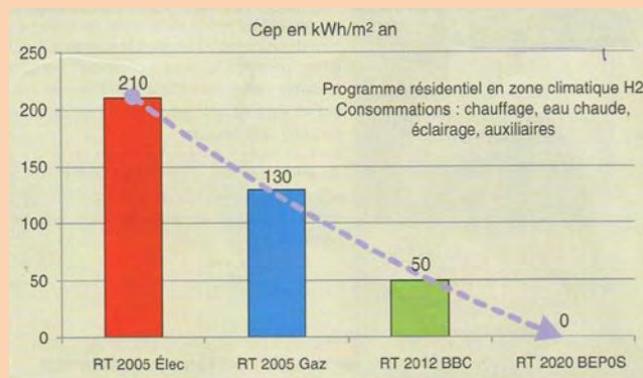


Le français et l'énergie

Pratiquement toutes les formes d'énergie, mécanique, hydraulique, ou thermique sont omniprésentes dans notre environnement. L'énergie potentielle contenue dans la matière qui se trouve dans cet environnement est non seulement disponible et abondante, elle est souvent, cerise sur le gâteau, gratuite et proche de nous. La masse de la matière est omniprésente dans la plupart des formules physiques qui quantifient les différentes formes d'énergies que l'homme a réussi à produire à partir de son transfert ou de sa transformation. Notre passé nous apprend qu'il a d'abord réussi à transformer cette matière en énergie thermique avec la combustion du bois lors du Pléistocène moyen. Beaucoup plus récemment la première révolution industrielle et la combustion du charbon a vu l'apparition de ma machine à vapeur initié par James Watt en 1769. Puis l'exploitation et la combustion de deux nouveaux combustibles fossiles le gaz et le pétrole lors de la deuxième révolution industrielle ont dès 1880 été à l'origine de l'apparition du moteur à combustion interne de l'allemand Rudolf Diesel. Plus récemment encore le recyclage et la combustion des ordures ménagères apportent leur contribution à la production d'énergie. Un passé encore récent datant des années 50 nous apprend qu'en manque d'énergie, il a également réussi à transférer l'eau de la retenue des barrages vers l'aval et à transformer son énergie mécanique potentielle en énergie électrique avec une chaîne énergétique passant par la case hydraulique à l'aide des turbines Pelton ou Kaplan. L'homme n'avait jamais su stocker économiquement l'énergie électrique en très grosse quantité. Ni même l'énergie thermique que ce soit grâce à la chaleur spécifique d'une masse de fonte dans un convecteur électrique ou même d'un ballon d'eau chaude sanitaire, sauf à majorer souvent inutilement le coût et l'encombrement d'une chaufferie. La France vient heureusement de découvrir récemment et de mettre au point un dispositif appelé *STEP* consistant à remonter l'eau dans la retenue supérieure d'un barrage et à utiliser la chute d'eau plusieurs fois. Insatiable énergétivore, la France a été un des premiers pays au monde à se transformer en apprenti sorcier en manipulant les chaînes atomiques de la matière avec la fission et la fusion nucléaire. Les français ont par exemple brillamment réussi, à l'occasion de ces manipulations à la faire « disparaître » en générant de l'énergie électrique après être passé par la case thermique. La célèbre formule $E = mc^2$ reliant la masse de la matière « disparue » et l'énergie est une preuve supplémentaire de l'omniprésence de la matière dans toute forme de production d'énergie. En passant à nouveau par la case thermique et sous réserve d'obtenir un niveau de température suffisamment élevée, l'Europe est en passe de réussir à produire de l'énergie électrique avec le solaire thermique et la géothermie profonde à plus grande échelle, solutions assurément plus intelligentes et moins destructrices pour notre environnement que celles consistant à utiliser la combustion des combustibles fossiles pour faire tourner des turbines à gaz ou pire encore des moteurs diesels pour générer l'énergie mécanique nécessaire aux alternateurs. Ce qui est surprenant dans les *chaînes énergétiques* les plus récentes évoqués ci-dessus est le fait que l'on passe à chaque fois par la case thermique pour générer l'énergie électrique, quitte à revenir au thermique pour se chauffer par effet joule malgré la mauvaise efficacité d'un convecteur électrique. Quant à l'énergie électrique fournie par le solaire voltaïque, les éoliennes et les futures hydroliennes, elles ne passent pas par la case thermique, ce qui explique probablement en partie pourquoi le prix de l'électricité qu'elles fournissent est encore si élevé. Ne représentant pour l'instant en France qu'à peine 2 % du total de notre besoin global en énergie, elles ne grèvent pas trop le prix de revient de l'électricité nucléaire et hydroélectrique avec lesquelles elles sont confondues. En validant la réglementation thermique RT 2005 la France a

Généralités

fait une grave erreur en laissant s'implanter le chauffage par effet joule dans les immeubles anciens mal isolés et en tolérant des déperditions thermiques plus importantes avec ce type de chauffage.



