne
Consommation de combustible totale (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Combustible fossile consommé (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Biocombustible consommé (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Autres combustibles consommés (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Consommation de chaleur totale (GJ/t séchée à l'air)	4,00	4,87	5,44	4,50
Vapeur nette consommée (GJ/t séchée à l'air)	4,00	4,87	5,44	4,50
Eau chaude consommée (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Électricité consommée (kWh/t séchée à l'air)	113	143	210	140



### Traitement de l'eau

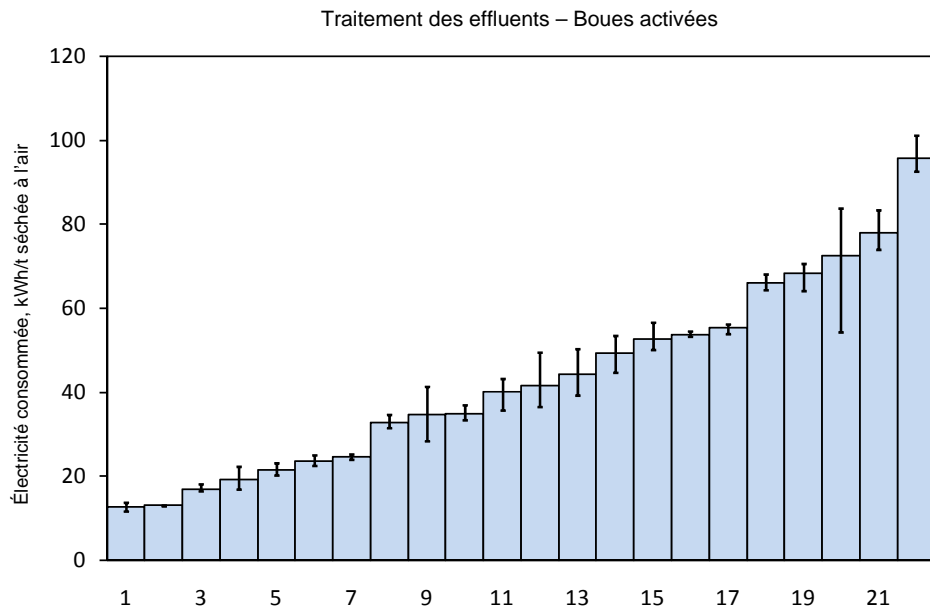
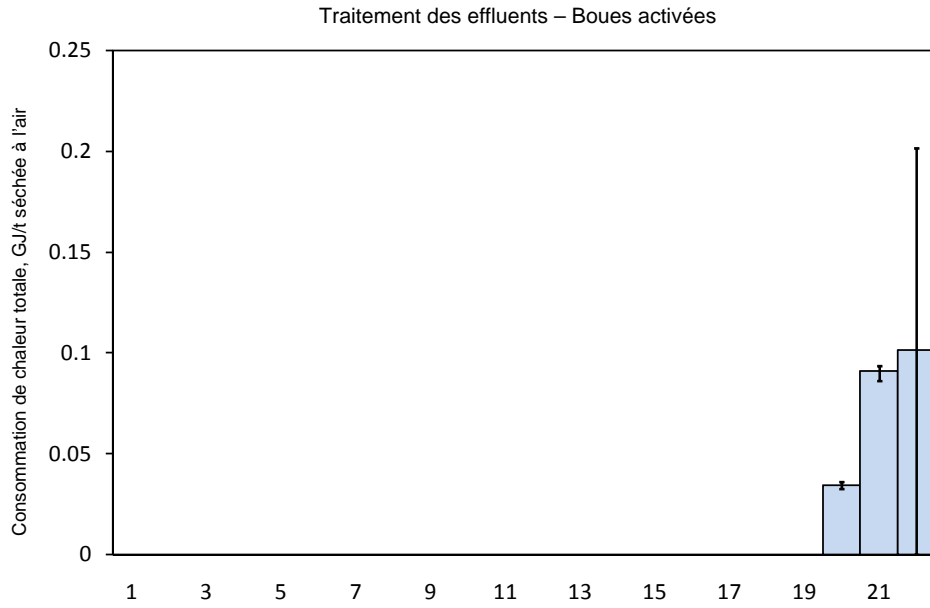
Zone	Traitement de l'eau			
Nombre	24			
Production (t séchée à l'air)	7 887 413			
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne
Consommation de combustible totale (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Combustible fossile consommé (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Biocombustible consommé (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Autres combustibles consommés (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Consommation de chaleur totale (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0,01
Vapeur nette consommée (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0,01
Eau chaude consommée (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Électricité consommée (kWh/t séchée à l'air)	16	26	47	33





