

# **Rencontres des animateurs bois-énergie Atelier 2 : Séchage**

29 janvier 2019 - Rennes

G. ZABALA (BE 66)  
E. PAYEN (CIBE)  
M. MEZZINA (CIBE)

# Etat des lieux des connaissances

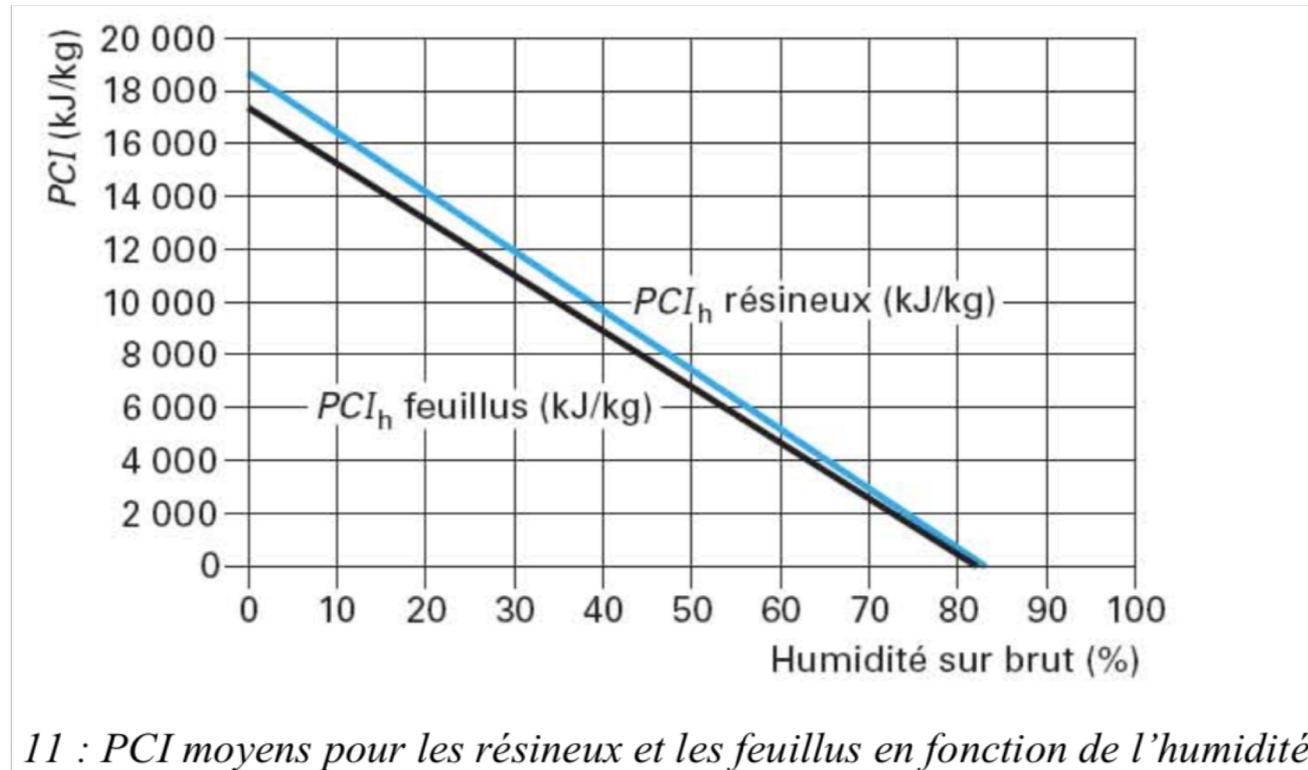
## o Définition

- Processus par lequel on amène du **bois** frais au taux d'humidité souhaité pour son utilisation

