

Maitre d'Ouvrage :

Conseil Territorial
Place François Maurer
B.P. 42108
97500 SAINT PIERRE ET MIQUELON

Bureau d'Etudes Fluides :

SETHEL
10 rue de la Fionie
44240 LA CHAPELLE SUR ERDRE
☎ : 02.40.40.31.31 - 📠 : 02.40.35.64.66
✉ : sethel@orange.fr

**Diagnostic et faisabilité Chauffage
à SAINT PIERRE et MIQUELON**

TABLE DES MATIERES

A – ANALYSE DES DONNÉES MÉTÉO TRANSMISES	3
A.1 – GENERALITES.....	3
A.2 – STATISTIQUES	3
B – BESOINS DE CHAUFFAGE D'UN BATIMENT	4
B.1 – GENERALITES.....	4
B.2 – COMPARAISON DES RESULTATS D'UN MEME LOGEMENT IMPLANTE A NANTES ET A SAINT PIERRE ET MIQUELON.....	4
B.3 – EVOLUTIONS DES RESULTATS D'UN MEME LOGEMENT IMPLANTE A NANTES ET A SAINT PIERRE ET MIQUELON EN FONCTION DE REGLES CONSTRUCTIVES :	5
B.3.1 – LOGEMENT TYPE DES ANNEES 1970 :	5
B.3.2 – LOGEMENT TYPE DES ANNEES 1970 AVEC MENUISERIES EXTERIEURES NEUVES :	5
B.3.3 – LOGEMENT TYPE DES ANNEES 1970 AVEC ISOLATION DES MURS, PLANCHER ET PLAFOND :	6
B.3.4 – LOGEMENT TYPE DES ANNEES 1970 AVEC ISOLATION DES MURS, PLANCHER ET PLAFOND, ET MENUISERIES EXTERIEURES NEUVES SUIVANT RT 2005	6
B.3.5 – LOGEMENT TYPE DES ANNEES 2005 :	7
B.3.6 – LOGEMENT TYPE DES ANNEES 2005 AVEC ISOLATION RENFORCEE :	7
B.3.7 – LOGEMENT TYPE DES ANNEES 2005 AVEC VENTILATION MECANIQUE DOUBLE FLUX PERFORMANTE :	8
B.3.8 – LOGEMENT TYPE DES ANNEES 2005 AVEC ISOLATION RENFORCEE ET VENTILATION MECANIQUE DOUBLE FLUX :	8
B.4 – EVOLUTIONS DES DEPERDITIONS EN DIMINUANT LA TEMPERATURE AMBIANTE :	8
B.5 – CONCLUSION	9
C – PRINCIPES GENERAUX DE CHAUFFAGE	10
C.1 – ENERGIE FUEL DOMESTIQUE :	10
C.2 – ENERGIE GAZ NATUREL	10
C.3 – ENERGIE GAZ PROPANE.....	10
C.4 – ENERGIE ELECTRIQUE AVEC POMPE A CHALEUR.....	11
C.4.1 – POMPE A CHALEUR GEOTHERMIQUE	11
C.4.2 – POMPE A CHALEUR EAU / EAU (nappe phréatique ou eau de mer)	12
C.4.3 – POMPE A CHALEUR AIR / EAU (AEROTHERMIQUE)	13
C.4.4 – POMPE A CHALEUR FONCTIONNANT AU CO2.....	13
C.4.5 – POMPE A CHALEUR FONCTIONNANT AU GAZ NATUREL	13
C.5 – ENERGIE ELECTRIQUE DIRECT :	14
C.6 – CONCLUSION :	14
D – PROPOSITIONS DIVERSES	15
D.1 – PRODUCTION SOLAIRE D'EAU CHAUDE SANITAIRE ou D'ÉLECTRICITÉ.....	15
D.2 – PRODUCTION D'EAU CHAUDE THERMODYNAMIQUE :	15
D.3 – CONCLUSION :	15
E – EOLIEN.....	16
E.1 – PRINCIPES GENERAUX DE L'EOLIEN	16
E.2 – EOLIENNE A AXE VERTICAL	16
E.3 – EOLIENNE A AXE HORIZONTAL.....	16
E.4 – ANALYSE DES DONNÉES MÉTÉO TRANSMISES.....	17
E.5 – EXEMPLE D'UNE INSTALLATION POUR UN PARTICULIER.....	18
E.6 – CONCLUSION	18
F CONCLUSION GÉNÉRALE.....	19

A – ANALYSE DES DONNÉES MÉTÉO TRANSMISES

A.1 – GENERALITES

Après le choc pétrolier de 1974, des restrictions ont été décidées afin de limiter les consommations énergétiques avec en autres :

- isolation des bâtiments,
- limitation de la température ambiante à 19°C normalement,
- durée légale de la saison de chauffe, du 1^{er} octobre au 20 mai, soit 232 jours.

Les Degrés Jours Unifiés sont la somme, pour chacun des jours de la saison légale de chauffe, de l'écart de température entre la température d'arrêt du chauffage (1°C sous la température ambiante légale, soit 18°C) et la température minimale.

Par exemple : Le jour où la température moyenne est de -5°, on obtient pour le D.J.U. : 18 - (-5), soit 23°.

Les D.J.U. servent aux calculs des consommations de chauffage et sont usités par les exploitants. Les données météo ayant été données pour une température de 20°C, nous avons dû extrapoler pour les connaître en base 19°C, soit 1 D.J.U. de moins par jour.

A.2 – STATISTIQUES

Nous avons traités les données D.J.U. qui nous ont été transmises de manière à pouvoir :

- calculer un total annuel du 1er janvier au 31 décembre,
- calculer un total de chaque saison légale de chauffe du 1^{er} octobre au 20 mai (232 jours).

Vous trouverez ce tableau en annexe 1.

Remarques :

Nous constatons que :

- même sur les mois d'été de juin à septembre, il apparaît un cumul de D.J.U. en base 20°C mais aussi en base 19°C alors qu'en théorie ils sont considérés comme hors saison de chauffe.

Ce qui correspond à ce que l'on connaît de vos habitudes de chauffage sur site, à savoir arrêt du chauffage fin juin et remise en chauffe des bâtiments courant septembre (cf. travaux de Restructuration de la chaufferie de lycée E. LETOURNEL).

A la lecture des relevés transmis, vous seriez même contraint de chauffer toute l'année (apports divers non pris en compte).

- les cumuls annuels de D.J.U. base 19°C varient de 4 211.54 en 1999 à 5 071.95 en 2002 (écart important de l'ordre de 17 %), soit une moyenne annuelle de 4 659.79,
- sur la saison légale de chauffe du 1er octobre au 20 mai, le cumul moyen des D.J.U. sont de :
 - ↳ 2 199 pour Nantes,
 - ↳ 3 911 pour Saint Pierre et Miquelon.

Soit une différence de + 78 % pour Saint Pierre et Miquelon, ce qui est très important.

L'écart de D.J.U. entre la moyenne pour la saison légale et la moyenne annuelle à Saint Pierre et Miquelon est de 749, soit 19 % de la moyenne de la saison légale de chauffe ce qui n'est pas non plus négligeable.

Les calculs des consommations de chauffage dépendant de plusieurs paramètres :

- localisation du projet (température de référence extérieure, calcul des D.J.U., etc.),
- température dans les locaux,
- durée d'occupation / d'inoccupation des locaux, etc.

Ils sont variables d'une année sur l'autre et dans tous les cas restent sujet à discussion.

Conclusion :

Ces données sont intéressantes, mais pas suffisantes pour calculer les déperditions d'un bâtiment, et donc d'optimiser les installations de chauffage à mettre en œuvre. Il aurait été souhaitable de connaître les températures extérieures.

Par manque d'information, nous avons pris arbitrairement comme hypothèses pour cette étude une température minimum de -15°C pour Saint Pierre et Miquelon et une température intérieure de 22° (supérieure à la normale mais correspondant à la pratique locale).