La feuille de route des réglementations thermiques (Courtesy CFP)

La France va-t-elle enfin reconnaître que la réglementation thermique RT 2005, en tolérant trop longtemps une déperdition thermique plus importante dans les logements équipés d'un chauffage électrique par effet joule, a engendré un gâchis humain et financier et qu'il va falloir assumer maintenant les conséquences de cette fâcheuse orientation?

Vous avez dit enthalpie?

Trop ambitieuse pour être appliquée à la rénovation de l'habitat ancien, les 1400 pages de cette réglementation thermique RT 2012, parues au journal officiel risquent de grever le prix de l'habitat neuf et semble trop ambitieuse pour pouvoir être appliquée à l'habitat ancien. Notre pays n'est donc pas sorti du mauvais pas de la rénovation thermique des bâtiments anciens difficiles et onéreux à isoler après coup. Une faculté trop longtemps ignorée de la matière peut heureusement l'aider à produire une énergie thermique bon marché en grosse quantité. Et ceci paradoxalement avec une petite quantité de matière. Il s'agit cette fois de la faculté de la matière à générer un transfert thermique lorsque qu'elle change d'état en passant de l'état liquide à l'état gazeux et inversement. Cette faculté liée à ce qu'on appelle la chaleur latente de la matière ou *enthalpie* est illustrée par le tableau ci-dessous dans le cas de l'eau.

	Sans changement d'état	Avec changement d'état
Constante physique	Chaleur spécifique	Chaleur latente de vaporisation
Unités	Joules/kg et °C	Joules/kg
Un exemple : l'eau	4180 Joules/kg et °C	2 250 000 Joules/kg
Comparaison	A partir des chiffres ci-dessus on constate qu'il faut 5 fois moins d'énergie pour élever un litre d'eau de 0 à 100°C (à savoir 418 kJ) que pour évaporer cette eau en la maintenant à la température constante de 100°C (à savoir 2250 kJ).	

Sous la surveillance de ses parents, une expérience facile et amusante permet à un enfant de vérifier l'importance relative des chaleurs spécifique et latente de l'eau. Si l'on ne change pas le réglage du gaz sur la table de cuisson, il faut environ 5 fois moins de temps pour porter une petite quantité d'eau de 0 à ébullition (100°C) que pour évaporer cette même quantité d'eau. Une remarque pour éclairer le lecteur, alors que les transferts thermiques dus à la chaleur spécifique s'établissent du fait des variations de température, ceux provoqués par les variations d'enthalpie s'effectuent à température constante.

Généralités

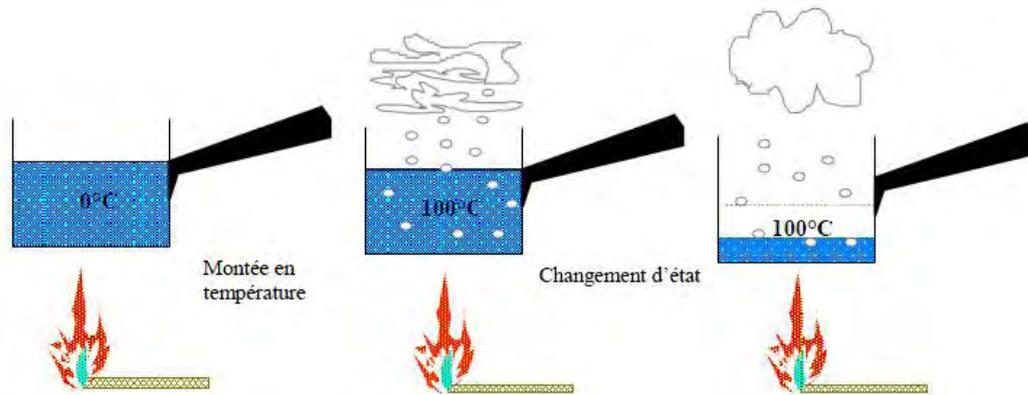


Figure extraite de l'aide-mémoire chauffage de la société Jatech-TM montrant la phase évaporation

