

# INNOVATIONS POUR RENFORCER L'EFFICACITÉ DU BOIS-ENERGIE

Solutions techniques et R&D pour le collectif et l'industriel

#### Avec le soutien de :





13 octobre 2022 à LILLE

15e COLLOQUE





#### En partenariat avec :







Le magazine de la biomasse-énergie



Le magazine du chauffage domestique





# **ETUDE GRAMIX**

Granulés à base de feuillus : validation technique de l'échelle pilote à la production industrielles

L'ENJEU DU FEUILLU DANS LE GRANULÉ















# RAGT ENERGIE

Notre groupe, nos métiers













# RAGT ENERGIE: NOTRE GROUPE, NOS MÉTIERS

#### **RAGT ENERGIE**



#### RAGT Plateau Central

Métier "support" agriculteur et magasins

#### **RAGT SA**

**RAGT Semences** 

#### **RAGT Energie**

Métier valorisation énergétique





# **Formulation**



- Agro pellet
- ¬ Granulés de bois
- r Technologie CALYS breveté sous la référence 2953852 à I'INPI.
- CSR
- □ Litière
- Agropellet

## **Essais Analyses**



#### **Essais Techniques:**

- ¬ Séchage
- □ Broyage
- □ Criblage
- Granulation
- □ Briquetage
- Combustion pilote

**Analyses laboratoire** 

### Conseils Ingénierie



- Assistance MOA
- Dimensionnement d'usine
- Etude & dimensionnement de process
- Analyse économique de projet
- □ Etude de gisement & de disponibilité ressources

#### Recherche

Programmes de recherch nationaux et internationaux (H2020, FUI, ADEME)

#### Axes de recherche:

- Biomasses forestière, agricole, DV, CSR...
- r Procédés de prétraitement et de transformation énergétique, biochar.

















# INTRODUCTION

Focus France, rappel et contexte de la filière













## **INTRODUCTION: CONTEXTE & RAPPEL**

- **RAGT ENERGIE**

- Croissance importante de la filière granulés bois depuis 15 ans
- Un granulé majoritairement produit à partir de ressources et presque «formaté» sur le résineux
- Peu de granulés 100% feuillus produit en France avec souvent un mix 30/70 Feuillus-Résineux
- Une ressource limitée en 100% résineux pour poursuivre notre développement
- 2/3 des surfaces françaises produisent du bois feuillus (vs 30/70% collectés)
- Beaucoup de questions autour de la qualité des granulés bois feuillus :
  - Qualité produit
  - Qualité combustion
  - Granulation

















# UNE EXPÉRIENCE ACQUISE DU BOIS FEUILLUS DANS LES GRANULÉS - FRANCE

**RAGT ENERGIE** 



#### • Quantités produites :

- 10 entreprises françaises produisent ≈ 175 Kt de granulé de bois mixte feuillusrésineux, avec 25 à 50 % de feuillus (chêne, hêtre, peuplier, charme, ...). Toutes sont certifiées pour la classe A1 de la norme 17225-2.
- 3 fabriquent ≈ 4500 t de granulé 100 % feuillus (chêne ; chêne dominant ; châtaignier). Deux certifiées A1.

#### Matières premières :

- Le plus souvent des **connexes**. Les **sciures de feuillus sont meilleur marché** que celles de résineux mais avec une disponibilité limitée.
- Peu d'entreprises valorisent du rondin de feuillu (surcoûts de l'écorçage-broyage).
- Le respect de la classe A1, en particulier du taux de cendres, implique une grande attention à la qualité des matières premières et à leur séchage. Chacun a sa recette de formulation.

#### Marché:

- L'acceptation par le marché, conditionné au "100 % résineux", demeure un facteur limitant alors que des clientèles fidèles valorisent les granulés mixtes et purs feuillus produits.
- La communication sur l'incorporation de bois de feuillu reste en conséquence discrète.



