

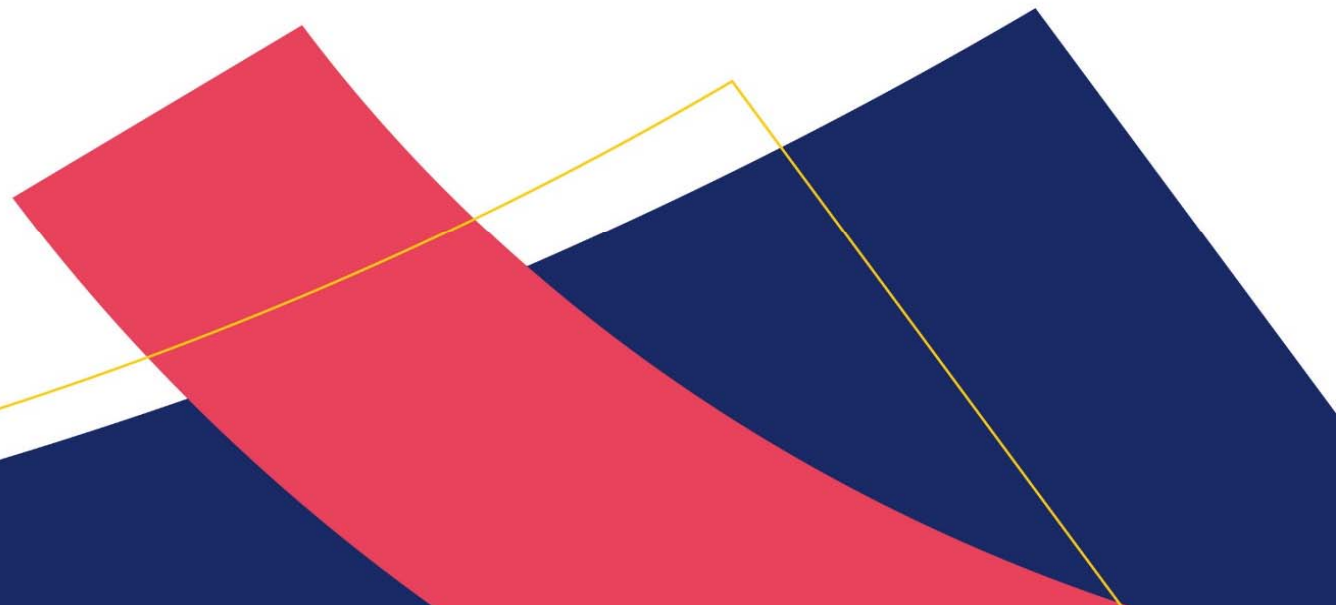
Clinique du MontLégia

Concrètement, comment un hôpital
peut consommer mieux ?

Mercredi 16 septembre 2020

AFTSH 
asbl

CHC
GROUPE SANTÉ



Ordre du jour

- Marché Auteurs de Projet
- Enveloppe
- Eclairage
- Ventilation
- Production
 - Production de froid
 - Production de chaud
 - Production combinée
 - Régulation
 - Géothermie
 - Marché sous forme d'appel d'offre



Ordre du jour

- **Marché Auteurs de Projet**
- Enveloppe
- Eclairage
- Ventilation
- Production
 - Production de froid
 - Production de chaud
 - Production combinée
 - Régulation
 - Géothermie
 - Marché sous forme d'appel d'offre



Auteurs de projets : cahier des charges

- CSC (2009) pour sélection des auteurs de projet comportait les éléments suivants :
 - Le nouvel hôpital se devra d'être un modèle dans la conception énergétique. Aussi les Auteurs de Projets se devront d'étudier diverses options/alternatives afin que le MO puisse faire des choix en connaissance de cause.
 - Ces options/alternatives seront présentées sur base d'une étude technico-économique comparative basée sur une période de 20 ans incluant tous les frais d'exploitation et de fonctionnement y compris une maintenance full omnium.

Auteurs de projets : cahier des charges

- CSC (2009) pour sélection des auteurs de projet comportait les éléments suivants :
 - Etudier différents types d'enveloppes, différents niveaux K et niveaux d'étanchéité
 - Intégrer le principe de la PEB
 - Etudier diverses orientations envisageables et lien avec l'éclairage, la surchauffe, ...
 - Orientations non pertinentes, études des surchauffes faites
 - Analyser le positionnement des locaux => dicté par l'ergonomie des services
 - Dimensionner les installations à partir de critères de confort réalistes
 - Eviter la destruction d'énergie entre les apports de chaud et de froid en mi-saison
 - Besoin en chaud et froid par une seule unité commandée via régul. centralisée
 - Etudier le free-cooling, free-chilling

