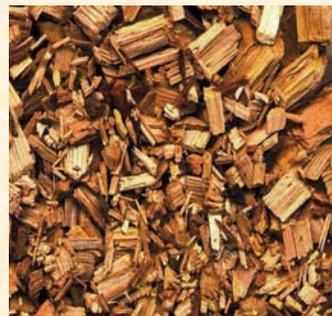
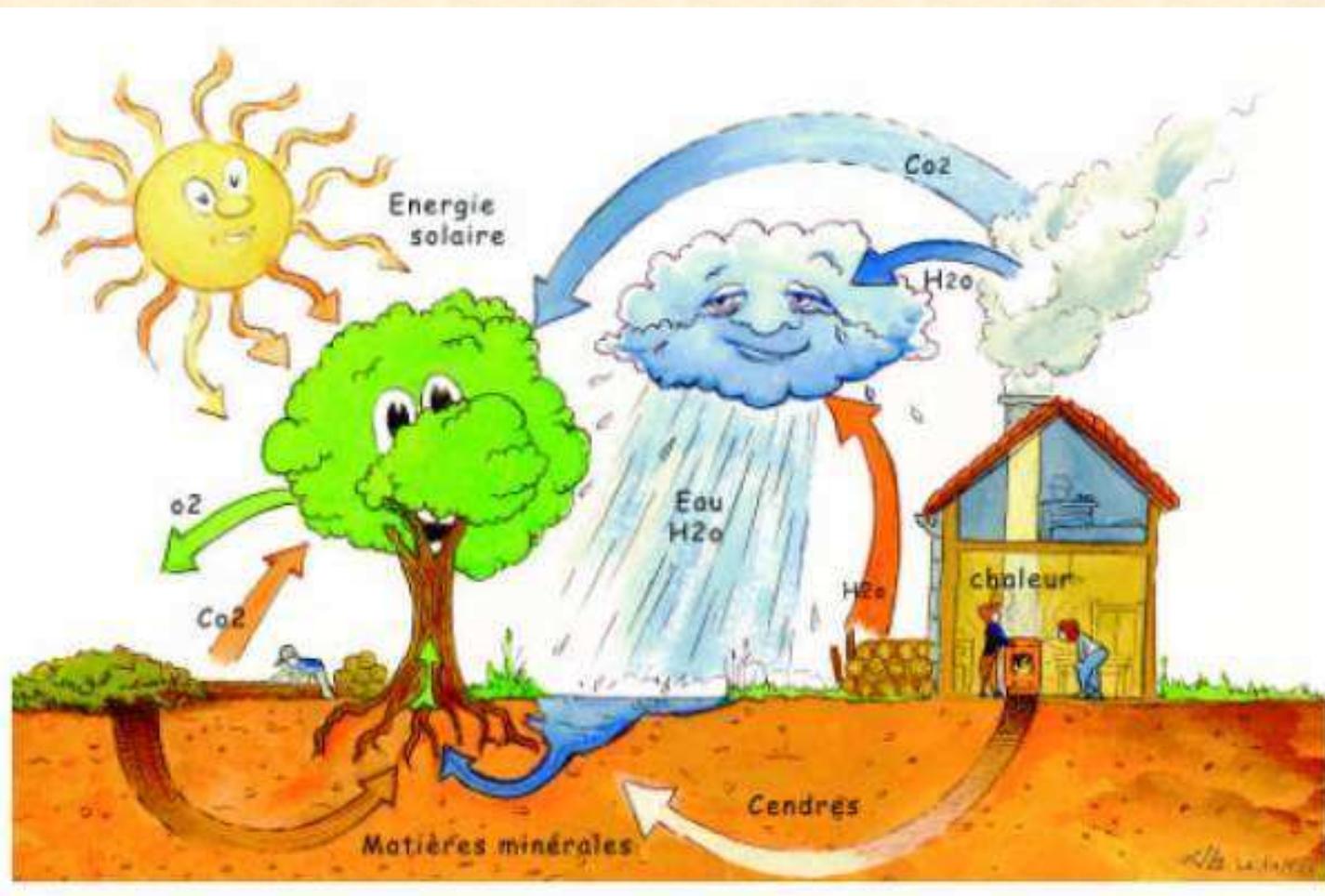


# Le chauffage au bois performant



# Le chauffage au bois une façon intelligente de faire du développement local...



... en vue d'un avenir énergétiquement durable

# Les différents combustibles



# **Le bois déchiqueté**

## **pour des chaudières de petites et moyennes puissances (de 15 à 300 kW voir plus)**

### **Caractéristiques :**

- Unité de mesure : la tonne  
**1 tonne bois déchiqueté = 4 mètre cube apparent**
- Granulométrie moyenne : **50\*20\*10 mm**
- Taux d'humidité brut recommandé : **moyenne 25 %**  
**maximum 30 %**
- Pouvoir calorifique : **3 400 kWh/tonne**
- Équivalence : **1 tonne de plaquette = 340 litres de fioul**



# **Le bois déchiqueté**

## **pour des chaudières de grosses puissances**

### **(de 300 à plus de 3 000 kW)**

#### **Caractéristiques :**

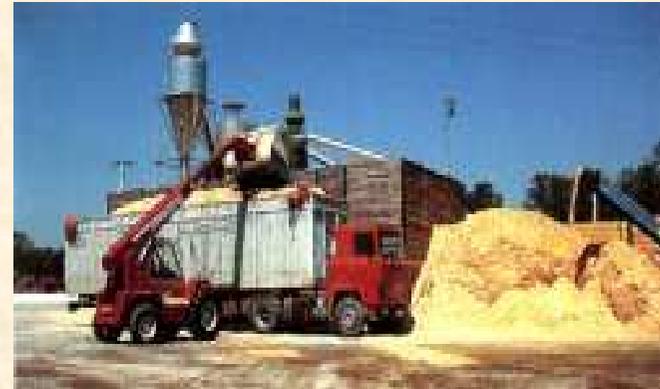
- Unité de mesure : la tonne  
**1 tonne bois déchiqueté = 3 mètre cube apparent**
- Granulométrie moyenne : **70\*20\*10 mm**
- Taux d'humidité brut recommandé : **moyenne 40 %**  
**maximum 45 %**
- Pouvoir calorifique : **2 800 kWh/tonne**
- Équivalence : **1 tonne de plaquette = 280 litres de fioul**