#### UN POSITIONNEMENT ADEME FAVORABLE

**RAGT ENERGIE** 

# +

# CONTEXTE D'AUGMENTATION DU PRIX DES ÉNERGIES FOSSILES LIÉ À CRISE UKRAINIENNE

- Favorable au développement de l'énergie biomasse
- Points de vigilance : éviter les tensions d'approvisionnement, renforcement de la mobilisation des bois en veillant à la gestion durable des forêts
- Prélèvement en adéquation avec les gisements : disponibilités en biomasse forestière pour l'industrie et l'énergie estimée + 20 millions de m3/an d'ici 2035 avec 80% de la ressource supplémentaire en essences feuillues (Etude ADEME)

L'ADEME souhaite le développement d'une filière granulés feuillus en adéquation avec ses gisements. Les résultats de l'étude effectuée dans le cadre du projet GRAMIX sont extrêmement encourageants et devraient permettre à la filière de s'emparer de ce sujet.











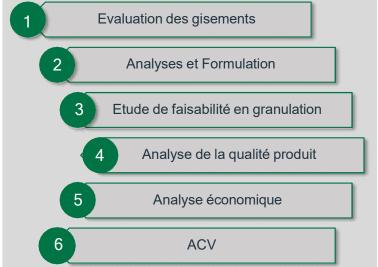
# **GRAMIX EN QUELQUES CHIFFRES**

#### **RAGT ENERGIE**























# **GISEMENTS**

Etat des gisements de la ressource feuillue pour la production de granulés bois





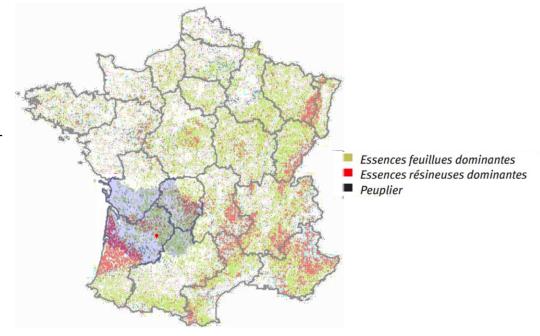








- Au niveau national, la disponibilité technico économique de feuillus est de 29,7 Mm³ tandis que la disponibilité supplémentaire BIBE est de 10,9 Mm<sup>3</sup>/an
- Il existe des gisements d'opportunités comme le châtaignier dépérissant et autres espèces malades
- Les connexes de scierie feuillus peuvent être disponible et se négocie à des prix inférieur aux résineux
- Des scénarios de captation ont été proposés par FCBA pour alimenter les besoins en PCS de feuillus



















# **ECORÇAGE**

Essais comparatifs entre l'action d'un criblage de plaquettes avec écorces et l'action d'une écorceuse à rotor sur billons











# **ECORÇAGE – ETUDE COMPARATIVE**

#### **RAGT ENERGIE**

# **IMPACT DE L'ÉCORCE**

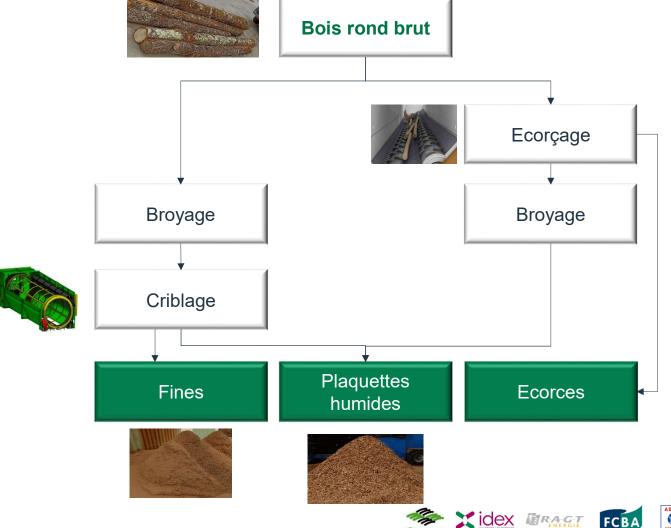
L'écorce est la partie qui concentre le plus de minéraux et donc le plus fort taux de cendres

