



Suivi et optimisation de réseaux de chaleur bois énergie gérés en régie

Mars 2016

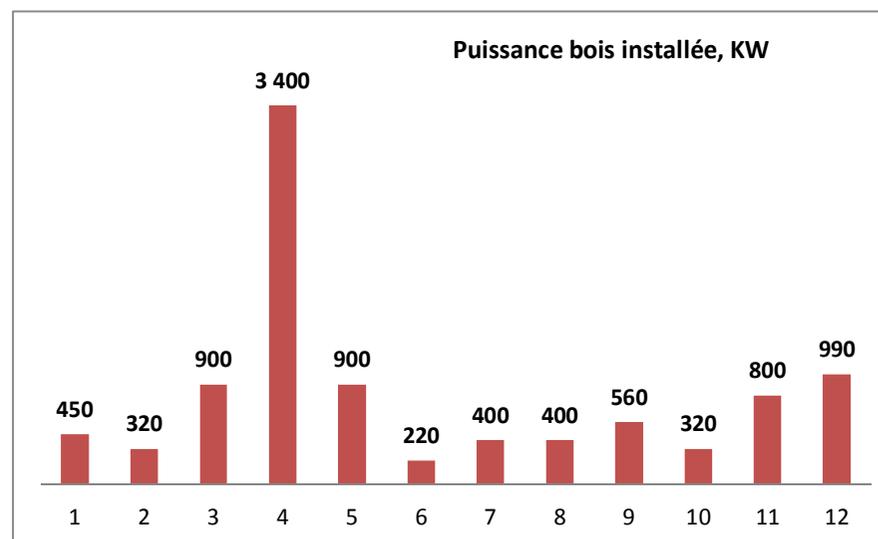


- **Auditer un panel représentatif de réseaux de chaleur bois énergie rhônalpins gérés en régie :** établir un état des lieux technique, contractuel et économique et mettre en perspective des pistes de progrès et d'action à court et moyen terme
- **Accompagner individuellement** ces réseaux pendant un an, en particulier sur les indicateurs de performance mensuels,
- **Effectuer un bilan global, notamment sur les points suivants :**
 - ▣ Indicateurs, modalités et outils de suivi pertinents
 - ▣ le contenu, le budget et la plus value (*technique, économique et environnementale*) :
 - d'une démarche de capitalisation des données clés - par installation - à une échelle territoriale (départementale voire régionale), pour suivi et analyse en continu,
 - d'un accompagnement annuel à proposer ou mettre en œuvre de façon « systématique » par installation,
- **diffuser des bonnes pratiques** auprès de l'ensemble des acteurs de la filière bois énergie et **engager les formations** les plus pertinentes.

- **12 réseaux bois énergie** – gérés en régie - ont bénéficié du programme, en deux sessions :
 - 8 sur 2013 / 2014
 - 4 sur 2015/2016