# Le bois granulé

## Caractéristiques :

- Unité de mesure : la tonne  
**1 tonne bois granulé = 1,5 mètre cube apparent**
- Granulométrie moyenne : **6 ou 8 mm** de diamètre
- Taux d'humidité brut recommandé : **8 à 10 %** maximum
- Pouvoir calorifique : **4 500 à 4 800 kWh/tonne**
- Équivalence : **1 tonne de granulé = 450 à 480 litres de fioul**



# Inconvénients

## Le bois déchiqueté (Plaquettes)



- Volume de stockage important
- Intégration silo contraignante
- Livraison gravitaire
- Prix des installations plus élevé

## Le bois granulé



- Prix élevé : 190 à 240 €/t livrée en vrac, soit 41 à 52 €/MWh ( $\approx$  au gaz naturel) et 270 à 330 € / t livrée en sac ( $\approx$  au fioul) .
- Dépend de filières industrielles
- Besoin important d'énergie pour la production
- Plutôt adapté aux particuliers ou petits projets collectifs

# Avantages

## Le bois déchiqueté (Plaquettes)



- Prix peu élevé : 60 à 100 €TTC/t, soit 20 à 27 €/MWh (énergie la moins cher du marché après le solaire)
- Filière d'approvisionnement locale
- Faibles besoins d'énergie pour la production

Adapté pour des chaufferies de toutes tailles

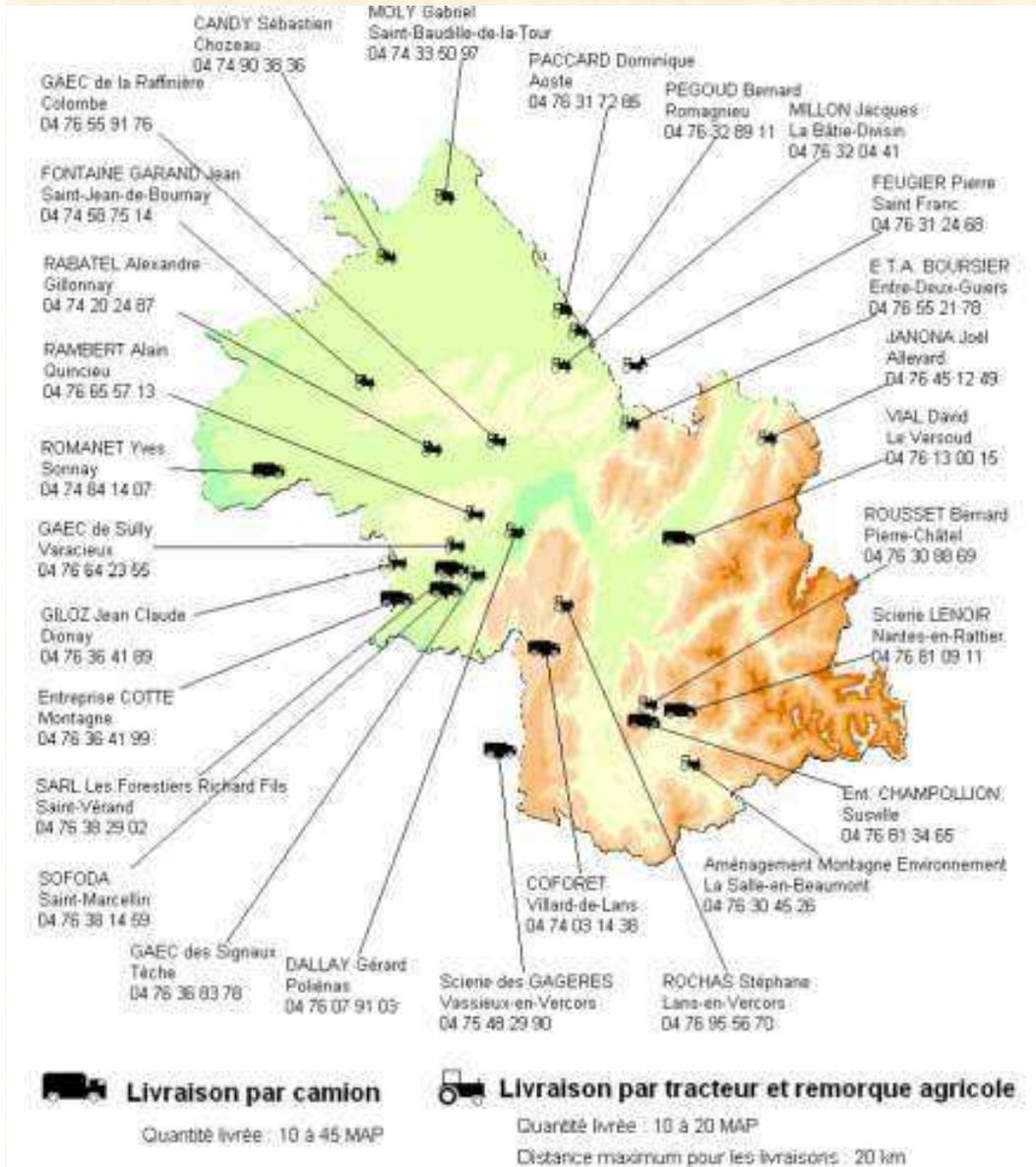
## Le bois granulé



- Possibilité d'utiliser en poêle
- Livraison assez facile en vrac (par camion souffleur) ou en sac
- Volume de silo réduit
- Coûts d'investissements moins importants

