



# **QUELS COMBUSTIBLES pour QUELLES INSTALLATIONS ?**

**9<sup>ème</sup> colloque national du CIBE  
Reims, 1<sup>er</sup> octobre 2014**



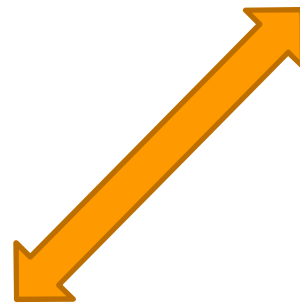
# Les combustibles bois

## NATURE, ORIGINE

- Forêt
- Industrie
- Fin de vie

## UTILISATION, MATERIELS

- Stockage
- Convoyage et alimentation
- combustion



## CARACTERISTIQUES

- Granulométrie
- Humidité
- Composition
- Cendres

# ● ● ● | **Caractéristiques, classification, référentiels**

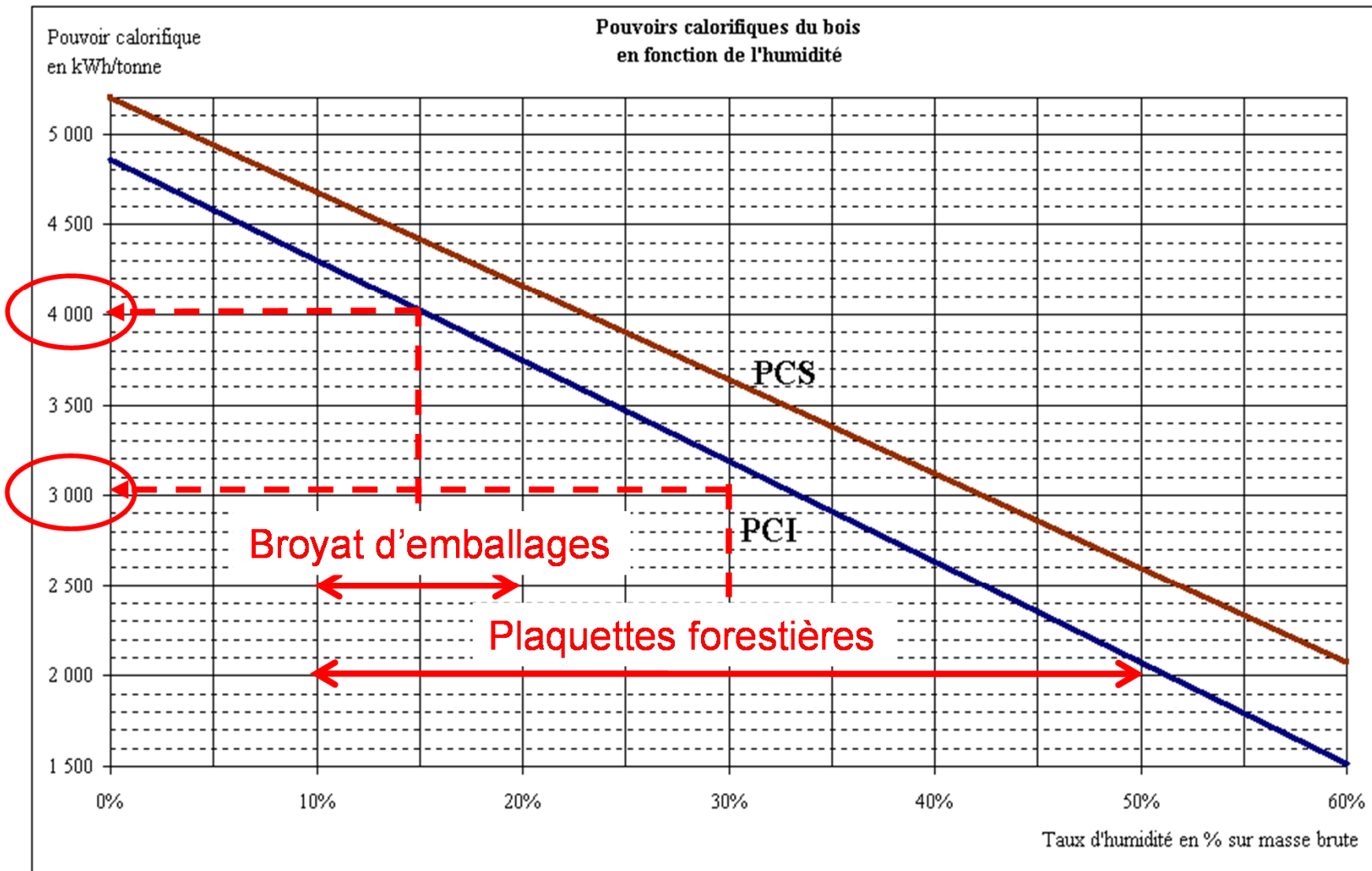
- Référentiels Combustibles Bois Energie : « Plaquettes forestières », « Connexes des industries du bois », « Produits Bois en fin de vie » établis par le FCBA et les professionnels, à la demande de l'ADEME (2006-2008)
- La classification professionnelle des combustibles bois déchiquetés du CIBE :
  - Petites plaquettes calibrées très sèches
  - Plaquettes calibrées ressuyées
  - Plaquettes-broyats non calibrés humides
  - Broyats non calibrées secs
  - Broyats-mélanges non calibrés très humides

