



## 100% qui dit mieux ?

C'est dans le cadre d'une réflexion sur l'efficacité des différentes chaînes énergétiques permettant de générer l'énergie thermique dans les logements que les Lutins thermiques et Balendard se sont interviewés mutuellement sur le thème du « rendement » et de la « performance »

### **Le responsable des Lutins thermiques**

*« Générer du chaud lorsqu'il fait froid » a toujours été un sujet de préoccupation pour l'homme. Il y est parvenu avec la combustion du bois et du charbon, puis du fioul et du gaz, et enfin en faisant circuler un courant électrique dans une résistance. Dans le cadre de cette dernière méthode je ne peux m'empêcher de penser au rendement de 100 % qui est généralement associé aux convecteurs électriques à l'effet Joule : on paye au prix fort un kWh électrique et on reçoit en échange un kWh thermique.... un peu moins même, mais en tout cas, pas plus ».*

### **Balendard**

Ce rendement de 100 %, me fait plutôt penser au travail à la chaîne, à la condition humaine et à cette comédie dramatique de Charlie Chaplin « Les temps modernes ». Sur le fond, je n'ai rien d'important à rajouter à vos propos, si ce n'est que certains constructeurs de convecteurs électriques font preuve d'ingéniosité. Ils se sont rendu compte que la consommation de l'électricité étant rythmée par le jour et la nuit, ils pouvaient utiliser la chaleur spécifique de la matière pour accumuler dans celle-ci, et pendant la nuit, une petite quantité d'énergie pour assurer une partie du besoin thermique pendant le jour. Ceci avec un coût du kWh électrique sensiblement moins cher en raison de la diminution de la demande aux heures creuses.

### **Le responsable des Lutins thermiques**

*Oui vous avez raison, il est normal que l'énergie profite à ceux qui font l'effort de la comprendre. Mais ne perdez pas de vue que cette quantité d'énergie stockée ainsi individuellement est souvent bien faible par rapport au besoin où à la quantité d'énergie qui est accumulée dans vos planchers en béton. De plus, la chaleur générée par effet joule provient malheureusement uniquement de l'énergie primaire la plus difficile à produire : donc la plus onéreuse : l'électricité. Cette dernière est pour l'instant trop dépendante de l'uranium ou du vent et cette dépendance persistera, je le crains, encore longtemps. Je considère la publicité des constructeurs qui vantent les convecteurs électriques en les associant aux énergies renouvelables comme une publicité mensongère, type de publicité qui est considérée je crois bien comme un délit d'escroquerie. Pour la rénovation dans l'ancien, je préfère encore cette publicité relative à la condensation et à son rendement supérieur à 100 %. On estime que la combustion de 1 m<sup>3</sup> de gaz naturel ou de 1 litre de fioul produit grosso modo 10 kWh thermiques si on laisse les gaz brûlés s'échapper librement dans l'atmosphère. Par contre si l'on abaisse la température de ces gaz en récupérant au passage l'énergie thermique qu'ils contiennent en récupérant par condensation la chaleur latente de l'eau contenue dans ceux-ci, alors, on obtient des rendements de 106 %, voire même notablement supérieurs » et l'utilisateur y retrouve son compte ».*

### **Balendard**

Je connais votre rigueur scientifique mais je suis tout de même étonné de vous voir valider un rendement supérieur à 100 % ! Je ne peux m'empêcher de penser au mouvement perpétuel qui ne peut durer indéfiniment sans apport d'énergie extérieure. Mais il me revient à l'esprit ma première expérience consistant à faire bouillir de l'eau dans une casserole. Expérience qui

