

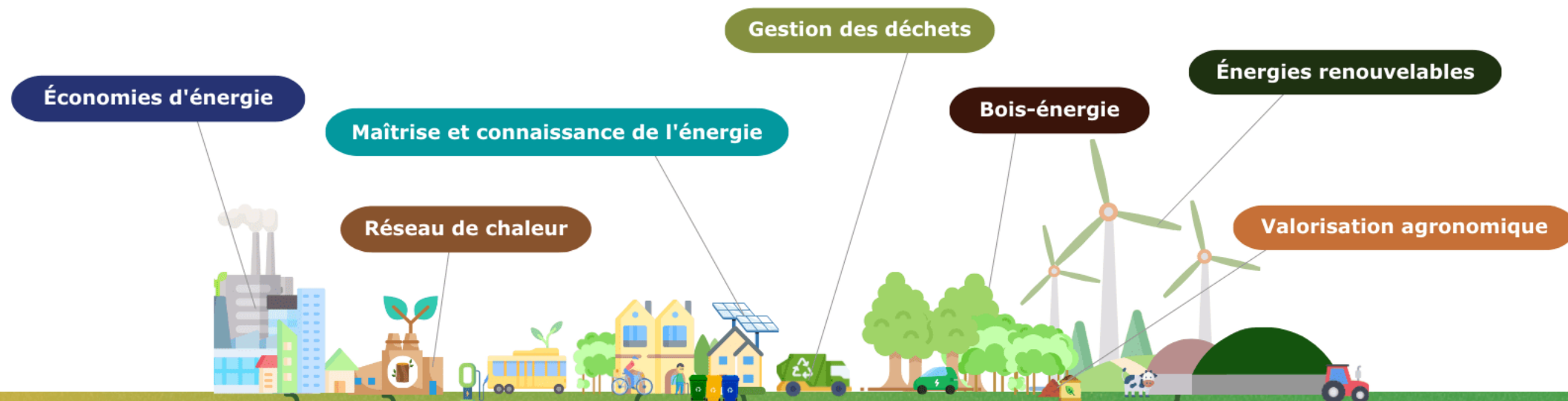


# Atelier fabrique énergétique

## Les chaudières à bois déchiqueté

Animation du Programme Bois-Énergie Normandie 2024 - 2026

*Fontaine-Étoupefour - 11 avril 2024*



# Le programme d'animation Bois- énergie Normandie



# Biomasse Normandie

## NOS DOMAINES D'INTERVENTION



Gestion et valorisation des déchets



Promotion du bois-énergie



Connaissance et maîtrise de l'énergie

## NOS ACTIONS

Au quotidien, nous menons des travaux de Recherche-Développement, des actions de promotion, de conseils et d'appui.



Animation territoriale



Ingénierie - Conseil



Autres prestations

Mission R&D, formation, animation et organisation d'événements, rédactions d'articles techniques spécialisés, actions de communication

## NOTRE INDÉPENDANCE

### OBJECTIVITÉ

quant aux choix technologiques et techniques préconisés dans les études réalisées

### ÉQUITÉ

notamment dans le cas d'études menant à des procédures d'appel d'offres

### IMPARTIALITÉ

vis-à-vis des acteurs privés et de leurs intérêts

### GOVERNANCE

grâce à un conseil d'administration composé d'acteurs divers et variés

CRÉÉE EN **1983** | ASSOCIATION **TECHNIQUE** | BASÉE À **CAEN**

Animation du Programme  
**Bois-Énergie en Normandie**  
depuis 1995

# Biomasse Normandie

Le programme d'animation bois-énergie en Normandie 2024-2026

[www.bois-energie-normandie.fr](http://www.bois-energie-normandie.fr)

## Thématiques des actions

### RESSOURCES

Mobilisation de nouvelles ressources dans le cadre d'une gestion durable  
Suivi des actions régionales visant à optimiser la mobilisation

### APPROVISIONNEMENT

Optimisation de l'organisation et des logistiques d'approvisionnement  
Identification et soutien aux structures d'approvisionnement

### PROJETS DE CHAUFFERIES

Démarches proactives de recherche de projets  
Réalisation d'études d'opportunité  
Accompagnement des syndicats d'énergie

### SUIVI

Suivi de l'approvisionnement et de l'autoconsommation en bois  
Suivi technique des chaufferies  
Suivi économique d'un panel de chaufferies

### COMMUNICATION

Élaboration d'outils (site internet, réseaux sociaux, plaquettes, documents)  
Organisation de journées thématiques, de visites en forêt, ...

### GÉNÉRAL

Accompagnement des opérateurs et des institutionnels  
Mise en œuvre d'un centre de ressources  
Réalisation de bilans

**Financement :**  
Région Normandie  
ADEME  
TEN  
Autofinancement

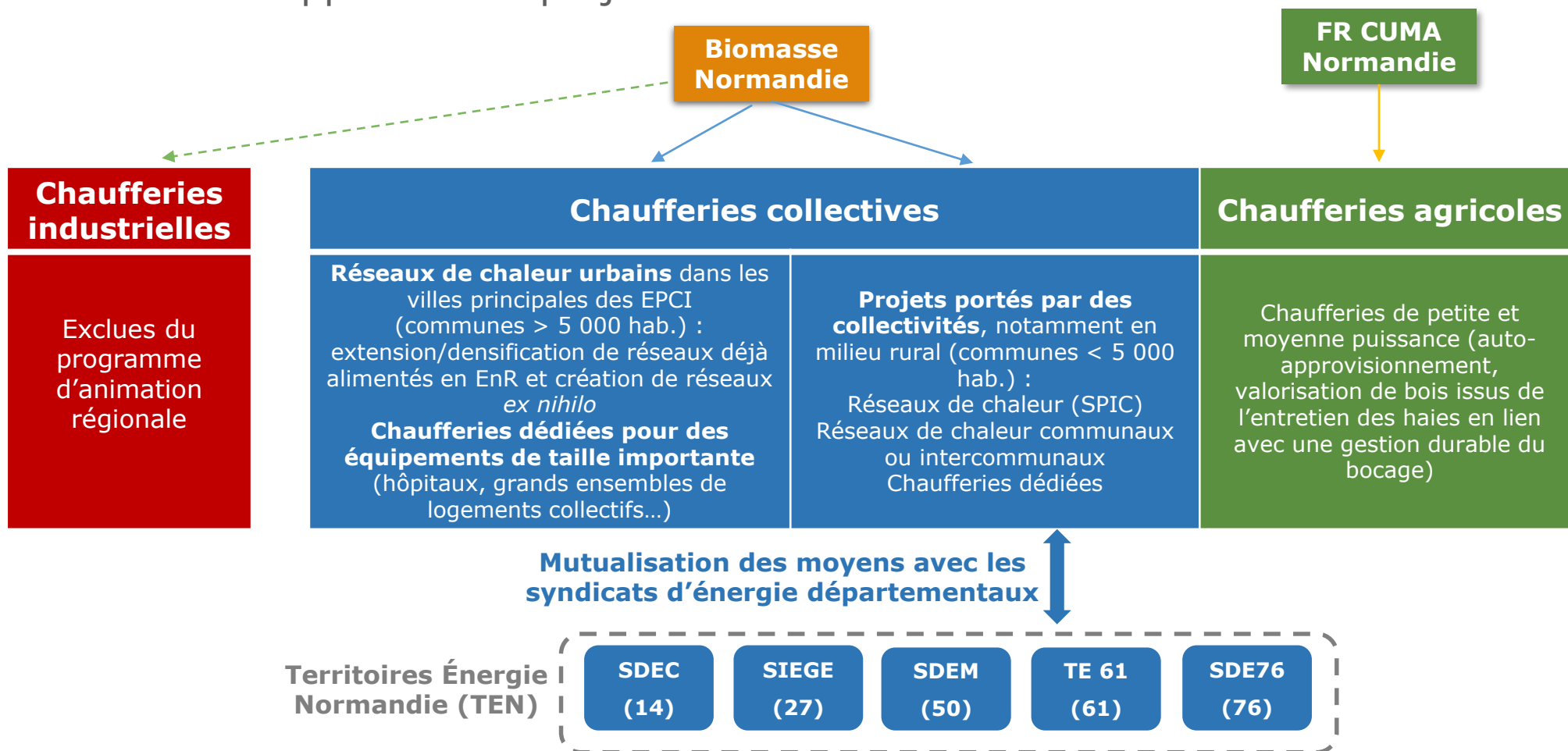
**Animateurs :**  
Biomasse Normandie  
Fédérations des CUMA Normandie