#### **OBJECTIF**

Comparer les performances de préparation de la matière pour abaisser le taux de cendres



Les écorces et les fines sont valorisées en combustion pour le séchage des plaquettes





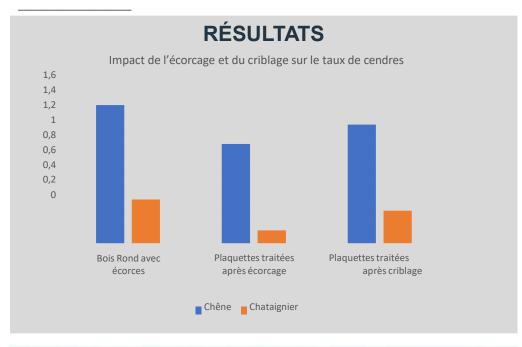




# **ECORÇAGE - RÉSULTATS**

#### **RAGT ENERGIE**













#### CONCLUSION

- Le criblage des plaquettes (non écorcées) peut s'avérer être une alternative intéressante
- Les performances sont limitées mais suffisantes et permet de traiter tout types de bois (diamètre, longueur...)
- Optimisation avec d'autres technologies à prévoir (crible étoile)





















# **FORMULATION**

Méthodologie pour la production de granulés bois à partir de ressource feuillue











## **FORMULATION**

#### **RAGT ENERGIE**



#### **OBJECTIF**

Définir les mélanges dont les caractéristiques théoriques permettent d'intégrer du feuillu et d'atteindre les seuils normatifs 17225-2 A1 et A2

#### **ESPÈCES RETENUES**



Chêne (CHE)



Châtaignier Peuplier (CHA)



(PEU)

Résineux (RES)

#### **MÉTHODE**

- Caractérisation des matières premières
- Etablissement de formules théoriques

228 analyses de caractérisation réalisées

Sélection des formules

# 17 formules, 57 essais en granulation,

#### **Conclusions**

- Caractéristiques similaires malgré un PCI légèrement inférieur sur les feuillus (5%)
- Châtaignier et Résineux conformes, Peuplier et Chêne ont des dépassements en taux de cendres et azote

→ Une formulation est nécessaire

## **OBJECTIF PEU 100 CHA 100 CHF 100** CHA 30 - CHE 70 **RES 100** PEU 70 - RES 30 CHA 70 - RES 30 CHE 70 - RES 30 CHA 70 - CHE 30 PEU 50 - RES 50 70 (CHA 70 - CHE 30) - 30 RES CHA 50 - RES 50 CHE 50 - RES 50 PEU 25 - RES 75 30 (CHA 70 - CHE 30) - 70 RES CHA 30 - RES 70 CHF 30 - RFS 70















# **GRANULATION**

Feuillus VS résineux : quels enseignements ?













# **GRANULATION – ÉCHELLE PILOTE**

#### **RAGT ENERGIE**



#### **OBJECTIFS**

- Etude du comportement en granulation des formules
- Etablissement des paramètres et conditions de granulation
- Sélection des formules pour changement d'échelle

#### **MÉTHODE**

- Prétraitement de la matière première
- Essai de granulation
- Définition des paramètres optimaux de granulation
- Caractérisation des granulés obtenus
- Comparaison aux seuils normatifs pour sélection

#### **MATÉRIEL**

#### Presse à granuler

Filière plate

Puissance nominale: 3kW

Enregistrement automatique : puissance instantanée, température, consommation électrique, couple

#### **Filières**

6/18

6/21 6/27

6/30

6/33

6/36

#### **CONCLUSIONS**

- La qualité des produits est conforme en terme de durabilité, taux de fines.
- Les masses volumiques sont plus élevés que sur l'échantillon de référence

