# Caractéristiques, classification, référentiels

Classification professionnelle simplifiée des combustibles bois déchiquetés propres (non adjuvés)

catégorie et forme	classe de granulométrie	classe d'humidité	taux cendres	Contenu énergétique	préconisations d'utilisation	nature, origine combustible
<i>Petites plaquettes bois calibrées fins sèches</i> C1	P16-P45A	M15-M30	A0.5-A0.7	3,4 à 4,2 MWh/t moy: 3800 kWh/t	petite à très petite chaudière P < 200kW - 300 kW foyer volcan, désilage vis	PF, CIB sans écorces
<i>Plaquettes calibrées ressuyées</i> C2	P45-P63	M30-M40	A1.0-A2.0	2,8 à 3,4 MWh/t moy: 3100 kWh/t	petite à moyenne chaudière de 400 kW jusqu'à 1,5 MW foyer volcan, désilage vis	PF, CIB % écorces faible
<i>Plaquettes-broyats non calibrés humides</i> C3	P63-P125	M35-M45	A1.5-A3.0	2,5 à 3,1 MWh/t moy: 2800 kWh/t	moyenne chaudière 800 KW < P < 3 - 5 MW foyer grille (voire volcan)	mix-produit PF, CIB, BFV % écorces < 50%
<i>Broyats non calibrés très secs</i> C4	P100-P200	M10-M20	A1.0 - A3.0	3,9 à 4,5 MWh/t moy: 4200 kWh/t	moyenne à grosse chaudière 0,8 - 1 MW < P < 3 à 5 MW foyer grille ou équivalent	broyat palettes BFV, CIB sans écorces
<i>Broyats-mélanges non calibrés très humides</i> C5	P100-P200	M40-M55	A3.0-A5.0	1,9 à 2,8 MWh/t moy: 2400 kWh/t	très grosse chaudière P > 5 - 6 MW foyer grille ou équivalent	Mix produit PF, CIB % écorces élevé % BFV peu élevé