# Biomasse Normandie

Le programme bois-énergie en Normandie 2024-2026

Volet « Développement de projets de chaufferies »

- Volet « Développement de projets de chaufferies »

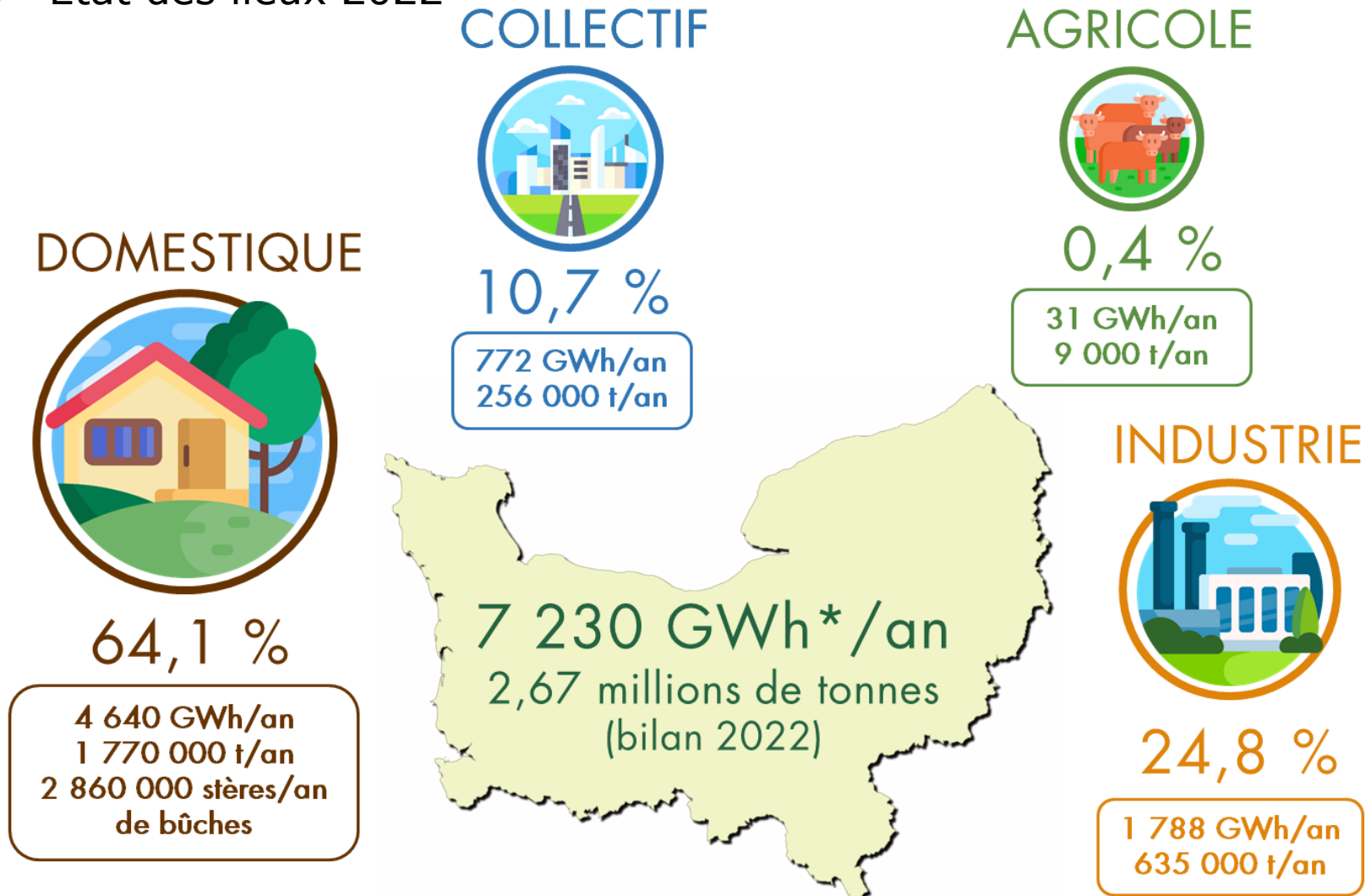


# La filière bois-énergie en Normandie



# Le bois-énergie en Normandie

Les consommations - État des lieux 2022



\*consommation de bois-énergie en MWh PCI (y compris cogénération)

# Chaudières bois - Définitions

Les différents types de projets bois-énergie

Une chaudière  
dédiée

Un réseau  
technique

## Définition juridique :

Un seul maître d'ouvrage (collectivité, bailleur social, hôpital...)

## Définition technique :

- Chaudière alimentant en chauffage (et éventuellement en ECS) un bâtiment unique *via* un réseau de distribution de chauffage interne au bâtiment (réseau secondaire) entre la chaudière et les émetteurs (radiateurs, aérothermes, plancher chauffant,...).
- Chaudière alimentant plusieurs bâtiments (appartenant à un même maître d'ouvrage) via un réseau de canalisations enterrées ; on parle alors de **réseau technique**.

