

L'hôpital du futur: un hôpital full électrique

Membre du réseau
Lid van het netwerk

Huni



INTRODUCTION

L'hôpital du futur a besoin de beaucoup d'énergie pour fonctionner, son impact environnemental est donc important, mais sa capacité à dégager des économies substantielles n'en est que plus grande.

L'application des concepts permettant d'économiser l'énergie n'est pas seulement liée aux installations techniques dans le bâtiment, mais est une exigence demandant une approche conceptuelle globale et holistique.

⇒ Approches en termes de développement durable et d'économie d'énergie dans tous les aspects de la construction du projet (pré-étude conceptuelle, orientation, enveloppe et organisation du bâtiment, choix et mise en œuvre des matériaux, et bien entendu les installations techniques)

L'utilisation rationnelle de l'énergie exige une maîtrise précise des différents flux d'énergie dans le bâtiment. Les économies découlent ensuite d'une série de mesures qui chacune apporte leur contribution.

Pour prioriser les mesures à prendre, différents critères permettent de faire une hiérarchie dans l'application des mesures dans le projet, notamment le coût de ces mesures et leur retour sur investissement.

Notre volonté est de tendre vers « zéro énergie » et « neutral carbon »; nous devons cependant rester réaliste, car pour un tel type de bâtiment (bâtiment hospitalier du plus haut niveau de confort et de sécurité), le niveau « zéro énergie » est très difficile à atteindre.

Concept général

1/ Travailler sur la demande et le comportement des utilisateurs

- Zonage intelligent du bâtiment et positionnement réfléchi des fonctions du bâtiment
- Gestion de l'énergie sur base de l'occupation (usage plus fréquent du « stand-by »)
- Utilisation d'équipements à faibles consommations d'énergie (IRM, hotte à faibles débits, ...)
- Education des utilisateurs

2/ Limiter la consommation d'énergie par la réduction de la demande

- Optimisation de l'enveloppe du bâtiment : Orientation, étanchéité à l'air de l'enveloppe
- Centrale de traitement d'air de haute performance (avec récupération), système à débit d'air variable
- Gestion intelligente de l'éclairage en Led
- Réduction des standards de confort (en chauffage et refroidissement)
- Réduction des points d'eau chaude sanitaire
- Achats d'appareil de haute efficacité énergétique
- Emploi du BMS et du monitoring pour réduire la consommation énergétique et garantir un bon fonctionnement

3/ Utilisation des sources d'énergie durables et renouvelables (solaire, vent, biomasse, refroidissement adiabatique...)

4/ Optimiser la récupération et le stockage d'énergie

5/ Utiliser efficacement les sources d'énergie renouvelables (pompes à chaleur, cogénération...)

Concept général

L'ambition d'un NZEH (Nearly Zero Energy Hospital) nous guide vers un hôpital totalement électrique (Full Electric), indépendant des énergies fossiles.

La base de ce raisonnement est le suivant :