Ces transferts d'énergie thermique ne peuvent bien sûr être comparés aux quantités considérables d'énergie thermique pouvant être dissipée par la fission ou la fusion nucléaire de la matière lors de la perte de masse. Cependant, lorsqu'ils sont récupérés lors des phases condensation et évaporation avec des fluides caloporteurs performants on constate qu'ils peuvent être assez importants pour assurer le chauffage d'un immeuble en raison de l'aspect cyclique de cette transformation. Il y a donc urgence à réaliser que l'énergie thermique contenue dans la matière provenant de ces transformations est une solution particulièrement intéressante pour le chauffage des copropriétés en milieu urbain. La plupart des précurseurs qui ont eu le courage pour leur maison individuelle de s'engager dans cette voie, trop longtemps négligée pour le chauffage collectif, ont été récompensés. Il est temps de réhabiliter l'énergie thermique et de considérer que cela ne fait pas "vieillot" d'en parler. Comment a-t-on pu ignorer si longtemps qu'elle est à la charnière des chaînes énergétiques les plus performantes. Au moment où l'homme se sent responsable du réchauffement climatique*, le principe même de la pompe à chaleur devrait le rassurer puisqu'elle présente, à l'inverse des chaînes énergétiques habituelles, l'intérêt de refroidir notre environnement au lieu de le réchauffer. Cerise sur le gâteau elle fournit une énergie thermique propre et gratuite puisque prélevée dans son proche environnement. Ne fournissant pas plus que le besoin énergétique, les nouveaux modes de régulation des PAC à compresseur par variateurs de vitesse présentent en plus l'avantage de ne pas avoir à stocker trop d'énergie thermique, stockage qui, on l'a vu, pose parfois problème.

L'hydraulique industrielle assiste le génie climatique

C'est en se remémorant sa carrière professionnelle que l'auteur de ce livre a réalisé combien l'hydraulique était une technique merveilleusement complémentaire au service du génie climatique et du chauffage urbain. Ceci sous réserve que le mot hydraulique soit pris ici au sens le plus large et qu'il englobe non seulement une approche différente de l'hydraulique des rivières et de leur sous-sol irrigué par les nappes libres, mais aussi l'hydraulique industrielle des circuits asservis sous pression ou non. La dépendance de l'hydraulique industrielle aux déperditions thermiques et les contraintes qu'elle entraîne pour l'ingénieur hydraulicien sont comparables aux préoccupations de l'ingénieur en génie climatique préoccupé par les transferts thermiques induits par les variations de la température ambiante. Comparable en effet est le comportement sur le plan thermique d'un réservoir hydraulique et de l'huile qu'il contient et celui d'un immeuble et sa chaufferie.

Généralités

Quel n'a pas été en effet l'étonnement de constater que l'étude en régime transitoire de ce dernier système est régit par une fonction de transfert linéaire du premier ordre à coefficients constants identique à celle d'une servopompe alimentant un vérin hydraulique asservis en position et comprimant un ressort ou mesurant l'allongement d'un câble sous l'effort. Ces analogies sont intéressantes pour la raison que l'expérience acquise parfois durement par l'auteur lors d'une carrière professionnelle consacrée exclusivement au service des systèmes asservis électro hydrauliques peut être transposée au bénéfice de la production d'une énergie thermique particulièrement économique, abondante propre et renouvelable. Le spécialiste en hydraulique industrielle conventionnelle, habitué aux circuits à pression élevée, est au fait de l'étanchéité rigoureuse qui doit être respectée pour éviter toute fuite du fluide caloporteur vers l'extérieur afin de préserver la couche d'ozone. Confronté aux problèmes de niveau sonore de sous-ensembles tournants comme les groupes moto pompe ou les aéro-réfrigérants, il sait comment casser les vibrations et diminuer leur niveau sonore. Il sait aussi dissocier les circuits hydrauliques en séparant ceux-ci de telle sorte que les flux thermiques utiles soient respectés lorsque la génération de chaleur doit assurer des fonctions distinctes comme celles du chauffage et de la fourniture de l'eau chaude sanitaire. Il mesure combien il est nécessaire de s'impliquer dans cette réflexion pour adapter les flux thermiques au besoin afin de réduire le besoin en énergie primaire. Quelle n'a pas été d'autre part sa surprise de constater combien la méconnaissance de la compensation de pression hydraulique, technique pourtant couramment utilisée en hydraulique industrielle, était jusqu'à présent ignorée par le thermicien du bâtiment qui commence seulement à percevoir l'intérêt de cette technique pour assurer l'équilibrage thermique dans les locaux d'habitation afin d'améliorer le confort thermique de ses occupants et réduire les frais de main d'œuvre. Certes la thermodynamique moderne est plus complexe que la pompe à fioul, le filtre et le gicleur en série du brûleur d'une chaudière. Il s'agit il faut le reconnaître de techniques avancées ou d'autres spécialistes ont leur mot à dire dans la conception du système.

- **Le frigoriste** est par exemple concerné par le bon fonctionnement de l'évaporateur d'une pompe à chaleur. Il sait comment tirer le meilleur parti d'un fluide caloporteur pour refroidir l'environnement et assurer la climatisation. Il devrait peut-être être mieux au fait des transferts thermiques qui s'effectuent à la source chaude pour assurer le chauffage thermodynamique. Il comprend mieux comment une pompe à chaleur peut prélever son énergie dans l'environnement à partir de l'air, du sol, ou de l'eau.