➤ **Bâtiments appartenant à une collectivité = réseau de chaleur communal (ou communautaire)**



# Chaudières bois - Définitions

Les différents types de projets bois-énergie

Un réseau de chaleur

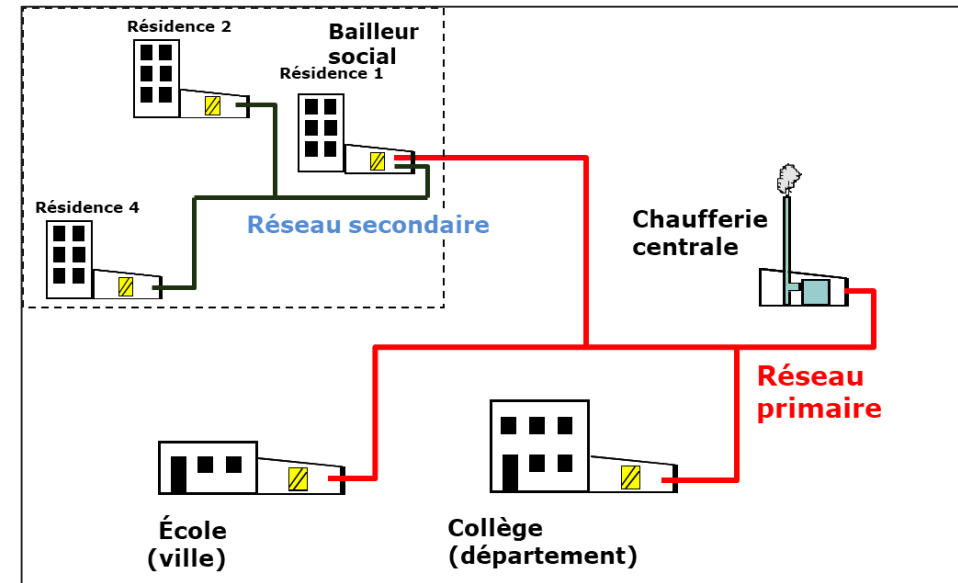
## Définition juridique :

**De la vente de chaleur** à au moins un client (abonné) différent du maître d'ouvrage propriétaire de la chaudière et du réseau.

## Définition technique :

Chaudière centralisée associée à un réseau de canalisations enterrées empruntant le domaine public et desservant des sous-stations appartenant à différents maîtres d'ouvrage (abonnés).

➤ **Portage Collectivité = service public de distribution d'énergie calorifique**  
(SPIC, service facultatif)

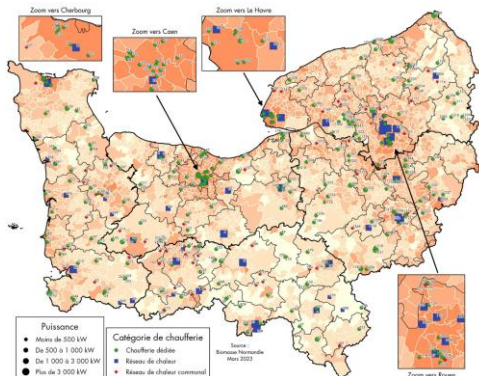


# Les chaufferies collectives en Normandie

Recensement des installations - État des lieux 2022

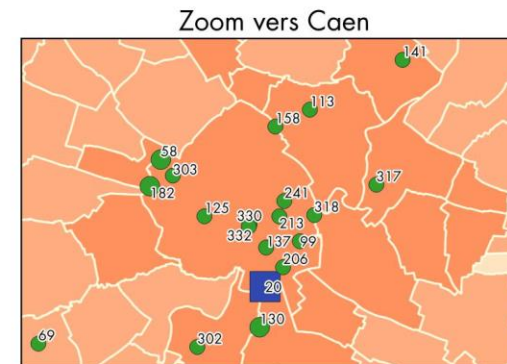
8 réseaux de chaleur  
(sens juridique)

37,7 km de réseau associés  
dont 29,6 km créés



Localisation des chaufferies collectives au bois dans le Calvados

18 %  
(énergie)



**Normandie**  
328 chaufferies

260 MW installés

255 800 tonnes de bois

21 %  
(nombre)

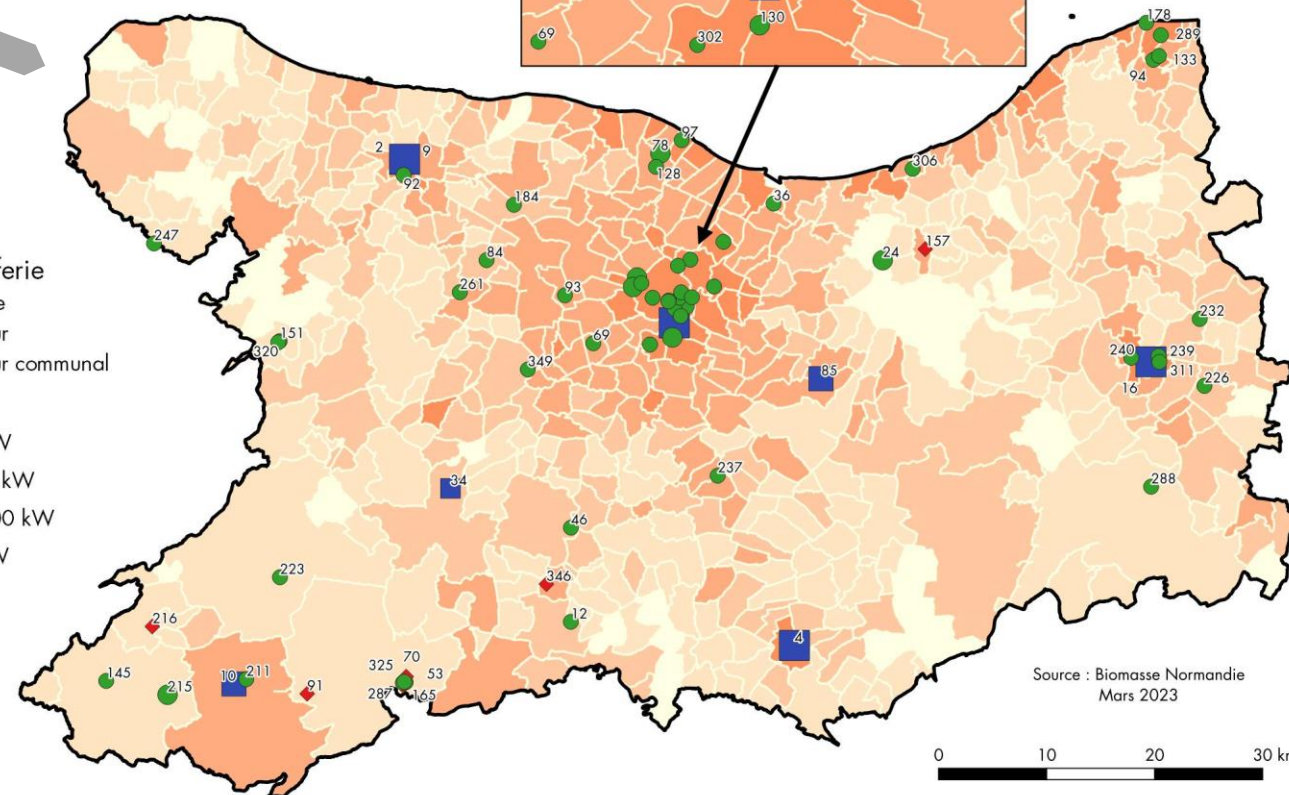
**Calvados**  
68 chaufferies

45,8 MW installés

43 900 tonnes de bois

Catégorie de chaufferie  
● Chauffage dédiée  
■ Réseau de chaleur  
◆ Réseau de chaleur communal

Puissance  
● Moins de 500 kW  
● De 500 à 1 000 kW  
● De 1 000 à 3 000 kW  
● Plus de 3 000 kW