Les dernières données météo, enregistrées sur Saint Pierre et Miquelon entre 1999 et 2008, qui viennent de nous être transmises le 04 novembre, mettent en évidence une température minimale de -16.7°C. Cette valeur minimale est légèrement inférieure à la température extérieure prise comme hypothèses ci-dessus. Mais comme nous avons considéré une température intérieure de 22°C légèrement supérieure à la température réglementaire, nos hypothèses peuvent être considérées comme représentatives des besoins sur Saint Pierre et Miquelon.

B – BESOINS DE CHAUFFAGE D'UN BATIMENT

B.1 – GENERALITES

Les besoins de chauffage d'un bâtiment dépendent :

- de sa localisation,
- de la constitution des différentes parois du bâtiment et des menuiseries extérieures,
- de la température intérieure souhaitée,
- du type de ventilation (ventilation naturelle, ventilation mécanique simple flux ou ventilation mécanique double flux).

Nous avons pris pour référence une maison étudiée sur Nantes et pour laquelle le Maître d'Ouvrage avait demandé des températures ambiantes supérieures à la réglementation (22°C). Nous avons conservé ces températures dans les exemples de calculs qui suivent.

Vous trouverez les plans de la maison en annexe 2.

B.2 – COMPARAISON DES RESULTATS D'UN MEME LOGEMENT IMPLANTE A NANTES ET A SAINT PIERRE ET MIQUELON

A titre d'exemple, ci-après les résultats d'une étude thermique RT 2005 d'une maison d'habitation de 276.7 m² de surface habitable (v = 869.9m³) :

- Sur Nantes :**
 - ↪ température extérieure de base hivernale : -5°,
 - ↪ température ambiante : 22°C,
 - ↪ déperditions : 16 810 W, dont :
 - ✓ 9 512 W de déperditions statiques par le bâti, soit 56,6 %,
 - ✓ 7 298 W de déperditions par renouvellement d'air, soit 43,4 %.
 - ↪ $U_{\text{Bât}} = 0,557 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$,
 - ↪ $C_{\text{Ch. + ECS}} = 88,4 \text{ Kwh EP/an.m}^2$, dont :
 - ✓ $C_{\text{Ch.}} = 64,6 \text{ KWh EP/an.m}^2$, soit 73,0 % des besoins,
 - ✓ $C_{\text{ECS}} = 23,9 \text{ KWh EP/an.m}^2$, soit 27,0 % des besoins.
- Sur Saint Pierre et Miquelon :**
 - ↪ température extérieure de base hivernale : - 15°,
 - ↪ température ambiante : 22°C,
 - ↪ déperditions : 22 738 W, dont :
 - ✓ 12 788 W de déperditions statiques par le bâti, soit 56,2 %,
 - ✓ 9 950 W de déperditions par renouvellement d'air, soit 43,8 %.
 - ↪ $U_{\text{Bât}} = 0,592 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$,
 - ↪ $C_{\text{Ch. + ECS}} = 162,5 \text{ KWh EP/an.m}^2$, dont :
 - ✓ $C_{\text{Ch.}} = 138,7 \text{ KWh EP/an.m}^2$, soit 85,4 % des besoins,
 - ✓ $C_{\text{ECS}} = 23,9 \text{ KWh EP/an.m}^2$, soit 14,6 % des besoins.

Avec :

C_{Ch} : Consommations de chauffage,

C_{ECS} : Consommation d'Eau Chaude Sanitaire,

Kwh EP/an.m² : Kilowatt heure Equivalent Primaire / an.m².

Remarques :

Nous constatons que :

- les déperditions globales pour Saint Pierre et Miquelon sont supérieures à celle de Nantes (+35,3%), ce qui n'est pas négligeable,
- les déperditions par renouvellement d'air sont importantes (de l'ordre de 43,6%) et que leur proportion reste relativement stable quelque soit le lieu de construction du projet,
- les consommations de chauffage et d'Eau Chaude Sanitaire pour Saint Pierre et Miquelon sont très largement supérieures à celle de Nantes (+83,8%), ce qui est important,
- les consommations de chauffage sont prépondérantes, 73,1% pour Nantes contre 85,4% pour Saint Pierre et Miquelon,
- les consommations d'Eau Chaude Sanitaires restent stables alors que celles de chauffage passent allègrement du simple au double.

Pour une installation de production d'Eau Chaude Sanitaire solaire couvrant environ 50% des besoins annuels, soit 13,5 % des besoins énergétiques du logement, le temps de retour sur investissement sur Nantes est de 10 ans environ.

Pour Saint Pierre et Miquelon où l'ensoleillement est nettement moindre que sur Nantes (assimilable à celui de la région du Nord de la France), les besoins d'Eau Chaude Sanitaire ne représentant que 14,6 % des besoins annuels, le temps de retour sur investissement d'une installation solaire serait alors légèrement inférieur à 20 ans. La rentabilité d'un tel système n'est pas assurée.

Conclusion :

Pour réduire les consommations énergétiques d'un logement, il faut principalement réduire celles de chauffage, d'où la nécessité de renforcer dans un premier temps l'isolation de bâtiment (plancher, mur et plafond) et caractéristiques des menuiseries extérieures.

B.3 – EVOLUTIONS DES RESULTATS D'UN MEME LOGEMENT IMPLANTE A NANTES ET A SAINT PIERRE ET MIQUELON EN FONCTION DE REGLES CONSTRUCTIVES :

B.3.1 – LOGEMENT TYPE DES ANNEES 1970 :

Construction traditionnelle sans isolant avec simple vitrage et ventilé naturellement.

Vous trouverez les tableaux en annexe 3.

☐ Sur Nantes :

- ↗ température extérieure de base hivernale : -5°,
- ↗ température ambiante : 22°C,
- ↗ déperditions : 39 071 W, dont :
 - ✓ 33 041 W de déperditions statiques par le bâti, soit 84,6 %,
 - ✓ 6 030 W de déperditions par renouvellement d'air, soit 15,4 %.

☐ Sur Saint Pierre et Miquelon :

- ↗ température extérieure de base hivernale : -15°,
- ↗ température ambiante : 22°C,
- ↗ déperditions : 52 865 W, dont :
 - ✓ 44 950 W de déperditions statiques par le bâti, soit 84,3 %,
 - ✓ 8 275 W de déperditions par renouvellement d'air, soit 15,7 %.

Remarque :

Les déperditions globales pour Saint Pierre et Miquelon sont supérieures à celles de Nantes (+35,3%), ce qui n'est pas négligeable. Les déperditions statiques au travers le bâti représentent environ 84%.

B.3.2 – LOGEMENT TYPE DES ANNEES 1970 AVEC MENUISERIES EXTERIEURES NEUVES :

Construction traditionnelle sans isolant avec double vitrage suivant RT 2005, ventilé naturellement.

Vous trouverez les tableaux en annexe 4.

☐ Sur Nantes :

- ↗ température extérieure de base hivernale : -5°,
- ↗ température ambiante : 22°C,
- ↗ déperditions : 33 691 W, dont :
 - ✓ 27 661 W de déperditions statiques par le bâti, soit 82,1 %,
 - ✓ 6 030 W de déperditions par renouvellement d'air, soit 17,9 %.

☐ Sur Saint Pierre et Miquelon :

- ↗ température extérieure de base hivernale : -15°,
- ↗ température ambiante : 22°C,
- ↗ déperditions : 45 488 W, dont :
 - ✓ 37 213 W de déperditions statiques par le bâti, soit 81,8 %,
 - ✓ 8 275 W de déperditions par renouvellement d'air, soit 18,2 %.

Remarques :

Les déperditions statiques au travers le bâti représentent encore environ 82%, le gain de 2% par rapport au bâtiment type des années 1970 (Cf. § B.3.1) n'est pas suffisant.

Le remplacement des menuiseries extérieures génère une réduction des déperditions de l'ordre de 13,96 % par rapport au bâtiment type des années 1970 (Cf. § B.3.1).

B.3.3 – LOGEMENT TYPE DES ANNEES 1970 AVEC ISOLATION DES MURS, PLANCHER ET PLAFOND :

Construction traditionnelle avec isolant suivant RT 2005 et simple vitrage, ventilé naturellement.

Vous trouverez les tableaux en annexe 5.

