



BEC BOREL
ENERGY
CONSULTING

« Mettez une pompe à chaleur dans votre immeuble
d'habitation, industriel ou artisanal »

Mettez une pompe à chaleur (PAC) dans votre immeuble

Jean-Philippe Borel, Dr ing. méc. EPFZ
Ingénieur Conseil
BEC Borel Energy Consulting
Rue des Cerisiers 5
1530 Payerne

Tél 026 662 11 40 / Fax 026 662 11 41
e-mail contact@borelenergy.ch

Membre du GSP



*Groupement promotionnel suisse
pour les pompes à chaleur GSP*



Objectif de cet exposé

- vous convaincre de la réalité des avantages concurrentiels des systèmes à pompes à chaleur pour l'approvisionnement en énergie des immeubles d'habitation, industriels ou pour l'artisanat



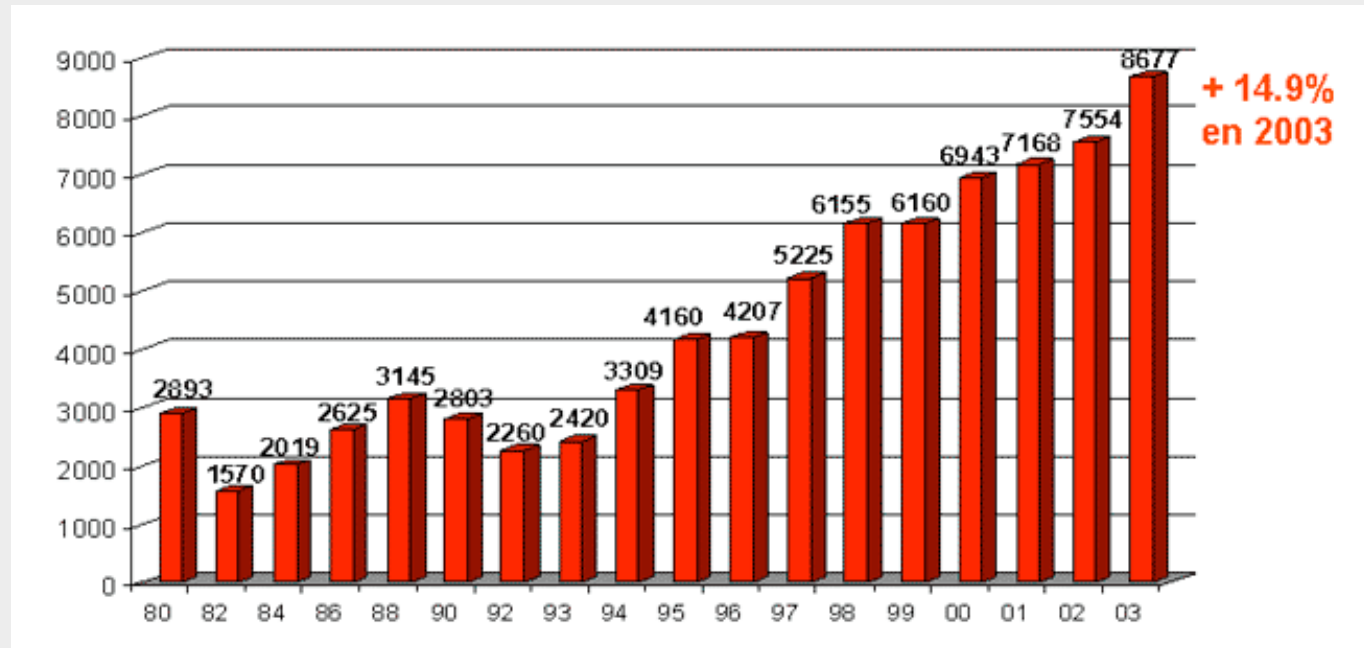
Au menu...

- Qu'entendons-nous par « immeuble », quels y sont les besoins, et quels types de PAC conviennent
- Exemples de réalisations
- Les divers types d'installations à PAC pour immeubles, leurs principaux composants
- Exemples de réalisations
- Les principaux avantages concurrentiels des installations à PAC pour immeubles, avec arrêt un peu plus long sur la question des coûts
- Exemples de réalisations
- Que fait-il faire et ne pas faire pour obtenir une installation fiable et performante
- Exemples de réalisations



Tout d'abord, des statistiques

- 10'000 PAC en Suisse en 2004

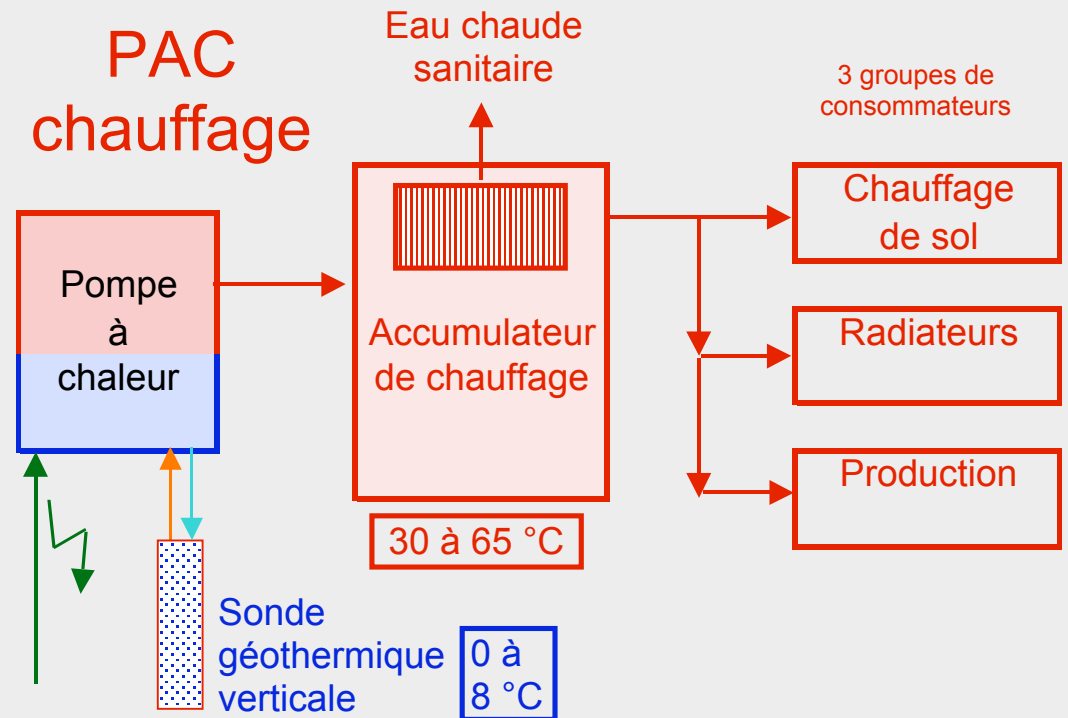


- Augmentation: > 10% / an en 2003 et 2004
- Très grande majorité: **villas familiales neuves, chauffage, parfois rafraîchissement passif**
- Pas de statistique concernant les **immeubles**.