## o Objectif

- Maitriser le taux d'humidité

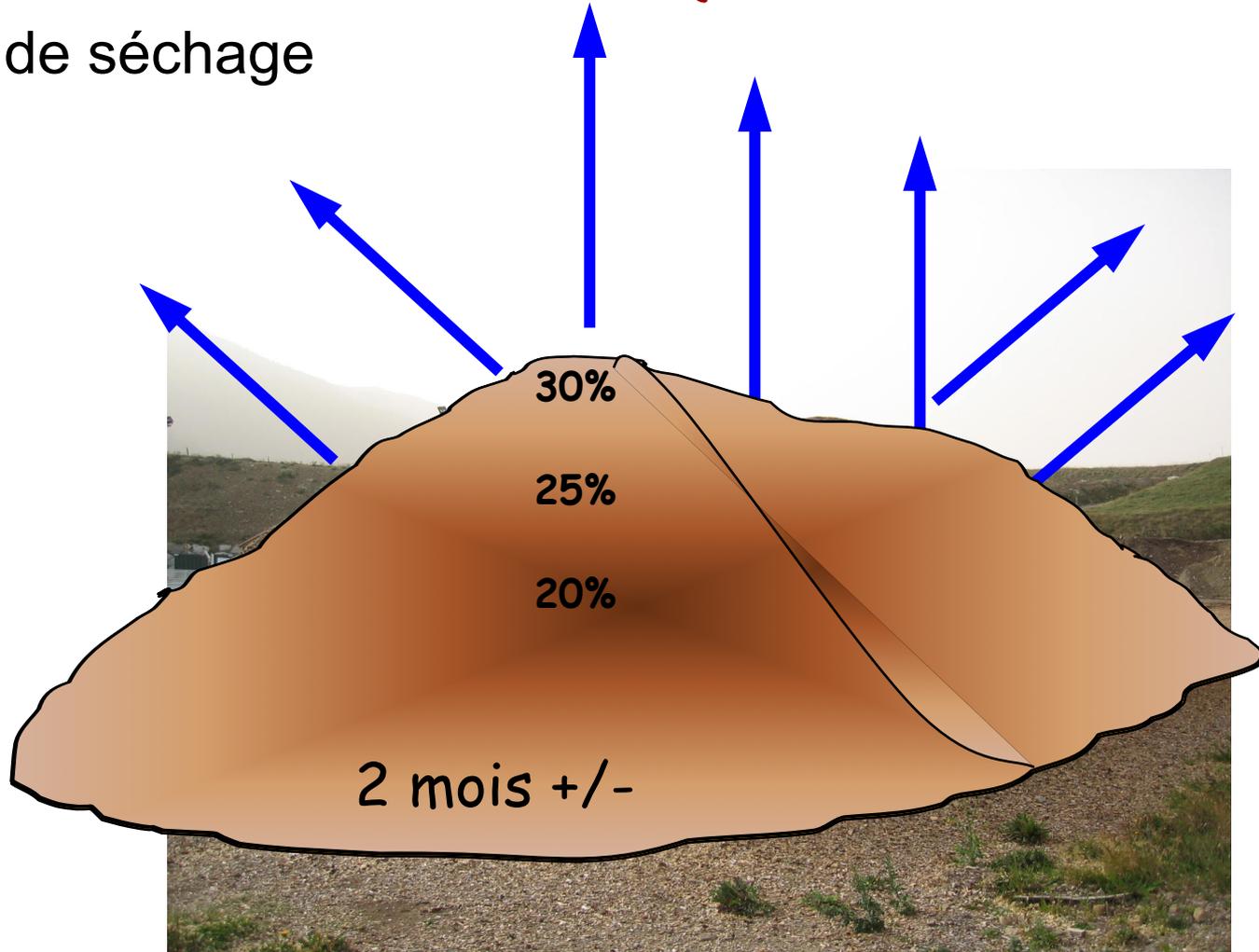
son pouvoir calorifique augmente lorsque son taux d'humidité baisse