## Les coups de gueule des Lutins

m'avait permis de valider la chaleur latente de l'eau de 2250 kJ/kg. Compte tenu de l'équivalence entre le kJ et le kWh\*, c'est environ 0,6 kWh que l'on récupère par litre d'eau condensée. A raison de un litre d'eau récupéré par litre de fioul consommé le rendement est bien amélioré de 6 % puisqu'il est reconnu que la combustion de un litre de fioul produit environ 10 kWh. Rien de bien extraordinaire pour finir à tout cela. Vous avez raison, il faut se réjouir que cette technique soit maintenant mature et permette de produire l'énergie thermique à un coût moindre. Ce qui m'inquiète est la qualité de l'eau récupérée par condensation qui doit être chargée de résidus pétrolier ou gazeux. Rejette-t-on cette eau directement dans la rivière ? Peut-être connaissez-vous des techniques de chauffage encore plus intéressantes?

### **Le responsable des Lutins thermiques**

*Vous me posez deux questions à la fois. Je vais tenter d'y répondre.*

*« Oui, la condensation est mature, mais vous avez raison, concernant le condensat, il est effectivement acide. Il est indispensable de réduire cette acidité et de contrôler son pH avant de le rejeter dans le réseau d'eaux usées. Le non-respect de cette règle peut conduire à deux ans d'emprisonnement et à 75 000 € d'amende. Les dispositifs de chauffage par condensation se doivent de ne pas augmenter l'acidité du fleuve et de la mer dans laquelle se jette ce condensat. Concernant le rendement supérieur à 100%, il n'y a effectivement rien de bien extraordinaire à tout cela. » Par contre, un rendement de 300 %, voire de 500 % ça fait rêver. C'est tellement énorme que malheureusement peu de personne y croit. Au moment où tout le monde se plaint de son pouvoir d'achat c'est vraiment dommage, mais que voulez-vous, au royaume des aveugles les borgnes sont rois. Je me réjouis toutefois de voir apparaître dans le domaine du chauffage thermodynamique la notion de « performance » qui est mieux perçue que celle maintenant un peu vieillotte du « rendement ».*

### **Balendard**

En vous écoutant parler il me vient à l'esprit le logo « L'assurance de la performance » de la société américaine OILGEAR spécialisée dans l'hydraulique industrielle. Vous avez raison, le mot *performance* rassure. L'idée selon laquelle le chauffage thermodynamique utilisant les pompes à chaleur à compresseur est un chauffage électrique moderne et performant comparé à l'effet joule, commence enfin à être mieux perçue par le citoyen pour le plus grand bien de son portefeuille. Il commence aussi à comprendre qu'avec un coefficient de performance (COP) de 3, il peut récupérer 2 kWh thermique gratuitement pour 1 kWh électrique payant, et c'est tant mieux. Moins dépendant des énergies primaires, il protège ainsi son environnement en y prélevant une chaleur renouvelable et gratuite. Cependant j'ai entendu dire que ces systèmes refroidissent notre environnement. Ne craignez-vous pas que le résultat soit contraire au but recherché ?

### **Le responsable des Lutins thermiques**

*On ne peut pas dire que le chauffage thermodynamique refroidisse notre environnement puisque vous savez comme moi qu'avec une PAC électrique ce qui rentre dans le système formé par votre immeuble et sa chaufferie est l'énergie prélevée à la source froide plus l'énergie électrique qui alimente le compresseur alors que ce qui sort de l'immeuble vers le milieu extérieur est la somme des deux donc nécessairement supérieure à l'énergie prélevée dans le milieu. Ce que l'on peut dire par contre est qu'il le réchauffe nettement moins puisque l'énergie électrique nécessaire à l'entraînement du compresseur est bien faible comparativement à celle prélevée dans l'air ou dans l'eau pour peu que la pompe à chaleur soit raisonnablement performante.*

*\*\* 1 kWh = 3600 kJ (Il y a 3600 secondes dans une heure et 1 kJ/s correspond à une puissance de 1 kW)*