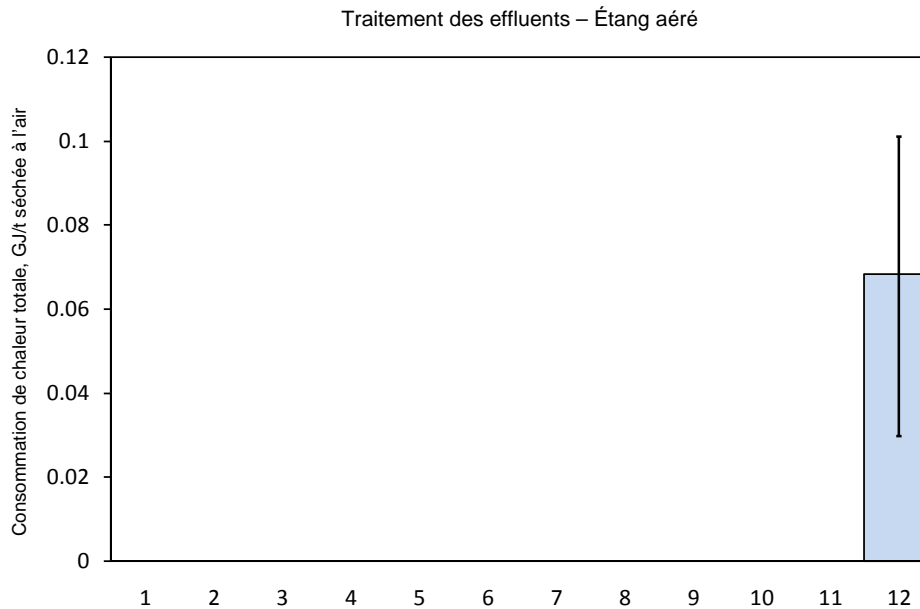
### Traitement des effluents – Boues activées

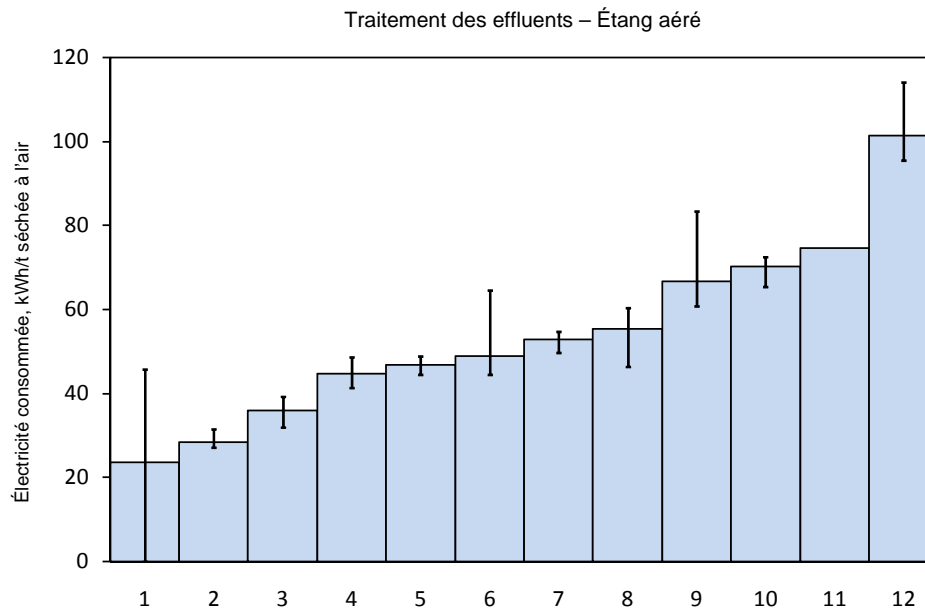
Zone	Traitement des effluents – Boues activées			
Nombre	22			
Production (t sèche à l'air)	7 446 638			
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne
Consommation de combustible totale (GJ/t sèche à l'air)	0	0	0	0
Combustible fossile consommé (GJ/t sèche à l'air)	0	0	0	0
Biocombustible consommé (GJ/t sèche à l'air)	0	0	0	0
Autres combustibles consommés (GJ/t sèche à l'air)	0	0	0	0
Consommation de chaleur totale (GJ/t sèche à l'air)	0	0	0	0,01
Vapeur nette consommée (GJ/t sèche à l'air)	0	0	0	0,01
Eau chaude consommée (GJ/t sèche à l'air)	0	0	0	0
Électricité consommée (kWh/t sèche à l'air)	24	41	55	43