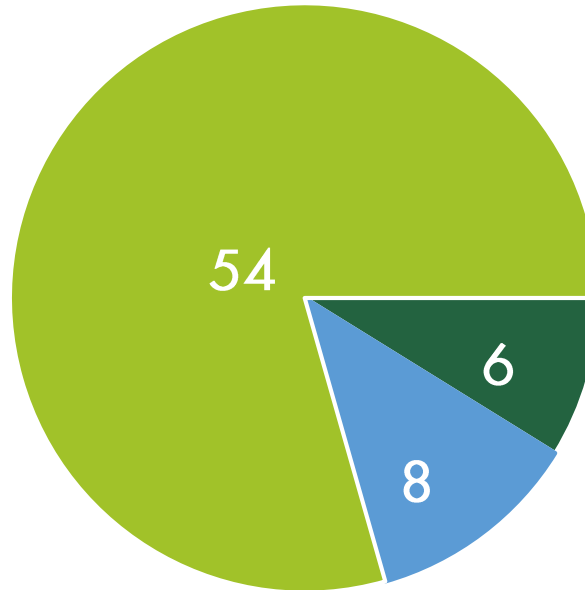
# Les chaufferies collectives en Normandie

Typologie des installations - État des lieux 2022

## Zoom Calvados

**68 chaufferies**  
=  
**43 bois déchiquetés**  
+  
**24 chaufferies granulés**  
+  
**1 chaudières bûches**

**Chaufferies dédiées**  
**9,6 MW**  
**3 300 t/an**



**Réseaux de chaleur communaux**  
**0,8 MW**  
**550 t/an**

**Réseaux de chaleur**  
**35,4 MW**  
**40 000 t/an**

# L'approvisionnement des chaufferies bois en Normandie

La ressource bois en normandie

*Données IGN 2018 et 2019*

**Normandie**

413 000 ha de forêt  
(taux moyen de boisement de 14,5 %)