# Etat des lieux des connaissances

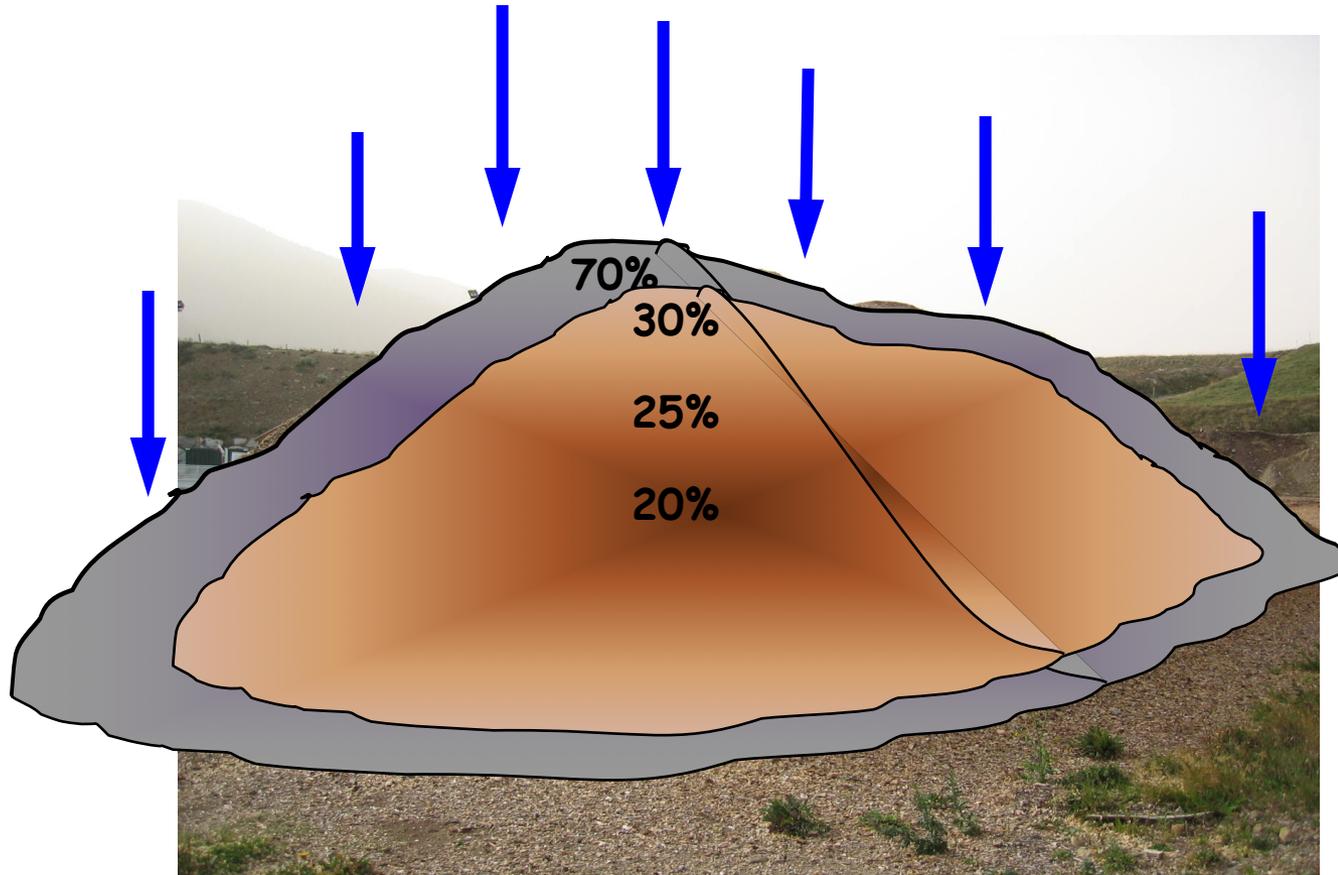
## *Variation théorique de l'humidité*

- Temps de séchage



# Etat des lieux des connaissances

## *Variation de l'humidité réellement*



% de volume perdu :

12% dans le cas de tas de 7m de hauteur

=> 45% dans le cas de tas de 2 m de hauteur

# Règlementation ICPE

## Rubrique 1532 plateforme de stockage

### 1532. Stockage de bois ou de matériaux combustibles analogues

#### 1.5 Substances Combustibles

(Rubrique créée par le [décret n° 2010-367 du 13 avril 2010](#) et modifiée par le décret n° 2013-814 du 11 septembre 2013)

Bois ou matériaux combustibles analogues y compris les produits finis conditionnés et les produits ou déchets répondant à la définition de la biomasse et visés par [la rubrique 2910-A](#), ne relevant pas de [la rubrique 1531](#) (stockage de), à l'exception des établissements recevant du public.