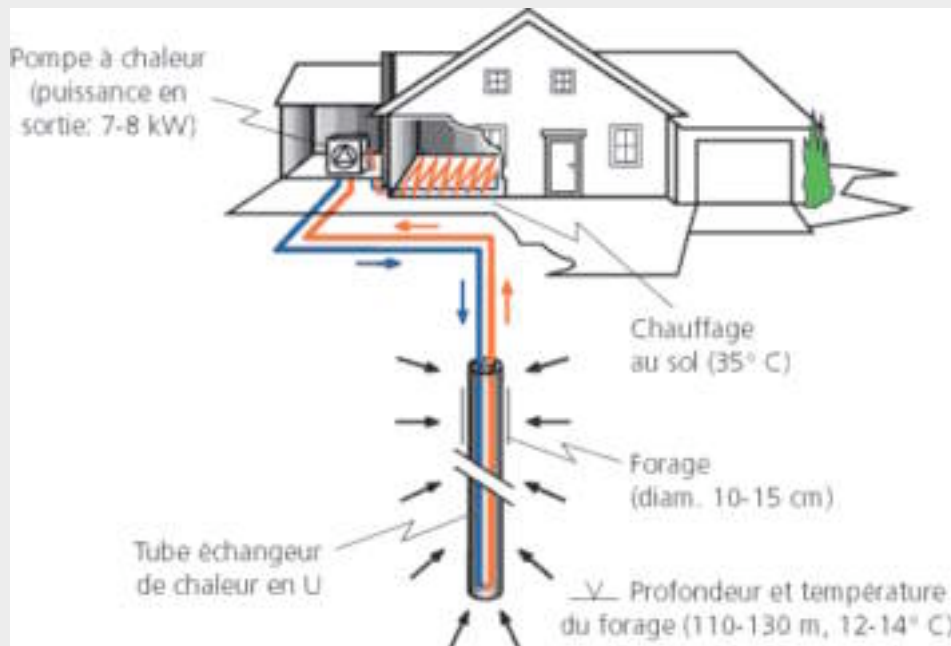
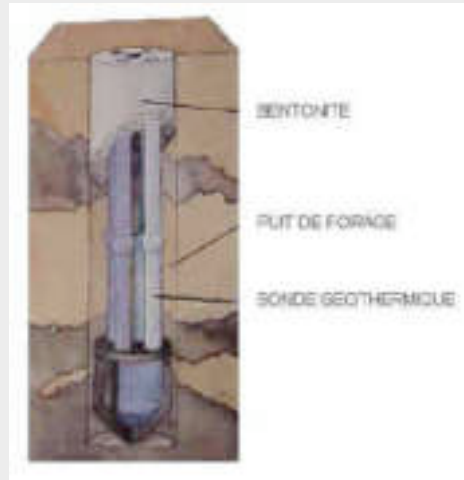
Un schéma de principe

- Sources de chaleur:
 - Sonde géothermique verticale
 - Ou eau de la nappe phréatique
 - Air ambiant (pas pour immeuble)
- Distribution de chaleur
 - Via un accumulateur de chaleur
 - Groupes de réglage de températures pour chaque type de consommateur
 - Pour les consommateurs à débit constant, alimentation directe depuis la PAC préférable





Et quelques informations sur les sondes géothermiques



- La sonde géothermique...
 - Fournit de la chaleur
 - Absorbe et restitue la chaleur
 - Faibles variations de températures, typiquement
 - en chauffage 3 à 10 °C
 - en refroidissement 10 à 20 °C
 - Donc rendement très élevé de la PAC, particulièrement en refroidissement actif



Au menu...

- **Qu'entendons-nous par « immeuble », quels y sont les besoins, et quels types de PAC conviennent**



Pompes à chaleur pour villas

- Besoins à couvrir: **chauffage (locaux, piscine)**
 - Illustration:
installation de villa
 - De droite à gauche:
PAC, boiler et
accumulateur de
chauffage
 - Structure identique
pour un immeuble,
mais jusqu'à 300 kW
de chauffage





Pompes à chaleur pour « immeubles »

Besoins à couvrir: **chaleur et froid**, confort et **production**

- Immeubles d'habitation et de service: chauffage / rafraîchissement des locaux
- Hôtels, piscines privées et publiques: chauffage des locaux, de l'eau des bassins et whirlpools, eau glacée pour déshumidification de l'air intérieur, froid commercial
- Centres informatiques: chauffage des locaux, évacuation chaleur de l'informatique
- Maraîchers, caves viticoles ou fruitières: chauffage des serres et bureaux, refroidissement des cuves et chambres froides, séchage
- Halles d'exposition et de production: chauffage et rafraîchissement locaux, froid commercial (-5°C), froid pour la production
- Boucheries, boulangeries artisanales ou industrielles, fromageries: chauffage des locaux et pour la production, froid commercial, froid pour la production, séchage
- Etc, **toute installation** dont les besoins en chaleur / froid se situent **entre -5 °C et + 65°C** et peuvent donc être satisfaits au moyen d'une pompe à chaleur



Quelles PAC pour couvrir ces besoins

- Très large éventail de modèles de PAC pour habitat, artisanat & industrie
- Différentes sources de chaleur (géothermie, accumulateur d'eau glacée, eau souterraine ou de surface)
- Plus/exigence: PAC doit avoir réussi les tests du Centre suisse de test des pompes à chaleur (Buchs/SG, liste des PAC disponible auprès du GSP, www.pac.ch)
- **PAC compactes, de série**, comme dans les 10'000 villas par an, conviennent bien et représentent la solution la moins coûteuse



BEC BOREL
ENERGY
CONSULTING

« Mettez une pompe à chaleur dans votre immeuble
d'habitation, industriel ou artisanal »

PAC pour villa / immeuble..

- Cherchez la différence





« Mettez une pompe à chaleur dans votre immeuble
d'habitation, industriel ou artisanal »

PAC pour villa / immeuble...