# **GRANULATION – DÉBITS ÉCHELLE INDUSTRIELLE**

**RAGT ENERGIE** 



Chaque lot a été produit sur une masse de 15t de mélange

Formules	Débit (t/h)	Perte débit	Consommation kWh/t
RES 100 (étalon)	4,4		57
CHE 30 - RES 70	4,3	-2%	58
CHE 70 - RES 30	3,2	-27%	78
CHA 30 - RES 70	3,7	-16%	68
CHA 70 - RES 30	3,1	-30%	81
CHA 100	2,6	-41%	96
PEU 25 - RES 75	4,3	-2%	58



Les débits sont réduits et la consommation énergétique augmentent avec l'incorporation de feuillus.

Le débit est supérieur en chêne qu'en châtaignier.

















# QUALITÉ DES PRODUITS

Aspects normatifs & comportement en conditions réelles : quels enseignements ?











# **QUALITÉ PRODUIT - CARACTÉRISATION**

**RAGT ENERGIE** 



#### **OBJECTIFS**

Valider les caractéristiques physiques et chimiques de la production en les comparant aux seuils normatifs

#### PARAMÈTRES ÉTUDIÉS

- Thermochimiques: taux de cendres, pouvoir calorifique, humidité à réception...
- Chimiques: teneurs en azote, soufre, chlore, métaux lourds, ...
- Physiques: résistance mécanique, masse volumique, taux de fines, ...

#### **RÉSULTATS**

Echantillons	NF EN ISO 17225-2 A1	NF EN ISO 17225-2 A2
PEU 25 – RES 75	-	~
CHE 30 – RES 70	~	~
CHE 70 - RES 30	~	~
CHA 30 – RES 70	~	<b>~</b>
CHA 100	~	~
CHA 70 – RES 30	~	~
RES 100	~	~

#### CONCLUSIONS

- Formulation validée
- Granulés feuillus respectant les normes et certifications
- Productions industrielles confirment les tendances observées à échelle pilote

















100





CHA 70 -

RES 30





**RES 70** 



RFS 30



**RES 70** 



**RES 75** 





100













# **QUALITÉ PRODUITS - COMBUSTION**

**RAGT ENERGIE** 



#### **OBJECTIFS**

Valider les granulés produits en conditions réelles sur des outils de combustion du marché

#### PARAMÈTRES ÉTUDIÉS

- Comportement des cendres : taux de cendres, granulométrie des cendres, densité, mâchefer ou cendres contractées...
- Emissions: teneurs en CO, Nox, SOx
- Physiques: résistance mécanique, masse volumique, taux de fines, ...















# HISTORIQUE DE L'INDICATEUR

**RAGT ENERGIE** 



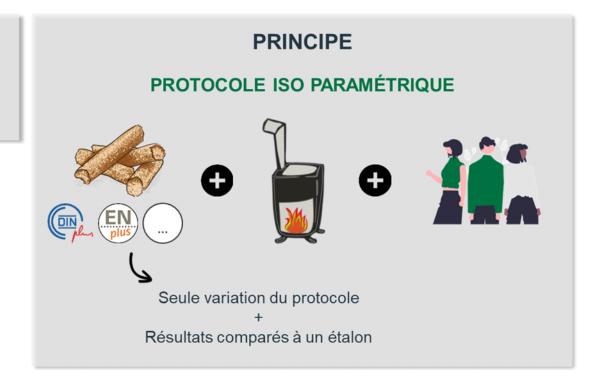
2015

## Création du protocole poêle RAGT Energie

#### **OBJECTIFS**

Aller au-delà de la norme et de ses critères en développant l'aspect combustion et proposer une solution comparative

