Le volume susceptible d'être stocké étant :	
1. Supérieur à 50 000 m <sup>3</sup>	(A-1)
2. Supérieur à 20 000 m <sup>3</sup> mais inférieur ou égal à 50 000 m <sup>3</sup>	(E)
3. Supérieur à 1 000 m <sup>3</sup> mais inférieur ou égal à 20 000 m <sup>3</sup>	(D)

**Régime de la déclaration :** [Arrêté du 5 décembre 2016](#) relatif aux prescriptions générales applicables à certaines installations classées soumises à déclaration (rubrique 1532.3)

**Régime de l'enregistrement :** [Arrêté du 11/09/13](#) relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de l'enregistrement au titre de la rubrique n° 1532 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement

Note interprétative de la rubrique [IR\\_170303 stockage bois en silo\\_p](#) consulter en pdf

# Règlementation ICPE

## Rubrique 1532 plateforme de stockage

- Arrêté du 05/12/16 relatif aux prescriptions applicables à certaines installations classées pour la protection de l'environnement soumises à **déclaration**
  - Si le bâtiment couvert abritant le stockage est situé à moins de 8 mètres de constructions occupées par des tiers, les éléments de construction présenteront les caractéristiques de résistance et de réaction au feu suivantes :
    - - parois REI 120 ;
    - - couverture BROOF (t3) ou plancher haut REI 60 ;
    - - portes EI 30.
  - Si le stockage est en plein air, sa hauteur ne doit pas dépasser 6 mètres. Le stockage doit être à au moins 6 mètres des limites de l'établissement, de manière à permettre le passage des engins de lutte contre l'incendie.

# Règlementation ICPE

## Rubrique 2260 activité broyage / criblage fixe

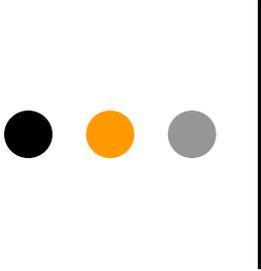
### 2260. Broyage, concassage, criblage ... des substances végétales et produits organiques naturels

#### 2.2 Agro-alimentaire

(Rubrique modifiée par les Décrets n° 2005-989 du 10 août 2005, n° 2009-841 du 8 juillet 2009, n° 2017-1595 du 21 novembre 2017 et n° 2018-900 du 22 octobre 2018)

Broyage, concassage, criblage, déchiquetage, ensachage, pulvérisation, trituration, granulation, nettoyage, tamisage, blutage, mélange, épiluchage, décortication ou séchage par contact direct avec les gaz de combustion des substances végétales et de tous produits organiques naturels, à l'exclusion des installations dont les activités sont réalisées et classées au titre de l'une des rubriques 21xx, 22xx, 23xx, 24xx, 27xx ou 3642.

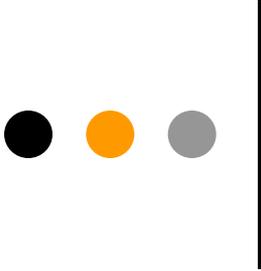
1. Pour les activités relevant du travail mécanique, la puissance maximale de l'ensemble des machines fixes pouvant concourir simultanément au fonctionnement de l'installation étant :	
a) Supérieure à 500 kW	(E)
b) Supérieure à 100 kW mais inférieure ou égale à 500 kW	(DC)
2. Pour les activités relevant du séchage par contact direct, la puissance thermique nominale de l'installation étant :	
a) Supérieure ou égale à 20 MW	(E)
b) Supérieure à 1 MW mais inférieure à 20 MW	(DC)

A decorative graphic consisting of three circles (black, orange, and grey) and a vertical line to their right.