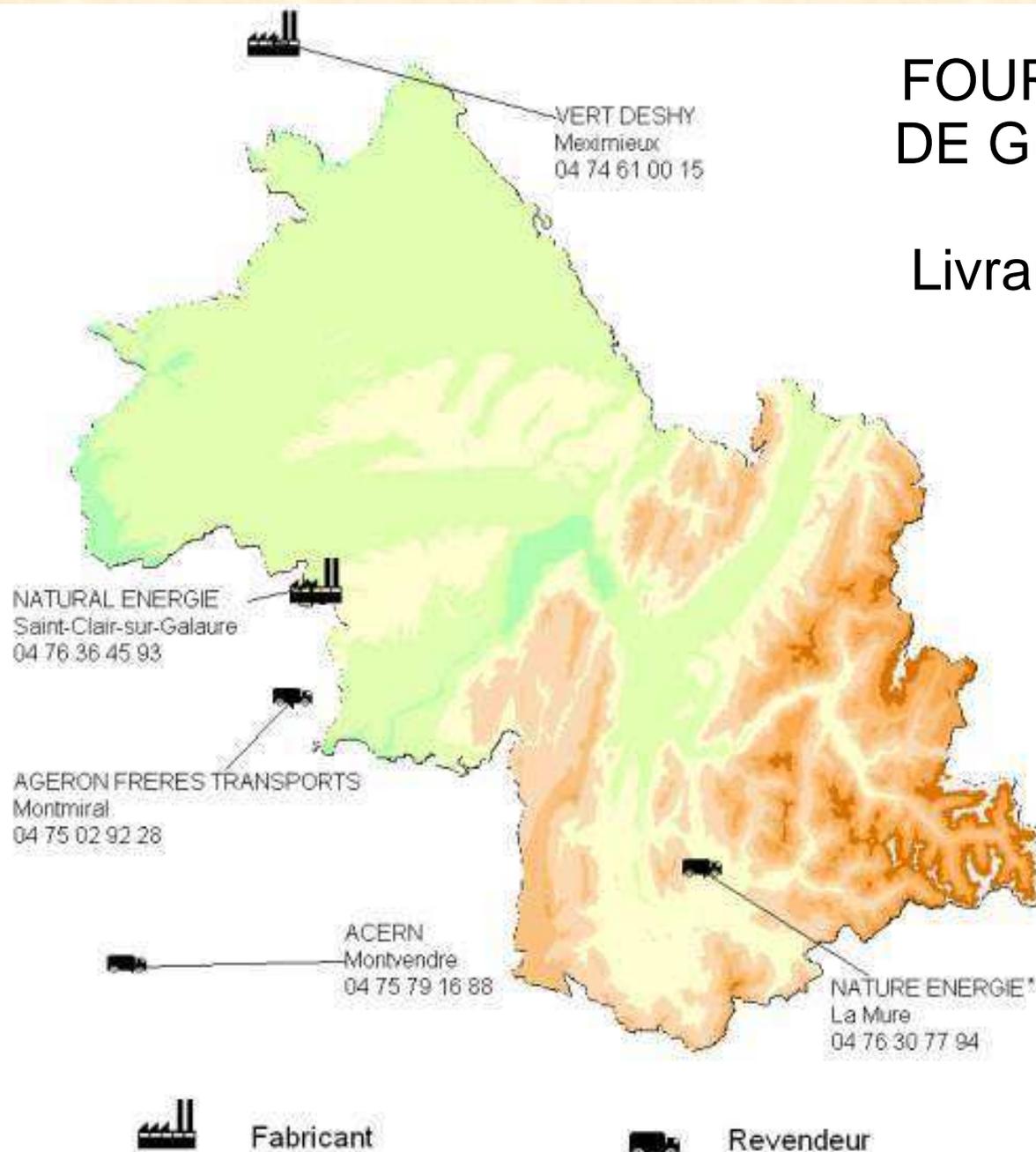


# Achat de bois déchiqueté



# FOURNISSEURS DE GRANULE DE BOIS

Livraison en vrac



\* L'entreprise Nature Energie est également installateur de chaudière automatique au granulé. Elle approvisionne uniquement les chaudières installées par ses soins.