# HISTORIQUE DE L'INDICATEUR

**RAGT ENERGIE** 



2017

## Création de l'indicateur de combustion poêle RAGT Energie

Base de données établie sur plus de 300 échantillons Qualité moyenne du marché **Productions françaises** + Portugal, Espagne, Allemagne, Belgique

#### **OBJECTIFS**

- Réaliser un suivi de la qualité de production
- Permettre de répondre en cas de litiges ou de retours clients négatifs















# **QUALITÉ PRODUITS – COMBUSTION POÊLE**

**RAGT ENERGIE** 





## CONCLUSIONS

- Qualité et volume de cendres similaires
- Densité de cendres plus élevée
- Moins de cendres contractés sur les échantillons à base de châtaignier vs Résineux et Chêne
- Emissions similaires légèrement supérieure en NOx









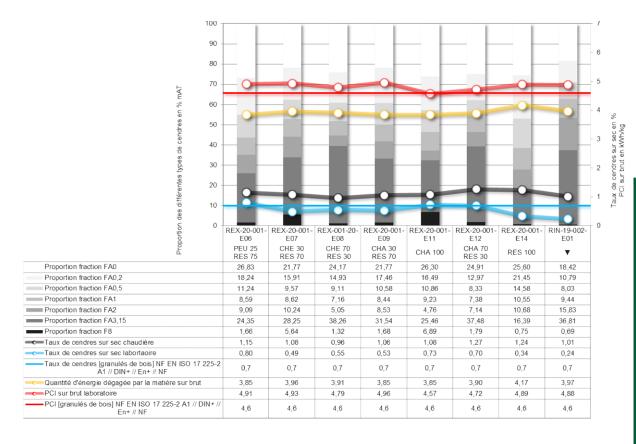




# **QUALITÉ PRODUITS – COMBUSTION CHAUDIÈRE INDIVIDUELLE**

**RAGT ENERGIE** 









#### **CONCLUSIONS**

- Quantité d'énergie délivrée similaire
- Emissions similaires en CO et légèrement supérieure en NOx
- Densité de cendres plus élevés
- Pas de différence en terme d'encrassement chaudière
- Aucun problème de fusion de cendres









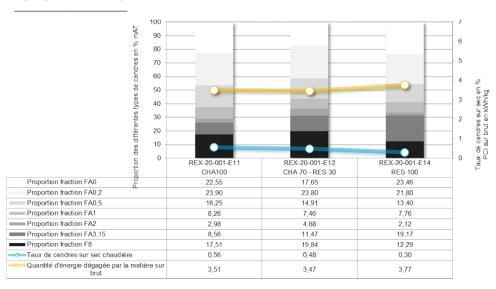


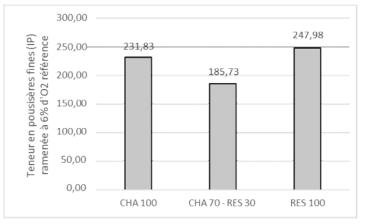


# **QUALITÉ PRODUITS – COMBUSTION CHAUDIÈRE COLLECTIVE**

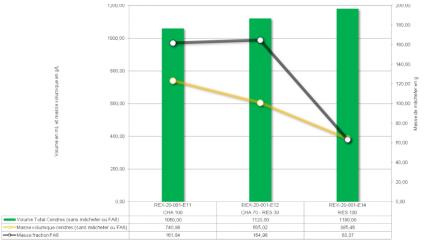












#### **CONCLUSIONS**

- Quantité d'énergie délivrée similaire
- Emissions similaires en CO et légèrement supérieure en NOx
- Volume de cendres similaires mais densité cendres feuillus plus élevée
- Teneur en particules fines légèrement inférieure pour le feuillus.