## Traitement des effluents – Étang aéré

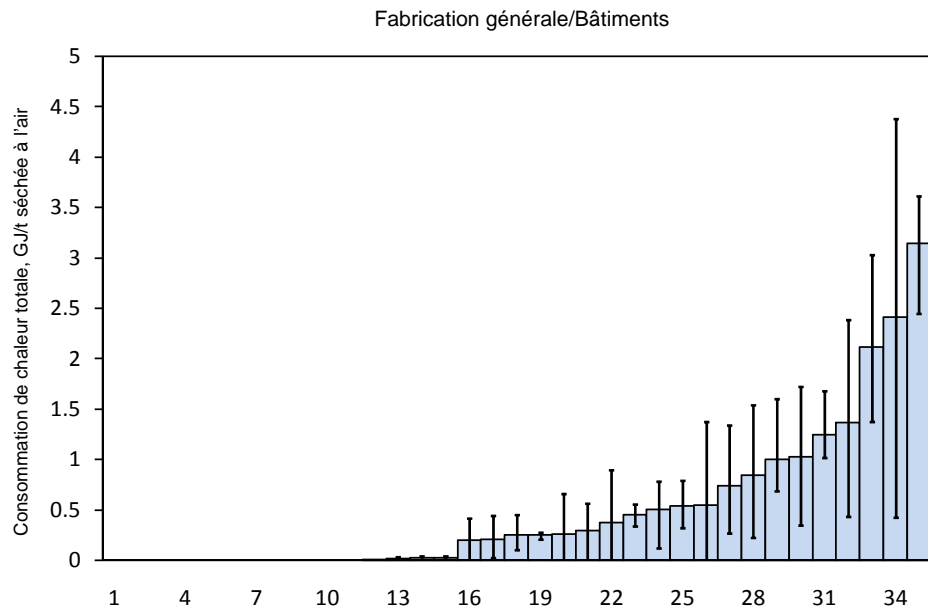
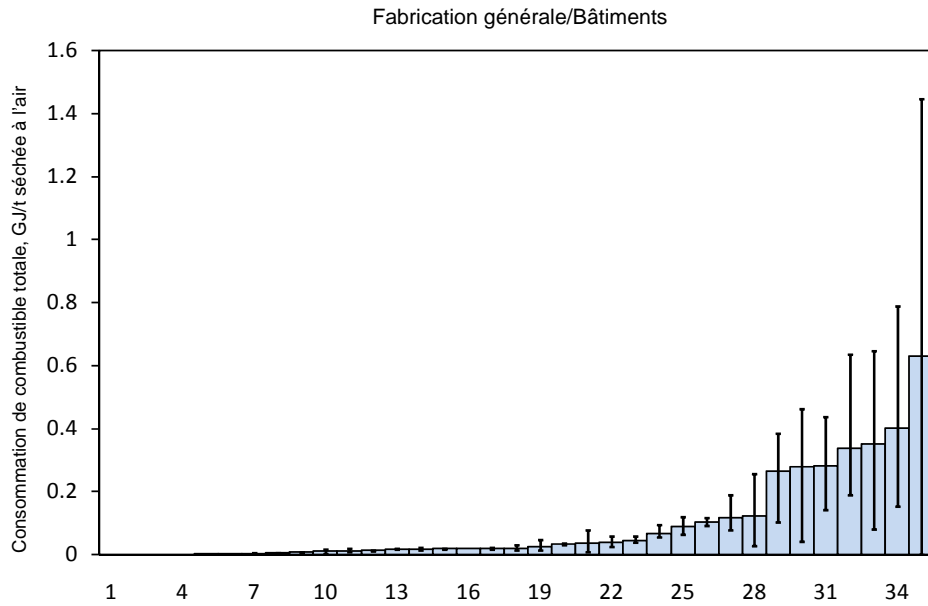
Zone	Traitement des effluents – Étang aéré			
Nombre	12			
Production (t séchée à l'air)	3 594 561			
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne
Consommation de combustible totale (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Combustible fossile consommé (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Biocombustible consommé (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Autres combustibles consommés (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Consommation de chaleur totale (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0,01
Vapeur nette consommée (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0,01
Eau chaude consommée (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Électricité consommée (kWh/t séchée à l'air)	43	51	68	52

