

# Préface

Le secteur du bâtiment représente à lui seul 40 % de la consommation d'énergie et 36 % de l'émission de gaz à effet de serre de l'ensemble de l'Union européenne. Fort de ce constat, les objectifs politiques de l'UE, au travers des plus récentes directives concernant ce secteur d'activité, sont de réduire de 20 % la consommation d'énergie, de réduire de 20 % les émissions des gaz à effet de serre et d'introduire au moins 20 % d'énergie renouvelable dans le mix énergétique d'ici à 2020, c'est-à-dire demain.

L'application aux nouveaux bâtiments des contraintes réglementaires issues de ces récentes directives en termes de consommation énergétiques peut conduire à des réductions drastiques de ces consommations et même, à terme, à des bâtiments à consommation d'énergie quasi nulle. Il n'en reste pas moins vrai que la plus grosse part du gisement de réduction des consommations se trouve dans le parc existant. En effet, aujourd'hui, la consommation moyenne de chauffage des logements existants est de l'ordre de 200 kWh/m<sup>2</sup>.an, soit 4 à 5 fois celle des logements neufs !

Récemment, une campagne européenne de rénovation vient d'être lancée avec pour objectif de réduire la demande énergétique du parc de bâtiments existants de 80 % en 2050 sur la base de celle constatée en 2005. Pour répondre à cet objectif, il sera nécessaire de multiplier le taux de rénovation européen actuel par 2,5 pour atteindre 3 % par an du parc en 2020 et maintenir ce taux jusqu'en 2050.

Cette campagne aurait pour bénéfices d'augmenter de manière significative l'activité de ce secteur et de sécuriser des millions d'emplois directs et indirects en Europe, mais aussi d'augmenter notre indépendance énergétique, de réduire les émissions de CO<sub>2</sub>, d'améliorer la qualité de vie des citoyens et d'assainir les finances publiques.

Le développement de l'utilisation de la pompe à chaleur dans le secteur du bâtiment est partie prenante de cette campagne en tant que marqueur des énergies renouvelables et contributeur à la réduction de la consommation d'énergie.

L'amélioration des coefficients de performance saisonniers (et non instantanés qui ne sont pas significatifs), l'adaptation à des températures

extérieures de plus en plus basses, la possibilité technique de faire fonctionner les pompes à chaleur à des températures d'eau chaude plus élevées, font que ces appareils sont parfaitement adaptés à la rénovation (même si on privilégiera, bien sûr, l'émission de chaleur à basse température).

L'auteur, dont les travaux et les inventions dans le domaine de la pompe à chaleur ne se comptent plus, vient une nouvelle fois de développer un concept innovant adapté à la problématique de la rénovation, tout en répondant aux impératifs d'économie d'énergie et de réduction des gaz à effet de serre.

Jacques Bernier, agitateur d'idées et de nouveautés depuis plus de trente ans, a dû, dans son enfance, tomber dans la potion magique de la pompe à chaleur tant il en maîtrise tous les aspects et trouve encore dans cette technique des aspects que les autres ne voient pas ou ne sentent pas.

De nombreuses récompenses nationales et internationales ainsi que de nombreux dépôts de brevets ont marqué sa remarquable carrière, autant de preuves, s'il en était besoin, de son expérience et de sa crédibilité dans ce domaine.

Bonne lecture et longue vie à la pompe aéro-solaire.

*Jacques Benoist*  
*Vice-président de l'AICVF*

# Sommaire

<b>1 - ORIGINE DE LA TECHNOLOGIE</b> .....	9
<b>1.1 - Définition de la technique aérosolaire</b> .....	11
<b>1.2 - Un peu d'histoire de 1970 à 2013</b> .....	11
1.2.1 – Pompe à chaleur à capteurs évaporateurs .....	12
1.2.2 – Pompe à chaleur avec capteurs à eau glycolée .....	13
1.2.3 – Convecteur aérosolaire .....	14
<b>2 - ANALYSE DES DONNÉES</b> .....	17
<b>2.1 - L'énergie solaire</b> .....	19
<b>2.2 - Capteurs solaires thermiques, classiques à eau</b> ....	20
<b>2.3 - Capteurs solaires thermiques vitrés à eau         et pompe à chaleur eau/eau</b> .....	24
2.3.1 Principe de fonctionnement .....	24
2.3.2 Inconvénients des systèmes avec capteurs vitrés à eau ....	25
<b>2.4 - Pompes à chaleur associées         à des capteurs à air</b> .....	26
<b>2.5 - Intérêt du couplage capteur sans vitrage/PAC</b> .....	27
<b>2.6 - Influence du vent et de la pluie</b> .....	28
2.6.1 Influence du vent .....	28
2.6.2 Influence de la pluie et du brouillard .....	29
<b>2.7 - La part solaire dans le bilan énergétique</b> .....	30
2.7.1 Couleur des capteurs sans vitrage .....	30
2.7.2 Orientation du capteur sans vitrage .....	31
2.7.3 Performances de la pompe à chaleur assistée solaire .....	33
<b>2.8 - Le dégivrage naturel... ou pas</b> .....	38
<b>2.9 - Impact sur l'effet de serre</b> .....	40
<b>3 - LES CAPTEURS ÉVAPORATEURS À DÉTENTE DIRECTE</b> .....	45
<b>3.1 - Le procédé Axergie</b> .....	47
3.1.1 Principe de fonctionnement en chauffage .....	47
3.1.2 Intérêt du capteur évaporateur aluminium .....	48
3.1.3 Résultat de campagnes de mesures (années 80) .....	48
3.1.4 Performances du système en 2013 .....	50
3.1.5 Principe de fonctionnement en production d'eau chaude sanitaire .....	51