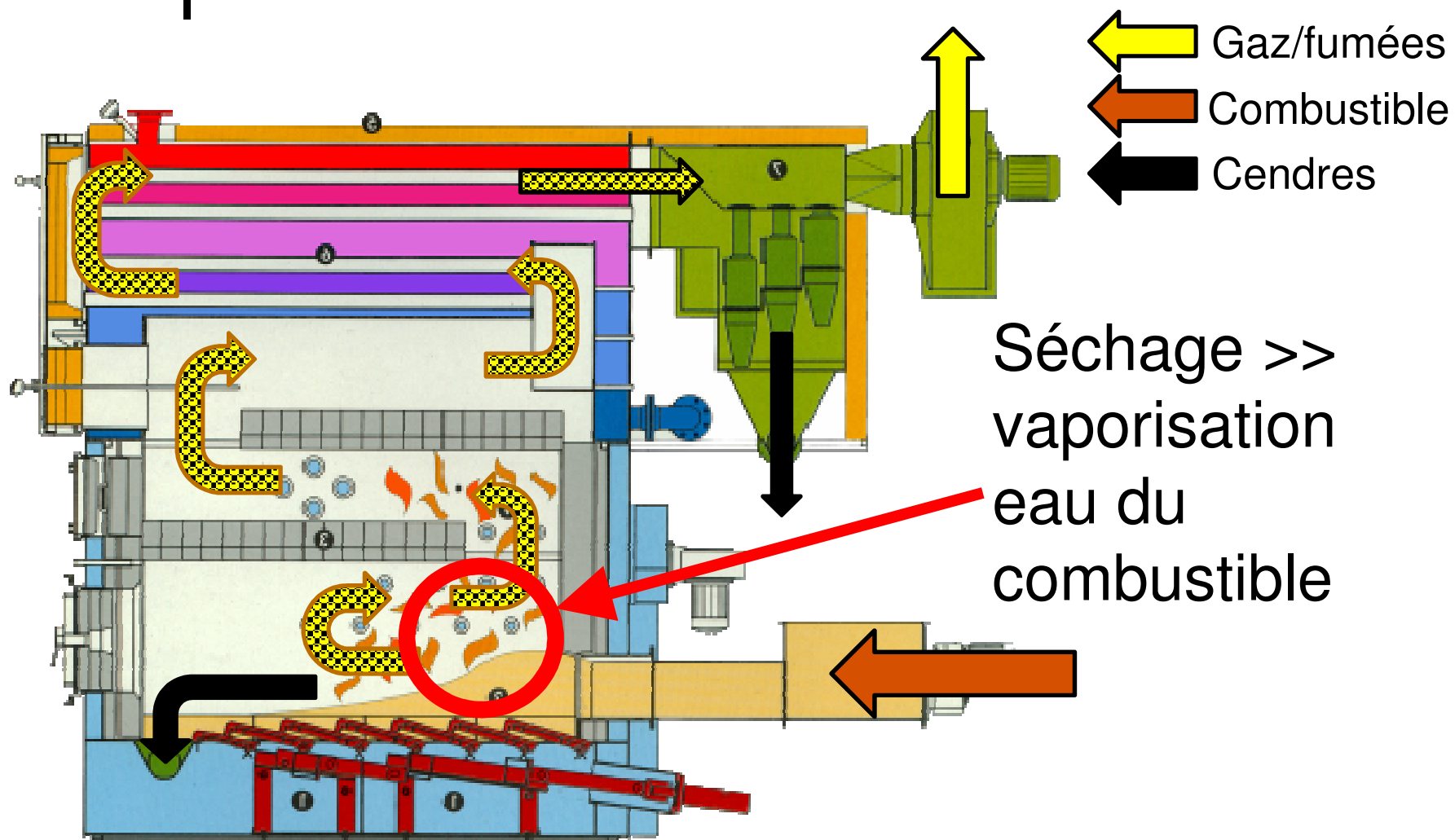
# Humidité et contenu calorifique des combustibles :