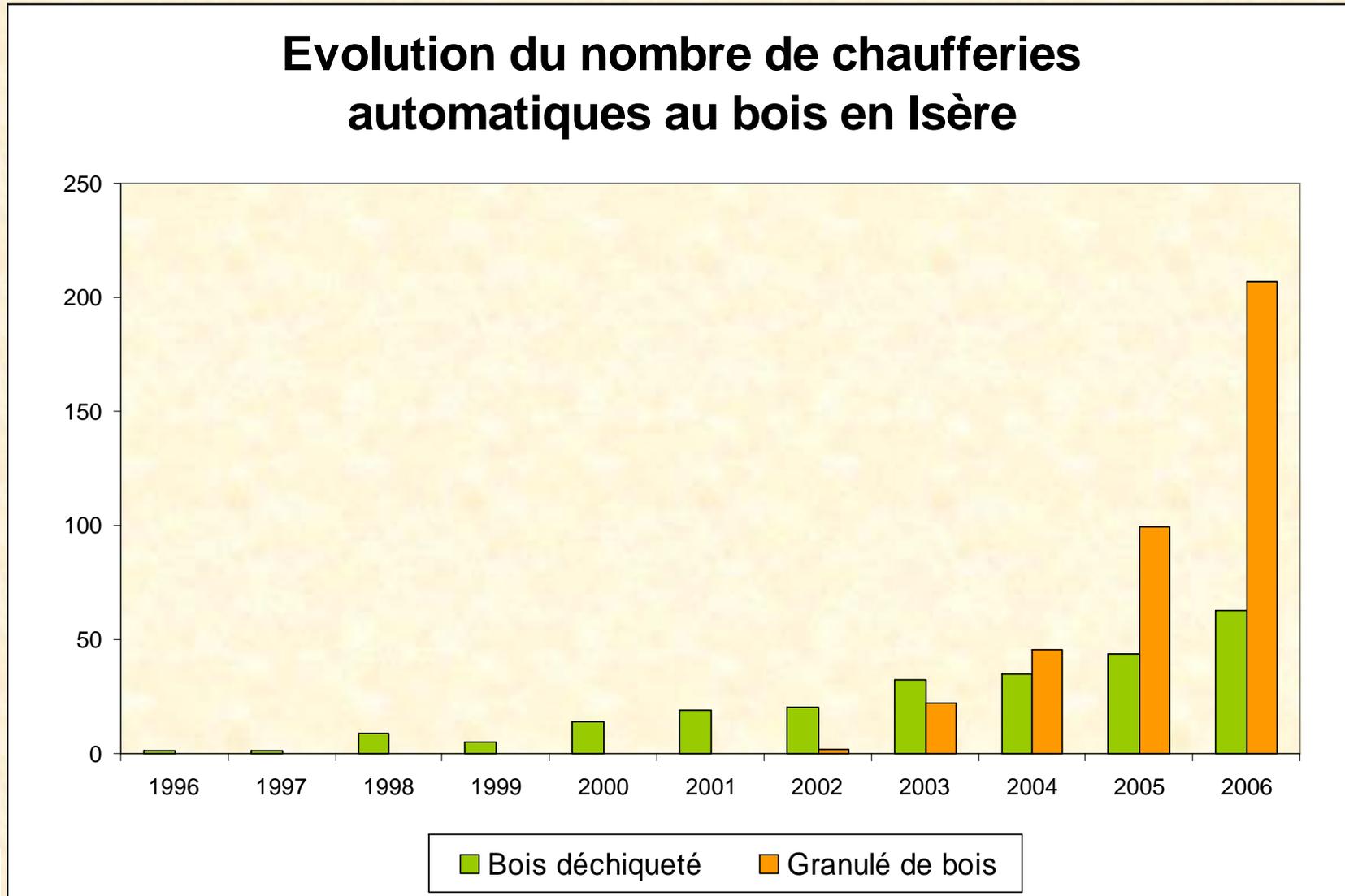
LE RECOURS AUX ENERGIES RENOUVELABLES APPLICATION A L'INDUSTRIE COLLECTIVE (chauffage aux bois automatique) jeudi de l'ALE

# Bilan des chaufferies bois automatiques en Isère



# Les chaufferies du département

## Evolution du nombre de chaufferies automatiques au bois en Isère

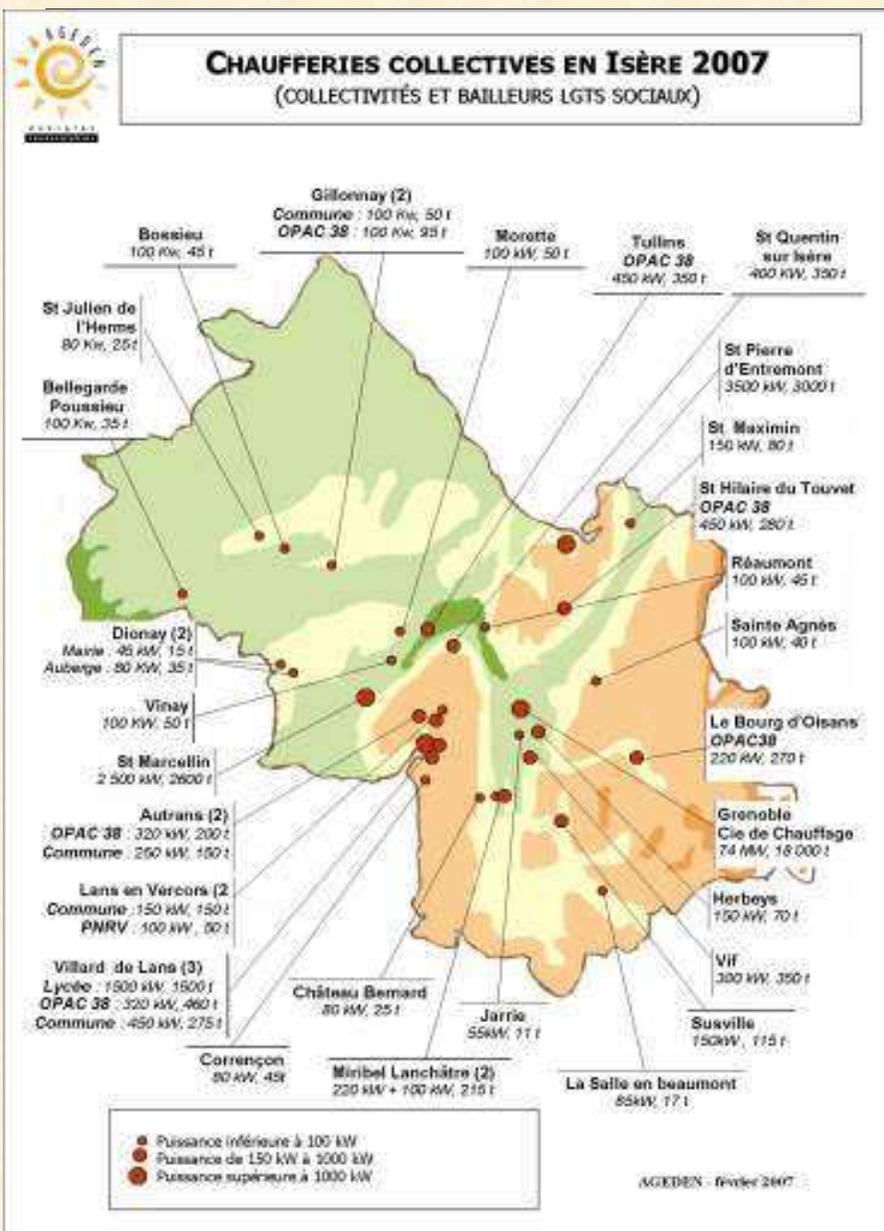


# Les chaufferies collectives en Isère

## Bilan des installations collectives

début 2007 :