# Techniques

## *Paramètres importants*

- Humidité
- Granulométrie
- Compaction du tas
- Volume de bois amoncelé / hauteur
- Essence de bois utilisée
- Proportion d'écorce et de feuilles
- Fraîcheur du bois broyé
- Température extérieure
- (Pluviométrie)



# Normes pour les biocombustibles solides

## o Norme de caractérisation

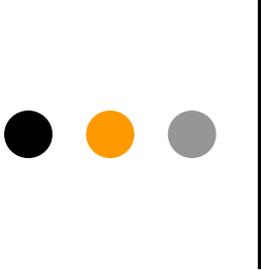
- NF EN ISO 16559 -> Biocombustibles solides - **Terminologie, définitions et descriptions**
- *NF EN ISO 17225-1 -> Biocombustibles solides - Classes et spécifications des combustibles Partie 1 : **exigences générales***
- NF EN ISO 17225-4 -> Biocombustibles solides - Classes et spécifications des combustibles Partie 4 : **classes de plaquettes de bois**
- Norme ISO 17 225-9 : **Plaquettes/broyats de bois à usage industriel**

En cours  
de  
révision

**projet** **30/1/2019 : vote final de la norme**  
1<sup>er</sup> semestre 2019 : Traduction française

## o Normes d'échantillonnage

- NF EN ISO 18135 -> Biocombustibles – Echantillonnage
- NF EN ISO 14780 -> Biocombustibles solides - Préparation des échantillons



# Normes pour les biocombustibles solides

## o Normes de mesure

- NF EN ISO 18125 -> Biocombustibles solides - Détermination du **pouvoir calorifique**
- NF EN ISO 17827-1 -> Biocombustibles solides - Détermination de la **distribution granulométrique** des combustibles non comprimés – Partie 1 : méthode au **tamis oscillant** d'ouverture de maille égale ou supérieure à 3,15 mm
- NF EN ISO 17827-2 -> Biocombustibles solides - Détermination de la **distribution granulométrique** des combustibles non comprimés – Partie 2 : méthode au **tamis vibrant** d'ouverture de maille inférieure ou égale à 3,15 mm
- NF EN ISO 17828 -> Biocombustibles solides - Détermination de la **masse volumique apparente**
- NF EN ISO 18122 -> Biocombustibles solides - Méthode de détermination de la **teneur en cendres**
- NF EN ISO 18134-1 -> Biocombustibles solides - Détermination de la **teneur en humidité** - Méthode de **séchage à l'étuve** - Partie 1 : humidité totale - Méthode de référence
- NF EN ISO 18134-2 -> Biocombustibles solides - Dosage de la **teneur en humidité** - Méthode de séchage à l'étuve - Partie 2 : humidité totale – Méthode simplifiée
- NF EN ISO 18134-3 Biocombustibles solides - Méthode de détermination de la **teneur en humidité** - Méthode de séchage à l'étuve - Partie 3 : humidité de l'échantillon pour analyse générale
- NF EN ISO 19743 -> Biocombustibles solides - Détermination de la **teneur en matériaux lourds** exogènes de dimension supérieure à 3,15 mm
- XP CEN/TS 15149-3 -> Biocombustibles solides - Méthodes de détermination de la **distribution granulométrique** - Partie 3 : méthode au **tamis rotatif**

**Connaissez-vous ? Utilisez-vous ces documents ?**

# Techniques de séchage

- Séchage naturel = stockage sous forme de tas et laisser les phénomènes d'auto-échauffement
  - Stockage à l'air libre
  - Stockage sous couvert
    - Bâche respirante
    - Tunnel
    - bâtiment existant -> ventilation
  
- Séchage artificiel = énergie provenant d'une source externe
  - Tunnel
  - À tambour rotatif
  - En lit fixe



Bois énergie 66



# Le séchage naturel

			Avantage	Inconvénient
Séchage naturel	Stockage extérieur en tas	Meule tassée	Mise en fermentation rapide Ruissellement de la pluie sur la croûte extérieure	Utiliser rapidement dans sa totalité
		Andains		Engin équipé d'un godet Contrainte de manutention
	Stockage sous abri	Bâche	Coût très faible Amovible réutilisable Intérêts technique et économique	Moins performant Moins résistant Dimensions tas limitée Technicité (fiche CCI48)
		Tunnel abri	Bon rapport « coût / résultat / facilité » Facilité à mettre en œuvre	Plus sensible au vent et aux entrées de neige, aux coups de godets = conception à soigner