141 500 km de haies



**Accroissement biologique annuel**

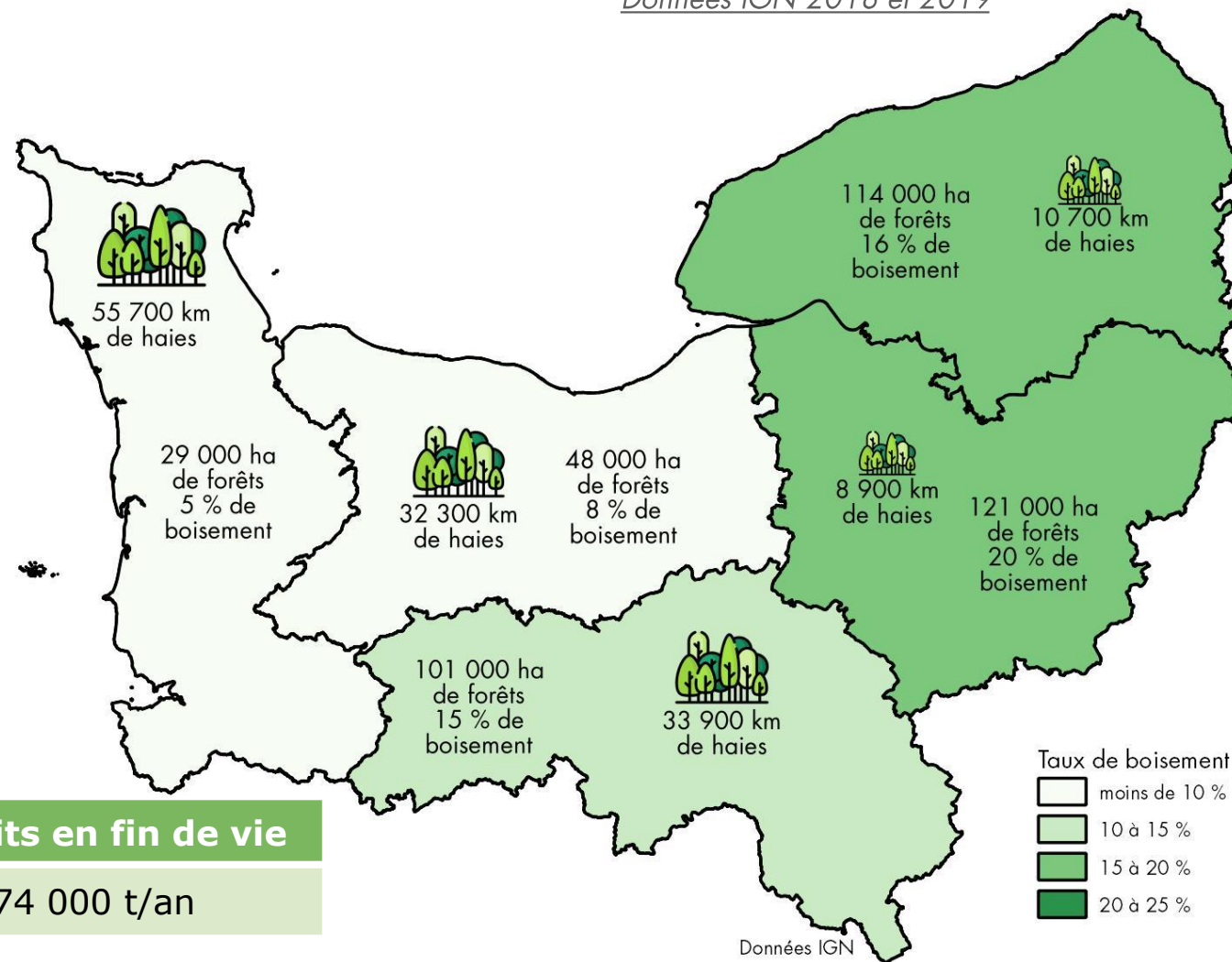
Forêt : 3 260 000 t/an

Bocage : 1 844 000 t/an



**Produits en fin de vie**

374 000 t/an



# Les chaufferies bois de petite puissance (< 500 kW)

Technologie/Éléments de conception

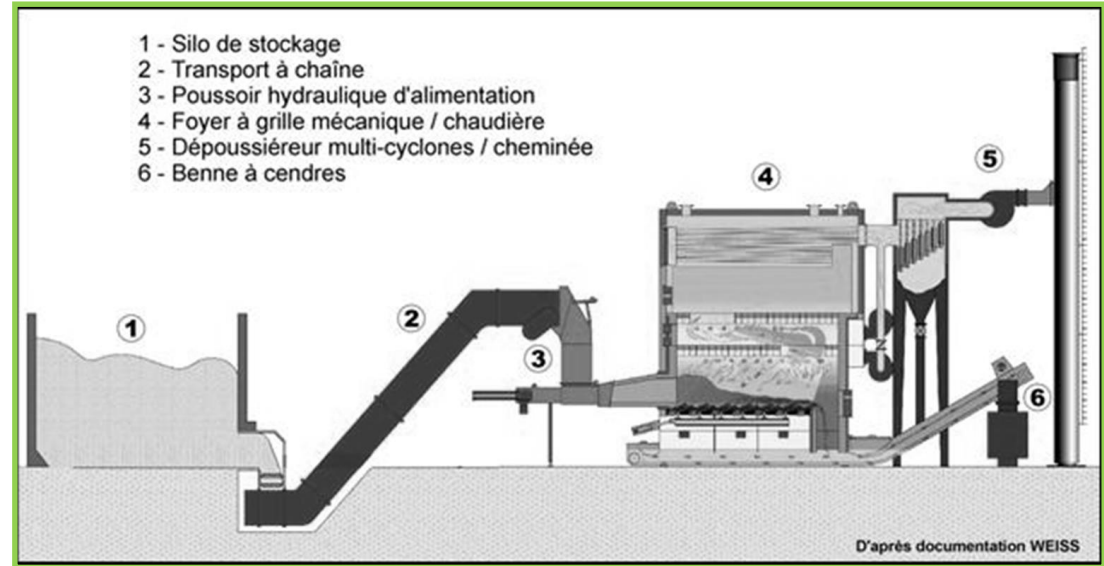


# Installation bois-énergie

## La chaufferie

### (production de chaleur) :

- ① Stockage du combustible
- Alimentation automatique ② ③
- ④ Production de chaleur
- Évacuation des cendres et traitement des fumées ⑤ ⑥



Si réseau de chaleur

### La distribution de chaleur :

Réseau de canalisations enterrées et pré-isolées



### La livraison aux bâtiments

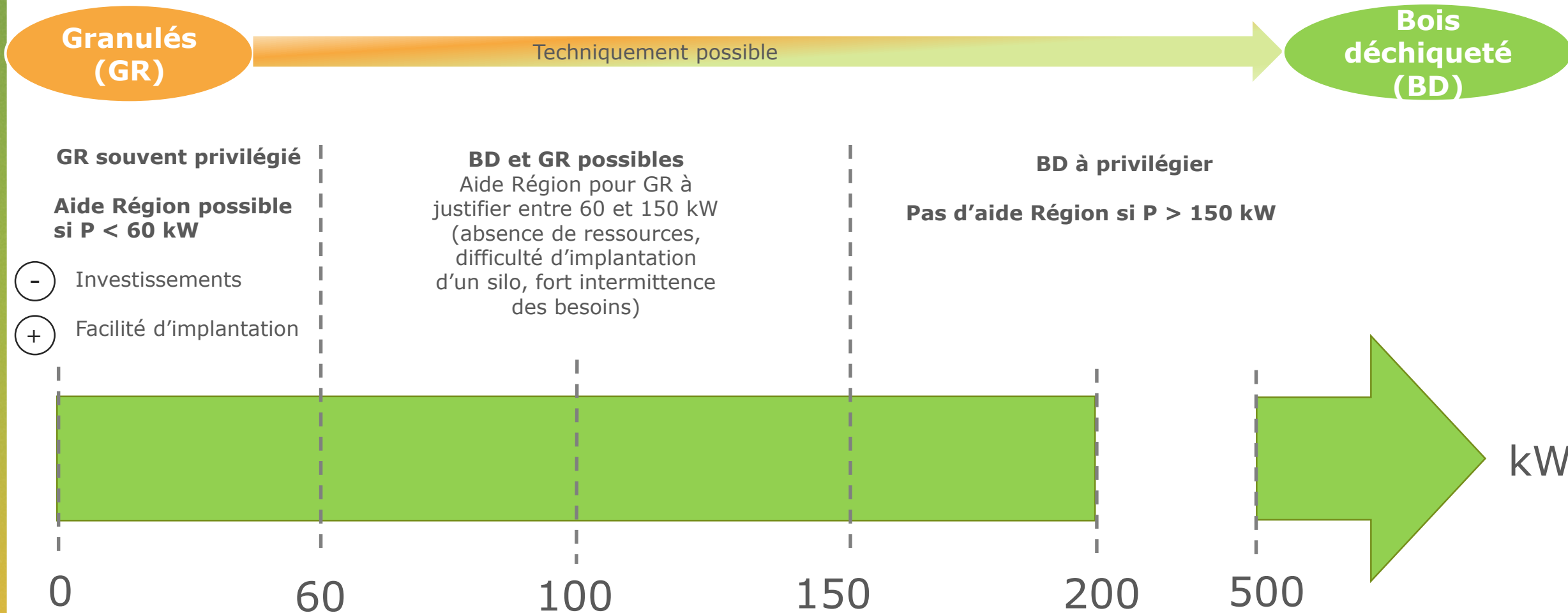
raccordés : Sous-station collective ou individuelle



# Quelques exemples de chaufferies bois



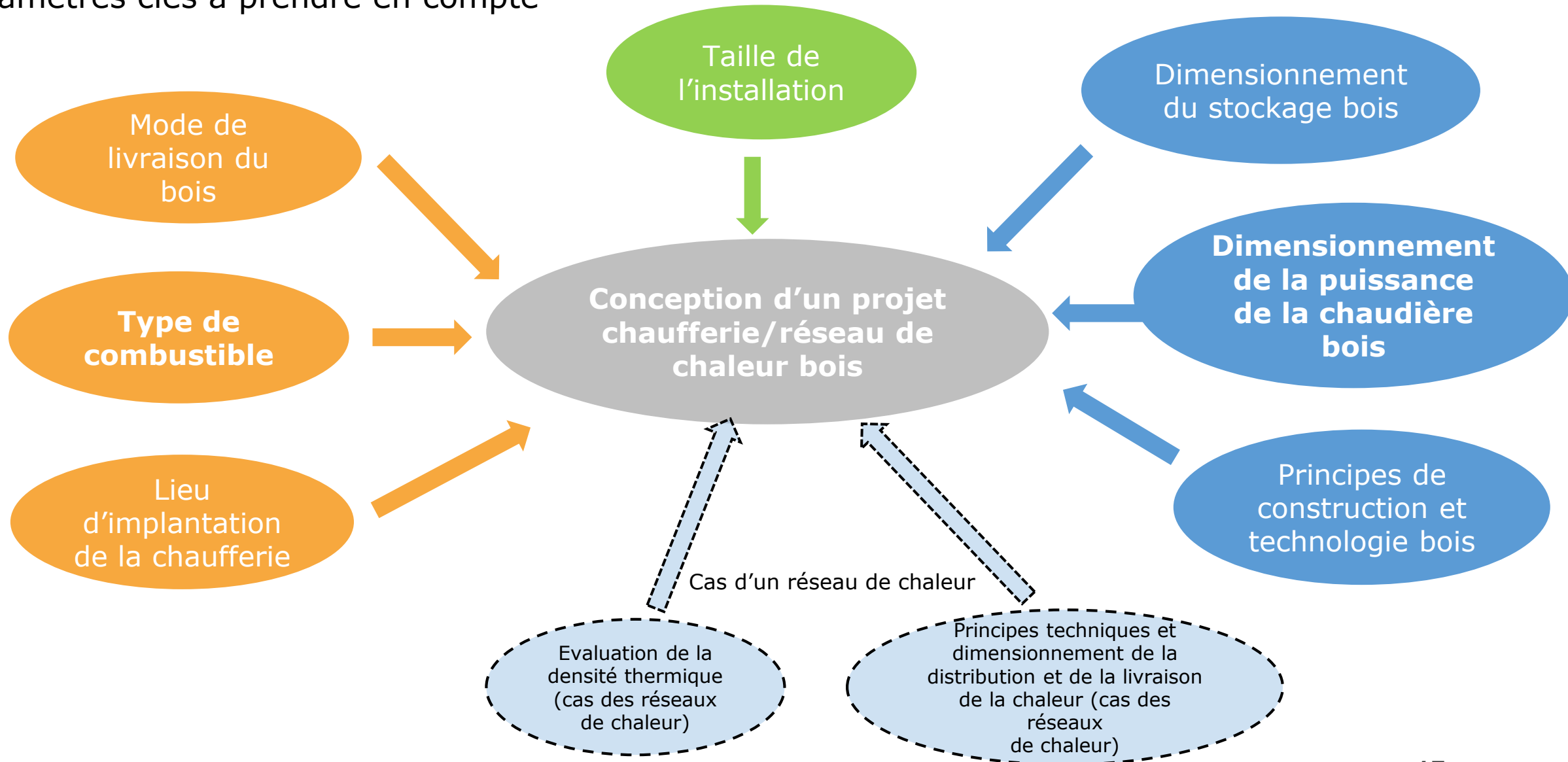
# Bois déchiqueté ou granulés de bois ?