☐ Sur Nantes :

- ↗ température extérieure de base hivernale : -5°,
- ↗ température ambiante : 22°C,
- ↗ déperditions : 20 923 W, dont :
 - ✓ 14 893 W de déperditions statiques par le bâti, soit 71,2 %,
 - ✓ 6 030 W de déperditions par renouvellement d'air, soit 28,8 %.

☐ Sur Saint Pierre et Miquelon :

- ↗ température extérieure de base hivernale : -15°,
- ↗ température ambiante : 22°C,
- ↗ déperditions : 28 439 W, dont :
 - ✓ 20 164 W de déperditions statiques par le bâti, soit 70,9 %,
 - ✓ 8 275 W de déperditions par renouvellement d'air, soit 29,1 %.

Remarques :

Les déperditions statiques au travers le bâti représentent encore environ 71%, le gain de 13% par rapport au bâtiment type des années 1970 (Cf. § B.3.1) est sensible, mais pas suffisant.

La mise en œuvre d'isolation pour les murs, plancher et plafond génère une réduction des déperditions de l'ordre de 37,48 % par rapport à bâtiment type des années 1970 (Cf. § B.3.1).

Ce résultat théorique nous paraît optimiste au regard de la difficulté et des contraintes de la mise en œuvre des isolants pour un bâtiment existant.

L'isolation des murs, plancher et plafond paraît nettement plus avantageuse que le remplacement des menuiseries extérieures, mais elle sera aussi plus contraignante à mettre en œuvre tant techniquement, que financièrement.

B.3.4 – LOGEMENT TYPE DES ANNEES 1970 AVEC ISOLATION DES MURS, PLANCHER ET PLAFOND, ET MENUISERIES EXTERIEURES NEUVES SUIVANT RT 2005

Construction traditionnelle avec isolant et double vitrage suivant RT 2005, ventilé naturellement.

Vous trouverez les tableaux en annexe 6.

☐ Sur Nantes :

- ↗ température extérieure de base hivernale : -5°,
- ↗ température ambiante : 22°C,
- ↗ déperditions : 15 542 W, dont :
 - ✓ 9 512 W de déperditions statiques par le bâti, soit 61,2 %,
 - ✓ 6 030 W de déperditions par renouvellement d'air, soit 38,8 %.

☐ Sur Saint Pierre et Miquelon :

- ↗ température extérieure de base hivernale : -15°,
- ↗ température ambiante : 22°C,
- ↗ déperditions : 21 062 W, dont :
 - ✓ 12 787 W de déperditions statiques par le bâti, soit 60,7 %,
 - ✓ 8 275 W de déperditions par renouvellement d'air, soit 39,3 %.

Remarques :

La mise en œuvre d'isolation pour les murs, plancher et plafond ainsi que le remplacement des menuiseries extérieures génèrent une réduction des déperditions de l'ordre de 60 % par rapport au bâtiment type des années 1970 (Cf. § B.3.1).

Ce résultat théorique est tout à fait intéressant, mais nous paraît optimiste au regard de la difficulté et des contraintes de mise en œuvre des isolants pour un bâtiment existant. Toutes les améliorations prises en compte dans les calculs ne pourront certainement pas être mis en œuvre (isolation de tous les murs, plancher et plafond, épaisseur des isolants, etc.).

B.3.5 – LOGEMENT TYPE DES ANNEES 2005 :

Construction traditionnelle avec isolant suivant réglementation en vigueur RT 2005 et ventilation mécanique simple flux.
Vous trouverez les tableaux en annexe 7.

☐ Sur Nantes :

- ↗ température extérieure de base hivernale : -5°,
- ↗ température ambiante : 22°C,
- ↗ déperditions : 16 810 W, dont :
 - ✓ 9 512 W de déperditions statiques par le bâti, soit 56,6 %,
 - ✓ 7 298 W de déperditions par renouvellement d'air, soit 43,4 %.

☐ Sur Saint Pierre et Miquelon :

- ↗ température extérieure de base hivernale : -15°,
- ↗ température ambiante : 22°C,
- ↗ déperditions : 22 737 W, dont :
 - ✓ 12 787 W de déperditions statiques par le bâti, soit 56,2 %,
 - ✓ 9 950 W de déperditions par renouvellement d'air, soit 43,8 %.

Remarques :

Les déperditions statiques au travers le bâti représentent environ 56%.

Les déperditions par renouvellement d'air sont à présent supérieures à celle d'un logement ventilé naturellement, mais l'installation de ventilation mécanique contrôlée est obligatoire. Cette Ventilation Mécanique Contrôlée évite les problèmes de condensation dus alors à l'étanchéité du logement avec les nouvelles menuiseries.

Pour remédier à cette augmentation de déperditions, les logements dans les secteurs tempérés sont généralement équipés d'une installation de Ventilation Mécanique Contrôlée hygro-réglable dont les débits varient proportionnellement au taux d'humidité des pièces, et donc les déperditions par renouvellement d'air. Avec ce type de ventilation, il est cependant nécessaire de calculer les déperditions avec les débits hygiéniques réglementaires.

Etant donné la rigueur du climat sur Saint Pierre et Miquelon, il est préférable de préconiser une installation de ventilation mécanique double flux avec récupération de calories.

B.3.6 – LOGEMENT TYPE DES ANNEES 2005 AVEC ISOLATION RENFORCEE :

Construction traditionnelle avec isolation renforcée (environ le double par rapport à la RT 2005) pour les murs, plancher et plafond et ventilation mécanique simple flux.

Vous trouverez les tableaux en annexe 8.

☐ Sur Nantes :

- ↗ température extérieure de base hivernale : -5°,
- ↗ température ambiante : 22°C,
- ↗ déperditions : 15 783 W, dont :
 - ✓ 8 485 W de déperditions statiques par le bâti, soit 53,8 %,
 - ✓ 7 298 W de déperditions par renouvellement d'air, soit 46,2 %.

☐ Sur Saint Pierre et Miquelon :

- ↗ température extérieure de base hivernale : -15°,
- ↗ température ambiante : 22°C,
- ↗ déperditions : 21 358 W, dont :
 - ✓ 11 408 W de déperditions statiques par le bâti, soit 54,4 %,
 - ✓ 9 950 W de déperditions par renouvellement d'air, soit 46,6 %.

Remarques :

La mise en œuvre d'isolation renforcée pour les murs, plancher et plafond ne génère qu'une réduction des déperditions de 6 % environ par rapport au logement type des années 2005 (Construction traditionnelle avec isolant suivant réglementation en vigueur et ventilation mécanique simple flux).

La réduction de déperditions par rapport au logement type des années 1970 (Cf. § B.3.1) est de l'ordre de 58 %.

Les déperditions par renouvellement d'air sont quasiment aussi importantes que les déperditions statiques au travers le bâti.

Le renforcement de l'isolation du bâtiment montre alors ses limites, il faut maintenant porter les efforts du côté de la ventilation mécanique et envisager de faire installer un système double flux avec récupération des calories.

B.3.7 – LOGEMENT TYPE DES ANNEES 2005 AVEC VENTILATION MECANIQUE DOUBLE FLUX PERFORMANTE :

Construction traditionnelle avec isolant suivant réglementation en vigueur RT 2005 et ventilation mécanique double flux avec récupérations des calories.

Vous trouverez les tableaux en annexe 9.

☐ Sur Nantes :

- ↪ température extérieure de base hivernale : -5°,
- ↪ température ambiante : 22°C,
- ↪ déperditions : 13 966 W, dont :
 - ✓ 9 512 W de déperditions statiques par le bâti, soit 68,0 %,
 - ✓ 4 484 W de déperditions par renouvellement d'air, soit 32,0 %.

☐ Sur Saint Pierre et Miquelon :

- ↪ température extérieure de base hivernale : -15°,
- ↪ température ambiante : 22°C,
- ↪ déperditions : 18 798 W, dont :
 - ✓ 12 787 W de déperditions statiques par le bâti, soit 68,0 %,
 - ✓ 6 010 W de déperditions par renouvellement d'air, soit 32,0 %.

Remarques :

Les déperditions statiques au travers le bâti représentent alors environ 62 %.