PAC « d'immeuble »,
32 kW en deux unités identiques de 16 kW

PAC « de villa »,
pour rénovation
dans villa des
années '50,
une unité de 16 kW





Pompes à chaleur d'immeubles

- Caractéristiques générales des PAC compactes, de série
 - En général, 2 compresseurs « scroll », de 8 à 50 kW chacun
 - Machines existent avec 2 modules identiques autonomes, plus grande fiabilité
 - Régulateur à micro-processeur avec de **très** nombreuses fonctions
 - **Majorité des applications avec source de chaleur = sondes géothermiques**
 - Groupement de 3 machines pour atteindre 300 kW sur sondes géothermiques
- Nombreux autres modèles de PAC, plus « industrielles » ou de type « installation frigorifique »
 - Puissances disponibles jusqu'à plusieurs milliers de kW
 - Applications dans la production et la récupération de chaleur.



Différences entre installations de villas et d'immeubles

- Aucune différence notable dans le cas « chauffage pour bâtiment neuf »
- Des différences dans les autres cas, notamment si pour immeuble...
 - à différents types de consommateurs, à différentes températures
 - avec sources de chaleur supplémentaires, comme accumulateur d'eau glacée.

Accumulateurs eau glacée (gauche) et chauffage (droite)

Vannes de commutation entre consommateurs/sources





Et le contrôle-commande ?

- On a **souvent** besoin d'un contrôleur externe supplémentaire (automate programmable industriel)
- Pour prendre en main
 - la gestion des priorités d'approvisionnement (consommateurs)
 - La gestion des priorités de prélèvements (sources)
 - Dans certains cas, le suivi de charge par la (les) PAC
 - La protection de la PAC (pour éviter des surcharges côté chaud / froid)
 - La protection des échangeurs externes contre le givrage
 - Le journal du fonctionnement
 - L'envoi de messages d'alarme et la commande à distance.



Contrôleur externe (automate)

« Petit » automate (PCS1) pour prise en charge de certains paramètres





BEC BOREL
ENERGY
CONSULTING

« Mettez une pompe à chaleur dans votre immeuble
d'habitation, industriel ou artisanal »

Contrôleur externe (automate)

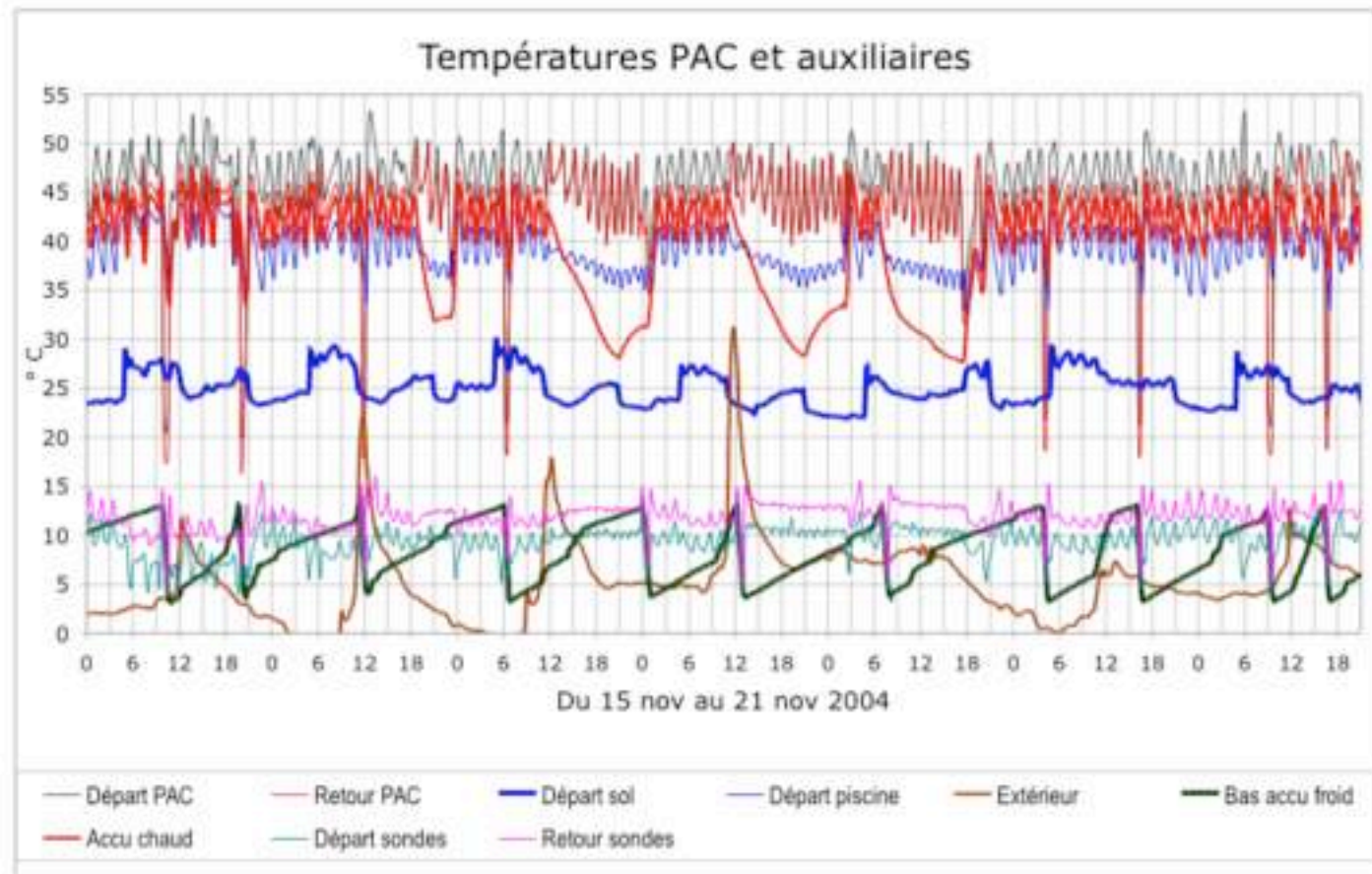
Automate de
grande
puissance
(PCD2)
pour prise en
charge de
nombreux
paramètres.





Contrôleur externe (automate)

Températures
enregistrées
durant une
semaine sur
l'automate
PDC2.





Résumé: dans les immeubles, on utilise le plus souvent les mêmes gammes de PAC que pour chauffer les maisons familiales, mais à des puissances plus élevées et pour des applications qui peuvent être beaucoup plus compliquées.



Au menu...

- Qu'entendons-nous par « immeuble », quels y sont les besoins, et quels types de PAC conviennent
- **Exemples de réalisations**



Exemples d'immeubles d'habitation...