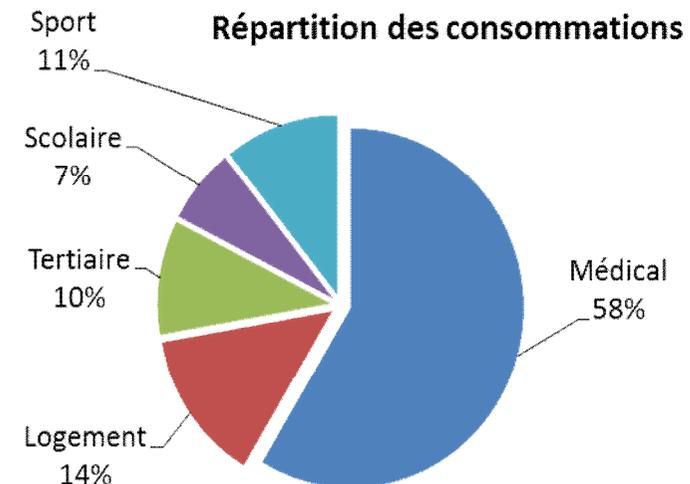
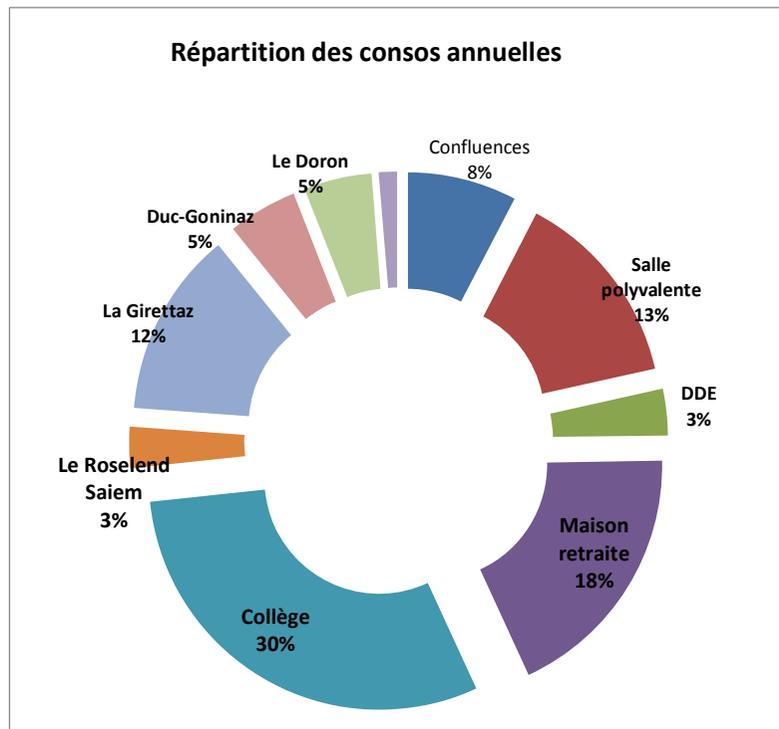
Commune	dept	année mise en service	Puissance bois (KW)
Susville	Isère	2009	450
La Bauche	Savoie	2009	320
Beaufort	Savoie	2000	900
Hauteville Lompnes	Ain	2001	3 400
St Denis les Bourg	Ain	2008	900
St Jean le Vieux	Ain	2009	220
Gilly sur Isère	Savoie	2012	400
Yenne	Savoie	2012	400
Saint Jean d'Arvey	Savoie	2004	560
Notre Dame des Millières	Savoie	1999	320
Saint Etienne de Cuines	Savoie	1999	800
Vallorcine	Hte Savoie	2011	990

- Leurs âges (*entre 1 et 19 ans*) et puissances bois installées (220 à 900 KW puis un à 3400 KW) sont volontairement divers.
- Les audits se sont étalés de début 2013 à début 2016: temps de mobilisation des communes.
- Les suivis mensuels ont pour la plupart porté sur l'année 2014 et viennent de débuter (en 2016) pour les 4 derniers projets.



Ces réseaux desservent

- pour la plupart des bâtiments communaux, des établissements de santé et scolaires, des logements collectifs, avec des répartitions qui peuvent être



- pour un seul : uniquement des logements, construits dans le cadre d'une ZAC dont les deux tranches s'étalent entre 2009 et 2016 : le planning initial portait sur 2009/2011.

Aspects techniques et énergétiques

- Une première remarque générale porte sur le **surdimensionnement des chaudières bois**, pour trois raisons essentielles :
 - **mauvaise estimation de la puissance souscrite par bâtiment**,
 - **plusieurs bâtiments** initialement prévus comme abonnés qui ne sont **pas construits** (ou pas encore) ou qui – dans une moindre mesure – ne se raccordent pas,
 - choix du bureau d'études.
- Ce point est souvent en lien direct avec le **taux de couverture bois de l'installation** (*énergie produite par la chaudière bois divisée par l'énergie totale injectée dans le réseau*). Une chaudière trop puissance ne permet pas d'atteindre un taux supérieur à 85 %, car elle ne peut fonctionner en début et fin de saison de chauffe (lié à son minimum technique de 30%).
 - En outre, un fonctionnement à bas régime participe à une usure prématurée des grilles et du foyer ... avec là encore un impact économique notable.