## Les coups de gueule des Lutins

*La chaîne énergétique du chauffage thermodynamique par compresseur électrique ne sera véritablement parfaite que lorsque l'énergie électrique qui provient encore actuellement en France à 75 % du nucléaire sera d'origine dite "verte". Il est important de comprendre que l'avantage principal du chauffage thermodynamique est le fait qu'il nous permet de moins ponctionner nos réserves naturelles. Ce paramètre me semble peut-être plus important que toutes les autres considérations relatives à la température. Certes les gaz brûlés de la combustion réchauffent l'environnement de nos villes mais je suis plus préoccupé par la qualité de l'air dans nos cités que par la température qui y règne. Paris intramuros a une densité de population 200 fois supérieure à la moyenne nationale et ses habitants ne vivent pas encore en enfer que je sache! De même je ne suis pas inquiet par le flux endothermique d'une pompe à chaleur eau eau qui refroidit légèrement la rivière. Même si tous les parisiens se chauffaient à partir d'une PAC de ce type, la Seine ne risquerait pas de geler en aval de Paris ! Paris intramuros étant peuplé de 2 millions d'habitants avec un besoin en eau non potable voisin de 0,1 litre/seconde par habitant nécessaire à l'alimentation de l'évaporateur des pompes à chaleur aquathermique on arrive à un besoin de 200 m<sup>3</sup>/s inférieur au débit moyen de la Seine à Paris de 300 m<sup>3</sup>/s. En raison de la densité démographique exceptionnellement élevée de notre capitale il n'y a pas beaucoup de marge je vous l'accorde mais la radiation solaire compense largement l'énergie que l'on y prélève. Pour assurer le chauffage urbain, on ne pourra continuer à ignorer le formidable réservoir thermique d'énergie renouvelable que constituent les fleuves qui traversent les grandes métropoles. Notre intérêt est d'y prélever l'énergie thermique que nous payons actuellement à grand frais ce qui aura également comme autre avantage d'augmenter sa teneur en oxygène et la vie qui y règne encore un peu.*

*Quant à la pompe à chaleur aérothermique, elle refroidira localement légèrement l'air ambiant des villes, je vous l'accorde, mais il n'y a assurément pas lieu d'être inquiet à ce sujet. Le flux exothermique de la pompe à chaleur qui réchauffe votre immeuble repartira encore dans l'atmosphère en le réchauffant. Je vous rappelle que conformément à la loi de conservation de l'énergie, ce flux exothermique est égal à la somme de son flux endothermique majoré de l'énergie développée par le moteur électrique entraînant le compresseur. C'est en bonne partie en modifiant la chaîne énergétique pour produire l'énergie thermique dans les villes que l'homme a une petite chance de diminuer légèrement le réchauffement climatique. Au moment où une organisation mondiale présidée par le Maire de Paris et comprenant 70 métropoles vient de signer le pacte de Mexico afin de lutter contre le réchauffement ne croyez-vous pas qu'il va falloir agir ? Mais assez de climatologie, puisque notre entretien concerne le rendement, j'aimerais savoir pourquoi vous semblez plutôt recommander au début de votre étude préliminaire d'échanger l'énergie avec l'air plutôt qu'avec l'eau alors que les performances sont notablement améliorées avec ce dernier fluide ?*

### **Balendard**

Je crains pour l'assise de notre immeuble et celle des bâtiments voisins. L'essai Proctor en mécanique des sols m'a appris que la compacité d'un sol s'améliore pour une teneur en eau optimum et je crains que l'augmentation de la teneur en eau à l'aplomb du rejet ou sa diminution à l'emplacement de l'exhaure, n'affecte l'équilibre de l'ensemble et n'aggrave les fissures de notre immeuble. N'avez-vous pas remarqué en marchant sur une plage que le sol est plus ferme si l'on se rapproche du rivage et du sable humide qu'il ne l'est si l'on marche sur du sable sec ?