Les déperditions par renouvellement d'air représentent environ le tiers des déperditions totales du logement.

La mise en œuvre d'une installation de ventilation mécanique double flux avec récupération de calories génère une réduction des déperditions par renouvellement d'air de l'ordre de 39 % par rapport au bâtiment type RT 2005 (Cf. § B.3.1.5), soit environ 17% des déperditions globales.

B.3.8 – LOGEMENT TYPE DES ANNEES 2005 AVEC ISOLATION RENFORCEE ET VENTILATION MECANIQUE DOUBLE FLUX :

Construction avec isolation renforcée (environ le double par rapport à la RT 2005) pour les murs, plancher et plafond et ventilation mécanique double flux avec récupérations des calories.

Vous trouverez les tableaux en annexe 10.

☐ Sur Nantes :

- ↪ température extérieure de base hivernale : -5°,
- ↪ température ambiante : 22°C,
- ↪ déperditions : 12 970 W, dont :
 - ✓ 8 486 W de déperditions statiques par le bâti, soit 65,4 %,
 - ✓ 4 484 W de déperditions par renouvellement d'air, soit 34,6 %.

☐ Sur Saint Pierre et Miquelon :

- ↪ température extérieure de base hivernale : -15°,
- ↪ température ambiante : 22°C,
- ↪ déperditions : 17 419 W, dont :
 - ✓ 11 409 W de déperditions statiques par le bâti, soit 65,5 %,
 - ✓ 6 010 W de déperditions par renouvellement d'air, soit 34,5 %.

Remarques :

Les déperditions statiques au travers le bâti représentent alors environ 65,5 %.

La mise en œuvre isolation renforcée et d'une installation de ventilation mécanique double flux avec récupération de calories génère une réduction des déperditions d'environ 23 % par rapport au logement RT 2005 (Cf. § B.3.1.5), soit environ 23 % des déperditions globales.

B.4 – EVOLUTIONS DES DEPERDITIONS EN DIMINUANT LA TEMPERATURE AMBIANTE :

Vous trouverez les tableaux en annexe 11.

- ☐ Construction traditionnelle à Saint Pierre et Miquelon avec isolant suivant réglementation en vigueur RT 2005 et ventilation mécanique simple flux, chauffage à 22 °C.
 - ↪ température extérieure de base hivernale : -15°,
 - ↪ température ambiante : 22°C,

- ↳ déperditions : 22 737 W, dont :
 - ✓ 12 787 W de déperditions statiques par le bâti, soit 56,2 %,
 - ✓ 9 950 W de déperditions par renouvellement d'air, soit 43,8 %.
- ❑ Construction traditionnelle à Saint Pierre et Miquelon avec isolant suivant réglementation en vigueur RT 2005 et ventilation mécanique simple flux, chauffage à 21 °C.
 - ↳ température extérieure de base hivernale : -15°,
 - ↳ température ambiante : 21°C,
 - ↳ déperditions : 21 953 W, dont :
 - ✓ 12 362 W de déperditions statiques par le bâti, soit 56,3 %,
 - ✓ 9 591 W de déperditions par renouvellement d'air, soit 43,7 %.

Remarque :

L'abaissement de la température ambiante de 1°C génère une réduction des déperditions d'environ 3,45 %, ce qui est moins contraignant que de ré-isoler un bâtiment existant (gain estimé ci-dessus à 6 %).

B.5 – CONCLUSION

Il apparaît que pour minimiser la facture énergétique des bâtiments la réflexion doit être orientée sur :

- ❑ la qualité et l'épaisseur des isolants (viser les minimums demandés pour les Bâtiments Basse Consommation),
- ❑ la mise en place d'une installation de ventilation mécanique double flux à haute efficacité,
- ❑ l'efficacité des équipements thermiques (production, distribution et régulation).

Il faut aussi contrôler la température à l'intérieur des locaux afin de ne pas trop les chauffer (réduit de 1 °C : 3.45% d'économies sur la facture du chauffage).

C – PRINCIPES GENERAUX DE CHAUFFAGE

C.1 – ENERGIE FUEL DOMESTIQUE :

Le fuel domestique est très largement utilisé sur Saint Pierre et Miquelon pour le chauffage des bâtiments.
Son pouvoir calorifique de 9,76 KWh/litre et son coût de 0,48 €/litre en font un combustible à environ 0,0492 €/KWh.

Avantages :

Très largement utilisé sur Saint Pierre et Miquelon, le fuel domestique permet tous types d'installations de chauffage (radiateurs haute ou basse température, plancher chauffant, aérothermes, ventilo-convecteurs ou centrales de traitement d'air).

Il est relativement facile à stocker.

A basse température, il faut faire attention à la taille des radiateurs qui sont alors très largement surdimensionnés par rapport à des radiateurs à haute température.

Les chaudières actuelles (les petites pavillonnaires, mais aussi celles de plus grosse puissance) ont un rendement de combustion de l'ordre de 90 %, alors que le rendement des anciennes peut varier entre 70 et 80 %.

Nous remarquons depuis quelques temps l'arrivée sur le marché de chaudières de petite puissance pour le pavillonnaire du type à condensation, le rendement de combustion peut alors atteindre 103 % environ. Le prix de ces nouvelles chaudières à condensation est de l'ordre de 1.5 fois le prix d'une chaudière classique.

Inconvénients :

Les ressources fossiles ne sont pas inépuisables. Le prix du litre de fuel peut varier de manière considérable et non contrôlé.

Ce type de combustible demande une livraison périodique.

La condensation n'est pas possible pour les chaudières de moyenne et forte de puissance. Il est par contre possible de faire installer sur le rejet de fumées un récupérateur de calories. Ce système est peu utilisé car trop onéreux au regard du gain de performance obtenu. Il est également difficile de la mettre en œuvre sur une installation, car il nécessite de la place entre sa sortie de la chaudière et le conduit des fumées.

C.2 – ENERGIE GAZ NATUREL

Le prix du gaz naturel est également lié avec celui du pétrole. Il dépend également de la consommation annuelle.

A titre indicatif, pour une habitation aux 3 usages (chauffage, eau chaude sanitaire et cuisine) comme celle présentée ci-dessus le coût énergétique serait de l'ordre d'environ 0,045 € HT/KWh, auquel il faut rajouter l'abonnement soit 163 € HT/an.

Avantages :

Très largement utilisé en métropole, le gaz naturel permet tous types d'installations de chauffage (radiateurs haute ou basse température, plancher chauffant, aérothermes, ventilo-convecteurs ou centrales de traitement d'air).

A basse température, il faut faire attention à la taille des radiateurs qui sont alors très largement surdimensionnés par rapport à des radiateurs à haute température.

Les chaudières actuelles (les petites pavillonnaires, mais aussi celles de plus grosse puissance) ont un rendement de combustion de l'ordre de 94 %, alors que le rendement des anciennes peut varier entre 75 et 85 %.

Il existe également sur le marché des chaudières de petite puissance (pour le pavillonnaire) et de moyenne puissance (jusqu'à 800 KW), du type à condensation au rendement de l'ordre de 105 %. Le prix de ces nouvelles chaudières à condensations est de l'ordre de 1,5 à 2 fois le prix d'une chaudière classique.

Inconvénients :

Saint pierre et Miquelon n'étant pas alimentée en gaz naturel, cette solution n'y est pas envisageable.

Les ressources fossiles ne sont pas inépuisables.

C.3 – ENERGIE GAZ PROPANE

Le gaz propane pourrait être envisagé comme combustible.

Son pouvoir calorifique de 23,98 KWh/n.m³ et son coût de 1,10 €/litre en font un combustible à environ 0,0459 €/KWh, soit un combustible financièrement plus avantageux que le fuel domestique.

Avantages :

Le propane permet tous types d'installations de chauffage (radiateurs haute ou basse température, plancher chauffant, aérothermes, ventilo-convecteurs ou centrales de traitement d'air).

A basse température, il faut faire attention à la taille des radiateurs qui sont alors très largement surdimensionnés par rapport à des radiateurs à haute température.

