



Faits sur la fibre n° 20

## Biomasse : stockage et sécurité

Le stockage de la biomasse est l'un des aspects essentiels de la chaîne d'approvisionnement de la bioénergie. Sinon, il n'y aurait aucun moyen de maintenir un approvisionnement des matières premières qui alimentent les systèmes bioénergétiques. Pendant l'entreposage, par contre, il se produit des processus physicochimiques et biologiques naturels qui aboutissent à :



### Perte de matière sèche

Dégradation graduelle de la matière première par les bactéries et les champignons, entraînant inévitablement une perte globale de matière et, par conséquent, d'énergie disponible pour la production de bioénergie.



### Dégagement de gaz

Les bioproduits issus de la dégradation de la biomasse ligneuse comptent le dioxyde de carbone, le méthane et un peu de monoxyde de carbone. Des gaz qui peuvent représenter une menace à la sécurité des travailleurs si la biomasse est stockée dans des lieux confinés. De plus, ces gaz participent à l'effet de serre.



### Combustion spontanée

Les bactéries et les champignons dégagent de la chaleur à mesure qu'ils dégradent la biomasse ligneuse. Ce phénomène peut s'amplifier au point où il peut y avoir déclenchement de feux de combustion spontanée à l'origine de dangereux incendies et de la perte de l'ensemble des stocks de matières premières.

Le CCFB et ses collaborateurs se sont attelés à trouver des solutions d'atténuation de ces problèmes et d'optimisation de l'entreposage de la biomasse. Quelques **constatations** et **facteurs à considérer** en matière de gestion d'empilement des résidus forestiers se dégagent de quatre études scientifiques récentes :

# 1

## Sécurité en matière d'entreposage de la biomasse

Les feux spontanés, les explosions de poussière et le dégagement de gaz au cours du stockage de la biomasse constituent des dangers graves qui peuvent avoir des conséquences dévastatrices, notamment mort de travailleurs, incidences sur la santé, destruction de l'usine de bioénergie et perte complète de production.

- D'après une compilation des rapports d'incidents de 2000 à 2018, ces dangers potentiels demeurent une préoccupation importante.
- On a observé une tendance à la baisse d'explosions de poussière et de dégagements de gaz dans les rapports d'incidents.
- On a constaté une augmentation des tendances de production de rapports liés aux feux à allumage spontané et aux feux de cause incertaine.

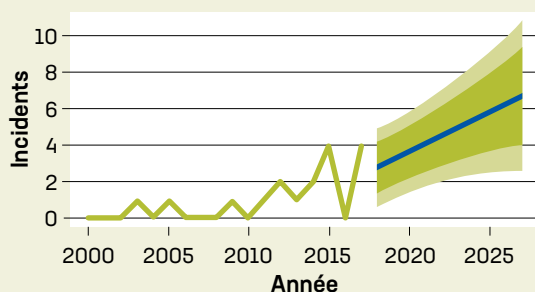
La surveillance en temps réel de la température des piles peut contribuer à réduire les cas d'incendie.

Importance de l'auto-échauffement même à des températures hivernales de -30 °C.

Dégagement de chaleur d'une pile de biomasse en plein hiver. -30 °C



Tendances des incidents d'auto-échauffement (2000 à février 2018) et prévisions 2018-2028 (ligne bleue)



# 2

## Entreposage d'écorce ou de copeaux de bois

Même si l'écorce et les copeaux de bois sont tous deux utilisables comme matière première, leurs propriétés physiques et chimiques montrent des différences appréciables.

- Les comparaisons de simulation du modèle d'auto-échauffement de l'écorce ont fait ressortir l'insuffisance des paramètres de modélisation des copeaux de bois pour la détermination précise de la dynamique des piles d'écorce; il faut des paramètres propres à l'écorce.
- Les piles de copeaux de bois semblent atteindre plus rapidement un pic de température que les piles d'écorce : l'échauffement progressif de ces dernières leur fait retenir la chaleur sur une plus longue période.
- L'activité microbienne compte parmi les facteurs d'influence les plus forts sur l'auto-échauffement.

Il faudra probablement d'autres stratégies de gestion d'empilement d'écorce afin d'optimiser la qualité de la matière première et de réduire les risques d'auto-échauffement.