### **Le responsable des Lutins thermiques**

*Il peut y avoir des cas particuliers mais le risque est semble-t-il moindre que vous ne l'imaginez. Entre l'hiver et l'été, la nappe phréatique monte et descend de quelques mètres sans que votre*

*immeuble en souffre, mais je respecte votre inquiétude et la gêne temporaire que pourrait imposer vos deux forages localisés. Je vais voir ce que je peux faire, c'est un problème grave de prise de conscience du politique. J'ai appris que le chauffage urbain provenant de la combustion des ordures ne pouvait pas arriver jusqu'à vous en raison de ses tuyauteries d'eau chaude et de l'éloignement de la centrale thermique par rapport à votre immeuble mais je ne vois pas à priori ce qui interdirait l'alimentation en eau froide non potable des immeubles dans les grandes villes françaises alors qu'elles sont la plupart du temps traversées par un fleuve ou une rivière.*

### **Balendard**

Je vous remercie de ce que vous pourrez faire à ce sujet. C'est incontestablement la fin du « pétrole facile » et il y a urgence à agir. Il est probable que notre nouvelle chaudière à gaz avec sa durée de vie voisine de 30 ans sera encore opérationnelle alors qu'il nous faudra subir le début du « gaz difficile ». Que les réserves de gaz soient considérables ou non, je crains que l'Agence internationale de l'énergie, en prévoyant une surproduction temporaire de gaz, incite l'utilisateur à se laisser entraîner vers l'erreur du « tout gaz » après avoir fait celle du « tout électrique »

### **Le responsable des Lutins thermiques**

*Cela est à craindre, mais ne perdez pas de vue que la France a promis de générer 23 % d'énergie renouvelable d'ici à 2020. Ce n'est pas la puissance de 3.000 mégawatts qui sera, on peut l'espérer, délivrée par les 600 éoliennes offshore installées dans la Manche qui nous permettront de respecter cet objectif. Représentant l'équivalent de deux centrales nucléaires alors que la France en possède plus de 50, elles ne représenteront tout au plus qu'environ 4 % de notre production d'électricité en supposant que le vent souffle en permanence, ce qui est loin d'être le cas. Comme vous le voyez, un nombre respectable de % manquent à l'appel. Le passage au 23 % d'énergie renouvelable ne pourra se faire que si l'on prend conscience de l'importance du chauffage thermodynamique en zone urbaine et ce n'est certainement pas l'option « tout gaz » qui nous permettra d'y parvenir. Les investissements nécessaires à l'implantation des infrastructures permettant de récupérer l'énergie renouvelable thermique dans notre environnement doivent être financés en bonne partie par les « malus » de ceux à qui l'on accorde le droit de le polluer en produisant de l'électricité avec la combustion du gaz, voire du charbon. Le vrai problème est la rénovation énergétique des bâtiments existants et son financement. Nous ne pouvons plus prendre de retard dans ce domaine et nous devons financer dès à présent les infrastructures de demain. Au lieu d'être victime de la tyrannie du court terme, il convient de donner plus de valeur au long terme en s'orientant vers une chaleur différente de celle obtenue par la combustion ou pire encore par l'effet Joule. Je suis heureux d'avoir discuté avec vous des performances peu connues du chauffage thermodynamique, malheureusement pour la démocratie, lorsque trop peu de gens tentent de sensibiliser l'opinion publique pour défendre la juste cause, lorsque ceux qui savent craignent de ne pas être crus et se taisent trop longtemps par paresse, intérêt, ou irresponsabilité, alors, un jour ou l'autre, l'égoïsme économique l'emporte et les désastres écologiques surviennent. Les techniques sont rentables et techniquement à notre portée. Pour cette raison, les énergies vertes ne doivent pas rester un rêve. La transition vers les énergies nouvelles doit se faire dans les meilleures conditions possibles et probablement comme nous envisageons de le faire pour le chauffage de l'habitat. Il manque seulement actuellement une véritable volonté politique. Actuellement 25 % plus chère qu'en Allemagne, le prix de l'électricité va augmenter en France en raison des investissements lourds du nucléaire et des énergies du vent mais les performances s'améliorent. Il est temps de réaliser que vu ses performances le chauffage thermodynamique est notre avenir.*

### **Balendard**

Oui, vous avez raison, recevoir 4 kWh voire 5, en améliorant notre environnement et en n'en payant qu'un seul, cela mérite réflexion. De plus le transformateur EDF est sur notre terrain, la Seine n'est pas bien loin et je viens d'avoir une idée pour rendre utile le vieux réservoir de fioul enterré dans notre jardin.