PAC sol-eau, modèle SATAG BW226,
60 kW chauffage, Tour-de-Trême,
installateur Gremion&Staremborg SA, Epagny







PAC eau-eau, SATAG WW240,
52 kW chauffage, Tour-de-Trême,
installateur Umberto Bestazzoni, Martigny



Exemples d'immeubles avec PAC

Contracting par distributeur d'électricité de Zürich

| | | |
|---------------------------------|--|---|
| Chaleur et froid Contracting | PAC à eau de nappe, env. 80 kW Poste électrique Zürich-Selnau |  |
| Chaleur Contracting | PAC à sondes terrestres, gaz naturel, env. 300 kW, EMS Zürich-Höngg |  |
| Chaleur Contracting | PAC à sondes terrestres, env. 32 kW Bâtiment habit., Oetwil an der Limmat |  |
| Chaleur, Fac.Ma Contracting | PAC à sondes terrestres, env. 120 kW Bâtiment habitation, Rüschlikon |  |



Au menu...

- Qu'entendons-nous par « immeuble », quels y sont les besoins, et quels types de PAC conviennent
- Exemples de réalisations
- **Les divers types d'installations à PAC pour immeubles, leurs principaux composants**



BEC BOREL
ENERGY
CONSULTING

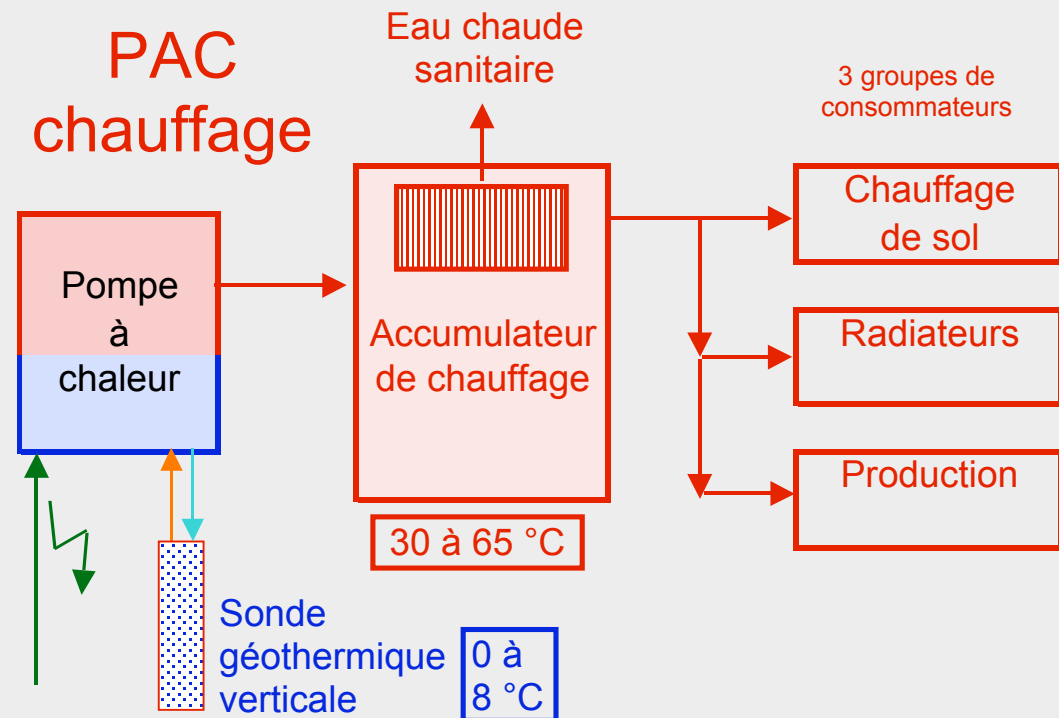
« Mettez une pompe à chaleur dans votre immeuble
d'habitation, industriel ou artisanal »

Un peu de théorie sur les différents types de systèmes à pompes à chaleur pour immeubles



PAC pour chauffage seul

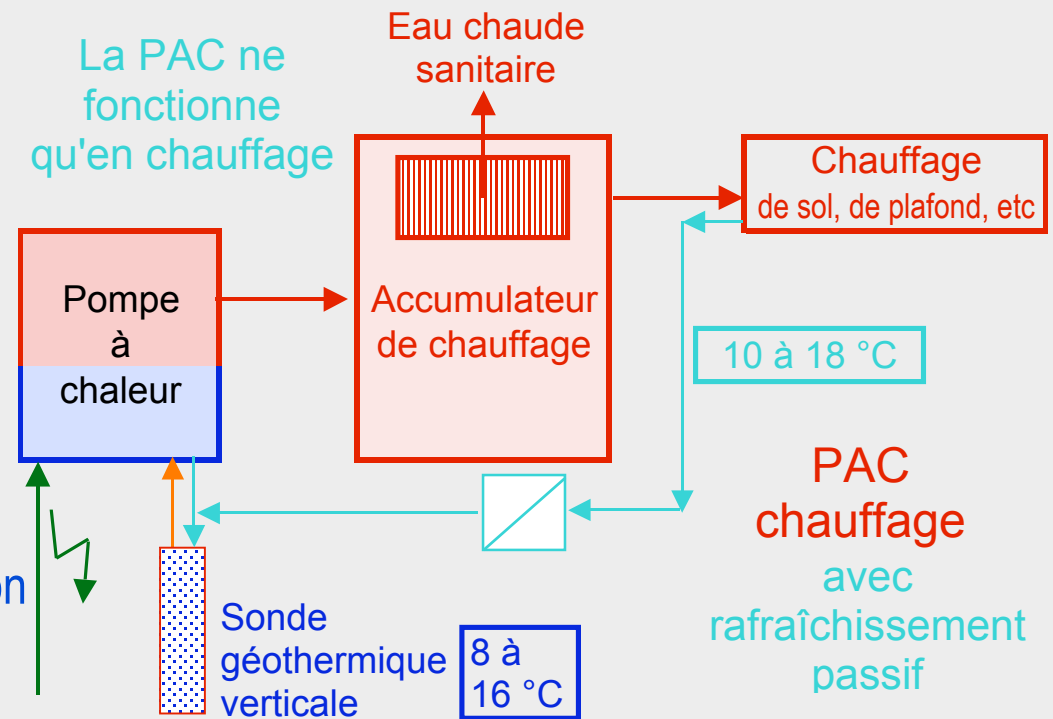
- Accumulateur nécessaire si plusieurs groupes de consommateurs
- Maintenu en charge selon température de consigne, variable en fonction de la température extérieure
- Températures des consommateurs régulées séparément.