Les chaudières actuelles (les petites pavillonnaires, mais aussi celles de plus grosse puissance) ont un rendement de combustion proche de 90 %.

Il existe également sur le marché des chaudières de petite puissance (pour le pavillonnaire) et de moyenne puissance (jusqu'à 800 KW), du type à condensation au rendement de l'ordre de 105 %.

Inconvénients :

Ce type de combustible demande une cuve de stockage qu'il faut réussir à mettre en œuvre (nombreuses contraintes vis à vis du voisinage en fonction du type de bâtiment desservi, risque de gel, etc.) et une livraison périodique.

Il ne peut pas être stocké à l'intérieur comme le fuel, et à l'extérieur étant donné le nombre important de jours sans dégel, il se peut que la citerne givre et que l'installation ne puisse pas fonctionner normalement.

C.4 – ENERGIE ELECTRIQUE AVEC POMPE A CHALEUR

Les coûts qui nous ont été transmis sont :

- en Heures Pleines (16 heures/jour) : 0.0839 €/kWh,
- en Heures Creuses (8 heures/jour) : 0.0519 €/kWh,

Soit donc un prix moyen de 0,0732 €/kWh.

C'est le combustible le moins intéressant s'il est associé à des corps de chauffe classique au rendement de génération proche de 1 (convecteurs, panneaux rayonnants, aérothermes, ventilo-convecteur, etc.). Utilisé pour des pompes à chaleur au rendement de l'ordre de 3 (1 KW consommé = 3 KW restituée côté chauffage), cette énergie devient alors très intéressante.

C.4.1 – POMPE A CHALEUR GEOTHERMIQUE

Le principe de ces installations est de puiser les calories de la terre au travers d'un système thermodynamique appelé Pompe à Chaleur depuis une source froide en boucle fermée soit d'un épandage horizontal, soit des puits verticaux, puis de transférer les calories récupérées à l'intérieur du bâtiment.

Ce type d'installation a pour source énergétique l'électricité, mais offre un coefficient de performance proche de 4 (1 kWh électrique consommé restitue environ 4 kWh d'énergie fluide).

La température maximale atteinte par le réseau chauffage avec ce type d'installation géothermique est limitée, pour le moment, et ne dépasse pas les 70 °C.

Ce type de production calorifique est alors parfaitement approprié pour alimenter des corps de chauffe à basse température (du plancher chauffant ou des ventilo-convecteurs par exemple), mais pas adapté pour une installation de chauffage existante équipée de corps de chauffe déterminée à haute température (radiateurs alimentés depuis une chaudière couramment appelée « fournaise » sur l'archipel).

Épandage horizontal :

En épandage horizontal, pour subvenir aux besoins de chauffage d'un bâtiment il est nécessaire de placer des tuyauteries de captage sur une surface comprise entre 1,5 et 2,0 fois la surface du bâtiment à traiter. Cet épandage peut être réalisé sur 2 couches superposées (l'une à 1,20 m de profondeur et l'autre à 0,80 m). Ce type d'installation nécessite donc des grands terrains.

Le terrain ne pourra pas être bitumé et ne pourra pas être planté d'arbres.

Ce type de procédé peut, lorsque l'épandage est sous dimensionné, geler le terrain et donc ne plus permettre les échanges de chaleur. Ce risque est d'autant plus grand sur Saint Pierre et Miquelon vu les données météo qui nous ont été transmises, à savoir :

- 128 jours/an pour lesquels la température minimale quotidienne est inférieure à 0°C,
- 44 jours/an sans dégel pour lesquels la température maximale quotidienne toujours est inférieure à 0°C.

Ce type d'installation est essentiellement retenu pour les logements, voire des bâtiments tertiaires de petite taille.

Puits verticaux :

Avec des puits verticaux à boucles fermées (2 x 2 conduits aller et retour type Polyéthylène DN 25 par puits), la puissance récupérable est comprise entre 30 et 70 W/ml de puits, valeur qui dépend de la nature de terrain et demande à être vérifiée site par site suivant des plans géologiques. Les puits peuvent atteindre 100 m de profondeur (autorisation de forage simplifié), après les démarches sont plus compliquées. L'installation fonctionne en boucle fermée.

Les puits doivent être éloignés les uns des autres de 10 m minimum, des arbres, fondations, puits, évacuations, etc. de 3 m minimum et enfin des réseaux enterrés non hydrauliques de 1,5 m minimum.

Ce type d'installation nécessite que le terrain soit suffisamment dimensionné pour permettre leur mise en œuvre, ou alors il faut envisager de créer le ou les puits sous le bâtiment.

Avantages :

Même si le prix de l'énergie électrique est d'environ 1,40 fois supérieur à celui du fuel domestique, ce type procédé, du fait de son coefficient de performance élevé (proche de 4), serait très intéressant à mettre en œuvre.

La Pompe à Chaleur est installée à l'intérieur du bâtiment comme une chaudière. Elle ne génère pas de nuisance sonore vis à vis du voisinage.

Avec ce type d'installation à source froide en boucle fermée, l'installation peut être protégée contre le gel (remplissage à l'aide d'un mélange d'eau glycolée). Elle peut donc fonctionner avec des régimes d'eau relativement bas.

Inconvénients :

Ce type de production calorifique n'est pas adapté à des corps de chauffe déterminés à haute température (par exemple des radiateurs calculés avec un régime d'eau de 90/70°C).

Il pourrait par contre être retenu pour des bâtiments neufs ou des bâtiments existants très fortement restructurés. Par contre, il n'est pas adapté au remplacement d'une chaudière dans un bâtiment existant non-restructuré.

Il est nécessaire de disposer d'un terrain de dimensions suffisantes permettant la mise en œuvre de l'épandage horizontal et la mise en œuvre des puits verticaux s'il n'est pas possible de les disposer sous le bâtiment.

Il faut veiller à suffisamment dimensionner les échangeurs enterrés afin de ne pas geler le sol.

Les forages verticaux nécessitent un équipement spécifique non disponible sur Saint Pierre et Miquelon, ce qui rendra le prix des puits (forage + sondes) très élevé.

En métropole dans les régions tempérées, la géothermie est contestée financièrement par les installations avec pompes à chaleur du type air/eau car le budget n'est pas alors pénalisé par l'épandage horizontal ou les puits verticaux.

C.4.2 – POMPE A CHALEUR EAU / EAU (nappe phréatique ou eau de mer)

Le principe de ces installations est de puiser les calories de l'eau de la nappe phréatique ou d'eau de mer au travers d'un système thermodynamique appelé Pompe à Chaleur à l'aide de 2 puits (1 de pompage et 1 de rejet), puis de transférer les calories récupérées à l'intérieur du bâtiment.

Ce type d'installation a pour source énergétique l'électricité, mais offre un coefficient de performance supérieur à 3,5 (1 KWh électrique consommé restitue environ 3.5 KWh d'énergie fluide).

La température maximale atteinte par le réseau chauffage avec ce type d'installation géothermique est limitée, pour le moment, et ne dépasse pas les 70 °C.

Ce type de production calorifique est alors parfaitement approprié pour alimenter des corps de chauffe à basse température (du plancher chauffant ou des ventilo-convecteurs par exemple), mais pas adapté pour une installation de chauffage existante équipée de corps de chauffe déterminés à haute température (radiateurs alimentés depuis une chaudière couramment appelée « fournaise » sur l'archipel).

La pompe à chaleur eau/eau de mer est un procédé utilisé principalement dans le sud de la France (Principauté de Monaco en particulier). Elle permet de chauffer les bâtiments proches du littoral, et surtout de les rafraîchir en Été. Ce principe est utilisé car il permet de mettre la pompe à chaleur dans un local technique à l'intérieur du bâtiment. Le paysage n'est pas gâché et les nuisances sonores sont limitées.

Avantages :

Même si l'énergie électrique est d'environ 1,40 fois supérieure à celle du fuel domestique, ce type procédé, du fait de son coefficient de performance élevé (proche de 3.5), serait très intéressant à mettre en œuvre.

La Pompe à Chaleur est installée à l'intérieur du bâtiment comme une chaudière. Elle ne génère pas de nuisance sonore vis à vis du voisinage.