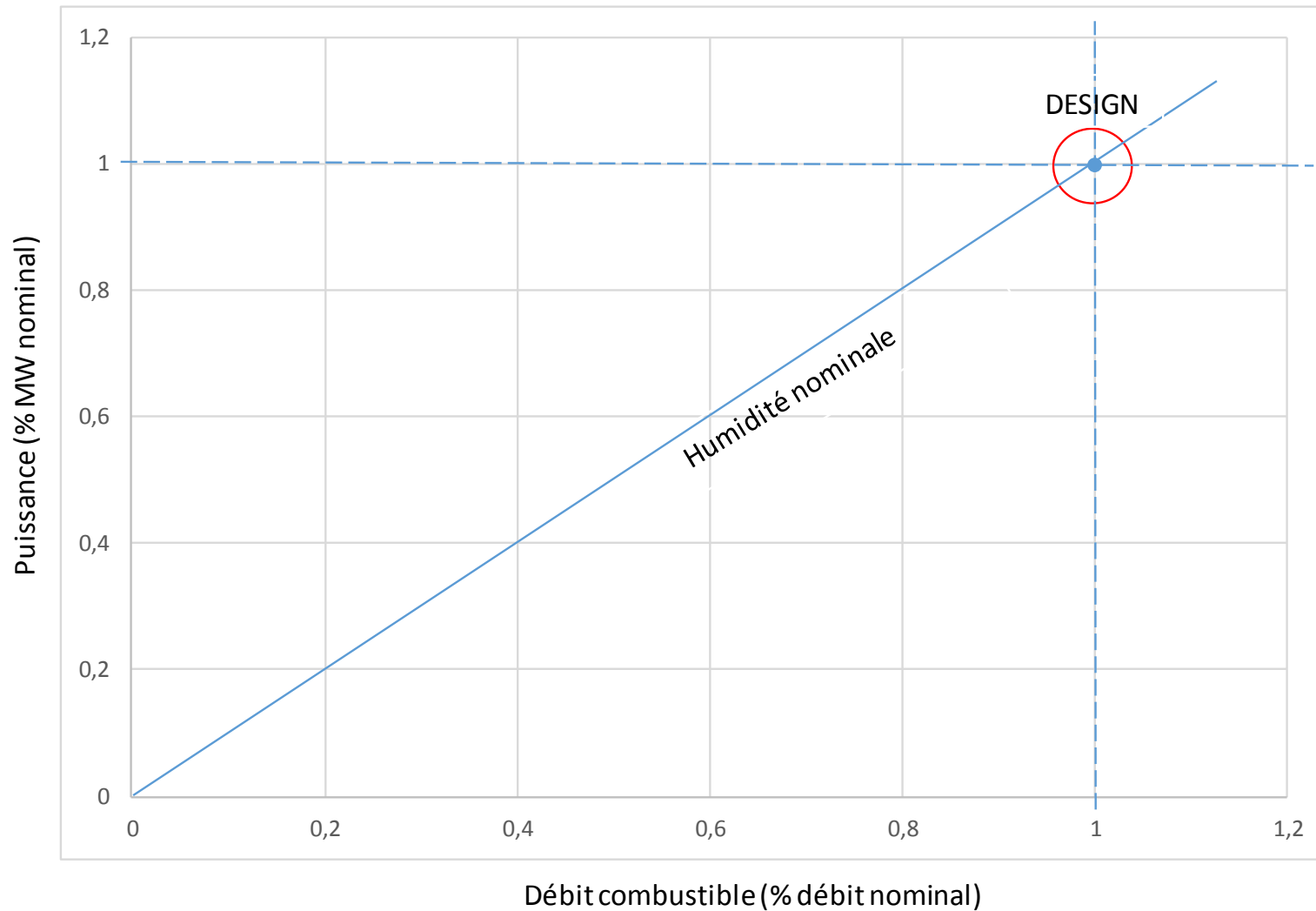
# ● ● ● | Combustion du bois en chaudière : étapes

- Introduction combustible et air de combustion
- Chauffage du combustible
- Séchage du combustible (**évaporation de l'eau**) 100° +
- Pyrolyse (décomposition du bois: carbone + gaz combustible) 200° ... 500°
- Gazéification du carbone (>> CO<sub>2</sub>, **vapeur eau**), 500° +
- Oxydation gaz (>> CO<sub>2</sub>, **vapeur eau**) 700° ... 1500°
- Transfert de chaleur (flamme > parois et combustible frais, gaz chauds > échangeurs chaleur)
- Évacuation des gaz (refroidis)
- Évacuation des cendres