PAC pour chauffage et rafraîchissement passif

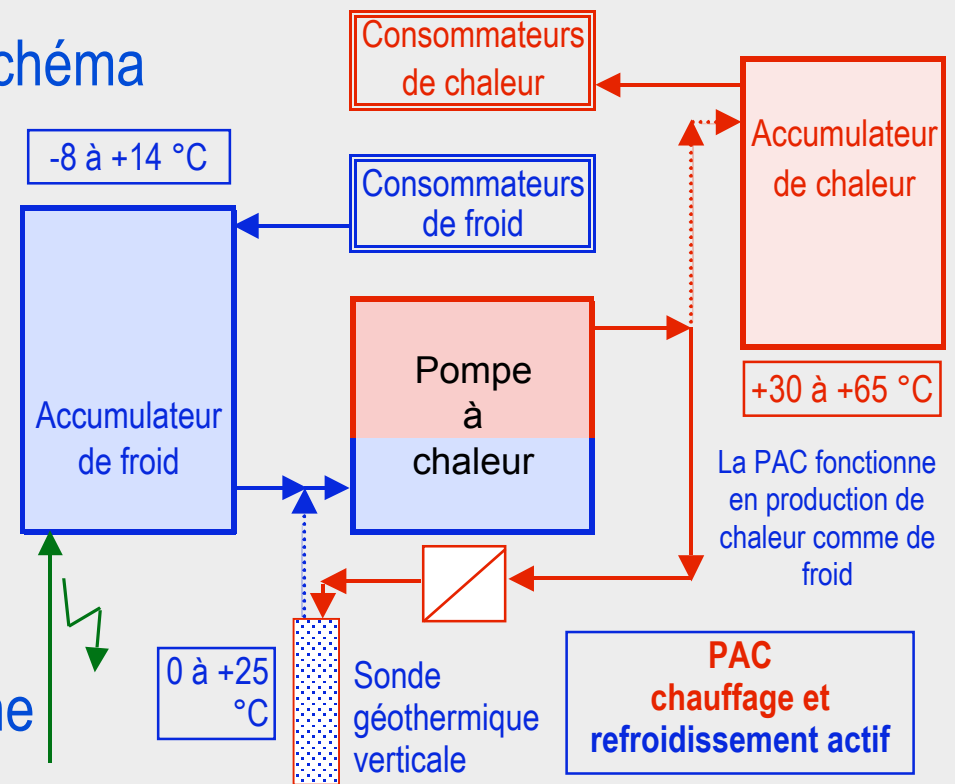
- Passif = PAC à l'arrêt en rafraîchissement
- Liaison directe **distribution -> sondes** pour acheminer vers les sondes géothermique la chaleur extraite en refroidissement
- **Limitation** = capacité du terrain à absorber la chaleur excédentaire
- Limite peut varier d'une année à l'autre
- Système convenant uniquement pour des locaux d'habitation, pas pour production
- Pour maîtriser la température, il faut passer au **refroidissement actif**.





PAC pour chauffage et refroidissement actif

- Production de chaleur: sans changement
- Production de froid avec la même PAC, cf schéma
- Production de froid avec récupération de chaleur, **envoyée dans les sondes**
- Sonde = **source** et **puits** de chaleur
- **Limite**: rejet de chaleur vers sonde à 25°C
- Accumulateur froid: aussi source de chaleur
- Objectif d'exploitation: conserver les accumulateurs aux températures de consigne
- Principe de gestion: selon ordres de priorités des besoins.





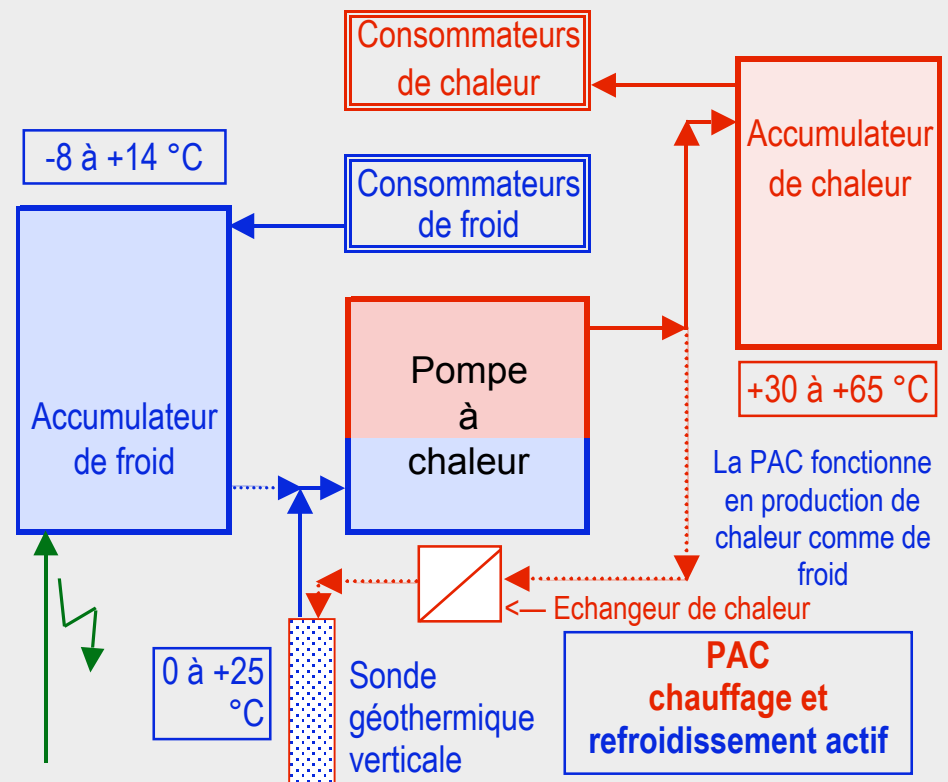
Avantages de la production combinée de chaleur et de froid

Très faible consommation globale d'énergie en cas de production simultanée

Récupération de chaleur/froid d'autant meilleure que besoins de chaleur et de froid alternés et de courte périodicité (< semaine)

Récupération effective même dans alternance saisonnière (« recharge des sondes »)

Couverture possible de besoins très variés assurée ainsi par un système simple et performant.





Voici maintenant un **exemple** d'installation simple mais qui résout le problème d'un bâtiment très fortement exposé au soleil.

Une PAC sol-eau à refroidissement actif avec accumulateur d'eau chaude **ou** glacée.



Exemple: chauffage et refroidissement « simple »

- Bureaux, 650 m², bâtiment existant
- Très grandes fenêtres, plein sud
- Rafraîchissement actif nécessaire





Exemple: chauffage et refroidissement « simple »

- Pompe à chaleur SATAG/Viessmann
- PAC 32 kW, avec 2 modules identiques de 16 kW indépendants
- Sondes terrestres: 540 m en 3 fois 180 m
- Un seul accumulateur, chaud **ou** froid
- Gestion chauffage/rafraîchissement assurée entièrement par le régulateur de la pompe à chaleur.