⊙ Valeurs observées sur le panel

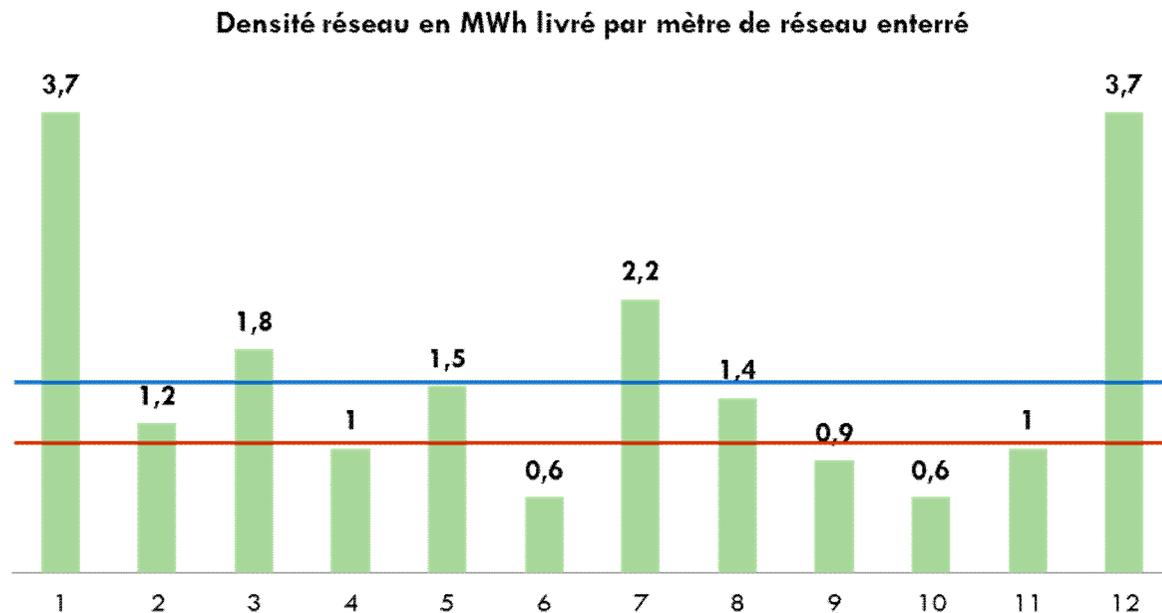
Puissance souscrite KW	Puissance bois (KW)	% bois /souscrite	taux de couverture bois	Nbre heures equivalent pleine puissance (bois)
1 000	450	45%	93%	3300
400	320	80%	83%	1200
1 865	900	48%	98%	2350
7 400	3 400	46%	52%	2100
1 600	900	56%	71%	1250
380	220	58%	82%	1450
350	400	114%	81%	1330
950	400	42%	93%	2850
850	560	66%	96%	1607
365	320	88%	97%	1406
1 350	800	59%	70%	1250
1 550	990	64%	95%	1364

- ⊙ Au regard de l'indicateur « nombre d'heures équivalent pleine puissance », le dimensionnement de la chaudière bois n'apparaît correct que sur 4 installations sur 12.
 - ⊙ L'impact sur le taux de couverture est net : il ne dépasse 85% que pour 50% réseaux, avec trois valeurs très basses.
 - ⊙ Les marges de développement sont très fortes sur les $\frac{3}{4}$ des réseaux : 35 à 150 % !

- **Deuxième point sensible sur dimensionnement : la puissance souscrite par abonné**
 - Elle est souvent estimée lors des études amont, sur la base de la puissance des chaudières en place et celle appelée (*selon usage réel des chaudières*), en devant être complétée par un calcul basé sur les consommations réelles et l'intermittence, la performance actuelle et future des bâtiments.
 - Sur les réseaux suivis, il apparait que cette **puissance souscrite est souvent erronée**. Deux façons de la déterminer :
 - Si la GTC fonctionne correctement avec un historique de données bien fait, la puissance maximale appelée est connue.
 - Sinon, le calcul du nombre d'heures équivalent pleine puissance – comparé aux valeurs usuelles par type de bâtiment – fournit une estimation de qualité

○ Troisième point sensible : la densité du réseau de chaleur

- Un très bon indicateur de la performance économique;
- doit être supérieure à 1 MWh/m pour que les pertes réseaux ne soient pas trop importantes (<20%) et qu'il soit énergétiquement pertinent de faire un réseau
 - 4 projets ne sont pas dans ce cas
- L'Ademe soumet ses subventions à une densité minimale de 1,5 MWh/m



. 5 projets sur 12 ont une densité suffisante ...

. alors que le potentiel de densification et extension du réseau est quasiment toujours possible !

. Une obsession : raccorder le maximum d'abonnés !

⊙ **A retenir**

⊙ **En amont :**

- ne pas surestimer les besoins de chaleur (*et bien intégrer les travaux de maîtrise de l'énergie à venir*) et simuler finement le taux de couverture bois, été comme hiver,
- dimensionner au plus juste la puissance bois, en étudiant :
 - deux chaudières bois,
 - l'hydro accumulation
- raccorder tous les abonnés sur le tracé optimal du réseau (dont particuliers)
 - Fort intérêt de vendre de la chaleur à des tiers pour bénéficier de la TVA réduite (gain de 15%).