# Réussir son projet bois-énergie

Paramètres clés à prendre en compte



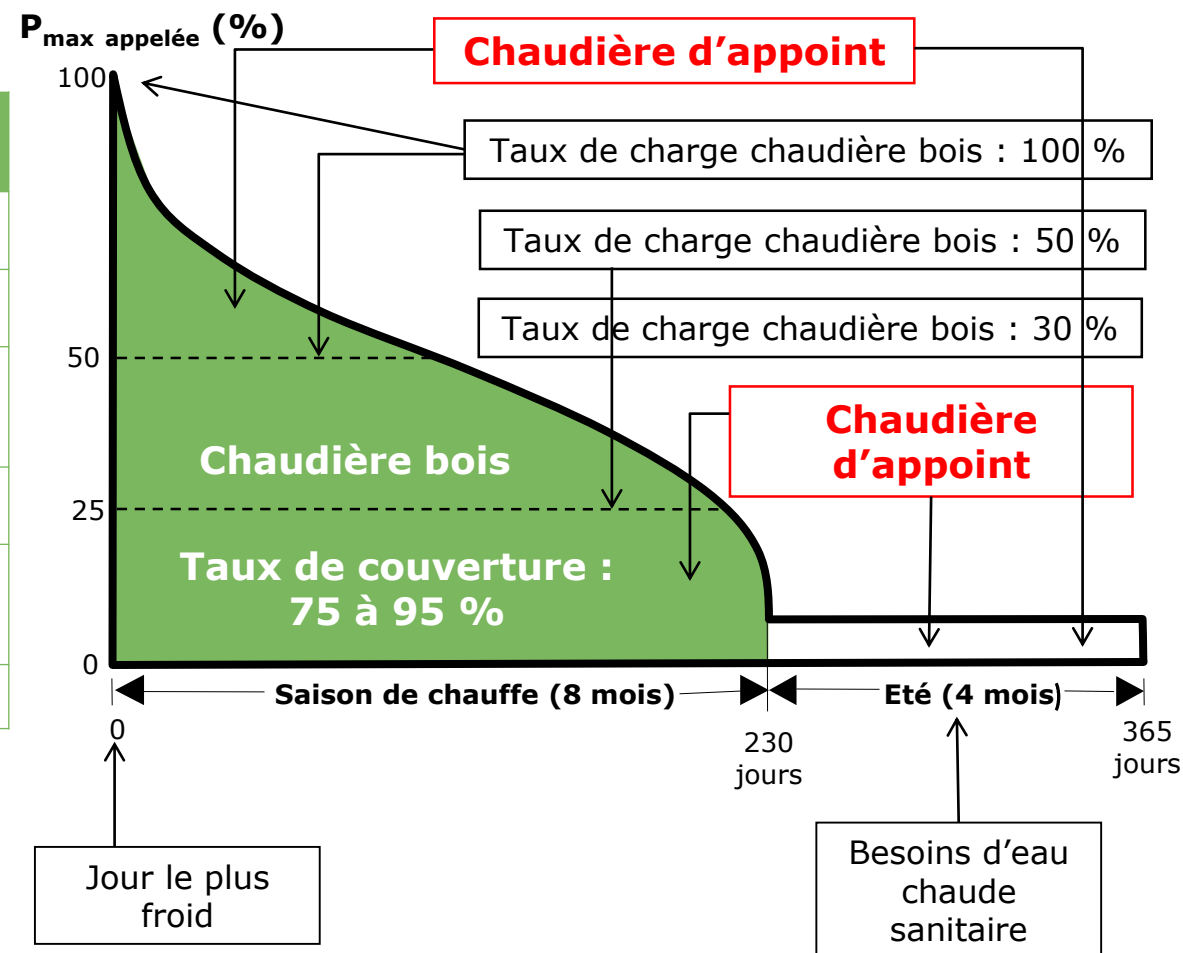
# Dimensionnement de la puissance bois

Bi-énergie ou mono-énergie ?

- Pour des projets de puissance maximale appelée inférieure à 300 kW, seuil indicatif :

Puissance	20 à 150 kW	Jusqu'à 300 kW	
<b>Fonctionnement</b>	Mono-énergie	Bi-énergie	
<b>Puissance (% de P_max)</b>	80 à 100 %	60 à 100 %	50 à 70 %
<b>Volume tampon</b>	Obligatoire 30 l/kW bois	Obligatoire 20 à 30 l/kW bois	Recommandé 10 l/kW bois
<b>Taux de couverture bois</b>	100 %	80 à 95 %	80 à 95 %
<b>Rôle d'une chaudière fossile</b>	Secours facultatif*	Secours	Appoint et secours

\* Obligatoire si nécessité d'assurer une continuité énergétique et/ou une production d'ECS



# Modes de livraison du bois

Type	Capacité
Camion souffleur <span style="float: right;">①</span>	10 à 30 m <sup>3</sup>
Tracteur + benne agricole <span style="float: right;">② ③</span>	10 à 30 m <sup>3</sup> Benne basculante, à fond mouvant, avec tapis ou sauterelle télescopique, avec soufflerie mobile
Camion porte-conteneurs <span style="float: right;">④</span>	30/35 m <sup>3</sup> (1 conteneur, benne basculante) à 60/70 m <sup>3</sup> (2 conteneurs, benne basculante)
Camion benne <span style="float: right;">⑤</span>	60/70 m <sup>3</sup> (benne basculante) à 80/90 m <sup>3</sup> (benne à fond mouvant)



①



②



⑤



④



③

# Le stockage du bois

## Silo enterré

- Volume utile de 30 à 120 m<sup>3</sup>
- Association possible avec différents systèmes de désilage
- Adapté à des livraisons par benne basculante ou à fond mouvant de toute capacité

Silos enterrés avec couverture par trappes coulissantes



Silos enterrés avec trappes sur vérins



Grille antichute

# Le stockage du bois

## Silo de plain-pied ou en sous-sol

- Combustibles granulés ou bois déchiqueté
- Silo maçonné de plain-pied ou silo en sous-sol d'un bâtiment existant, avec ou sans pré-silo
- Adapté à des livraisons par soufflage