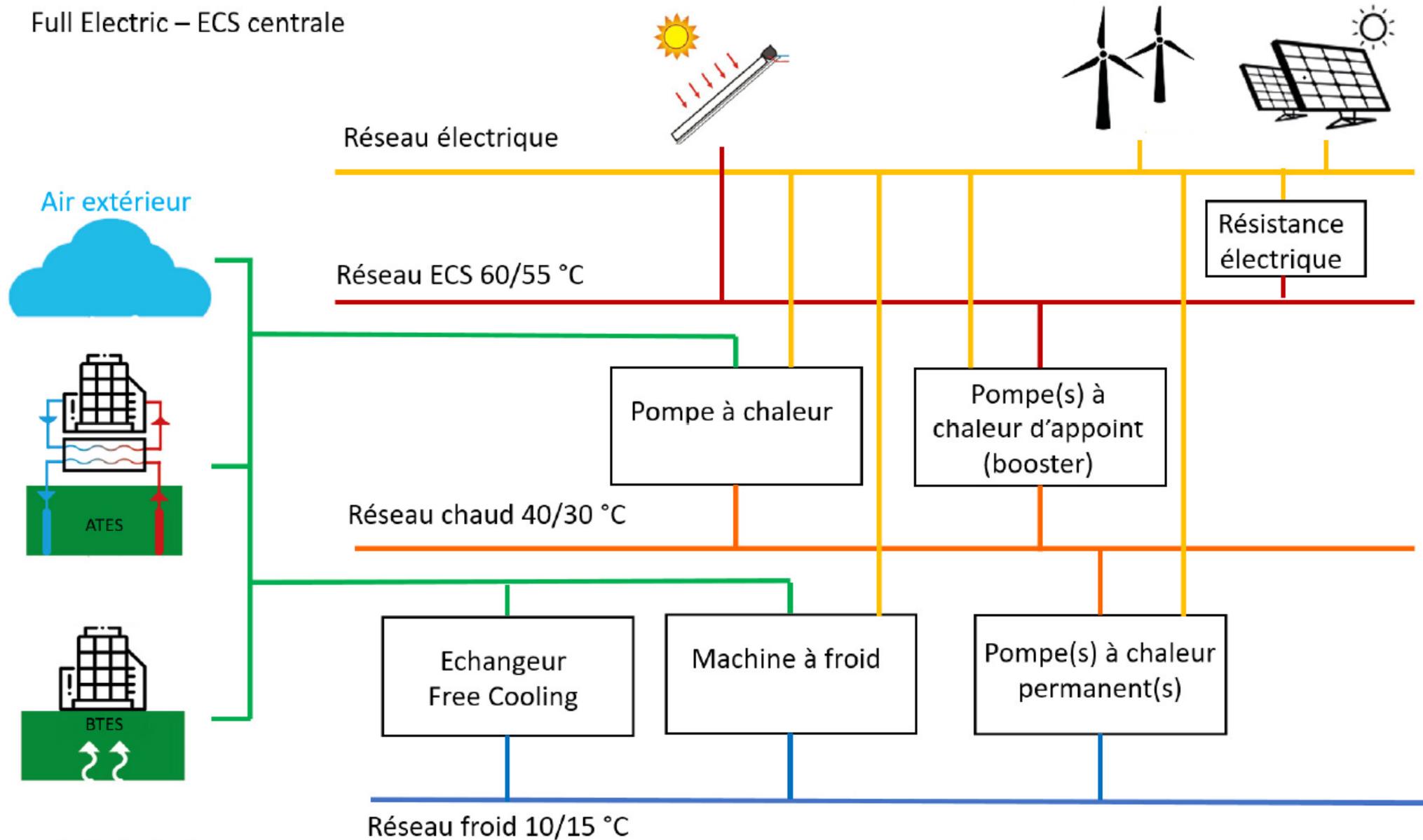
- Un réseau électrique auquel tous les générateurs durables possibles peuvent être connectés ;
- Un réseau de refroidissement à une température relativement élevée (15/10°C) pour maximiser l'utilisation du Free Cooling
- Un réseau de chaleur pour chauffer à basse température (40/30°C) pour générer la chaleur via des pompes à chaleur le plus efficacement possible;
- Un réseaux ECS (eau chaude sanitaire) à 60/55 °C;

⇒ La chaleur à basse température et le froid à haute température sont générés de manière centrale par les systèmes de pompe à chaleur.

⇒ L'eau chaude sanitaire peut également être produite et distribuée de manière centralisée, mais si certaines fonctionnalités n'ont pas de demande d'ECS, il peut être décidé de fournir des réseaux d'ECS limités au niveau local et ainsi limiter les pertes de circulation.