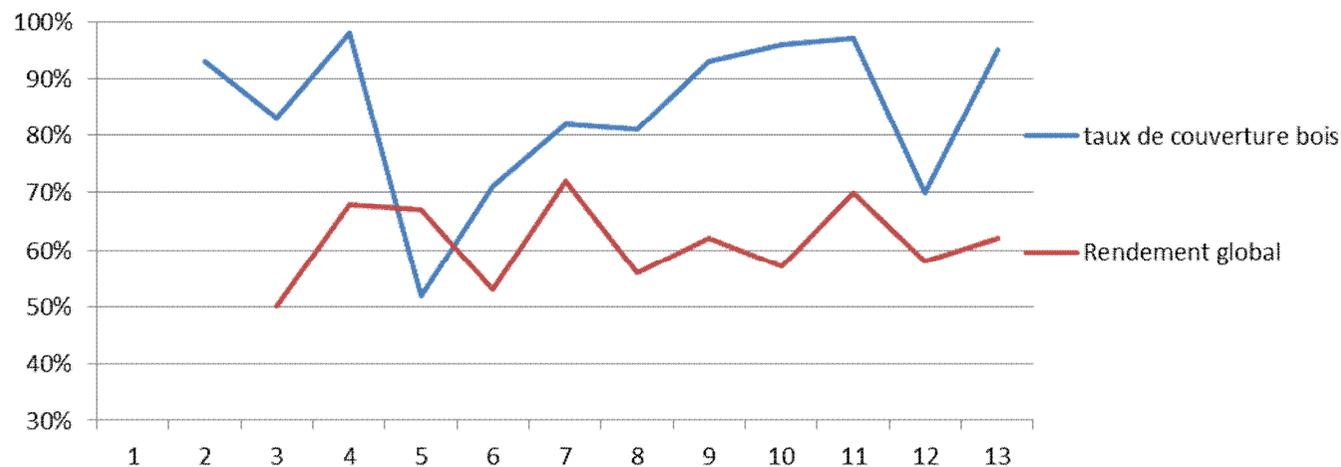
⊙ **En aval :** penser systématiquement « raccordement au réseau » et être EN PERMANENCE en recherche de nouveaux abonnés.

- Penser à classer le réseau, ou à minima imposer le raccordement sur toute opération d'aménagement.

○ Quatrième point sensible : le comptage et la régulation

- Toutes les installations suivies sont équipées d'une gestion technique centralisée, pilotant a minima la chaufferie voire le réseau.
- **Dans un seul cas (*installation < 1 an*) cette GTC fonctionne complètement**, pour plusieurs raisons :
 - compteurs non vérifiés annuellement (obligation légale) ou non réparés (en chaufferie) si défectueux;
 - cartes GTC non changées en cas de panne
 - A souligner : ces systèmes s'avèrent souvent très fragiles, avec un service après vente peu dynamique.
 - Bien s'interroger en amont sur les systèmes implantés et la capacité du maître d'ouvrage et/ou de son exploitant à les faire fonctionner dans le temps. Peut être les limiter
- **La nécessité du bon fonctionnement des ces appareils** – cruciaux pour effectuer un suivi sérieux du réseau de chaleur – **n'est pas actée par les maîtres d'ouvrages des réseaux suivis.**

⊙ Indicateurs relatifs à la production et distribution de chaleur



Puissance souscrite KW	Puissance bois (KW)	taux de couverture bois	Rendement production	Rendement distribution	Rendement global
1 000	450	93%	?	?	?
400	320	83%	?	?	50%
1 865	900	98%	?	?	68%
7 400	3 400	52%	78%	79%	67%
1 600	900	71%	74%	71%	53%
380	220	82%	?	?	72%
350	400	81%	70%	80%	56%
950	400	93%	?	?	62%
850	560	96%	?	?	57%
365	320	97%	75%	?	70%
1 350	800	70%	?	?	58%
1 550	990	95%	77%	82%	62%

- ⊙ La remarque essentielle porte sur le fait que **les données nécessaires à la détermination des rendements de production** (chaudières) et **distribution** (pertes réseaux) **ne sont relevées que sur 4 réseaux sur 12 !** Les valeurs sont **faibles à médiocres**.
 - ⊙ Hors il s'agit de données cruciales pour le suivi et l'optimisation du réseau et donc sur le prix de vente de la chaleur !!