Inconvénients :

Ce type de production calorifique n'est pas adapté à des corps de chauffe déterminés à haute température (par exemple des radiateurs calculés avec un régime d'eau de 90/70°C).

Il pourrait par contre être retenu pour des bâtiments neufs ou des bâtiments existants très fortement restructurés. Il n'est pas adapté au remplacement d'une chaudière dans un bâtiment existant non-restructuré.

Il est nécessaire de disposer d'une nappe phréatique suffisante et si possible pas trop profonde car alors la consommation électrique de la pompe serait alors élevée et donc pénalisante pour le projet. La source froide (nappe phréatique ou mer) ne doit pas prendre pas en glace pour que l'installation puisse fonctionner.

La température de la source froide ne doit pas être inférieure à 5 °C pour ne pas que l'eau en sortie de la pompe à chaleur givre et ne permette pas à l'installation de continuer à fonctionner normalement.

La qualité de l'eau puisée peut être très pénalisante (eau chargée de particules agressives, présence possible d'algues, eau saline, etc.). Dans tous les cas, il est nécessaire de dissocier la partie eau de pompage de la partie réseau chauffage à l'aide d'un échangeur de chaleur (échangeur à plaques en titane dans le cas de l'eau de mer) qui peut dans le temps être détérioré par l'agressivité de l'eau puisée et donc provoquer un arrêt de l'installation de chauffage.

C.4.3 – POMPE A CHALEUR AIR / EAU (AEROTHERMIQUE)

Le principe de ces installations est de puiser les calories de l'air au travers d'un système thermodynamique appelé Pompe à Chaleur, puis de transférer les calories récupérées à l'intérieur du bâtiment.

Les pompes à chaleur d'«ancienne génération» (des années 1990) avaient un coefficient de performance supérieur à 2,5 (1 KWh électrique consommé restitue environ 2,5 KWh d'énergie fluide) pour des températures extérieures supérieures à 12 °C. Le réseau chauffage dépassait difficilement les 50 °C. Ce coefficient de performance chutait très largement lorsque la température extérieure se rapprochait du 5 °C. Les pompes à chaleur étaient souvent arrêtées en dessous de cette température (installation appelée pompe à chaleur en relève de chaudière).

De nos jours, nous trouvons :

- des pompes à chaleur de moyenne puissance (modules de 40 kW associables en batterie) dont le coefficient de performance et la puissance restituée restent stables jusqu'à des températures extérieures très basse (jusqu'à - 15°C pour le fabricant MITSUBISHI par exemple). Couplées à un module hydraulique, ces pompes à chaleur permettent au réseau chauffage d'atteindre les 55 °C,
- des pompes à chaleur de type pavillonnaire à haut température dont le coefficient de performance et la puissance restituée restent stables jusqu'à des températures extérieures très basse (jusqu'à - 20°C pour le fabricant DAIKIN par exemple). Couplées à un module hydraulique ces pompes à chaleur permettent au réseau chauffage d'atteindre les 85 °C.

Ce type de production calorifique est alors parfaitement approprié pour alimenter des corps de chauffe à basse température (certains radiateurs, du plancher chauffant ou des ventilo-convecteurs par exemple), mais pas adapté pour une installation de chauffage existante équipée de corps de chauffe déterminés à haute température (radiateurs alimentés depuis une chaudière) couramment appelée « fournaise » sur l'archipel).

Avantages :

Même si l'énergie électrique est d'environ 1,40 fois supérieure à celle du fuel domestique, ce type procédé, du fait de son coefficient de performance élevé (proche de 3,5), serait intéressant à mettre en œuvre.

Inconvénients :

La Pompe à Chaleur est impérativement installée à l'extérieur du bâtiment ou dans un bâtiment très largement ventilé. Elle risque de générer une nuisance sonore vis à vis du voisinage (niveau sonore pouvant atteindre les 65 dBa).

Ce type de production calorifique pourrait être retenu pour des bâtiments neufs ou des bâtiments existants très fortement restructurés.

La pompe à chaleur haute température pourrait être adaptée au remplacement d'une chaudière dans un logement existant.

C.4.4 – POMPE A CHALEUR FONCTIONNANT AU CO2

Nous avons récemment découvert chez SANYO une pompe à chaleur fonctionnant au CO2 pour le pavillonnaire de petite puissance (P_{\max} : 4.5 kW à - 15 °C).

Ce type de pompe à chaleur a été développé et testé au Japon

Avantages :

Ce type de pompe à chaleur est dans l'air du temps (respect l'environnement).

Inconvénients :

Nous n'avons pas, pour le moment, de recul pour se faire une opinion sur la qualité du produit.

Ces pompes à chaleur doivent être montées en batterie pour permettre de desservir un logement.

De part leur technologie, en cas d'anomalie les pompes à chaleur doivent être retournées en usine pour toute intervention de remise en état.

C.4.5 – POMPE A CHALEUR FONCTIONNANT AU GAZ NATUREL

Nous avons récemment découvert chez SANYO une pompe à chaleur de moyenne puissance fonctionnant au gaz naturel pour les bâtiments tertiaires, pompe à chaleur dont la puissance reste stable jusqu'à -25 °C et permettant d'alimenter :

- soit une installation type chauffage et rafraîchissement thermodynamique appelée VRV ou DRV selon les constructeurs,
- soit une installation de chauffage traditionnelle via un module hydraulique permettant au réseau chauffage d'atteindre les 60 °C.

Ce type de pompe à chaleur a également été développé et testé au Japon.

Avantages :

Ce type de pompe à chaleur peut être également équipé d'un générateur électrique pouvant alimenter les ventilateurs des corps de chauffe dans le cas d'une installation type chauffage et rafraîchissement thermodynamique ou ventilo-convecteur si réseau chauffage classique.

De type pourrait être alimenté en propane.

Inconvénients :

Nous n'avons pas, pour le moment, de recul pour se faire une opinion sur la qualité du produit.

C.5 – ENERGIE ELECTRIQUE DIRECT :

Les coûts qui nous ont été transmis sont :

- en Heures Pleines (16 heures/jour) : 0.0839 €/kWh,
- en Heures Creuses (8 heures/jour) : 0.0519 €/kWh,

Soit donc un prix moyen de 0,0732 €/kWh.

Avantages :

Le coût d'installation de ce type de matériels est le plus faible de toutes les solutions de chauffage envisagées.

Ce type d'installation est très souple d'utilisation et de régulation. Il ne nécessite pas d'entretien particulier.

Inconvénients :

C'est le combustible le moins intéressant s'il est associé à des corps de chauffe classique au rendement de génération proche de 1 (convecteurs, panneaux rayonnants, aérothermes, ventilo-convecteur, etc.).

C.6 – CONCLUSION :

Utilisé dans des bâtiments très bien isolés et équipés de matériels performants (chaudière, régulation et centrale de traitement d'air), le fuel domestique est une énergie très bien adaptée aux besoins.

Etant donné les difficultés à implanter les citernes propanes, il n'est pas envisageable d'utiliser le propane pour le chauffage des bâtiments, mais uniquement pour les besoins de cuisine.

Les pompes à chaleur du type géothermique, type eau/eau et du type air/eau sont adaptées au chauffage des pavillons comme des bâtiments tertiaires neufs ou existants très bien isolés. La difficulté est liée principalement à la détermination de la source froide.

Les pompes à chaleur type air/air de toute nouvelle génération (fonctionnant à haute température) pourraient être utilisées en relèvement de chaudière pour le chauffage des pavillons existants. La pompe à chaleur assurerait les besoins de chauffage jusqu'à une température proche de 0°C, en dessous la chaudière fuel prendrait le relais.

D – PROPOSITIONS DIVERSES

D.1 – PRODUCTION SOLAIRE D'EAU CHAUDE SANITAIRE ou D'ÉLECTRICITÉ

Les dernières données météo, enregistrées sur Saint Pierre et Miquelon entre 1999 et 2008, qui viennent de nous être transmises le 04 novembre, mettent en évidence une insolation annuelle médiocre avec :

- un total moyen de 1379 heures/an,
 - ↳ Pour information insolation de :
 - 2923 heures/an à Saint Pierre de La Réunion,
 - 1960 heures/an à Nantes,
 - 1800 heures/an à Paris.
- une insolation inférieure à 60 heures/mois en novembre, décembre, janvier et février,
- une insolation relativement faible en juillet, seulement 131 heures.