34 chaufferies collectives en fonctionnement dont une en granulé



# La chaleur renouvelable

## Le bois énergie – Installations en Isère fin 2006

### Bilan des réalisations chaudières bois

- Chaufferies automatiques au bois en Isère : 610  
dont Chaufferies collectives et réseaux de chaleur : 34

### Bilan par combustible

- Chaudières ‘plaquettes’ : 160 représentant 10 000 Tep(\*)
- Chaudières ‘granulés’ : 450 représentant 1 000 Tep

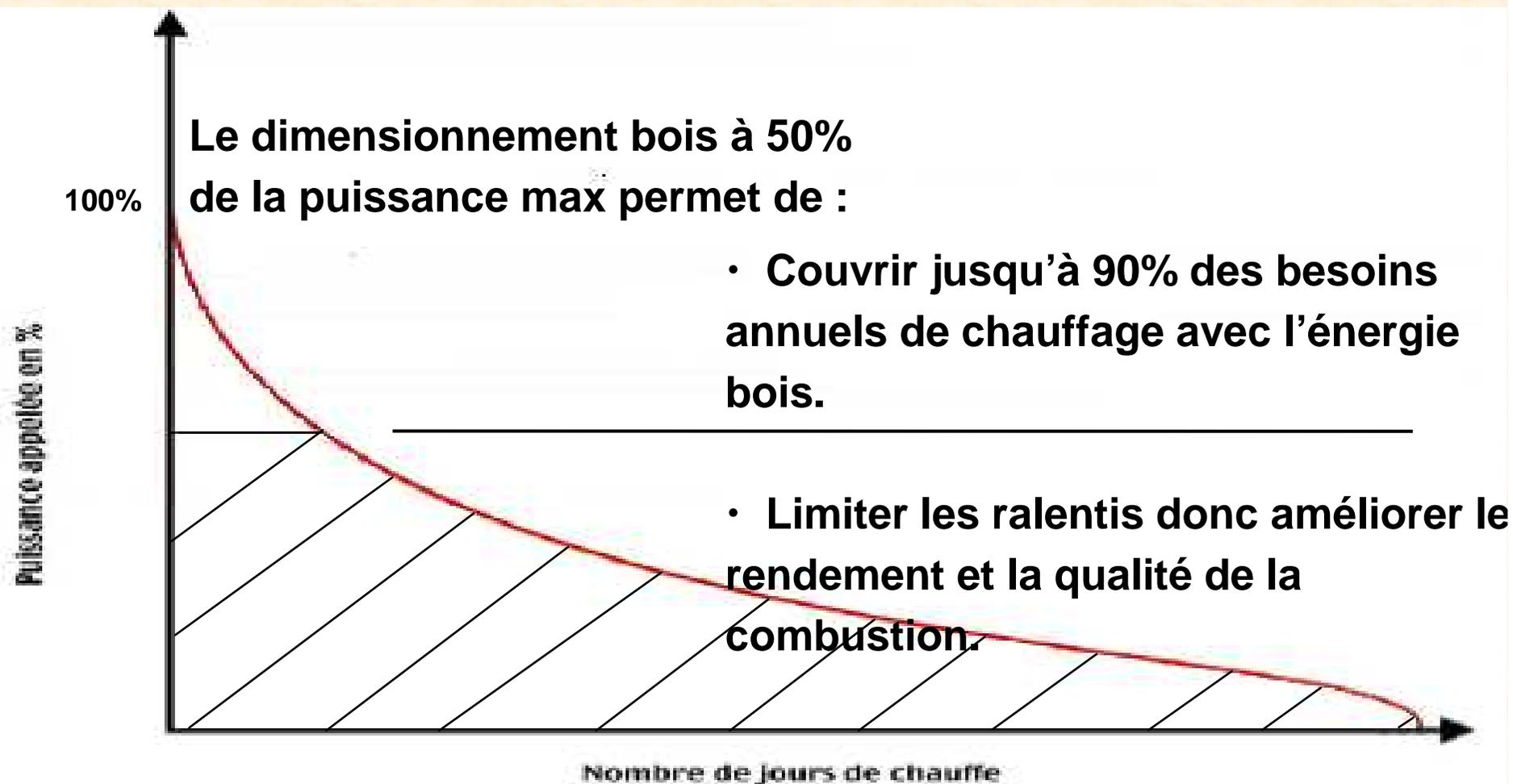
(\*) : Tep : tonnes équivalent pétrole



# Fonctionnement des chaufferies bois



# La chaufferie, dimensionnement..



## ...appoint ou secours.

- Energie fossile ou bois ?
- ECS ou non ?
- Appoint ou secours ?



# Le silo...

- **Le silo est généralement calculé en fonction des consommations estimées et des attentes du maître d'ouvrage en terme d'autonomie**

- **3 éléments viennent contrarier ce calcul :**

  - La notion de volume réel et volume utile*

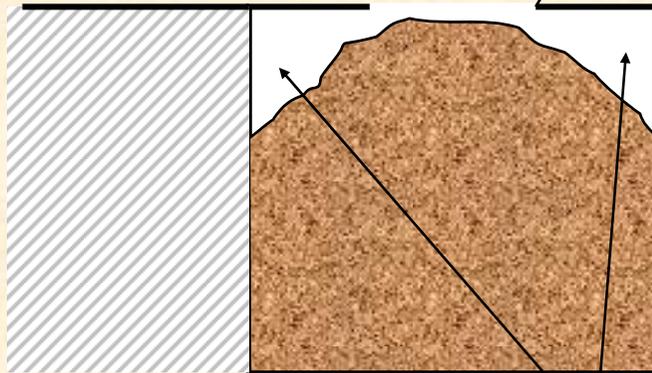
  - L'implantation de la chaufferie et du silo*