- ⊙ Ces relevés ne sont pas effectués car **2 actions essentielles** ne sont pas assurées
 - ⊙ les **compteurs en chaufferie** ne sont pas **relevés mensuellement** ou ne marchent plus (et ne sont pas réparés),
 - ⊙ **l'humidité du bois livré** n'est pas **mesurée à chaque livraison**.

⊙ **Mode d'exploitation technique**

Différentes organisations sont en place :

- ⊙ Pour les puissances bois inférieures à 1 MW :
 - employés communaux : suivi de l'approvisionnement en bois, petit entretien et nettoyage , gestion du P3 (GER), relevé des compteurs et facturation,
 - Pour trois réseaux : 100% personnel communal
 - contrat P2 avec un exploitant , sans que le partage des tâches soit clairement indiqué.
- ⊙ Pour un réseau : contrat P1 + P2 sans intervention du personnel communal hors facturation,
- ⊙ Pour 2 réseaux : contrat P1+P2+P3 sans intervention du personnel communal hors facturation.

Des lacunes constatées dans 80% :

- ⊙ **Aucun suivi mensuel d'indicateurs clés** effectué par les services communaux ou un prestataire : la collectivité estime que si il y a un exploitant elle n'a rien à faire ... alors que, comme en DSP, elle doit avoir un devoir de contrôle !
- ⊙ Aucun indicateur de performance indiqué dans les **contrats d'exploitation**, et aucun n'est avec intéressement ...
 - ⊙ Bref personne ne suit les indicateurs mensuels (énergie entrée et sortie chaudières en MWh, distribuée, rendements et pertes réseaux, humidité et donc coût de l'énergie bois livrée, comparaison recettes et charges ...)

- Un seul **employé communal** ayant suivi une réelle **formation technique** (stage de 3 à 5 jours). Beaucoup de bonne volonté mais un réel manque de vision globale sur la chaufferie et le réseau.
- suivi « purement comptable » des achats et dépenses, sans lien avec les services techniques.
- **70% des réseaux n'ont aucune gestion du P3** (réalisation de provisions chaque année et suivi spécifique de ce compte)
 - Cela a posé un très gros problème à une installation, lorsqu'elle a du changer – la même année – les grilles et le réfractaire du foyer ...
- **A retenir :**
 - **Etre précis dans la rédaction des contrats d'exploitation : tâches à mener par le prestataire, engagements voire niveau de performance à atteindre**
 - **Bien intégrer des provisions pour gros renouvellement dès la première année et juger si la commune peut gérer ce compte P3 ou le confier à l'exploitant.**

⊙ **La fourniture en combustible bois : encore un point faible**

- Une seule collectivité achète de l'énergie et toutes les autres des quantités de bois, parfois même des volumes de bois !
- **Le bon exemple** : un contrat d'approvisionnement où le fournisseur (ONF Energie) dispose d'une étuve sur sa plate forme, fait 3 prélèvements et mesures lors du chargement, pèse le chargement puis adresse à la commune une facture avec un tonnage, une humidité, la quantité d'énergie livrée en MWh avec un prix au MWh !

⊙ Pour les autres :

- Au mieux (4 cas) un tonnage livré (et un prix à la tonne) avec mesure systématique de l'humidité lors des livraisons par l'employé communal ou l'exploitant , ce qui permet d'estimer la quantité d'énergie livrée,
- Au pire des volumes livrés, aucune mesure d'humidité et donc la quantité d'énergie entrée chaufferie ne peut être estimée qu'à 20 ou 30 % !!
 - comment savoir s'il y a 28 ou 32 m³ dans un camion ???
 - Le PCI du bois varie de 15% selon que l'humidité est de 25 ou 40%.

⊙ **A retenir :**

- **un fournisseur d'énergie et non de bois ! Une chaufferie achète des MWh !!**
- Si le fournisseur ne le fait pas, **mesurer systématiquement l'humidité du bois à chaque livraison,**
- Eviter l'achat au map.
- Bien cadrer le contrat en terme qualitatif :
 - Plage d'humidité avec 10% maxi,
 - Type de combustible et granulométrie
- et **appliquez les pénalités prévues au contrat** à chaque non-conformité !