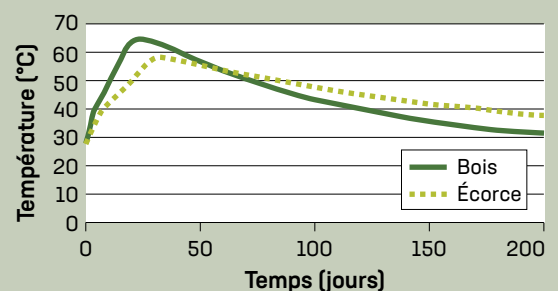
## ÉCORCE par rapport au BOIS

COMPARATIVEMENT AU BOIS :

- ✓ L'écorce a une teneur plus élevée en cendres
- ✓ L'écorce contient moins de sucres
- ✓ L'écorce conduit moins bien la chaleur

Ces différences de matière première influent sur la dynamique d'entreposage des piles.

Courbes comparatives de prévisions des températures des piles de copeaux de bois et d'écorce (bois,  $T_{max} = 64,9$  °C à 23 jours; écorce,  $T_{max} = 58,4$  °C à 33 jours).



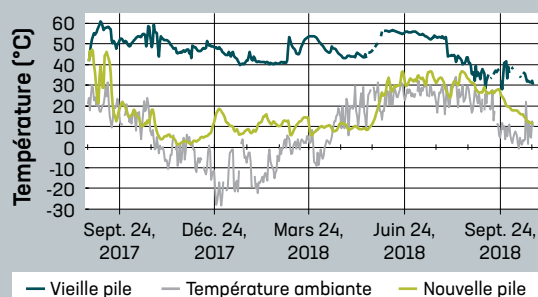
## Nouvelles et vieilles piles d'entreposage de copeaux de bois

La biomasse ligneuse ancienne autrefois étiquetée comme déchets de bois peut être une matière première supplémentaire intéressante pour la production de bioénergie, mais sa dynamique de stockage n'a pas encore été suffisamment étudiée.

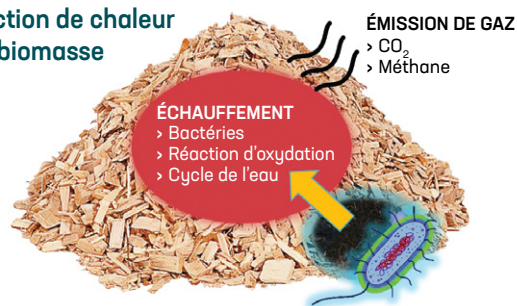
Une étude menée à long terme (459 jours) au Manitoba (Canada) portant sur des copeaux de bois nouvellement empilés par rapport à des copeaux empilés depuis longtemps a donné les résultats suivants :

- Les risques d'incendie par auto-échauffement et les pertes de matière sèche n'ont pas diminué dans les plus vieilles piles de copeaux.
- L'accumulation thermique et la rétention ont augmenté avec la diminution des dimensions des particules et l'augmentation de la teneur en humidité.
- Le dérangement des piles de biomasse peut faire réintégrer les micro-organismes, ranimant le mécanisme d'auto-échauffement.
- Les particules fines et la compaction doivent être évitées. Il faut, si possible, ériger de petites piles et les doter d'un pare-feu.

**Courbes comparatives de la température de la couche supérieure des nouvelles et anciennes piles de copeaux de bois du 24 août 2017 au 24 octobre 2018**



### Production de chaleur par la biomasse



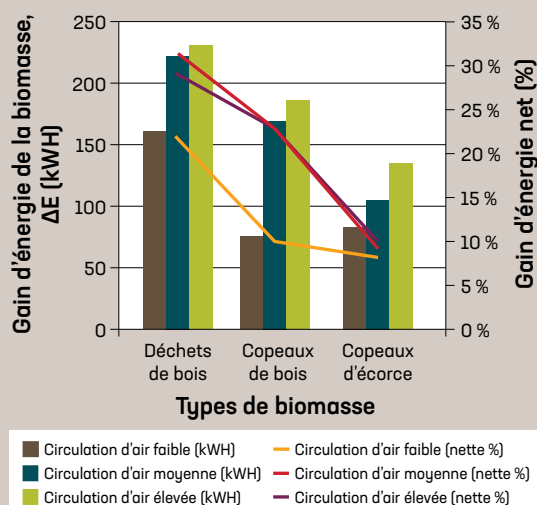
## Stratégies de prétraitement visant à maîtriser l'auto-échauffement et à optimiser le stockage de la biomasse

La nature hétérogène de la biomasse ligneuse en fait une matière difficile à stocker sur de longues périodes sans risque qu'elle se dégrade, gèle ou brûle. Les « prétraiter » peut aider à réduire ces risques.