  - Le mode de livraison du combustible*



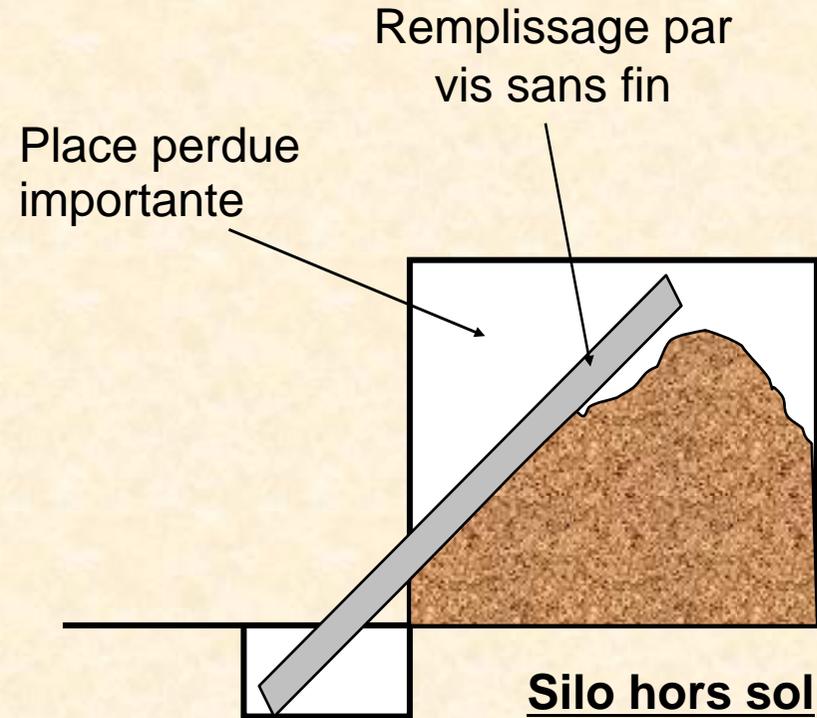
# Volume réel /volume utile

Livraison par «bennage» direct



**Silo enterré**

Place perdue limitée



Remplissage par vis sans fin

Place perdue importante

**Silo hors sol**



# Exemple de remplissage de silo hors sol



# Exemples de remplissage de silo enterré



**Chaufferie de petite  
capacité : 80kW et  
plaquette forestière**



**Chaufferie de moyenne capacité :  
400kW et bois DIB**



## La livraison...

- Pour tout calcul d'autonomie, il faut tenir compte des capacités de volume des camions de livraison
- Rappel des principaux moyens de transport :
  - *Remorque agricole* : 15 à 20m<sup>3</sup>
  - *Camion benne* : 25 à 37m<sup>3</sup>
  - *Semi remorque qui benne* : 35 à 60m<sup>3</sup>
  - *Camion benne + remorque* : 50 à 60 m<sup>3</sup>
  - *Semi remorque fond mouvant* : 70 à 90m<sup>3</sup>
- L'autonomie d'une chaufferie est directement liée à la capacité du camion qui assure les livraisons



## Les trappes ...



- **Trappe se relevant pour protéger le mur du bâtiment et les fenêtres**
- **Trappes latérales pour éviter que du combustible ne tombe sur les côtés**
- **Accès à finaliser (bitume ou béton) pour éviter les cailloux.**





• **Trappe coulissante type pour des zones où les chutes de neige sont importantes**