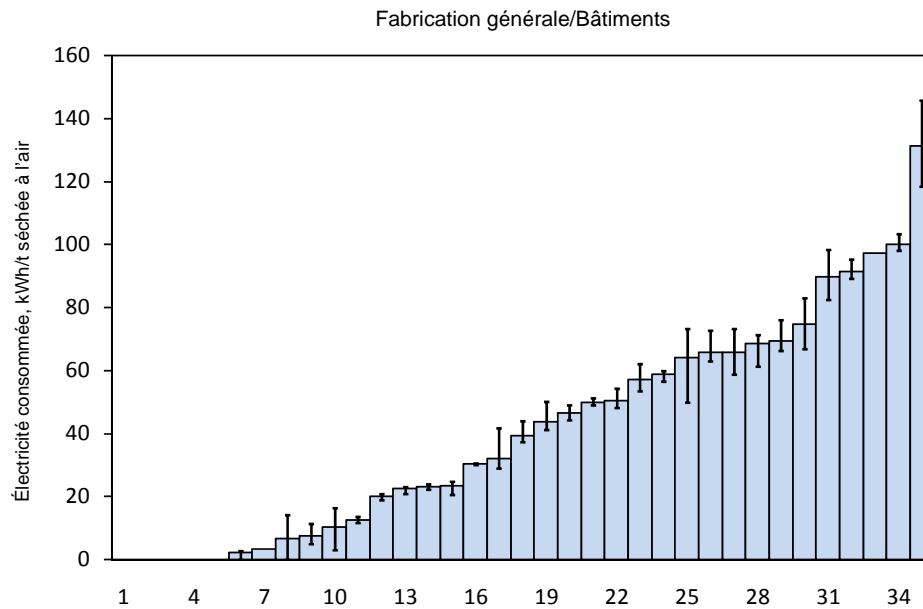




### Fabrication générale/Bâtiments

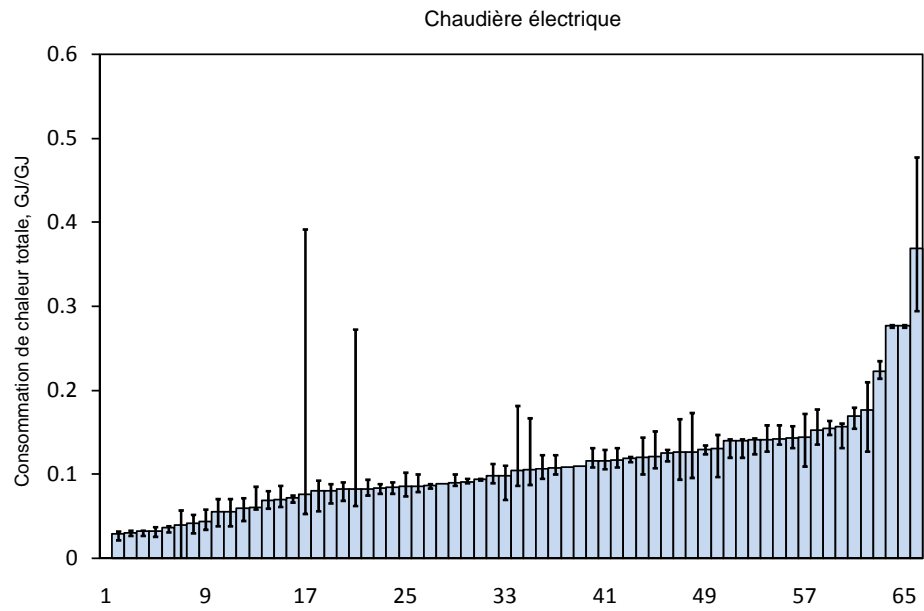
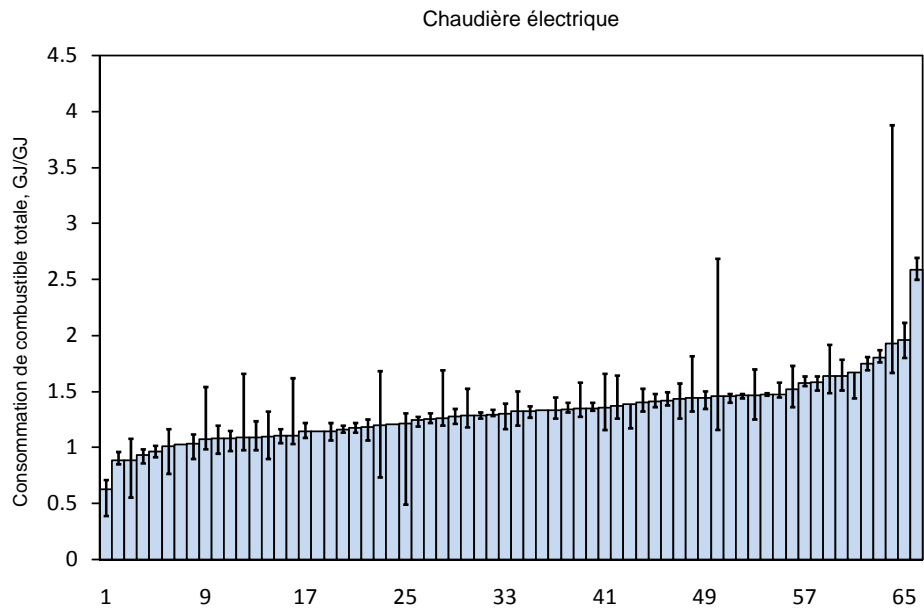
Zone	Fabrication générale/Bâtiments			
Nombre	35			
Production (t séchée à l'air)	11 173 314			
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne
Consommation de combustible totale (GJ/t séchée à l'air)	0,01	0,02	0,11	0,08
Combustible fossile consommé (GJ/t séchée à l'air)	0,01	0,02	0,11	0,08
Biocombustible consommé (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Autres combustibles consommés (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Consommation de chaleur totale (GJ/t séchée à l'air)	0	0,25	0,65	0,50
Vapeur nette consommée (GJ/t séchée à l'air)	0	0,25	0,65	0,50
Eau chaude consommée (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Électricité consommée (kWh/t séchée à l'air)	9	39	66	42
Production de chaleur totale (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0,06
Vapeur nette produite (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0
Eau chaude produite (GJ/t séchée à l'air)	0	0	0	0,06