Silo maçonné/  
Camion souffleur



Silo maçonné/  
Tracteur + godet



Pré-silo + silo en sous-sol/  
Tracteur + benne agricole



# Le stockage du bois

Silo de plain-pied intégré dans une chaufferie container préfabriquée

Chaufferie container + pré-silo + vis remontée/  
Tracteur + benne agricole



Chaufferie container/  
Tracteur + benne agricole avec tapis télescopique



Chaufferie container avec rampe d'accès/  
Tracteur ou camion benne basculante

Chaufferie container/  
Camion souffleur



# Le stockage du bois

## Silo de stockage principal + silo tampon

- Silo tampon enterré ou de plain-pied
- Transport du bois sur de courtes distances (< 5 km)

Hangar de stockage constituant le stockage principal situé sur le lieu même de la chaufferie ou à proximité (quelques km au maximum)  
+ silo tampon de la chaufferie  
+ manutention par un engin (tracteur agricole)



Chaufferie



Silo enterré

*Cas de figure concernant plutôt des chaufferies en milieu rural, associées à des filières locales courtes d'approvisionnement (bois bocager).  
Le silo de stockage principal constitue alors généralement le lieu de séchage du bois ce qui nécessite de disposer d'un volume total correspondant aux consommations de 2 saisons de chauffe.*

# Le système d'alimentation automatique

## Désilage et transfert du bois déchiqueté

- Le bois est généralement extrait du silo par un désileur à pales rotatives, puis transféré vers le corps de chauffe par une vis sans fin



Transfert par vis sans fin

Désilage par pales rotatives



→ Convoyage depuis le silo  
→ Injection dans le foyer



Écluse (sas) coupe-feu



# Le stockage du bois et le système d'alimentation automatique

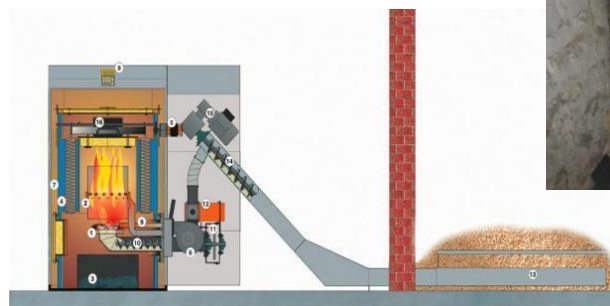
Cas des chaufferies granulés

Stockage

Silo textile

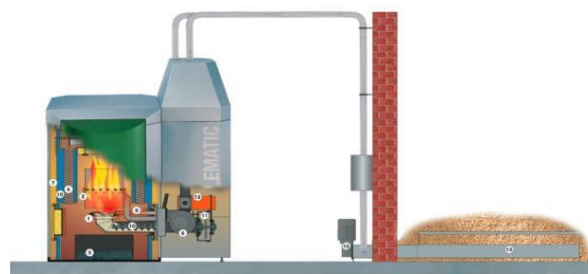
Silo de plain-pied

Vis sans fin



Alimentation automatique

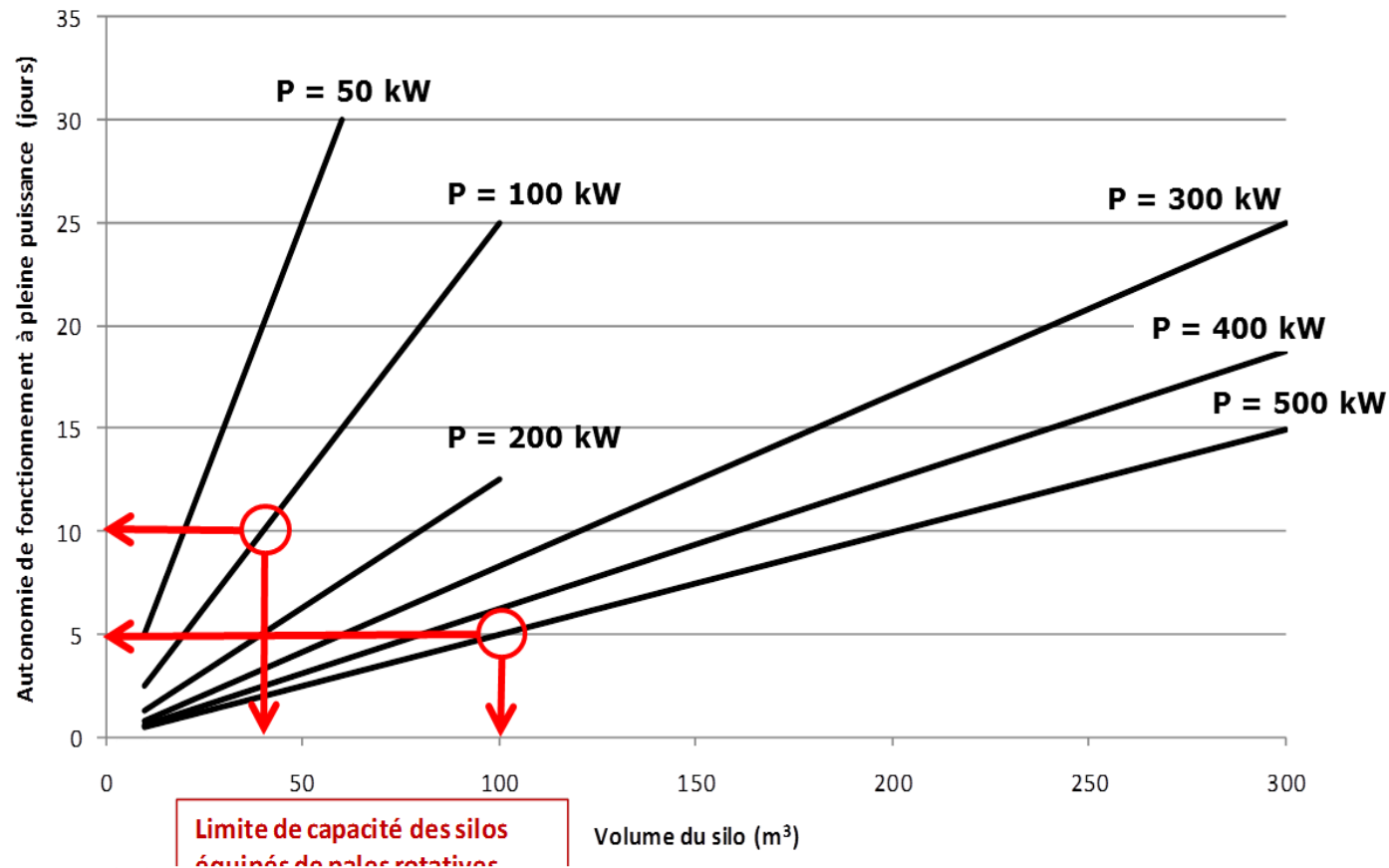
Aspiration pneumatique



# Le stockage du bois et le système d'alimentation automatique

## Autonomie du stockage

- Pour des chaufferies bois déchiqueté de petite et moyenne puissance, l'autonomie peut aller de 5/7 jours (à partir de 500 kW) à 2/3 semaines (50 à 150 kW).