SC1 - FULL ELECTRIC

Full Electric – ECS centrale



Concepts étudiés pour la CSPO

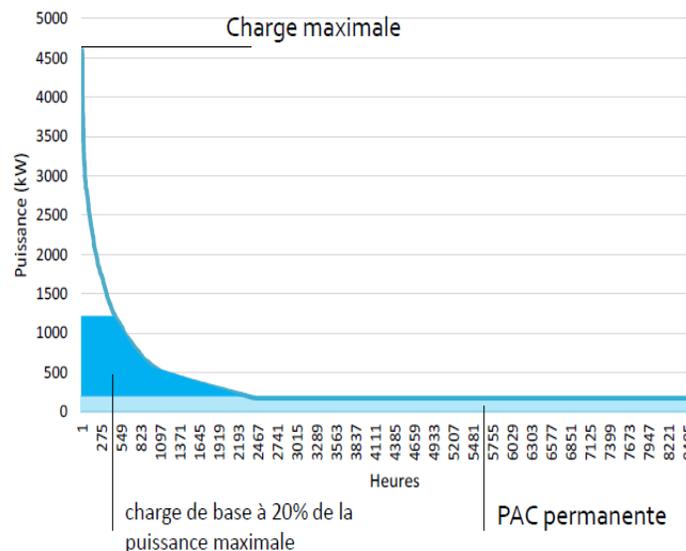
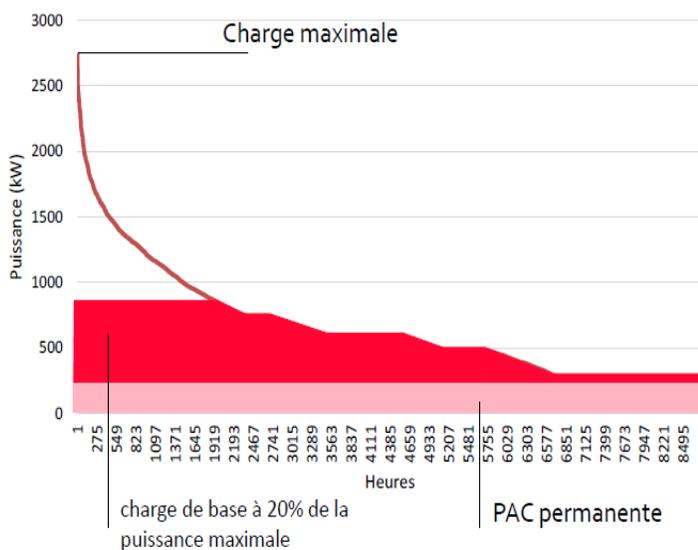
Sur base de la faisabilité, du retour sur investissement, de la performance, des économies d'énergie, de l'utilisation de ressources fossiles, toutes les technologies actuelles ont été analysées pour déterminer si cette technique est indispensable, souhaitable, possible ou moins intéressante.

- Production de chaleur : Cogénération, Réseau de chaleur, Stockage dans le sol (ATES / BTES), Chauffe-eau, Chaudière à biomasse, Pile à combustible, Récupération d'énergie (Compresseurs, eaux usées, production vapeur...), Pompes à chaleur (air-air / air-eau / CO2)...
- Production eau chaude sanitaire (ECS) : Chauffe-eau solaire, PAC centralisée/décentralisée, Résistance électrique...
- Production de froid : Tour de refroidissement adiabatique, Géothermie, PAC air-eau...
- Production électricité : Panneaux photovoltaïques, Eolienne, Stockage d'électricité (batteries)...

Production chaud/froid:

4 Scénarios étudiés (+ 2 variantes avec cogénération) :

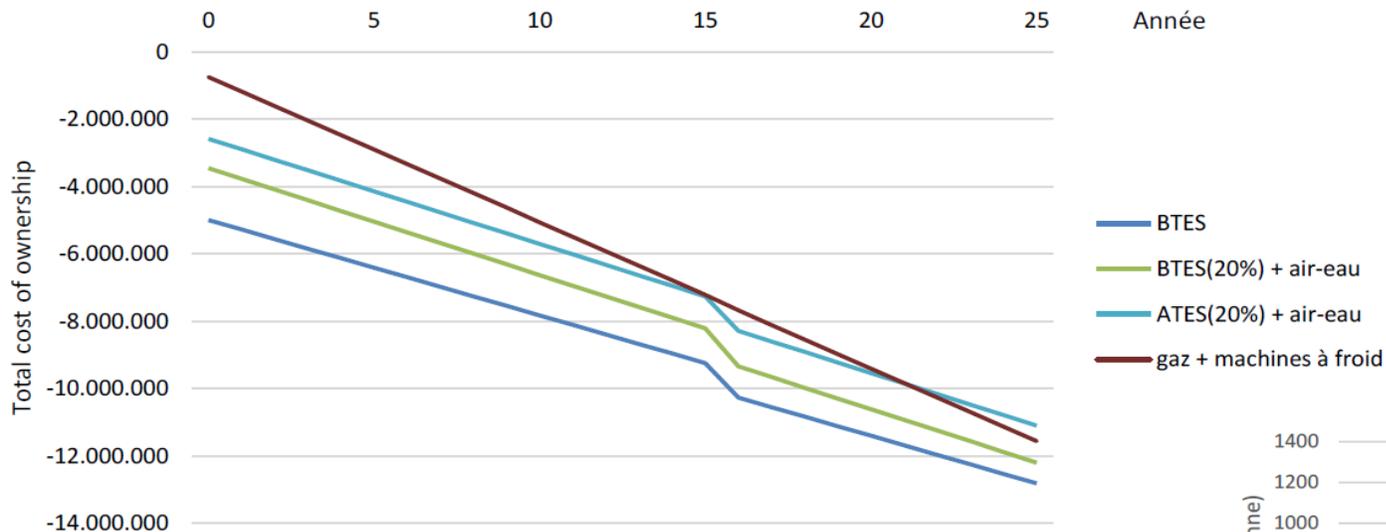
Scénario	Demande permanente	Charge de base	Charge maximale
scénario 1	PAC permanente (eau/eau – balance entre ch/fr sur base demande permanente)	Chaudière gaz + machines à froid	
scénario 2		BTES + PAC (eau – eau)	
scénario 3		BTES + PAC (20% puissance)	Air-eau PAC
scénario 4		ATES + PAC (20% puissance)	Air-eau PAC