Pour le logement étudié suivant la réglementation RT 2005, les besoins d'Eau Chaude Sanitaire solaire représentent 27% des dépenses énergétiques.

Sur Nantes, en considérant 1 m² de panneau orienté Sud par personne, la production d'Eau Chaude Sanitaire solaire couvre environ 50% des besoins annuels, soit 13,5 % des besoins énergétique du logement. Le temps de retour sur investissement (hors aides) est de l'ordre de 10 ans.

Pour Saint Pierre et Miquelon où l'ensoleillement est inférieur de 30 % par rapport à Nantes, les besoins d'Eau Chaude Sanitaire ne représentant que 14,6 % des besoins annuels, le temps de retour sur investissement (hors aides) d'une installation solaire serait alors supérieur à 20 ans. La rentabilité d'un tel système n'est pas assurée.

D.2 – PRODUCTION D'EAU CHAUDE THERMODYNAMIQUE :

De nombreux fabricants ont développé des chauffe-eau thermodynamiques type pompe à chaleur air / eau pour le pavillonnaire, y compris des fabricants de ventilation comme ALDES et ATLANTIC par exemple.

Ces chauffe-eau peuvent être installés à l'intérieur du logement dans un garage ou dans un cellier avec prise d'air et rejet d'air extérieur.

Avantages :

Ce type de chauffe-eau peut être raccordé sur le rejet d'air de l'installation de ventilation mécanique contrôlée du logement afin de récupérer les calories de l'air extrait des pièces chauffées.

L'investissement est supérieur à celui d'un simple chauffe-eau électrique de l'ordre de 5 fois, mais est 2 fois moins élevé que pour une installation solaire.

En plus de la production d'Eau Chaude, il peut être utilisé, le cas échéant, pour récupérer les calories d'émetteurs calorifiques (serveur informatique ou autres) et rafraichir le local.

Inconvénients :

Ces préparateurs d'eau chaude sanitaires ne sont pour le moment que de petite capacité (200 à 300 litres), et donc pas adaptés pour les locaux aux besoins importants. .

Ce type de produit refroidit légèrement le local dans lequel il est installé s'il n'est pas raccordé sur l'extérieur. Dans le cas contraire il faut traiter les prises et rejet d'air de manière qu'elles ne prennent pas en glace. Il peut, par contre, être utiliser pour dissiper les calories d'un serveur informatique dans un immeuble de bureaux.

D.3 – CONCLUSION :

La rentabilité d'une installation solaire n'étant déjà pas prouvée en France métropolitaine, elle l'est encore moins sur l'Archipel de Saint Pierre et Miquelon.

La production d'eau chaude thermodynamique pourrait être envisagée pour les pavillons, ainsi que pour les petits tertiaires aux besoins d'eau chaude sanitaire limités.

E – EOLIEN

E.1 – PRINCIPES GENERAUX DE L'EOLIEN

Une éolienne est un dispositif qui utilise la force cinétique du vent pour la production d'électricité ou le pompage d'eau. Nous nous intéresserons dans le cas présent qu'à la production d'électricité.

Pour produire de l'électricité, les pales d'une éolienne entraînent un générateur à débit variable. L'énergie produite est régulée (onduleur) et peut être :

- soit consommée sur le site de production,
- soit injectée au réseau.

NOTA : Sur l'Archipel, il n'existe pas d'accord de rachat d'énergie produite par le fournisseur unique (ERDF), donc l'énergie produite doit être impérativement consommée.

En pratique, l'éolien est répertorié en trois catégories distinctes :

- le « grand éolien » qui concerne les machines de puissance supérieure à 250 kW, raccordées sur un réseau de forte capacité d'injection et mises en œuvre lors de programme énergétique de grande ampleur,
- le « moyen éolien » d'une puissance comprise entre 36 kW et 250 kW, tel que celles installées sur l'île de Miquelon (600 kW avec 10 éoliennes),
- le « petit éolien » d'une puissance inférieure à 36 kW, installé généralement pour les petites collectivités ou chez le particulier.

Par ailleurs, les contraintes acoustiques de telles installations doivent être prises en compte avant toute implantation en milieu urbain. En effet, l'émergence sonore de tout équipement technique doit être évaluée au cas par cas conformément au décret 95-408 et en particulier l'article R.48-4 (Texte de référence pour la détermination des objectifs acoustiques). Pour information, l'émergence sonore due à un équipement technique fonctionnant en continu ne doit pas dépasser le niveau sonore de référence :

- de 3 dBa en période nocturne,
- de 5 dBa en période diurne.

E.2 – EOLIENNE A AXE VERTICAL

L'éolienne à axe vertical est un rotor monté sur un mât vertical. Les principaux types d'éoliennes employés sont :

- le Type Darrieus** qui repose sur l'effet de portance due au vent, constitué schématiquement de plusieurs profils soumis à l'action d'un vent,
- le Type Savonius** qui repose sur l'effet de la poussée du vent, constitué schématiquement de plusieurs godets demi-cylindriques désaxés par rapport au moyeu.

Ce générateur est généralement posé à la base du mât.

Avantages :

Ces éoliennes peuvent être posées directement sur un bâtiment si la structure le permet.

Les éoliennes à axe vertical :

- ne dépendent pas de la direction du vent,*
- ne sont pas sensibles aux turbulences du vent,*
- démarrent même avec de très faible vitesse de vents,*
- d'un niveau sonore relativement faible.*

Ce type d'éolienne peut être installé en milieu urbain.

A puissance installée égale, ce type d'éolienne peut être plus productif qu'une éolienne à axe horizontale.

Inconvénients :

Ce type d'éolienne ne semble pas adapté au climat de l'Archipel. Les vents chargés de poudrin auront pour effet de perturber la rotation de l'éolienne.

De plus, la présence de neige et de glace nécessite un entretien fréquent.

E.3 – EOLIENNE A AXE HORIZONTAL

Une éolienne à axe horizontal est une hélice perpendiculaire au vent montée sur un mât vertical.

Les pales (au nombre de trois en règle général) sont positionnées à la verticale du sol avec un léger angle pour assurer la rotation et fixées sur un moyeu. Ces pales entraînent un générateur disposé dans l'axe horizontal du moyeu. Ce générateur est posé en tête du mât.

En France métropolitaine et pour le particulier, un projet éolien jusqu'à une hauteur de 12 mètres ne nécessite pas de Permis de Construire, mais d'une simple demande de travaux.

Avantages :

Certaines éoliennes peuvent produire de l'électricité avec des vents allant jusqu'à 200 Km/h.

Les vents chargés de poudrin n'affectent pas la rotation de l'éolienne.

Inconvénients :

Ce type d'éolienne nécessite :

- un espace dégagé de plus de 500 m² pour une production optimum, afin d'éviter les turbulences et les changements intempestifs de direction du vent,*
- un accès aisé et d'un champ de manœuvre important pour la mise en place du mât (engin de levage, déploiement du mât, etc.).*

Ce type d'éolienne génère d'avantage de vent que les modèles à axe vertical. Le bruit généré en pleine puissance peut atteindre de 50 dB.

E.4 – ANALYSE DES DONNÉES MÉTÉO TRANSMISES

Les régimes de vents peuvent varier d'une année sur l'autre, tant en orientation qu'en intensité. Cependant les résultats sur une période de dix ans confirment très nettement la tendance.

La rose des vents est le résultat statistique des mesures de capteurs de vents.

L'analyse de la rose des vents est très importante pour la localisation des sites favorables à l'installation d'éoliennes. Elle donne la quantité d'énergie et la direction des vents.

La rose des vents de Météo France fournie représente un compas et est divisée en 18 portions de 20 degrés chacune.