27

# **QUALITÉ PRODUITS - CONCLUSIONS**

#### **RAGT ENERGIE**

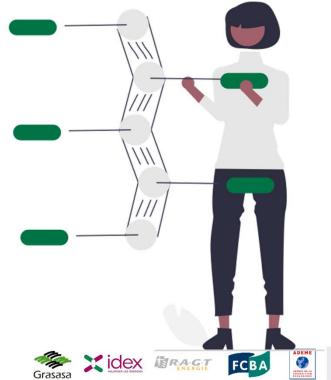


#### Caractérisation

- Formulation validée
- Granulés feuillus respectant les normes et certifications
- Productions industrielles confirment les tendances observées à échelle pilote

#### **Combustions**

- Quantité d'énergie délivrée similaire
- Emissions similaires en CO et légèrement supérieure en NOx
- Densité des cendres feuillus légèrement supérieure
- Pas de problème de formation de mâchefer
- Encrassement similaire
- Emissions de particules légèrement plus faibles avec du feuillus





# SYNTHÈSE DU PROJET GRAMIX

#### **RAGT ENERGIE**

#### Gisement:

Le gisement en ressources feuillues est disponible, sur la disponibilité en biomasse forestière pour l'industrie et l'énergie estimée + 20 millions de m3/an d'ici 2035, 80% de la ressource supplémentaire en essences feuillues (ADEME). Il reste à le mobiliser correctement

#### Préparation bois :

- Il existe un réel enjeu technique à travailler du bois rond de feuillus et à l'écorcer correctement pour respecter les taux de cendres demander par la classe A1
- La solution de criblage peut être une solution adapté, utilisable sur tous diamètres mais restera moins efficace que l'écorçage

#### **Granulation:**

■ La granulation de feuillus est **plus énergivore** que le résineux et le mélange avec du résineux permet d'atténuer cette différence











# SYNTHÈSE DU PROJET GRAMIX

#### **RAGT ENERGIE**

#### Caractéristiques produit :

- La formulation joue un rôle majeur dans la production de granulés bois feuillus
- Qualité produit proche du granulé résineux avec une vigilance à avoir sur le taux de cendres et la teneur en Azote.
- Granulés conformes à la norme et de bons résultats en combustion comparables au résineux.
- Attention à la densité des cendres
- Travailler vers une mise en marché de la classe A2 qui permettrait une plus large introduction du feuillus

#### **Etude économique et ACV:**

- Dans un contexte actuel et sur le producteur concerné, la rentabilité est légèrement dégradée sur feuillus (débit, coûts d'approche MP) mais étant donnée les évolutions actuelles sur les matières et le coût de l'énergie, le feuillu va devenir de plus en plus compétitif pour construire une filière d'avenir.
- Impacts environnementaux très dépendants de la préparation de la ressource (sciure ou bois rond)







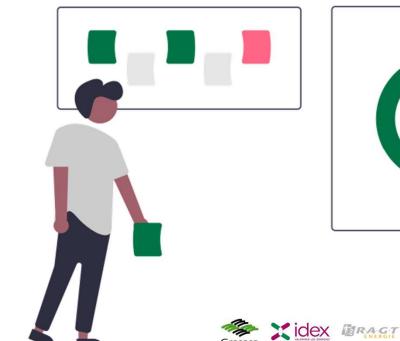


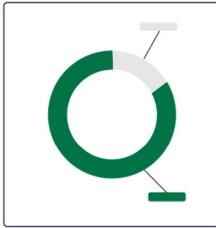


# **ZOOM SUR LA FILIÈRE**

**RAGT ENERGIE** 

- Des expériences existantes en France
- Un potentiel important pour le développement du marché
- Des solutions techniques existantes sur toute la chaine de valeur
- Des gisements mobilisables
- Un intérêt économique immédiat sur les connexes de scierie et un intérêt sur le bois rond avec la nécessité de bien préparer la matière (écorçage)
- Un marché national de plus en plus « prêt » à accepter du granulé mix feuillus/résineux













# MERCI DE VOTRE ATTENTION!

# **CONTACT**

Jérémie Tamalet

jtamalet@ragt-energie.fr