- ⊙ **40% des réseaux sont en déficit, c'est-à-dire que le budget annexe (du SPIC) n'est pas équilibré, pour les raisons suivantes :**
 - **Avant tout car l'installation et les contrats** (achat de bois, exploitation, vente de chaleur) **ne sont pas suivis, ni adaptés :**
 - Achat de **bois** sans suivi de la qualité, donc avec un contenu énergétique – et donc prix – qui peut varier de 30% !
 - Aucun **indicateur suivi mensuellement** : énergie entrante, départ réseau, vendue, rendements de production et exploitation, comparaison des recettes et charges et optimisation mois par mois en cas de dérive,
 - ⊙ On constate au mieux en fin d'année les dérives,
 - L'exploitant n'est pas engagé sur l'atteinte de **performances**,
 - Pas de calcul du **prix de revient** de l'énergie,
 - Pas de recherche d'**équilibre des charges** et ventes R1 (consommation) et R2 (abonnement),
 - Une ré **évaluation annuelle prix de l'énergie** qui :
 - au mieux s'effectue via des formules de révision ... mais qui au bout de 7 ans ne permettent plus l'équilibre des charges/recettes R1 et R2,
 - n'est pas faite ou sur aucun critère objectif.

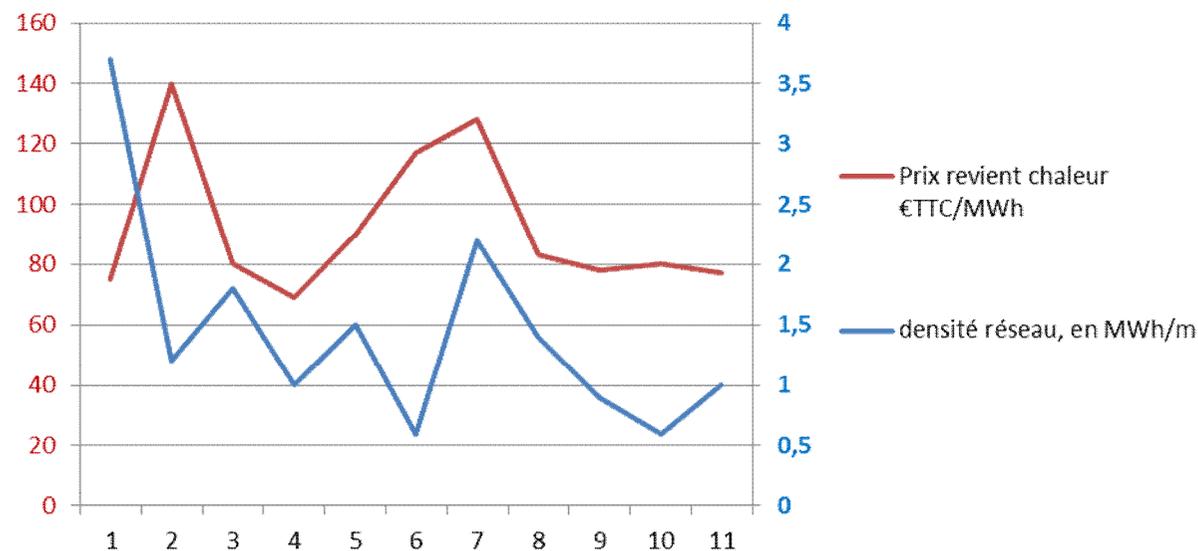
○ **Le prix de la chaleur n'est compétitif (face à la référence gaz ou fuel) que pour 50% des réseaux**