Courbe = puissance
Surface = consommation

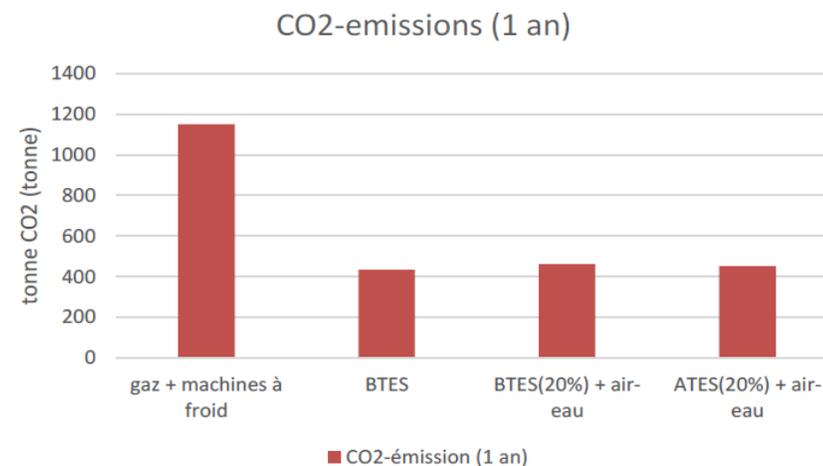
PAC permanente + charge de base = 80% de la consommation

Total cost of ownership



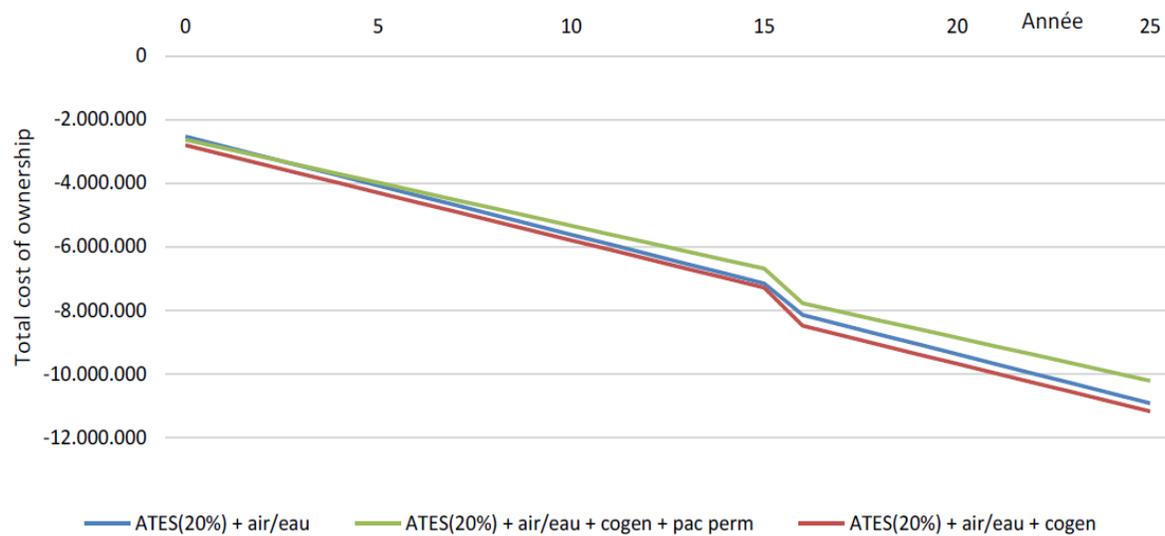
Prix du gaz: €60 / MWh
Prix d'électricité: €150/MWh