Dans chaque portion, il est indiqué la puissance du vent [rapport de la fréquence (sur 10 minutes) et de la vitesse du vent] avec des groupes de vitesse matérialisés par trois couleurs :

- en bleu, la plus petite puissance, avec des vents allant de 1.5 m/s à 4.5 m/s,
- en vert, la puissance moyenne, avec des vents de 4.5 m/s à 8 m/s,
- en orange, la plus grande puissance, avec des vents supérieurs à 8 m/s.

Seules les deux dernières portions sont à prendre en compte dans le choix d'un site (V mini. > à 4.5 m/s).

La taille des portions est proportionnelle à la puissance des vents. Les portions les plus importantes indiquent l'orientation du vent dominant.

Pour La rose des vents qui nous a été transmise, les capteurs de vents ayant servis aux relevés sont situés au Sud de l'aéroport, au lieu dit «Radio balise », à une altitude de 21m.

A l'analyse de cette rose des vents sur une période de 10 ans, nous constatons que :

- la vitesse moyenne est de 8.1 m/s, ce qui est important,
- la direction dominante du vent est le Sud-Ouest.

Comme le vent ne souffle pratiquement jamais de l'Est, du Nord-Est ou du Sud-Est, il ne serait pas nécessaire de prendre en considération les obstacles situés dans ces directions.

Pour information :

- un projet d'éoliennes industriel (grand et moyen éolien) est considéré économiquement rentable, si en premier critère la vitesse moyenne annuelle du site est supérieure à 6 m/s, soit 21km/h,
- la puissance électrique fournie augmente proportionnellement au cube de la vitesse du vent. Un site avec des vents d'une vitesse moyenne de 30 km/h (8.30 m/s) sera environ huit fois plus productif qu'un site avec des vents d'une vitesse moyenne de 15 km/h (4.15m/s),
- la constance et la direction du vent (régularité et absence de turbulences) sont également déterminantes pour le rendement.

Afin de déterminer le potentiel global du vent, en plus des données fournies par la rose des vents, il faut également prendre en compte la densité de l'air qui dépend :

- de la température (+ 25 % de molécules d'air dans un mètre cube d'air à 5°C que dans un mètre cube d'air chaud à 20°C). La portance est donc meilleure quand il fait froid,
- de l'altitude. La pression atmosphérique est plus faible en altitude qu'au niveau de la mer. La densité de l'air varie également suivant le même principe.

Sur Saint Pierre et Miquelon, étant donné les données statistiques de la température extérieure (relativement basse toute l'année) et la typologie du relief (altitude maximum : 300 m, soit très proche du niveau de la mer), nous supposons que la densité de l'air doit être élevée, ce qui est favorable au bon fonctionnement des éoliennes.

De nombreux autres facteurs conditionnent la rentabilité d'une installation tels que :

- les conditions d'installations,
- le coût de connexion au réseau,
- le coût de rachat de l'électricité,
- etc.

Conclusion :

Les données météo fournies sont intéressantes, mais insuffisantes pour calculer la quantité moyenne des vents sur les différents sites de l'île de Saint Pierre.

Un atlas des vents et de différentes mesures (vitesse, orientation, pression, etc.) permettrait de définir les lieux les plus propices à l'installation d'éoliennes à mettre en œuvre.

La ville de Saint Pierre est le secteur géographique le plus abrité des vents dominants du Sud Ouest. Il ne serait donc pas judicieux de faire installer des éoliennes du côté de la ville et du port.

E.5 – EXEMPLE D'UNE INSTALLATION POUR UN PARTICULIER

Le chapitre ci-après traite de l'estimation des travaux pour la fourniture, la pose et le raccordement d'une éolienne pour un particulier, ainsi que du calcul théorique du temps de retour sur investissement.

Nous vous rappelons que sur l'Archipel Saint Pierre et Miquelon, il n'existe pas d'accord de rachat d'énergie produite par le fournisseur unique (ERDF). De ce fait, toute l'énergie produite doit être impérativement autoconsommée.

Dans ces conditions, pour toute installation, la puissance de l'éolienne doit être calibrée selon la consommation du futur producteur. En général, il ne faudra pas sur dimensionner une éolienne par rapport à la consommation, car outre le surcoût, des problèmes techniques s'ajoutent :

- l'obligation de prévoir une batterie importante (réserve d'énergie tampon),
- le découplage mécanique de la génératrice ou décharge résistive si la batterie est totalement chargée.

Pour notre étude, nous avons :

- considéré que l'éolienne serait située au point mesures de la rose des vents transmise,
- choisis une éolienne adaptée au climat local, à axe horizontal, de la marque WEOLE ou équivalent, du type EOLTECH SCIROCCO de 6Kw.

La production d'électricité calculée à partir de ces éléments serait d'environ 17 000 KW/h/an.

L'investissement pour cette installation serait d'environ 30 000 €. Un crédit d'impôt de 8 000 € pourrait être obtenu, soit un coût net d'installation de 22 000 €.

En comparaison avec le tarif d'achat EDF sur l'Archipel de 0,0817 € du KW/h (simple tarif en application depuis le 15.08.2009), la production annuelle de l'éolienne (en Euro) serait de 17 000 x 0,0817, soit 1 389 €/an.

Le temps de retour (coût net d'installation divisé par la production annuelle) serait alors de 15,8 ans.

E.6 – CONCLUSION

Nous pensons que le potentiel éolien de l'Archipel de Saint Pierre et Miquelon (à l'échelle du particulier comme à l'échelle industrielle) est très favorable, cependant des recherches approfondies doivent être effectuées.

L'infrastructure actuelle du réseau de distribution EDF ne permet pas l'injection d'électricité dans de forte proportion.

En France métropolitaine (selon arrêtés du 10 juillet 2006), les conditions de rachat de l'électricité sont basées pour l'éolien terrestre sur des contrats de 15 ans :

- pendant les 10 premières années : 0,0820 € par kWh,
- pendant les 5 années restantes (selon les sites) : de 0,0280 à 0,0820 € par kWh.

Depuis juillet 2007, le programme d'orientation de la politique énergétique française permet la définition de Zone de Développement Eolien (ZDE).

Sur l'Archipel de Saint Pierre et Miquelon, toute la structure juridique et technique, ainsi que les études d'impact et d'enquêtes publiques sont à mettre en place avec les acteurs du domaine (état, délégation territoriale, ADEME, ERDF, etc.).

F CONCLUSION GÉNÉRALE

En partant du principe que pour réduire les consommations énergétiques d'un bâtiment, il faut principalement réduire celles de chauffage. Il en découle la nécessité :

- dans l'existant de vérifier la qualité des isolants,
- de renforcer l'isolation de bâtiment (plancher, mur et plafond) et les caractéristiques des menuiseries extérieures,
- de contrôler la température à l'intérieur des locaux,
- de faire installer des équipements techniques à haute efficacité (production calorifique, distribution + régulation et ventilation mécanique double flux).

Afin de réduire la facture énergétique pour les bâtiments existants, il est nécessaire de renforcer l'isolation. Une isolation complémentaire par l'extérieur permettrait en plus de limiter les déperditions dues aux ponts thermiques

Pour les bâtiments neufs, il est nécessaire de les concevoir dotés d'une sur-isolation.

Dans la plupart des bâtiments, le fuel domestique reste encore une énergie très bien adaptée aux besoins.

Les pompes à chaleur type air/air de toute nouvelle génération pourraient être utilisées en relève de la chaudière pour le chauffage des pavillons existants.

Les pompes à chaleur du type géothermique, type eau/eau et du type air/eau pourraient être une solution pour chauffer les bâtiments sur-isolés.

Devant la très faible insolation de l'Archipel, le solaire n'est pas intéressant comme source énergétique principale. Il pourrait être envisagé en partie pour des bâtiments exclusivement en période estivale (résidence secondaire sur Miquelon par exemple).

La production d'eau chaude thermodynamique pourrait être envisagée pour les pavillons, ainsi que pour les petits tertiaires aux besoins d'eau chaude sanitaire limités.

Le potentiel éolien de l'Archipel de Saint Pierre et Miquelon semble favorable, mais toute la structure juridique et technique, reste à mettre en place avec les acteurs du domaine.