# Attention aux conditions climatiques

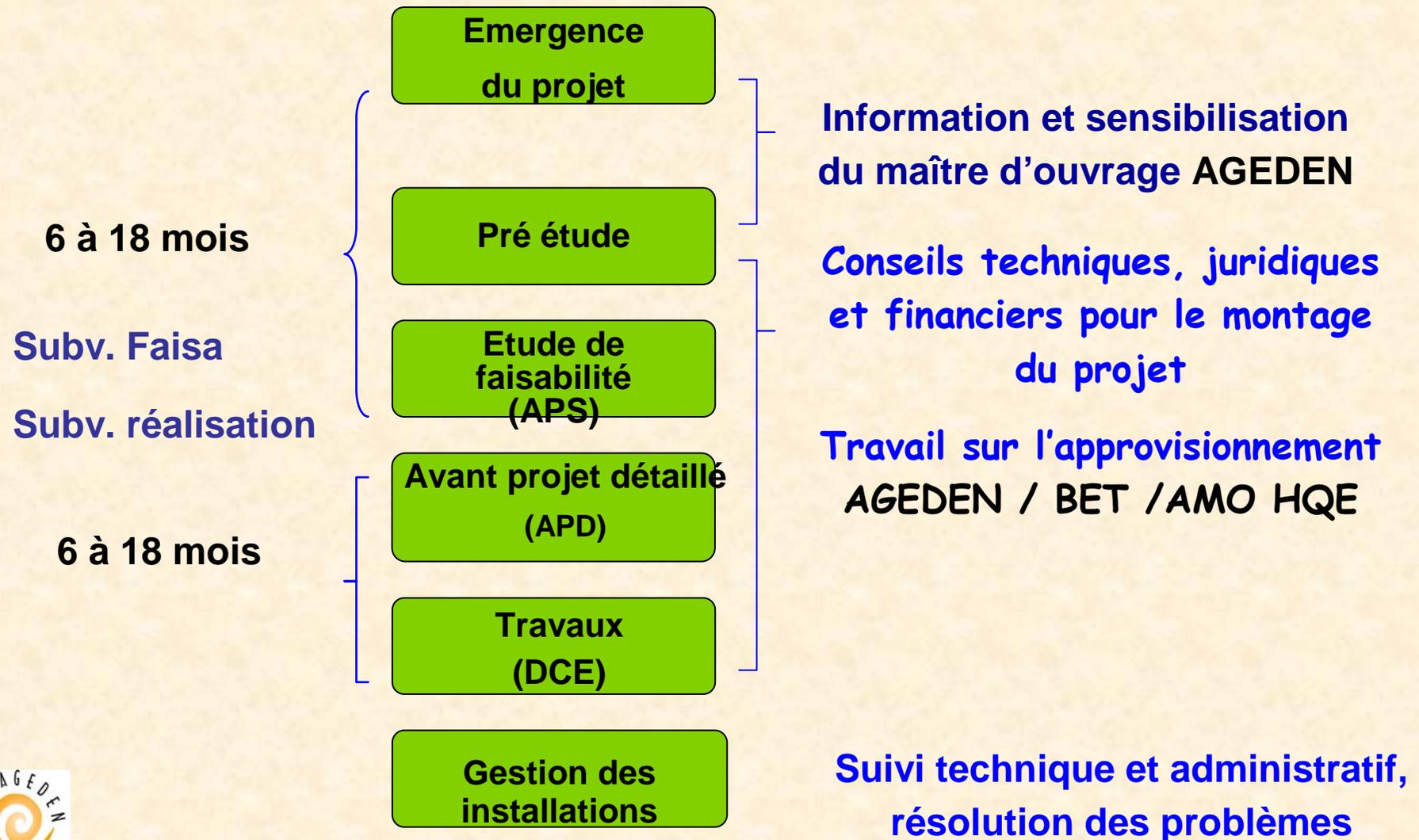
## Attention aux problèmes de sécurité



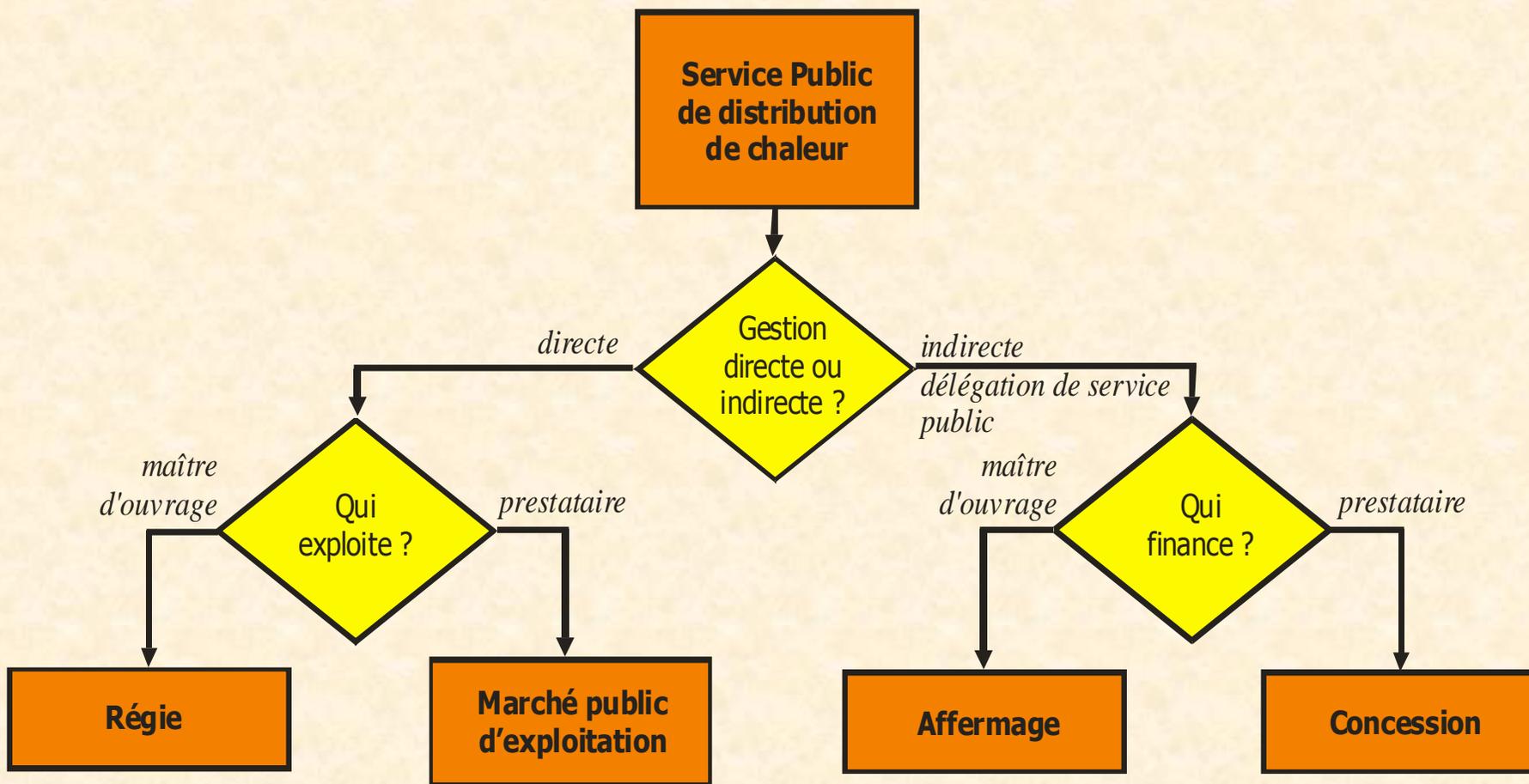
# Aspects juridiques



# Les différentes étapes du projet...



# Plusieurs montages possibles...dans le cas d'une collectivité publique



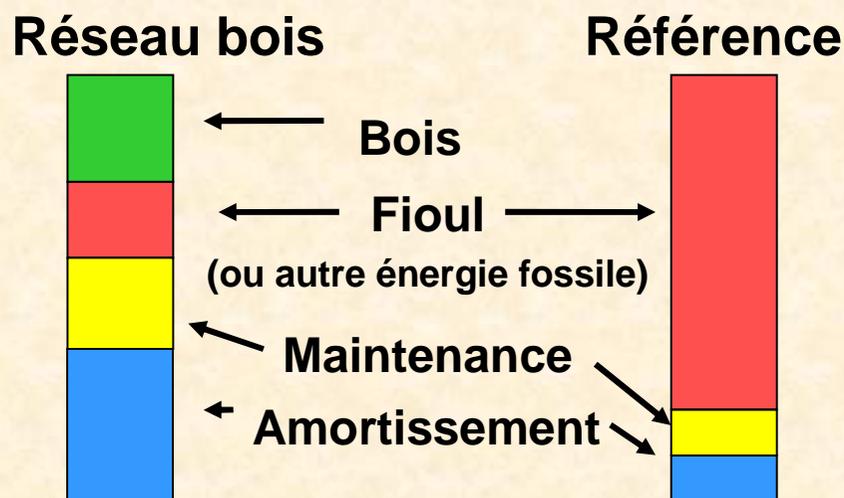
# Synthèse et commentaires

- **Nécessité d'une gestion globale (maintenance, vente de chaleur, achat de plusieurs combustibles,...)**
- **Par l'ensemble des coûts induits, le tarif du bois doit être inférieur aux coûts des énergies fossiles**
- **Souvent le comparatif économique ne compare pas directement les mêmes équipements techniques (un réseau de chaleur face à une multitude de chaufferies et d'énergies)**



# Comparaison réseau bois et solution de référence

- Solution de référence très dépendante de la situation géopolitique



- Solution bois pas systématiquement plus intéressante économiquement...

mais ne serait-ce pas une façon intelligente de faire du développement local...

en vue d'un avenir énergétiquement durable?



# L'exemple de Miribel Lanchâtre



# S'intégrer à un réseau de chaleur au bois

Connaître l'environnement de son projet

Un exemple le réseau de chaleur:  
Miribel-Lanchâtre



# Présentation du projet

⇒ Réalisation d'un lotissement sur un terrain de la commune

⇒ Projet d'une dizaines de lots : maisons particulières, locaux commerciaux,

Logements sociaux (SDH)

⇒ Milieu rural, pas de réseau GDF, commune en expansion économique



# Descriptif de la réalisation

- ⇒ Un Réseau de chaleur de 100 ml, alimenté par une chaufferie équipée d'une chaudière bois de 100 kW et une chaudière fioul de 160 kW
  - ⇒ Consommations prévues de 100 tonnes/an de plaquettes forestières
- ⇒ Réseau de chaleur communal avec vente de chaleur à 6 tiers



# Récapitulatif des contraintes liées au bois énergie

## ⇒ Solution faible puissance :

- ↳ *Nécessité d'un combustible de qualité, donc plutôt un coût élevé*
- ↳ *Bâtiment technique (chaufferie) à intégrer dans le site*

## ⇒ Solution forte puissance :

- ↳ *Investissement important avec réseau et sous-stations*
- ↳ *Technique et maintenance du réseau de chaleur*
- ↳ *Fonctionnement des chaudières en cascade, entretien de la chaufferie*
- ↳ *Notion de vente de chaleur et cadrage de la fiscalité (TVA bois à 19,6%)*
- ↳ *Gestion du site pour la commune*