Taxe CO₂ et primes pas pris en compte
Inflation: 3%
Actualisation: 3%



	Toiture / impact visuel	Site	Émission de CO ₂	Total cost of ownership	Total
scénario 1: gaz + machines à froid	+	++	--	+++	++++
scénario 2: BTES	++	--	++	-	+
scénario 3: BTES(20%) + air-eau	+	-	+	+	++
scénario 4: ATES(20%) + air-eau	+	+	+	++	+++++

Total cost of ownership



Prix gaz naturel: 60€ / MWh
 Prix électricité: 150€ / MWh

Taxe CO₂ et primes pas pris en compte
 Inflation: 3%
 Actualisation: 3%

La relation entre le prix du gaz et de l'électricité est très importante pour le rendement!

Désavantages de cogénération

- L'objectif d'une PAC et d'une cogen est similaire (fournir de la chaleur en été)
- PAC permanente en priorité -> cogénération doit s'adapter -> moins efficace.
- Coût d'entretien
- Reglage du système difficile

	Récupération d'énergie	Production électricité	Émission de CO ₂	Difficulté	Total cost of ownership	Total
Scénario 4.0: PAC permanente	+	-	++	++	+	+++++
Scénario 4.1: Cogénération	-	++	--	+	+++	+++
Scénario 4.2: PAC permanente + cogénération	+	+	-	-	++	++

Production électricité :

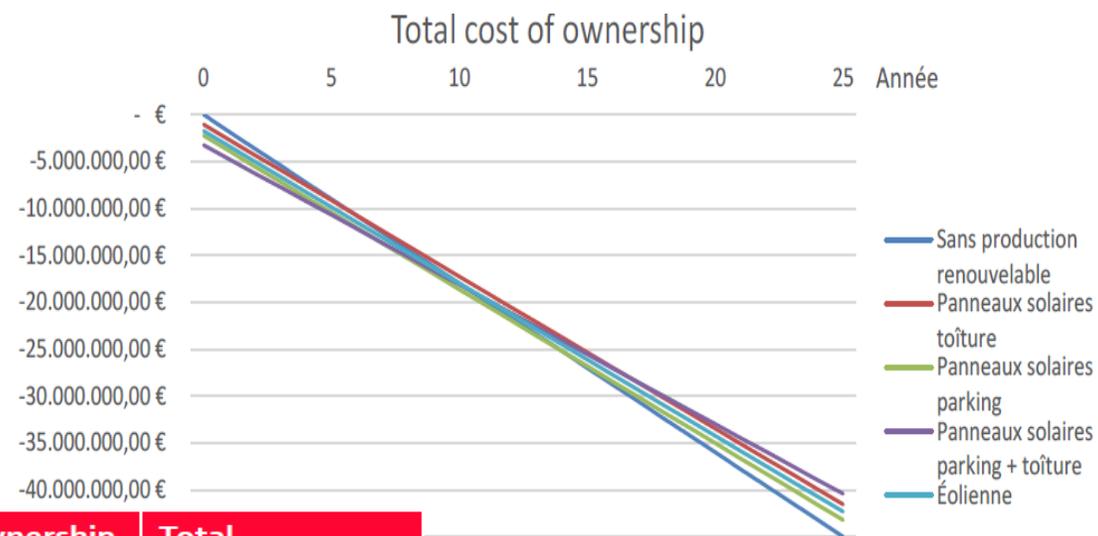
Scénario

Scénario 1: Panneaux solaires toiture hôpital

Scénario 2: Panneaux solaires parking

Scénario 3: Panneaux solaires toiture hôpital + parking

Scénario 4: éolienne



	Production électricité	Coût d'investissement	Total cost of ownership	Total
Scénario 1: Panneaux solaires toiture hôpital	++	+++	+	+++++
Scénario 2: Panneaux solaires parking	+	++	+	++++
Scénario 3: Panneaux solaires toiture hôpital + parking	+++	+	++	+++++
Scénario 4: éolienne	++	++	+	+++++