# Méthodologie séchage naturel

- Broyer un bois fraîchement coupé (vert  $\approx$  50-60%) à la fin du printemps/début de l'été
- Mettre en tas → montée en fermentation au bout de 1-2 jours
- Attendre 2-6 mois en fonction du taux d'humidité initial, des secteurs et des conditions météo

## Points de vigilance

- Ne pas ouvrir le tas → arrêt de la fermentation
- Ne pas utiliser un bois trop vieux ou vermoulu
  - Reprend de l'humidité = éponge
  - Fermentation moins performante
  - Sèche mal : exemple concret = passe de 50% à 40% seulement
- Un broyat trop fin sèche moins bien = moins d'espace
- Possibilité d'utiliser un bois ressuyé en rondin pendant 1-2 ans max  
L'humidité avant broyage ne descendra pas en dessous de 35%.

# Le séchage artificiel

		Avantage	Inconvénient
Séchage artificiel	Tunnel	Investissement réduit pour un séchage plus important de bois = rotations (Dé)Montage simple et rapide Evolutif Mobile	Doit être homologué Aspect visuel Broyage extérieur Hauteur limitée
	A tambour rotatif		
	En lit fixe		

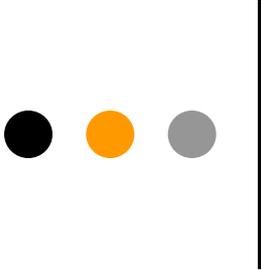


## REX sur séchage artificiel ?

- une étude a été menée pour évaluer la pertinence d'un système solaire thermo voltaïque (Base Innovation)
- Echange téléphonique avec un maître d'ouvrage qui a du séchage solaire, 8 jours pour passer de 30% à 15% pour un tas de 900 MAP = 2 travées 20\*9\*2,5 m de haut.

GROVEL, R., PASQUIER, F., HELOU, T. et al., eds (2014). Bois énergie – L'approvisionnement en plaquettes forestières, ADEME, 225 p.

ADEME Rhône-Alpes, ed (2012). Guide technique de mise en œuvre des plateformes et hangars de stockage de bois énergie. 42 p.



# Aspect économique

- Coût plutôt lié au stockage, à la plateforme et non directement au séchage car souvent naturel
  
- 4 euros/m<sup>2</sup> pour une bâche de 5m par 50m
  
- Plusieurs types de coûts liés au séchage
  - Coûts d'immobilisation de la matière
  - Coûts d'infrastructure de stockage = amortissement
    - Superficie et capacité de stockage
    - Nature des bois entrants et la diversité des combustibles solides
    - Revêtements envisagés
    - Partis pris architecturaux
    - Contraintes environnementales et accessibilité
  - Coûts d'équipements matériels sur plateforme
  - Coûts liés à la gestion et au conditionnement des stocks
  - Coûts liés à la perte de matière sèche (5%-10%)

# Certifications et Formations

- o Quelle formation existe ?

- o Formation FCBA :

- [https://formation.fcba.fr/formation\\_secteur/approvisionnement-bois/](https://formation.fcba.fr/formation_secteur/approvisionnement-bois/)

**Systemes d'exploitation forestière dédiés au bois énergie et à la récolte de bi...**



**parcours métier**

**Parcours métier Fournisseur approvisionneur bois énergie**



**nouveau**

**Bonnes pratiques de stockage et de gestion de stocks des produits bois énergie ...**



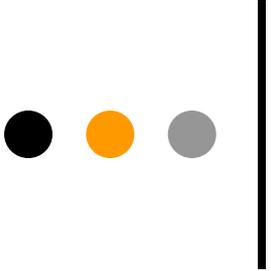
**nouveau**

**Suivi qualitatif de l'approvisionnement en entrée chaufferie : bonnes pratiques...**



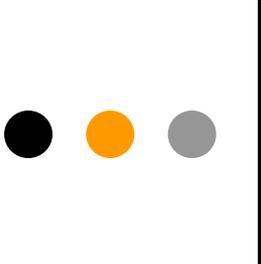
- o Certification (de produit, personne ou service) ?