<b>3.2 - Convecteur aérosolaire Bernier Energies</b> .....	52
3.2.1 Principe de fonctionnement en chauffage .....	53
3.2.2 Performances .....	53
3.2.3 Calcul des radiateurs à eau chaude .....	55
3.2.4 Calcul du point de fonctionnement et de la température d'eau .....	57
3.2.5 Production d'eau chaude sanitaire .....	59
<b>4 - LES CAPTEURS À EAU GLYCOLÉE</b> .....	61
<b>4.1 - Le système Héliopac</b> .....	63
4.1.1 Principe de fonctionnement .....	63
4.1.2 Performances .....	65
4.1.3 Installation du capteur en élastomère .....	69
<b>4.2 - Clôture énergétique Bernier Energies</b> .....	71
4.2.1 Principe de fonctionnement .....	71
4.2.2 Performances .....	73
<b>5 - LES APPLICATIONS DU CHAUFFAGE AÉROSOLAIRE</b> .....	79
<b>5.1 - Clôture énergétique</b> .....	81
5.1.1 Pose d'une clôture énergétique .....	81
5.1.2 Installation en construction neuve .....	86
5.1.3 Installation dans l'habitat existant .....	87
5.1.4 Chauffage de piscines .....	89
<b>5.2 - PAC à capteurs évaporateurs</b> .....	91
5.2.1 Installation des capteurs évaporateurs .....	91
5.2.2 Installation en construction neuve .....	97
5.2.3 Installation dans l'existant .....	97
5.2.4 Chauffage de piscines .....	102
<b>5.3 - Le convecteur aérosolaire</b> .....	103
5.3.1 Remplacement de convecteurs électriques .....	104
5.3.2 Bilan énergétique .....	104
5.3.3 Impact sur l'effet de serre .....	107
5.3.4 Installation .....	108
<b>6 - APPLICATIONS EN EAU CHAUDE SANITAIRE</b> .....	113
<b>6.1 - Procédé Héliopac en tertiaire et collectif</b> .....	115
6.1.1 Logements collectifs et hébergement .....	116
6.1.2 Hôtellerie .....	117
6.1.3 Restauration .....	118
6.1.4 Établissements sportifs .....	119
6.1.5 Dimensionnement des équipements thermiques .....	120
6.1.6 Système avec ballons individuels .....	120

<b>6.2 - Système Axergie</b> .....	123
6.2.1 Chauffe-eau individuel .....	123
6.2.2 Installation du chauffe-eau individuel.....	124
6.2.3 Applications ECS tertiaire .....	124
<b>6.3 - Convecteur aérosolaire ECS</b> .....	125
<b>7 - LES SYSTÈMES HYBRIDES</b> .....	127
<b>7.1 - Couplage capteurs solaires et géothermie</b> .....	129
7.1.1 Géothermie intégrée, procédé Dupraz.....	129
7.1.2 Géothermie et clôture énergétique .....	130
<b>7.2 - Couplage capteurs solaires classiques et PAC</b> .....	131
<b>8 - ÉCONOMISONS L'ÉNERGIE</b> .....	133
<b>8.1 - Le parc des logements existants</b> .....	135
<b>8.2 - Abaisser le coût de son chauffage sans le remplacer</b> .....	136
8.2.1 Abaissement de la température ambiante.....	136
8.2.2 Isolation thermique .....	137
<b>8.3 - Solutions combustibles</b> .....	137
8.3.1 Poêle mobile à pétrole ou à gaz butane.....	137
8.3.2 Poêle à bois ou à granulés .....	138
8.3.3 Cheminée à foyer fermé ou insert à bois.....	138
<b>8.4 - Solutions électriques</b> .....	139
8.4.1 Radiateur électrique à accumulation .....	139
8.4.2 Pompe à chaleur split air extérieur/air.....	140
8.4.3 Chauffage central avec pompe à chaleur air extérieur/eau .....	141
8.4.4 Chauffage central avec pompe à chaleur géothermique.....	142
8.4.5 Solution de pompe à chaleur assistée solaire .....	143
<b>9 - BIBLIOGRAPHIE</b> .....	145
<b>10 - À PROPOS DE L'AUTEUR</b> .....	149
<b>10.1 - Publications</b> .....	151
<b>10.2 - Action associative</b> .....	153
<b>10.3 - Inventer et entreprendre</b> .....	153
10.3.1 Pompe à chaleur double flux.....	153
10.3.2 Créateur de la pompe à chaleur solaire.....	154
10.3.3 Clôture énergétique .....	156

10.3.4	Convecteur aérosoleire.....	156
10.3.5	Capteurs solaires .....	156
10.3.6	Pompe à chaleur chimique .....	157
10.3.7	Caloduc .....	157
10.3.8	Récupération des CFC .....	158
10.3.9	Autres systèmes frigorifiques et pompes à chaleur .....	158