### **Le responsable des Lutins thermiques**

*Dans le débat contradictoire que vous allez engager avec votre entourage il vous faudra trouver les meilleurs solutions et le convaincre que vous avez fait les bons choix techniques. Il vous faudra aussi expliquer qu'il devient urgent de considérer les performances des chaînes énergétiques et de revoir en priorité la façon dont nous consommons l'énergie. C'est la raison pour laquelle je suis heureux de vous avoir convaincu. Ceci dit, à charge pour vous de convaincre votre entourage. Je vous souhaite à ce sujet bien du courage. Expliquez-lui que les choses ont changées. Nous ne sommes plus en 1920 lorsque Russel Train, précurseur et ancien chef de l'autorité américaine de protection de l'environnement disait, « La ressource qui nous manque le plus, ce n'est pas le pétrole, ni le gaz, ni l'uranium; c'est le temps qu'il nous reste encore pour adapter nos modes de vie aux exigences et aux limites de notre monde ». Expliquez-lui que nous sommes maintenant en 2014 et que près d'un siècle s'est écoulé. Evoquez le fait qu'il nous faut maintenant reconsidérer la croissance. Elle est visiblement trop basée sur l'exploitation des ressources. Lorsque l'OCDE prévoit dans ses prospectives un ralentissement structurel de la croissance mondiale de 2,4 % à l'horizon 2050 alors qu'elle est actuellement de l'ordre de 3,5 % on comprend au travers de ces chiffres que nous ne pourrions pas continuer encore longtemps à exploiter nos ressources à ce rythme. La fonction exponentielle nous apprend en effet que notre besoin en énergie en 2050 sera alors près de 3 fois supérieur à ce qu'il est aujourd'hui puisque que 35 ans nous séparent de l'échéance 2050 ( $1,03^{35}$ ). Expliquez-lui que la fin du grand gâchis lui appartient, que le RENDEMENT de la combustion et la PERFORMANCE du chauffage thermodynamique vont devenir des facteurs d'une extrême importance. Vous devriez y parvenir vu que cela ne semble pas trop difficile à comprendre étant donné que :*

- 1. Si le RENDEMENT de la combustion n'est que de 50% avec une ancienne chaudière cela signifie que l'on consomme deux fois trop de fioul ou de gaz pour le même besoin thermique.*
- 2. Si la PERFORMANCE (COP) d'une pompe à chaleur est de 4 cela signifie que l'on consomme 4 fois moins d'Energie Finale Payante (EP) (fioul, gaz, électricité) pour le même besoin thermique vu que l'on prélève dans l'environnement une énergie gratuite quantitativement 3 fois plus importante que celle que l'on paye. Evoquez aussi le fait que lorsqu'il est optimisé, on évoque maintenant des COP de 6 avec les PAC aquathermique.*
- 3. Si l'on remplace les radiateurs en place par des radiateurs basse température on améliore encore légèrement le rendement des chaudières à condensation et significativement le COP de la pompe à chaleur.*

*Enfin expliquez lui que structurelle ou conjoncturelle, l'origine de la crise est bien là et que les fonds de poches sont vides. Expliquez-lui enfin que si nous avons pour cette raison donné la priorité à l'amélioration de l'efficacité du dispositif de génération thermique en échelonnant les dépenses, cela ne signifie pas pour autant qu'il faille oublier l'étape de l'isolation qui permet de diminuer le besoin thermique.*