# Le traitement des fumées et l'évacuation des cendres

- Dépoussiérage des fumées
  - Cyclones : piégeage "mécanique" des particules (suies) contenues dans les fumées, extraction par voie gravitaire par centrifugation puis par sédimentation
  - Pour les petites puissances, certains constructeurs ne prévoient pas de cyclone mais des turbulateurs et/ou une simple "chambre de tranquillisation")
- Décendrage par voie sèche
  - Extraction par vis sans fin placée sous le foyer ou à son extrémité
  - Cendres collectées en container étanche sur roulettes en général (*souvent le même que celui des suies récupérées par les turbulateurs dans les tubes de fumées ou au niveau du dépoussiéreur cyclonique*)



Conteneur à cendres sur roulettes (150 à 300 l) pour les chaudières de 200 à 500 kW



Bac à cendres (30 à 50 l) pour les chaudières de moins de 200 kW

# L'implantation de la chaufferie

- Le choix du lieu d'implantation pour la chaufferie bois doit répondre aux quatre critères suivants :
  - Surface de terrain suffisante
  - Accès routier adapté (selon le mode de livraison choisi)
  - Proximité des bâtiments à desservir
  - Intégration architecturale dans l'espace environnant

Puissance bois	Ordre de grandeur des surfaces bâties (chaufferie + stockage)
< 500 kW	35 à 50 m <sup>2</sup>
200 kW < P < 1 000 kW	50 à 150 m <sup>2</sup>
1 000 kW < P < 3 000 kW	150 à 400 m <sup>2</sup>
3 MW < P < 10 MW	400 à 800 m <sup>2</sup> (jusqu'à 1 000 m <sup>2</sup> dans le cas d'un stockage passif de plain-pied avec engin de manutention)

Type	Capacité	Longueur minimum de dégagement devant le silo (en m)
Tracteur + benne agricole	10 à 30 m <sup>3</sup>	7 à 10
Camion porte-conteneurs	30/35 m <sup>3</sup> (1 conteneur) à 60/70 m <sup>3</sup> (2 conteneurs)	2 X 12
Camion benne	60/70 m <sup>3</sup> à 80/90 m <sup>3</sup>	2 X 18

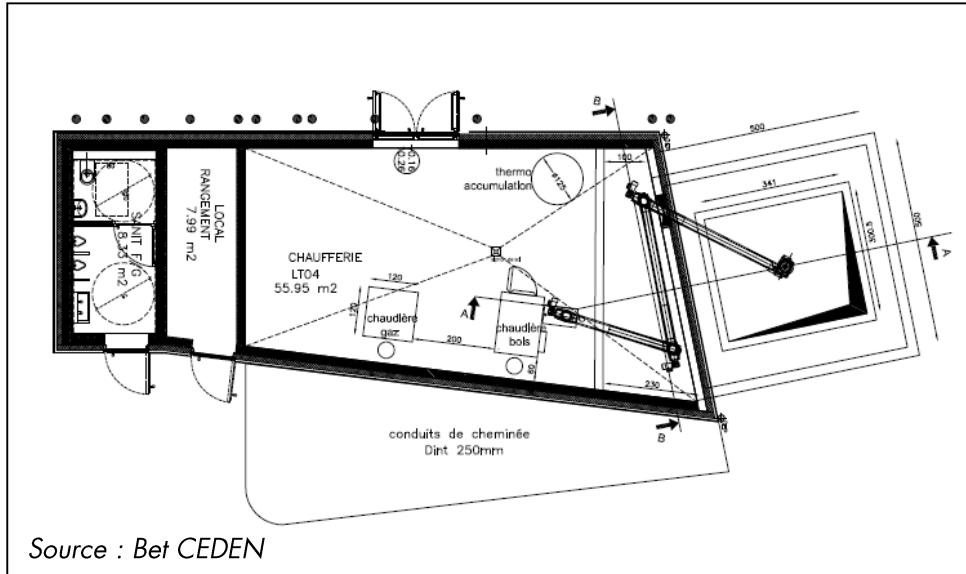


Prise en compte du rayon de braquage des véhicules de livraison pour l'accès au silo et pour l'aire de manoeuvre

# L'implantation de la chaufferie

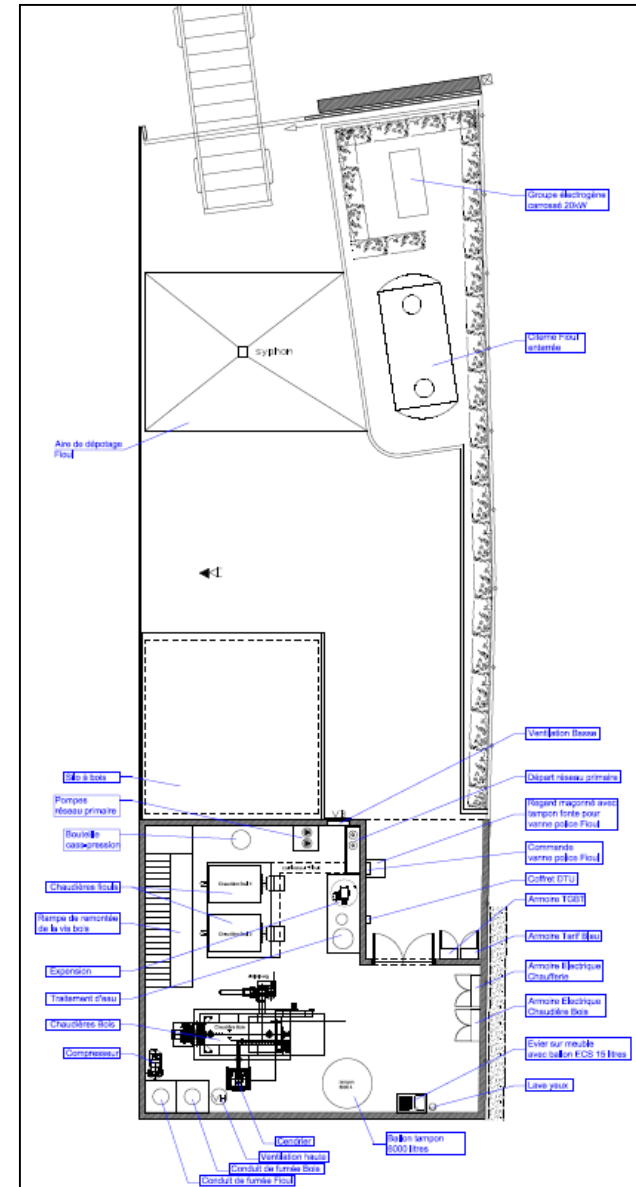
## Exemples

160 kW - 75 m<sup>2</sup>



Source : Bet CEDEN

540 kW - 140 m<sup>2</sup>  
(Le Teilleul - Manche)





# Merci !

**Marie-France CLAVE**

**Cheffe de projet – Pôle énergie**

**02 31 34 17 65**

**[mf.clave@biomasse-normandie.org](mailto:mf.clave@biomasse-normandie.org)**