# Combustion du bois en chaudière

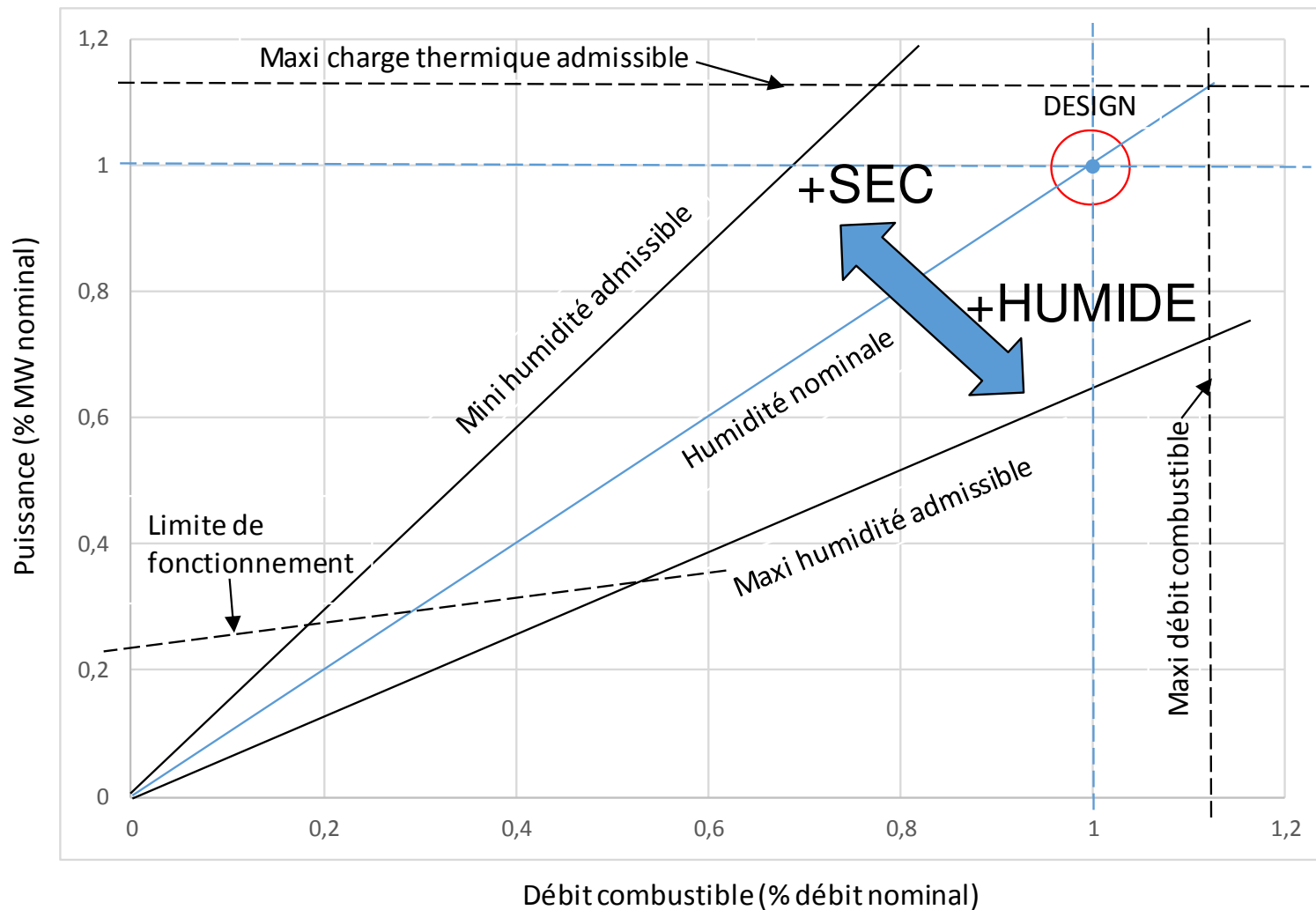


# Débit (massique) du combustible et puissance de production

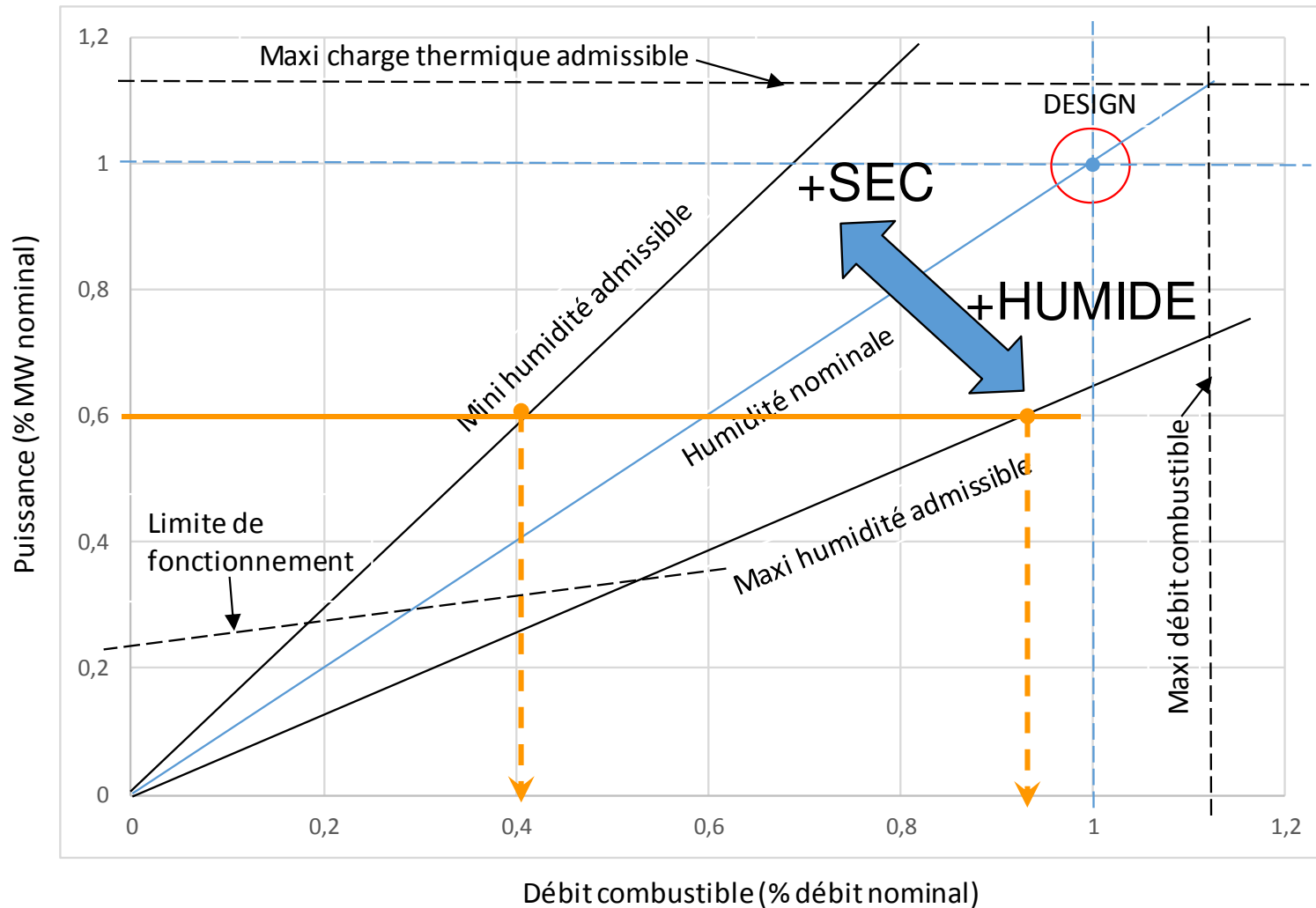




# Variation de l'humidité : impacts sur puissance et débit

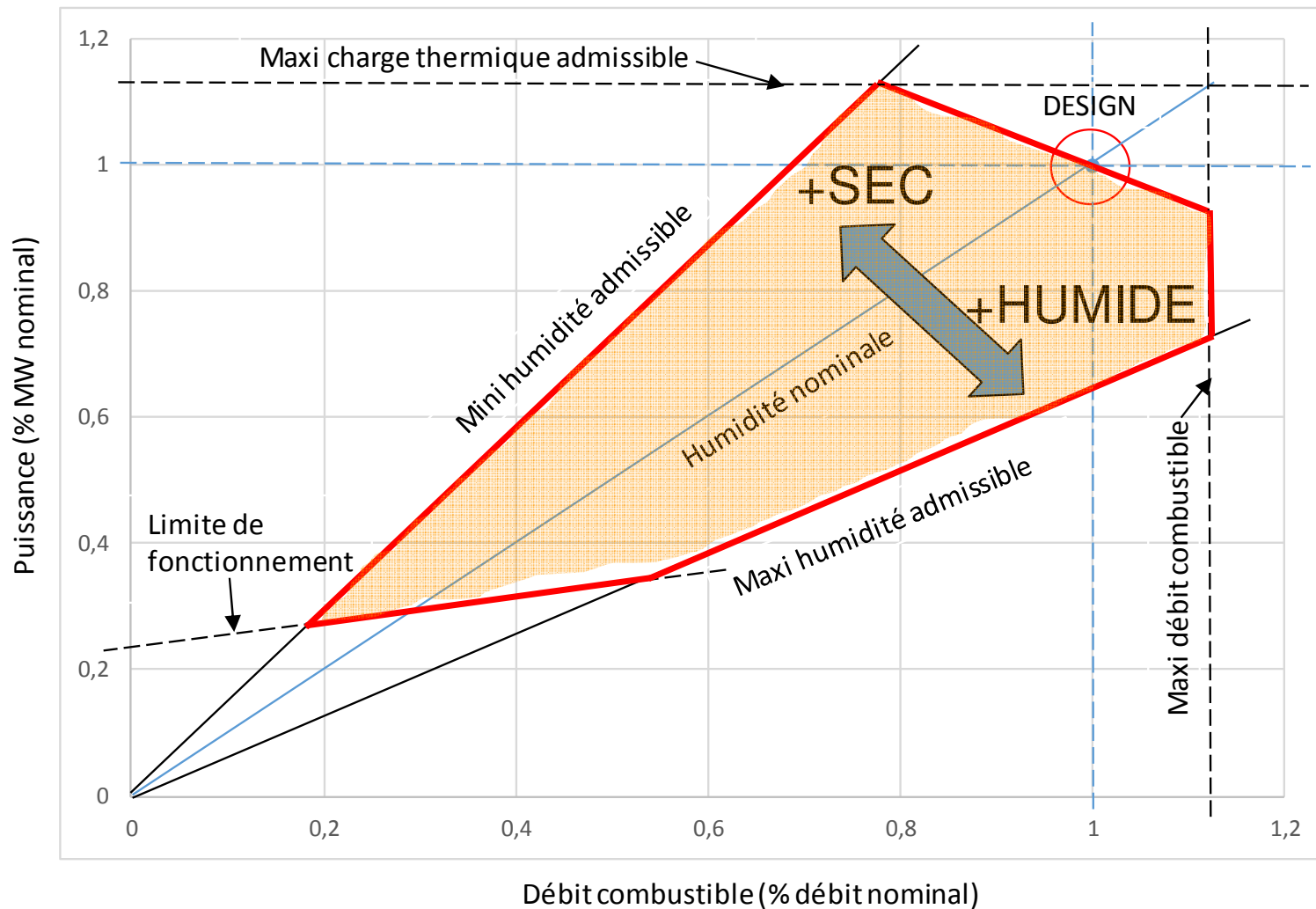


# Variation de l'humidité : impacts sur puissance et débit





# Humidité, débit combustible, puissance : des limites, un optimum à rechercher



# points de vigilance pour une modification du mix combustible

Contrat appro bois: transposer les exigences de taux de fines, granulométrie, taux de cendres, composition