- o CBQ +



# Bibliographie (1/3)

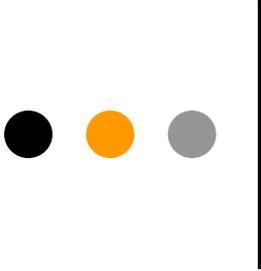
- Technique & Economique
  - GROVEL, R., PASQUIER, F., HELOU, T. et al., eds (2014). **Bois énergie – L’approvisionnement en plaquettes forestières**, ADEME, 225 p.
  
- Technique
  - ADEME (2018), **Production de chaleur biomasse - Qualité des approvisionnements - Règlement, Exploitation, Contrôle**. (fiches 5 et 12)
  - CIBE, ed (2013). **Réflexions sur l’importance de l’humidité du bois dans la filière bois-énergie**. 4 p.
  - Union Régionale des Associations de Communes Forestières Rhône-Alpes, ed (2012). **Guide technique de mise en œuvre des plateformes et hangars de stockage de bois énergie**. 42 p.
  - CIBE, (2011). **Classification professionnelle des combustibles bois déchiquetés**.
  - AST, J., ed (2009). **Etude de l’évolution des caractéristiques physico-chimiques des plaquettes forestières en fonction des modalités de stockage et séchage**. 28 p.



# Bibliographie (2/3)

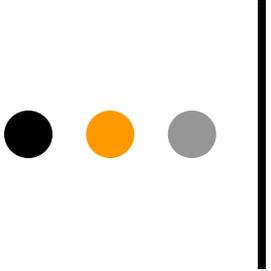
## o Généraliste

- ADIB Franche-Comté. **Formation : Bois énergie et plaquettes forestières.** 144 p. (Programme + Présentation)
- DOUARD, F. (2016). **Le mode de séchage du bois-énergie, clé de sa fraîcheur et donc sa qualité.** Bioénergie International, n° 43, (page consultée le 26/12/2018), <https://www.bioenergie-promotion.fr/46919/le-mode-de-sechage-du-bois-energie-cle-de-sa-fraicheur-et-donc-sa-qualite/>
- Mission Haies Auvergne (URFA), ADUHME et Chambre d'agriculture du Puy de Dôme, eds (2014). **Des plaquettes pour valoriser le bois des agriculteurs - Des atouts en énergie et/ou en litière,** 28 p.
- CCI de la Lozère, Fiche B, ed (2010) **Mesure du taux d'humidité sur brut avec un four à micro-ondes : méthode.** 2 p.
- CCI de la Lozère, Fiche C, ed (2010) **Appréciation sensorielle de la qualité des plaquettes bois-énergie.** 1 p.
- CCI de la Lozère, Fiche D, ed (2010) **Stocker les plaquettes de bois-énergie pour en garantir la qualité.** 1 p.
- CCI de la Lozère, Fiche E, ed (2010) **Stocker les plaquettes de bois énergie sous bâches drainantes : bonnes pratiques.** 1 p.

A decorative graphic consisting of three circles (black, orange, and grey) and a vertical black line to their right.

## Bibliographie (3/3)

- Règlementation ICPE
  - Rubrique 1532
  - Rubrique 2260
  
- Cas pratiques ciblés
  - BASE, ed (2016). **Cogen’Air : plateforme de séchage solaire de bois.**
  - Bois Energie 66, ed (2013). **Valorisation de Châtaigniers mal conformés et de purges de Sapins suite à une coupe de bois d’oeuvre en forêt communale de Rabouillet.** 2 p.
  - ADEME, ed (2013). **Séchage solaire du bois à Saint Laurent.** 2 p.



# Perspectives

- Mutualiser :
  - Méthodologies
  - Outils
- Compléter le recensement des documents de communication de soutien
- Créer :
  - Argumentaires manquants ?

→ Quel soutien attendu de la commission  
« Approvisionnement des chaufferies et biocombustibles »  
du CIBE ?