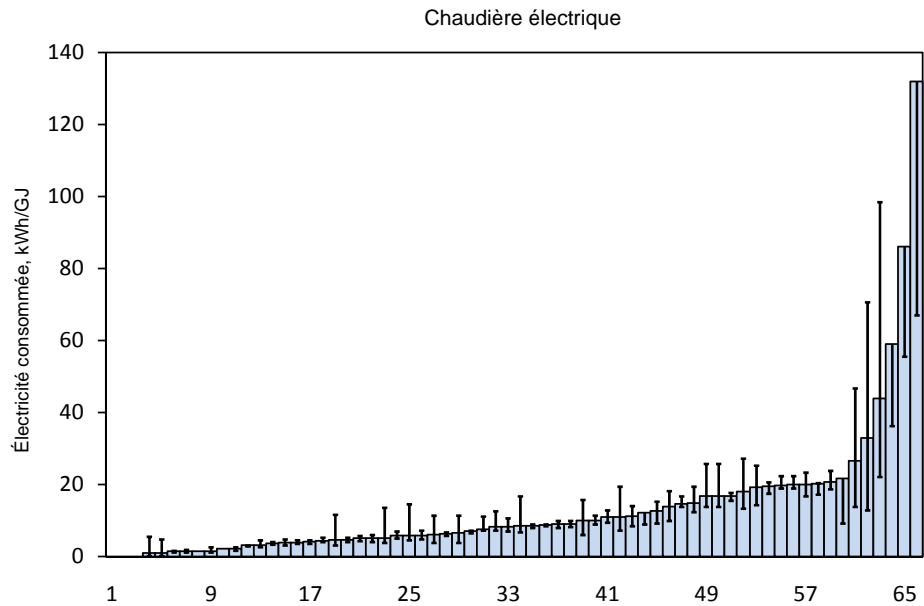




### Chaudière électrique

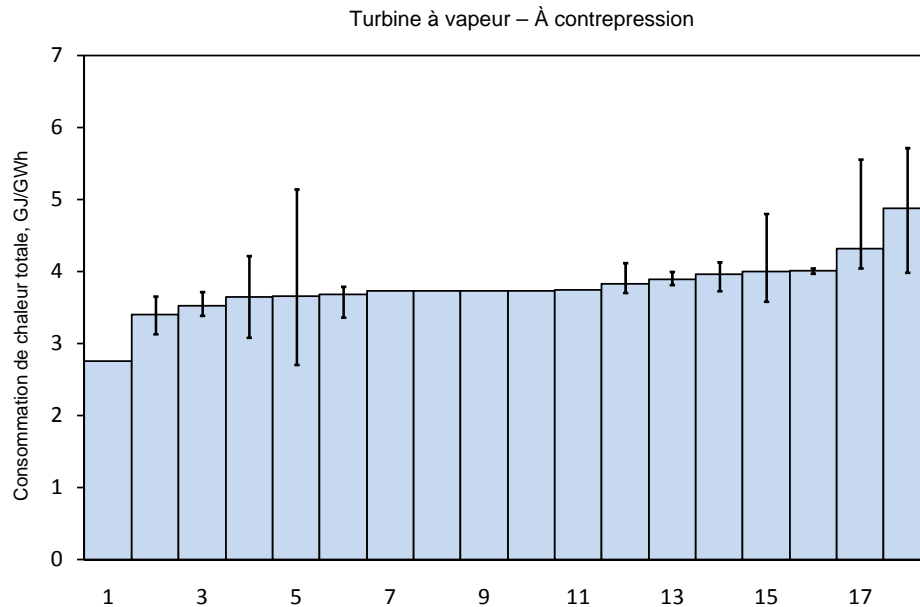
Zone	Chaudière électrique			
Nombre	66			
Production, GJ	62 645			
	795			
	25° centile	Médiane	75° centile	Moyenne
Consommation de combustible totale (GJ/GJ)	1,14	1,31	1,45	1,35
Combustible fossile consommé (GJ/GJ)	0,23	0,99	1,26	0,32
Biocombustible consommé (GJ/GJ)	0	0	1,08	1,03
Autres combustibles consommés (GJ/GJ)	0	0	0	0,01
Consommation de chaleur totale (GJ/GJ)	0,08	0,10	0,13	0,13
Vapeur nette consommée (GJ/GJ)	0,08	0,10	0,13	0,13
Eau chaude consommée (GJ/GJ)	0	0	0	0
Électricité consommée (kWh/GJ)	4	8	17	9





### Turbine à vapeur – À contrepression

Zone	Turbine à vapeur – À contrepression			
Nombre	18			
Production, GWh	2 702			
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne
Consommation de combustible totale (GJ/GWh)	0	0	0	0
Combustible fossile consommé (GJ/GWh)	0	0	0	0
Biocombustible consommé (GJ/GWh)	0	0	0	0
Autres combustibles consommés (GJ/GWh)	0	0	0	0
Consommation de chaleur totale (GJ/GWh)	3,67	3,73	3,94	3,86
Vapeur nette consommée (GJ/GWh)	3,67	3,73	3,94	3,86
Eau chaude consommée GJ/GWh	0	0	0	0
Électricité consommée (kWh/GWh)	0	0	0	0



### Turbine à vapeur – À condensation

Zone	Turbine à vapeur – À condensation			
Nombre	6			
Production, GWh	890			
	25 <sup>e</sup> centile	Médiane	75 <sup>e</sup> centile	Moyenne
Consommation de combustible totale (GJ/GWh)	0	0	0	0
Combustible fossile consommé (GJ/GWh)	0	0	0	0
Biocombustible consommé (GJ/GWh)	0	0	0	0
Autres combustibles consommés (GJ/GWh)	0	0	0	0
Consommation de chaleur totale (GJ/GWh)	5,90	9,24	12,58	7,51
Vapeur nette consommée (GJ/GWh)	5,90	9,24	12,58	7,51
Eau chaude consommée, GJ/GWh	0	0	0	0
Électricité consommée (kWh/GWh)	0	0	0	5