- **L'électronicien** ayant des connaissances en automatisme sait comment dimensionner un correcteur électronique proportionnel ou un correcteur intégral permettant de supprimer l'erreur statique afin d'assurer une régulation de température stable et performante.

- **L'ingénieur en génie climatique** maîtrise parfaitement la notion de degré jour unifié **DJU**. Il sait comment remédier aux variations de température imposées par les saisons sans affecter les performances de la pompe à chaleur. Au moment où l'homme se sent responsable du réchauffement climatique, il a compris l'intérêt de ce type de chauffage qui présente l'avantage de refroidir notre environnement au lieu de le réchauffer

- **L'architecte** ayant des connaissances de thermicien et de mécanique des sols sait comment concilier l'esthétique d'un bâtiment et les déperditions thermiques dans le bâti de celui-ci.

Généralités

- Reste la nécessité d'un **bon programmeur** maîtrisant un langage de programmation pour finir peu rapide étant donné la constante de temps thermique très importante du système formé par l'immeuble et sa chaufferie. Afin de s'adapter au besoin thermique variant selon les saisons et les modes de marche, il devra comprendre les algorithmes établis par le thermodynamicien et élaborer la meilleure structure de programme possible afin d'assurer la liaison entre le système d'exploitation de l'ordinateur et la commande des différents composants constituant la pompe à chaleur.

Bien que chaque spécialiste sache comment appréhender les problèmes spécifiques relevant de son domaine technique et de sa spécialité, une idée commencerait à germer qu'il y aurait un maillon manquant dans les chaînes professionnelles existantes et qu'il pourrait être nécessaire « d'inventer » un nouveau métier afin de fusionner des connaissances qui seraient disparates afin de prévenir des erreurs de conception éventuelles. Les mots « intégrateur » ou « expert » viennent naturellement à l'esprit. La mauvaise cohabitation entre parties communes et privatives, entre chauffage individuel et collectif, la difficulté qu'à un citoyen lambda tel que *Balendard* à appréhender les problèmes en raison du manque de coordination entre le politique et le législateur, entre les acteurs internes et externes à la copropriété, la difficulté que ces acteurs éprouvent à se comprendre les uns les autres, font que de toute évidence, si ce nouveau métier devait être créé, les mots "communication" et "médiation" ne peuvent être ignorés plus longtemps. Un bon physicien généraliste compétent en thermodynamique capable de comprendre les experts, d'intégrer les exigences particulières à chaque technique, et ayant en plus la capacité de communiquer avec les intervenants pourrait-il être le chaînon manquant afin que s'établisse un minimum de collaboration entre les responsables de techniques par nature complémentaires ? Pourrait-il, en intégrant mieux la façon dont les paramètres associés à ces systèmes interfèrent les uns avec les autres, être celui qui participe à combler plus rapidement la marge trop importante qui sépare les performances théoriques des performances pratiques obtenues actuellement. Si cela était le cas il ne faut pas attendre plus longtemps pour créer ce nouveau métier.

- **L'utilisateur final**, quant à lui, considère qu'il n'a pas encore eu suffisamment droit de regard sur les méthodes utilisées pour la production de l'énergie et il estime que ces méthodes ne devraient pas rester un domaine réservé aux initiés. Il regrette cette situation et il considère qu'il est temps de casser cette barrière. Il commence à comprendre à ses dépens que l'énergie est surtout une source de profit pour ceux qui la comprennent. Quant à créer un nouveau métier, il estime que les acteurs déjà en place sont déjà tellement nombreux qu'il est légitimement préoccupé à l'idée d'en rajouter un n^{ième}. Il espère suite à tout ce brouhaha médiatique que l'on va enfin lui proposer un système finalisé et « *il ne veut plus payer pour être informé* ». Il redoute les fluctuations brutales des prix du pétrole et les déséquilibres qu'elles provoquent. Il espère que l'on est au bout du tunnel et que la *loi sur la transition énergétique* qui arrive va favoriser les changements de comportements.



Parfaitement intégré dans son environnement et à l'écosystème constitué par la rivière et son sous-sol une pompe à chaleur aquathermique, peut produire l'énergie thermique nécessaire à notre confort en améliorant notre pouvoir d'achat. Ceci en accélérant l'abandon des combustibles fossiles au profit d'une énergie propre et renouvelable dite « positive ». Le temps est maintenant venu pour se chauffer de concentrer notre action à la conception de composants adaptés au chauffage thermodynamique des immeubles tel qu'un condenseur permettant de récupérer la chaleur de condensation, de valves hydrauliques adaptées à la séparation des circuits et de réfléchir à leur assemblage dans un système performant plutôt que de tenter d'exploiter le gaz de schiste pour satisfaire le « Tout gaz » en détruisant notre environnement.