Stockage : volume, autonomie, ventilation potentiellement à améliorer pour éviter un *phénomène de condensation* sur paroi froide

Traitement de fumée : vérifier plage de fonctionnement en fonction de la nouvelle température de fumée, vérifier performances VLE en fonction d'une teneur en O<sub>2</sub> modifiée en combustion

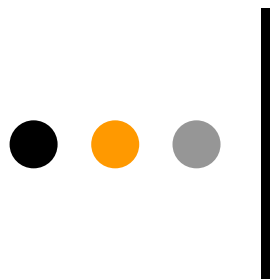


Convoyage vers chaudière : vérifier dimensionnement convoyage, trémie et poussoir

Chaudière : vérifier diagramme de combustion, ajuster réglages débits d'air, régimes min/max, ajuster cascade avec chaudière d'appoint

● ● ● | **Adéquation  
combustible-chaudière :  
utopie ou réalité ?**

- humidité ↗ >>  $T^\circ$  ↘,  $NO_x$  ↘,  
mais % CO ↗,  $\eta$  ↘
- humidité ↘ >>  $T^\circ$  ↗,  $NO_x$  ↗, ⚠️ matériels
- % N combustible ↗ >>  $NO_x$  à l'émission ↗
- % fines combustible ↗  
>> envols et taux poussières à l'émission ↗,  $\eta$  ↘
- ... et ⚠️ sur équipements aval
- Une connaissance du combustible, de ses limites
- Une conception éclairée, des équipements adaptés
- Compétence et rigueur dans l'exploitation



***Merci pour votre attention***

**Comité Interprofessionnel du Bois-Énergie**  
E-mail : [contact@cibe.fr](mailto:contact@cibe.fr) - Site Internet : [www.cibe.fr](http://www.cibe.fr)