# Situation sur l'approche pratique (fonctionnement)

- ⇒ Maintenance généralement assurée par l'employé communal et visite annuelle d'un installateur. Ici, le contexte est différent (gestion d'un réseau, chaudières en cascades,...)
- ⇒ La consommation en bois est 2 à 3 fois plus importante que dans un projet classique de faible puissance.
- L'approvisionnement généralement local, doit être encore plus regardé.
- ⇒ L'ensemble représente un investissement très lourd pour une petite commune comme celle-ci.
- ⇒ Problématique de la gestion en interne sur le fonctionnement et la vente de chaleur, pour une petite commune.



# Solutions apportées par ce maître d'ouvrage

⇒ Le combustible : baisser son coût en travaillant sur le financement de l'entretien de l'espace avec la collectivité locale ⇒ abattage et débardage payés dans le cadre de l'entretien des Alpagnes

⇒ La maintenance : entretien chaudière bois limité (technologie simple et classique en petite puissance) et accompagnement de la Cie de Chauffage de Grenoble pour le suivi chaufferie et réseau.

⇒ Les investissements : avec le Département, la Région, l'ADEME et l'Europe, aides plafonnées à 80%. Négociation des coûts de raccordement avec les futurs utilisateurs du réseau limitant encore la participation de la commune.

⇒ *Les coûts de raccordement correspondent à la sous-station et s'alignent aux montant des travaux prévus.*



# Synthèse de ce projet

⇒ **Un contexte bien particulier :**

↳ *Un approvisionnement favorable et sûrement reproductible.*

↳ *Le taux de subvention n'est pas toujours aussi favorable.*

↳ *Etre arrivé à motiver des structures comme la Cie de Chauffage.*

⇒ **les enjeux économiques**

↳ *Investissement : 200 000 € ; 80% de subventions*

↳ *Environ 7 500 €/an injectés dans l'économie locale,*

⇒ **Il est possible de reproduire ce type de chaufferies bois assez aisément et rapidement permettant de disséminer les sites références et ainsi participer aux changements des mentalités.**



# Evolution des coûts de la chaleur dans un réseau bois

- Amortissement des investissements: 15 à 30 % (*valeur constante*)
- Exploitation et renouvellement des matériels: 20 à 40 %
- Le coût du bois: 20 à 35 % (*indexation sur indice INSEE transport, main d'œuvre*)
- Energie d'appoint: 10 à 20 % (*suit l'évolution du prix des énergie fossiles*)

*Dans la solution énergie fossile*

*la part du combustible représente 80 % du prix final de l'énergie  
...donc très dépendant de la situation géopolitique*