○ **Un prix de revient moyen de 92 €TTC/MWh livré**

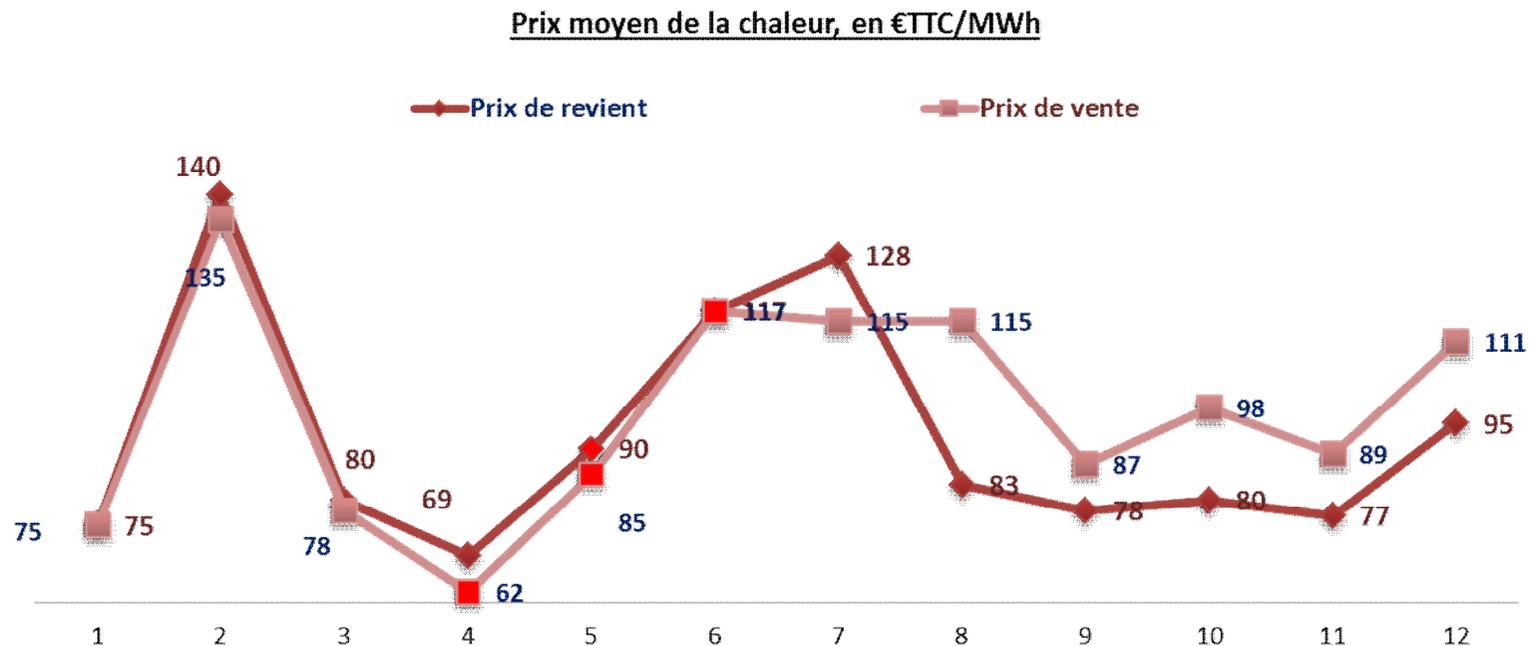
- entre 70 et 140 €TTC/MWh
- avec un objectif de 90 à 100 €TTC/MWh sur une commune non desservie par le réseau gaz (75 €TTC/MWh dans ce cas).

○ **Un prix de revient de la chaleur réseau trop élevé dans 4 cas**

- Un lien fort avec la densité du réseau
- La non construction de bâtiments à raccorder est la raison principale : cela doit inciter à la prudence, lors des études, sur ce point et sur le lissage du prix de la chaleur.



- Une non cohérence entre prix de revient et prix de vente sur de nombreux réseaux
 - par manque de suivi énergétique et économique annuel..



- ⊙ **Mais 60% des réseaux ne sont pas en déficit, et ont un prix de revient (R1 et R2) qui correspond aux prix de vente.**
 - ⊙ **C'est possible, et c'est simple via**
 - un suivi mensuel des indicateurs clés,
 - Un suivi des contrats : application des pénalités, exploitant sollicité pour faire évoluer les indicateurs qui dérivent,
 - des provisions P3 constituées ,
 - Un prix de vente de revu chaque année pour assurer l'équilibre du budget !
 - ⊙ Penser à confier à un prestataire (amo) ce travail, pour un budget annuel entre 3000 et 4000 € par an, soit 3% des ventes de chaleur
 - ⊙ à intégrer dans le business plan.

- La gestion d'un réseau de chaleur, qu'elle soit en régie ou en DSP, nécessite une implication du maître d'ouvrage sur le suivi, le contrôle et l'optimisation continue d'indicateurs de performance. Cette responsabilité ne peut être déléguée.
- **Ces indicateurs doivent idéalement être définis en amont, mais peuvent l'être à tout moment**
 - Il sont peu nombreux et nécessitent :
 - une collecte rigoureuse de données
 - lors de livraisons de bois,
 - un relevé mensuel des compteurs qui peut être faite via la GTC (à laquelle le maître d'ouvrage doit avoir un accès en lecture)
 - une gestion énergétique des factures (dont une copie doit être systématiquement remise au salarié ou prestataire en charge du suivi)
 - selon la taille du réseau, entre 2 et 4 heures d'analyse par mois.
- **Les contrats** (achat de combustible, exploitation) **doivent s'inscrire dans une démarche performantielle, et non forfaitaire.**
- **Le maître d'ouvrage doit continuellement « penser réseau » et donc à sa densification et développement**
 - Le réseau de chaleur est un outil de sa politique d'urbanisme comme celle énergie climat !