Exemple: chauffage et refroidissement « simple »

Chauffage par radiateurs



Rafraîchissement par ventilo-convecteurs





Exemple: chauffage et refroidissement « simple »

- Forages: Augsburg SA, Lucens
 - Photo: soudage et test d'étanchéité des conduites de liaison entre les sondes géothermiques et le bâtiment.
- Mise en service: mars 2005
- Installateur Vionnet SA, Nyon
- Electricité F. Huber SA, Nyon
- Direction projet: BEC Borel Energy Consulting, Payerne.
- Efficace collaboration de Marc Chevallaz, resp. du Service technique du WWF Int., Gland





Exemple: **chauffage** et refroidissement « simple »

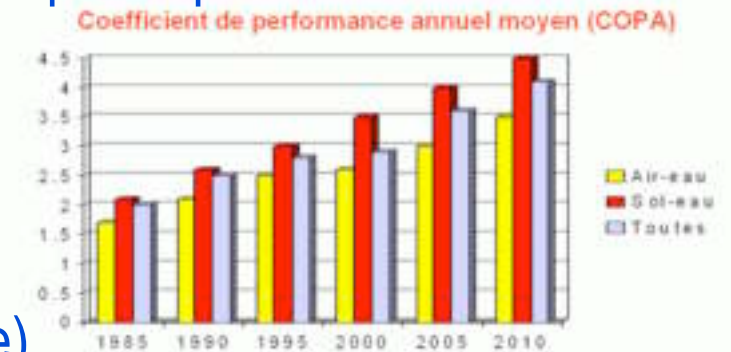
Répartiteur sur circuit
de sondes: assure la
liaison entre les 3
sondes géothermiques
et la pompe à chaleur.





PAC et immeuble: une nouvelle situation?

- Tarifs électricité / prix combustibles plus favorables que par le passé
- Taux d'intérêts très bas ces dernières années
- Puissance des PAC standard en hausse (> 120 kW)
- Coût des sondes géothermiques en baisse
- Expérience (X0'000 villas, Y'000 immeubles en Suisse)
- Systèmes à chauffage de sol: très simples à mettre en oeuvre
- Expérience déjà importante sur systèmes chaleur-froid
- Expérience sur nombreux systèmes à consommateurs multiples et PAC
- Expérience sur systèmes à automates programmables et PAC
- Rendement des PAC en hausse constante, voir graphique ci-dessus





Au menu...

- Qu'entendons-nous par « immeuble », quels y sont les besoins, et quels types de PAC conviennent
- Exemples de réalisations
- Les divers types d'installations à PAC pour immeubles, leurs principaux composants
- Exemples de réalisations
- **Les principaux avantages concurrentiels des installations à PAC pour immeubles, avec arrêt un peu plus long sur la question des coûts**



Avantage concurrentiel n°1: économies d'énergie appréciables

- Valorisation d'énergie de l'environnement: env. 3/4 de l'énergie produite
- Production de chaleur seule: rendement élevé, aussi jusqu'à 65°C
- Refroidissement passif:
 - régénération des sondes et très faible consommation d'électricité
 - très bon confort avec consommation d'électricité négligeable (env. 500 W)
- Rafrâichissement actif:
 - rendement **2 à 3 fois plus élevé** qu'un système conventionnel air-eau grâce aux sondes géothermiques qui reprennent la chaleur à basse température (20°C)
 - chaleur et froid simultanés: très peu d'énergie pour produire le froid
- Cas de la récupération de chaleur: rendement PAC **extrêmement élevé**



Avantage concurrentiel n°2: faible impact sur l'environnement

- Aucune émission de gaz à effet de serre à la production de chaleur
- Donc pas de taxe CO₂ pour l'exploitant
- Source renouvelable, par exemple autorisation de chauffer une piscine (si possible combiner avec solaire et limiter la PAC à la mi-saison)
- Plus de marge qu'avec fossile dans projets Minergie ou Minergie+
- Bilan global CO₂ reconnu comme très favorable.



Avantage concurrentiel n°3: faibles contraintes d'exploitation

- Faible impact dans et autour de l'immeuble
(Odeurs, fuites, cheminée, local citerne libre)
- Confort supplémentaire pour l'exploitant
(Pas d'entretien, de délais de remplissage, de révision,
de ramonages à ne pas oublier, etc)
- Simplicité et fiabilité élevées, très peu de pannes
- Grande souplesse (adaptation après coup possible, par ex. pour ajouter
du rafraîchissement).



Avantage concurrentiel n°4: coûts généralement très favorables

- Investissement: coûts élevés dans certains cas à cause des sondes
- Exploitation: coûts plus faibles que les systèmes concurrents grâce aux bonnes performances énergétiques
- Total avec amortissement: coûts compétitifs, d'autant plus que l'on a de nombreuses consommations simultanées de chaleur **et** de froid
- Supplément d'investissement pour le refroidissement passif: environ 4'000.- à 5'000.- tout compris pour installation neuve et chauffage de sol
- Pour le refroidissement actif: de l'ordre de 15'000.-
 - Jusqu'à Fr. 30'000.- selon durée de fonctionnement, si radiateur extérieur supplémentaire nécessaire



Avantage concurrentiel n°4: coûts généralement très favorables (2)

- Exemple de coûts dans le cas **d'installations séparées** (mazout et groupe de froid) pour le chauffage et le rafraîchissement pour un petit immeuble commercial (env. 30 kW chauffage, 40 kW installés refroidissement)
- Frais d'investissement
 - Chauffage conventionnel: env. Fr. 25'000.- (tous montants TTC)
 - Groupe de froid air-eau 25 kWél: env. Fr. 60'000.-
 - Frais annuels de capitaux, à 4% sur 15 ans: **Fr. 7'650.-/an**
- Frais d'exploitation:
 - Mazout (Fr. 6'000.-), entretien et contrôles (Fr. 4'000.-),
électricité: (30'000 kWh à Fr. 0.25 = Fr. 7'500), au total **Fr. 17'500.-/an**
- Frais annuels totaux: Fr. 7'650.- + Fr. 17'500.- = **Fr. 25'150.-/an**



Avantage concurrentiel n°4: coûts généralement très favorables (3)