- Le séchage à l'air naturel (SAN) de la biomasse est particulièrement intéressant, car elle peut être conditionnée à l'air ambiant sans ajout d'intrant énergétique.
- Le SAN en tant que traitement préalable offre de fortes probabilités d'améliorer la qualité, la sûreté et la facilité d'entreposage de la biomasse ligneuse.
- Le SAN sans ajout d'un supplément de chaleur donne des gains d'énergie nets de 9 à 32 % comparativement à la biomasse non traitée.
- Avec un supplément de chaleur (temps de séchage plus court), les pourcentages en gain d'énergie se situent entre -13 et 3 %.

Les améliorations envisagées sur les technologies de récupération de chaleur avec utilisation d'un supplément de chaleur devraient grandement améliorer ces gains nets d'énergie.

**Gains d'énergie du séchage à l'air naturel lors d'essais effectués sur trois types de biomasse : déchets de bois, de copeaux de bois et d'écorce.**



Afin de réduire les risques associés au stockage de la biomasse, il faut toujours faire preuve de diligence et de prudence. Il est important de noter que les processus biologiques continuent d'intervenir dans les périodes d'entreposage et que nombre de facteurs, par exemple le type de biomasse, les conditions initiales d'entreposage et la saisonnalité, auront une influence sur la dynamique des piles. Plus l'activité de micro-organismes pourra être réduite, moindre sera le risque d'incendie par combustion spontanée et plus on pourra conserver d'énergie à des fins de production de bioénergie. Les stratégies de traitement préalable, par exemple le SAN ainsi qu'une gestion stratégique d'empilement peuvent être un moyen efficace et économique d'y parvenir. Il est essentiel que les travailleurs connaissent tous les risques en matière d'entreposage et soient tenus au courant des lignes directrices qui auront été dégagées des conclusions des chercheurs. La surveillance et l'état de préparation seront fort utiles au maintien de la sécurité, à l'optimisation de la qualité du biocombustible et apporteront des avantages globaux à l'utilisation de la biomasse ligneuse comme source d'énergie renouvelable.

## PRINCIPAUX COLLABORATEURS À LA RECHERCHE



Ressources naturelles  
Canada

Natural Resources  
Canada

Canada

CanmetÉNERGIE / CanmetENERGY



UNIVERSITY OF  
TORONTO



## AUTRES COLLABORATEURS



Pineland  
Forest Nursery



Nova Scotia  
**POWER**  
An Emera Company



braingrid



## Pour en savoir plus :

### PUBLICATIONS DE RECHERCHE : DOCUMENTATION CITÉE

Krigstin S, S. Wetzel, N. Jayabala, C. Helmeste, S. Madrali, J. Agnew et S. Volpe, 2018. Recent Health and Safety Incident Trends Related to the Storage of Woody Biomass: A Need for Improved Monitoring Strategies. *Forests*, 9, 538, 1-24.

Krigstin S, C. Helmeste, H. Jia, K.E. Johnson, S. Wetzel, S. Volpe, W. Faizal et F. Ferrero, 2019. Comparative analysis of bark and woodchip biomass piles for enhancing predictability of self-heating. *Fuel*, 242, 699-709.

Krigstin S, C. Helmeste, S. Wetzel, S. Volpe, 2020. Managing self-heating & fuel quality changes in forest residue wood waste piles. *Biomass and Bioenergy*, 141, 1-12.

Mak J, H. Landry, L. Grieger, J. Agnew, S. Krigstin, C. Helmeste, S. Wetzel, S. Madrali, S. Volpe, 2020. An Assessment of Ambient and Heated Forced Air Drying Pre-treatments for Enhancing the Quality of Various Forest Biomass Feedstocks. *Frontiers in Energy Research*, 8, 7, 1-11.

### AUTEURS DE FAITS SUR LA FIBRE DU CCFB :

Christopher Helmeste  
Caroline Gosselin  
Anthony Bourgoin

### PERSONNE-RESSOURCE AU CCFB :

Anthony Bourgoin  
Coordonnateur de projet  
et programme en foresterie  
Centre canadien sur la fibre de bois  
Nrcan.cwfc-ccfb.nrcan@canada.ca