Méthode

- La commune et/ou son exploitant transmet chaque début de mois
 - les données énergétiques
 - livraisons de bois (avec tonnage et humidité sur brut),
 - consommation de fuel ou gaz, relevés du compteur électrique en chaufferie,
 - relevés des compteurs en chaufferie et chez abonnés,
 - les dépenses
 - achat de combustibles (copie des bons de livraison), d'électricité, d'eau, de télécom,
 - factures de l'exploitant et de travaux d'entretien – maintenance,
 - nombre d'heures effectuées par le personnel interne,
 - la mensualité ou annuité d'emprunt (capital + intérêt),
 - les recettes : factures adressées aux abonnés.
- Sur cette base plusieurs indicateurs de performance sont calculés et analysés
 - Performance énergétique : cohérence des consommations des abonnés (par rapport à estimation ou années précédentes), rendements de production et distribution,
 - Performance économique : comparaison du prix de revient des part R1 et R2 avec le prix de vente.

- Vérification du respect du cadre contractuel de
 - la fourniture en combustible, en particulier sur la qualité du combustible bois et l'application des pénalités prévues,
 - La mission de l'exploitant (notamment interventions suites aux notes mensuelles),
- Une note mensuelle est adressée à la commune, à l'exploitant et au fournisseur de combustible pour
 - leur fournir les indicateurs de performance,
 - les commenter,
 - citer les actions d'amélioration à mettre en œuvre, en précisant « qui fait quoi et comment »,
 - analyser l'impact de celles soulignées les mois précédents.

L'enjeu est d'engager tous les acteurs dans une démarche d'amélioration continue, en ayant une information claire et partagée.

- Un bilan annuel est fourni, reprenant les données mensuelles , incluant un bilan, des recommandations, un budget prévisionnel pour l'année suivante intégrant une proposition de prix de vente de l'énergie (postes R1 et R2).

- **La présente démarche**
 - met évidence la faible performance globale des installations suivies et souligne les **limites du portage en régie des réseaux de chaleur dans la configuration actuelle.**
 - **plaide pour la mise en œuvre d'un accompagnement régulier** (idéalement mensuel) **des réseaux de chaleur gérés en régie**, en reprenant la méthode employée
 - elle a permis à la quasi-totalité des collectivités d'acquérir une vision d'ensemble de leur réseau, et pour la moitié d'entre elles de bâtir puis d'engager une nouvelle dynamique de leur réseau, performantielle.
 - Il peut être réalisé par un bureau d'études, un EIE, un CEP ou un agent motivé (et compétent) mutualisé sur plusieurs installations.
 - Le PEB, Ra2E et Cofor pourraient, avec le soutien de la Région et de l'Ademe, **inciter les maîtres d'ouvrages à conduire ce travail** (si possible avec un soutien financier) et tester des approches mutualisées par territoire, selon les compétences ou les dynamiques en place (Tepos, CEP ...).
 - **milite pour le développement de la mutualisation de la maîtrise d'ouvrage** (en amont des projets) **ou a minima de la gérance des réseaux** : l'isolement nuit à l'efficacité, tant énergétique qu'économique
 - Cela peut être organisé à l'échelle intercommunale voire départementale, entre communes volontaires dans un premier temps (via, par exemple, un « club des communes bois énergie », qu'un tiers doit animer : EIE, PEB 73-74, Cofor, Ra2e ...

- a mis en évidence **un gros besoin de formation des agents technique des communes , voire des exploitants**. Des offres de formation existent, et il semble **nécessaire d'organiser une session** à l'échelle régionale (*par exemple au PEB de Rumilly*).
- **Une communication – diffusion est à présent à engager auprès de différents publics :**
 - **auprès des communes participantes**, pour leur présenter le présent bilan (allégé) et échanger avec elles sur leur retour d'expérience, leur vision et les propositions de Kalice,
 - Une demi journée pourrait utilement être organisée,
 - **auprès des animateurs bois énergie de Rhône Alpes** (EIE, Cofor, Fibra, PEb ...) **voire des CEP et chargés de mission TEPOS**
 - Un contenu plus technique pourrait être prévu, l'enjeu étant de les sensibiliser aux aspects liés à la conception en amont des projets, aux points contractuels, au suivi d'exploitation et aux limites de certaines configurations (*montage de projet, mode d'exploitation*) et les inciter à rechercher des mutualisations.
- **Le PEB accueille plusieurs formations en 2016, sur l'exploitation et pour les bureaux d'études**