- Exemple de coûts dans le cas d'**une seule installation** à PAC
(env. 30 kW chauffage, 40 kW installés refroidissement)
- Frais d'investissement :
 - PAC pour chauffage et refroidissement: env. Fr. 100'000.- tout compris
 - Frais annuels de capitaux, à 4% sur 20 ans: **Fr. 7'350.-/an**
- Frais d'exploitation:
 - Electricité: (10kW + 1 kW), 3'200 h/a, 35'000 kWh à Fr. 0.20 = **Fr. 7'000.-/an**
- Frais annuels totaux: Fr. 7'350.- + Fr. 7'000.- = **Fr. 14'350.-/an**
(Durées: 15 ans pour groupe d'eau glacée et 20 ans pour PAC
Electricité: 25 ct/kWh pour installation conventionnelle, 20 ct/kWh pour PAC à cause part > bas tarif)



Avantage concurrentiel n°4: coûts généralement très favorables (4)

- Comparaison entre les deux exemples traités
(env. 30 kW chauffage, 40 kW installés refroidissement)
- Résultat du calcul:
 - **Fr. 25'150.- /an** pour chaleur et froid par 2 installations chauffage/froid séparées
 - **Fr. 14'350.-/an** en cas de production avec une PAC à sondes géothermiques
- Explication:
 - Investissement plus élevé pour la PAC **à cause des sondes** (40% du total)
 - Beaucoup moins de frais d'énergie **grâce aux sondes**, pas d'entretien sur PAC
 - Avec des taux à 10%, **Fr. 28'700.- / Fr. 18'750.-**: différence ne change pas



Au menu...

- Qu'entendons-nous par « immeuble », quels y sont les besoins, et quels types de PAC conviennent
- Exemples de réalisations
- Les divers types d'installations à PAC pour immeubles, leurs principaux composants
- Exemples de réalisations
- Les principaux avantages concurrentiels des installations à PAC pour immeubles, avec arrêt un peu plus long sur la question des coûts
- Exemples de réalisations



Voici un exemple de réalisation
pointue d'une pompe à chaleur
dans un système de production
simultanée de chaleur et de froid



BEC BOREL
ENERGY
CONSULTING

« Mettez une pompe à chaleur dans votre immeuble
d'habitation, industriel ou artisanal »

Exemple d'installation:

Pompe à chaleur modulaire,
16 kW, production combinée de chaleur et de froid,
Centre funéraire St-Martin de Vevey (VD)



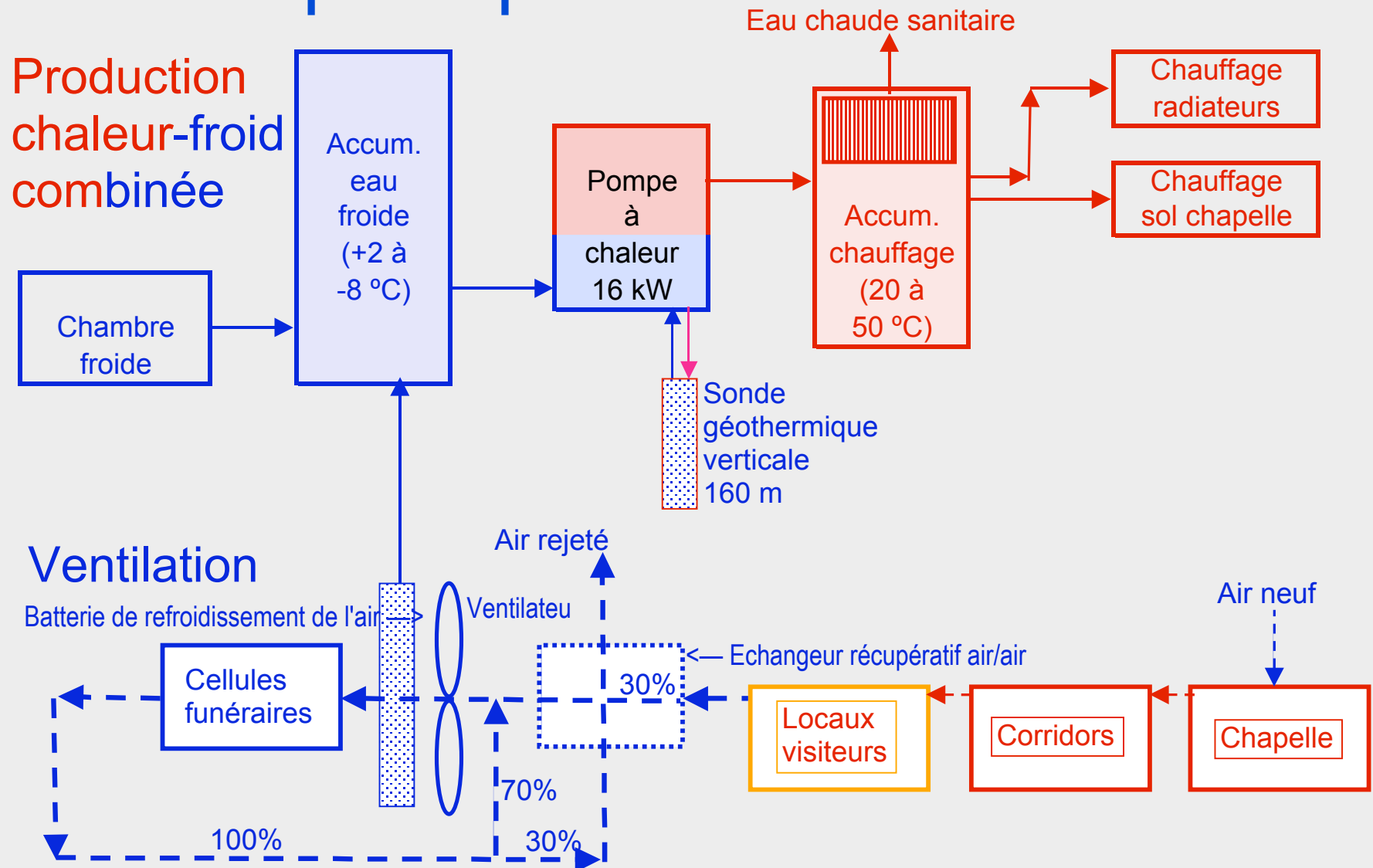


Besoins à couvrir

- Besoins de froid toute l'année
 - Refroidissement à 6 - 8 °C et ventilation des cellules funéraires
 - Refroidissement à 5 °C, resp. -5°C d'une chambre froide
- Besoins de chauffage env. 8 mois par année
 - Bâtiment chauffé par radiateurs
 - Chapelle par chauffage de sol



Schéma de principe





Concept

- Source et puits de chaleur
 - Sonde géothermique de 160 m
- Pompe à chaleur
 - Machine SATAG BW216 de 16 kW, à 2 compresseurs
 - Utilisation de toutes les possibilités de régulation de la PAC
 - Adjonction de composants externes pour gérer les flux de chaleur.
- Distribution de froid
 - Refroidissement des cellules uniquement par ventilation
 - Monobloc de chambre froide à eau glacée