Stockage d'électricité verte:

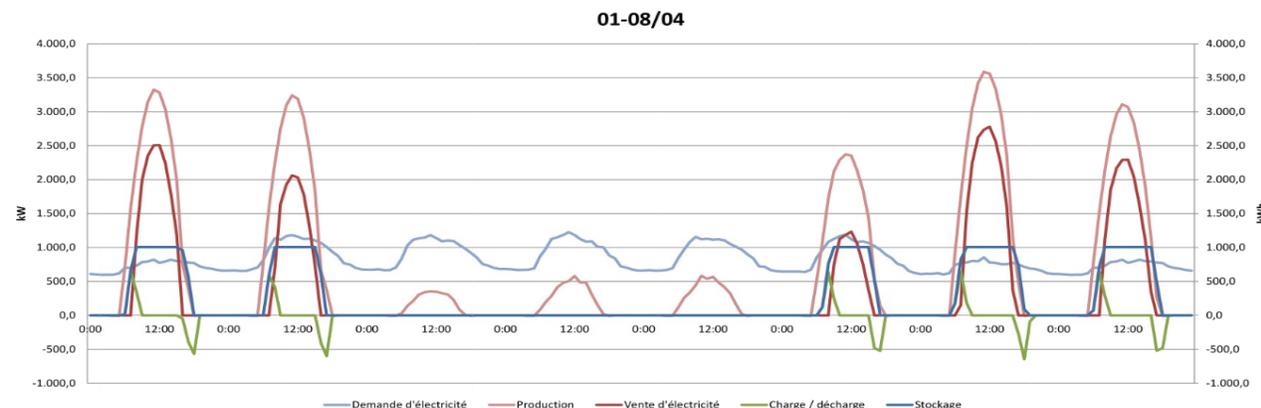
- Exemple: Tesla powerpack
 - Capacité: 0,5 MWh
 - Puissance: 322,5 kW (charge et décharge)
 - Lifespan: 15 ans
 - Prix: €196.500/ 0,5 MWh
- Conditions:
 - Prix électricité: €150/MWh
 - Vente: €45/MWh
 - > potentiel de €105/MWh

	Scénario 1 MWh	Scénario le plus rentable*
Capacité de la batterie	1 MWh	30 kWh
Stockage par an	195,5 MWh	8,1 MWh
Coût d'électricité évité	€ 20.525	€ 850
Coûts d'investissement	€ 393.000	€ 12.800
TCO (15 ans)	- € 84.950	€ 980
Break-even	19 ans	14 ans

* Après 15 ans

Durée de vie: 15 ans => TCO ne pas favorable

Profil de consommation et production



En hiver: production minimale, batteries pas utilisé

En été: trop de production, capacité des batteries insuffisante

coût d'investissement -50% (futur?)

	Scénario 1 MWh	Scénario le plus rentable*
Capacité de la batterie	1 MWh	2,98 MWh
Stockage par an	195,5 MWh	479,2 MWh
Coût d'électricité évité	€ 20.525	€ 50.315
Coût d'investissement	€ 196.500	€ 585.350
TCO (15 ans)	€ 111.450	€ 169.400
Break-even	10 ans	12 ans

* Après 15 ans

Rentable, mais les coûts d'investissement restent grand.

Coût d'investissement très élevé

⇒ Pour le moment, il est plus intéressant de contrôler la demande et de prévoir les raccordements futurs

⇒ Après mise en service du bâtiment : réévaluation de la possibilité de stockage sur batteries sur base de la production/consommations réelles et des technologies disponibles

Résumé du concept prévu

Géothermie type ouverte « ATES » (20% de la puissance totale).

La production de froid avec :

- Freecooling en utilisant la géothermie
- Pompe à chaleur permanente eau/eau en utilisant la géothermie
- Pompe à chaleur air-eau

La production de chaud avec :

- Pompe à chaleur permanente eau/eau en utilisant la géothermie
- Pompe à chaleur air-eau
- Backup chaudière en gaz pour 50% de la puissance

La production d'eau chaude sanitaire avec une pompe à chaleur booster en utilisant le réseau chaud

Panneaux solaires photovoltaïques sur les différents toits de l'hôpital, sur la toiture du parking silo, sur le parking terre-plein et dans la 4ième boucle autoroute.