« Mettez une pompe à chaleur dans votre immeuble
d'habitation, industriel ou artisanal »

Pompe à chaleur,
conduites, échangeur
de chaleur,
circulateurs
et vannes de
commutation pour les
transferts de chaleur
entre accumulateurs





BEC BOREL
ENERGY
CONSULTING

« Mettez une pompe à chaleur dans votre immeuble
d'habitation, industriel ou artisanal »

Monobloc de
refroidissement
et de ventilation
des cellules





Résultats d'exploitation

- 2 ans de fonctionnement sans problèmes particuliers
- Mesures effectuées confirment le dimensionnement et la prévision sur la baisse de consommation (env 40%)
- Forte simultanéité, donc site **très** favorable pour la production combinée de chaleur et de froid
- Installateur spécialisé PAC: Dalcalor SA, Ecublens
- Projet: BEC Borel Energy Consulting, Payerne



Au menu...

- Qu'entendons-nous par « immeuble », quels y sont les besoins, et quels types de PAC conviennent
- Exemples de réalisations
- Les divers types d'installations à PAC pour immeubles, leurs principaux composants
- Exemples de réalisations
- Les principaux avantages concurrentiels des installations à PAC pour immeubles, avec arrêt un peu plus long sur la question des coûts
- Exemples de réalisations
- **Que fait-il faire et ne pas faire pour obtenir une installation fiable et performante**



BEC BOREL
ENERGY
CONSULTING

« Mettez une pompe à chaleur dans votre immeuble
d'habitation, industriel ou artisanal »

Enfin quelques conseils sur
la manière de procéder pour avoir
dans votre immeuble une
installation performante et fiable !



Quelques pièges à éviter....

- Dimensionnement
 - Puissance **suffisante** de la source et de la PAC, difficiles à redimensionner
 - **Ne pas surdimensionner**, surtout avec PAC à un seul compresseur (PAC craignent les cycles trop courts, de moins de 15 minutes)
- Schéma hydraulique
 - Spécifique pour PAC, pour éviter de chauffer puis ensuite refroidir par mélange, ce qui réduit notablement les performances
- Exécution
 - Problèmes assez pointus dans le raccordement, le remplissage à l'eau glycolique et la mise en service des sondes géothermiques
 - Circuits avec portions voisines en eau chaude et eau glacée: gare aux mélanges



Pour obtenir une installation fiable et performante...

- Installations « simples », sans froid actif
 - Problèmes les mêmes que pour les installations de villas
 - Donc les mêmes installateurs et fournisseurs peuvent être mandatés
 - Attention aux erreurs de dimensionnement, plus visibles dans un immeuble
- Installations avec froid actif
 - Dimensionnement et exécution des sondes plus exigeants (source et puits)
 - Partie eau glacée: selon techniques du froid, donc expérience indispensable
 - Installation avec froid actif: nécessite connaissances pointues et diverses: techniques des sondes (ou nappe phréatique), du froid (condensation!), du chauffage par PAC, du contrôle-commande par automate avec PAC
 - Mandataires: doivent absolument disposer d'expérience dans toutes ces techniques, pas d'installation sans étude préalable par un ingénieur expérimenté



Au menu...

- Qu'entendons-nous par « immeuble », quels y sont les besoins, et quels types de PAC conviennent
- Exemples de réalisations
- Les divers types d'installations à PAC pour immeubles, leurs principaux composants
- Exemples de réalisations
- Les principaux avantages concurrentiels des installations à PAC pour immeubles, avec arrêt un peu plus long sur la question des coûts
- Exemples de réalisations
- Que fait-il faire et ne pas faire pour obtenir une installation fiable et performante
- Exemples de réalisations



Exemple: cas de la récupération de chaleur :





Exemple: récupération de chaleur pour le chauffage

- Sources de chaleur





Exemple: récupération de **chaleur** pour le chauffage

Récupérateur de chaleur
(remplace l'évaporateur
d'une PAC de série)





Exemple: récupération de chaleur pour le chauffage

- Pompe à chaleur
 - Alpha-InnoTec, 90 kW
 - Eau/eau, modifiée en air/eau
- Circuits de distribution modifiés pour améliorer l'efficacité du système
- Rendement très élevé avec une source si favorable
- Déjà plus d'une année sans aucun problème





Exemple: récupération de **chaleur** pour le chauffage



Comme dans **tous les projets** que nous réalisons, nous avons procédé ici à une analyse des besoins et des économies possibles (quantitatives et qualitatives) avant de définir la solution qui convient.

Dans le cas présent, ceci nous a permis de réaliser une installation présentant un rapport coût-bénéfice très favorable et d'obtenir la commande dans une procédure concurrentielle.

Installateur spécialisé pompe à chaleur: Dalcalor SA, Ecublens

Installateur chauffage: Imwinkelried SA, Naters

Electricité: VerkehrsBetriebe Bettmeralp

Projet: BEC Borel Energy Consulting

Mise en service: novembre 2003



Résumé et conclusions

- Diversité infinie des possibilités en **chaleur** et froid avec des PAC
- Technique pointue, bien maîtrisée, exploitation facile, grande fiabilité
- Economies d'énergie très importantes grâce aux sondes géothermiques
 - Rendement le plus élevé en refroidissement, aussi très bon en chauffage
- Coûts extrêmement compétitifs pour les systèmes mixtes chaleur/froid
 - **Investissement en forage largement récupéré en exploitation**
- Impact minime dans et autour de l'immeuble
- Faible impact objectif sur l'environnement
 - Faible émission globale de CO₂
- Qualités intrinsèques et maturité technique des systèmes actuels, et expérience des spécialistes, font de la PAC un système incontournable pour le conditionnement des locaux et le fonctionnement des processus des entreprises dans industrie&artisanat.



BEC BOREL
ENERGY
CONSULTING

« Mettez une pompe à chaleur dans votre immeuble
d'habitation, industriel ou artisanal »

N'hésitez pas à me contacter pour tout renseignement

Jean-Philippe Borel, Dr ing. méc. EPFZ
Ingénieur Conseil
BEC Borel Energy Consulting
Rue des Cerisiers 5
1530 Payerne

Tél 026 662 11 40 / Fax 026 662 11 41
e-mail contact@borelenergy.ch

Membre du GSP

Rationalisation énergétique
Production d'énergie
Technique et physique des bâtiments

Direction de projets
Expertises techniques

Installations spécialisées
avec pompes à chaleur



*Groupement promotionnel suisse
pour les pompes à chaleur GSP*