Auteurs de projets : cahier des charges

- CSC pour sélection des auteurs de projet comporte les éléments suivants :
 - Intégrer des auxiliaires et des gaines et conduites peu consommateurs et travaillant à vitesse variable (pertes de charges réduites, efficacité pompes et ventilateurs)
 - Récupérer la chaleur de l'air vicié extrait et des condenseurs (rend. > 72% pour les échangeurs à plaques et récupération sur groupes de froid)
 - Limiter les pertes de charge dans la distribution de l'air et des fluides (idem supra)
 - Étudier diverses technologies de production de chaleur, d'eau chaude sanitaire, d'électricité et de froid (cogen, solaire thermique, photovoltaïque, GF avec tours, ...)
 - Étudier des pertes de charges hydrauliques et aérauliques variées selon les applications (idem supra)

Postulat : la meilleure énergie est celle qui n'est pas consommée.

Ordre du jour

- Marché Auteurs de Projet
- **Enveloppe**
- Eclairage
- Ventilation
- Production
 - Production de froid
 - Production de chaud
 - Production combinée
 - Régulation
 - Géothermie
 - Marché sous forme d'appel d'offre

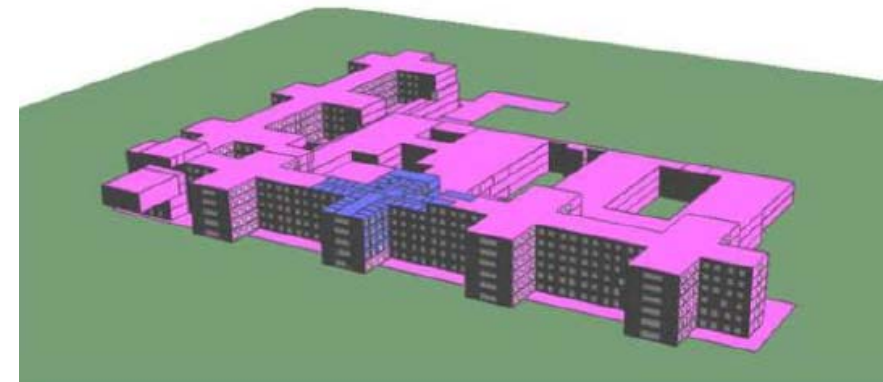
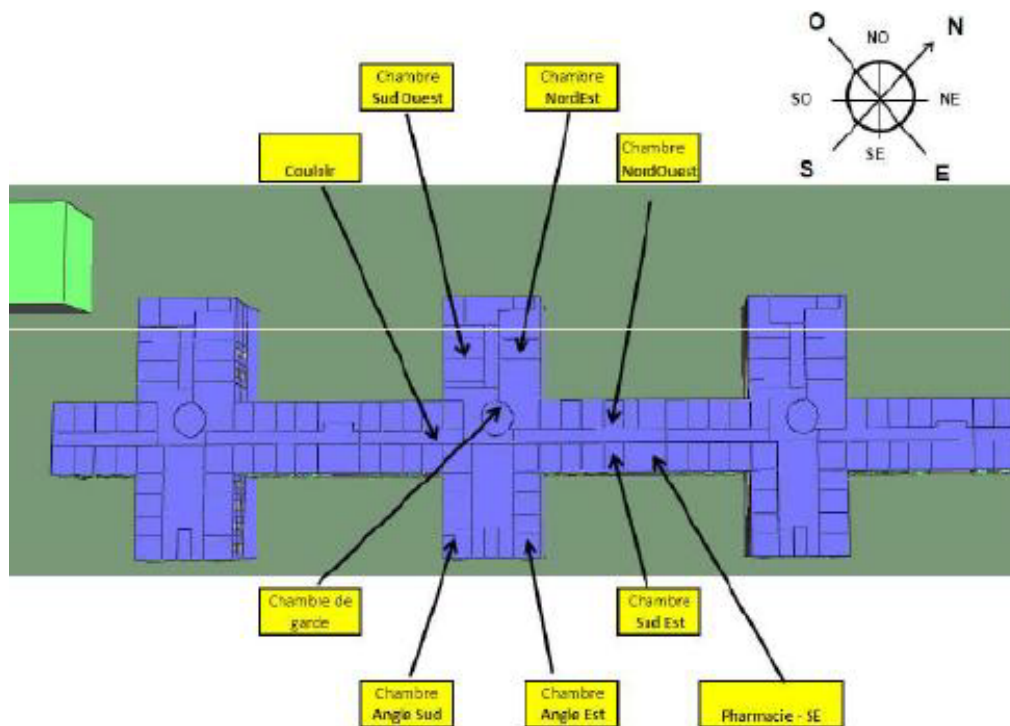


Concept énergétique (enveloppe)

Simulation dynamique du bâtiment

Zonage énergétique réalisé en fonction des utilisations

Simulations réalisées pour 3 types d'enveloppes avec indications des besoins en chaud et vérification des surchauffes dans des locaux types

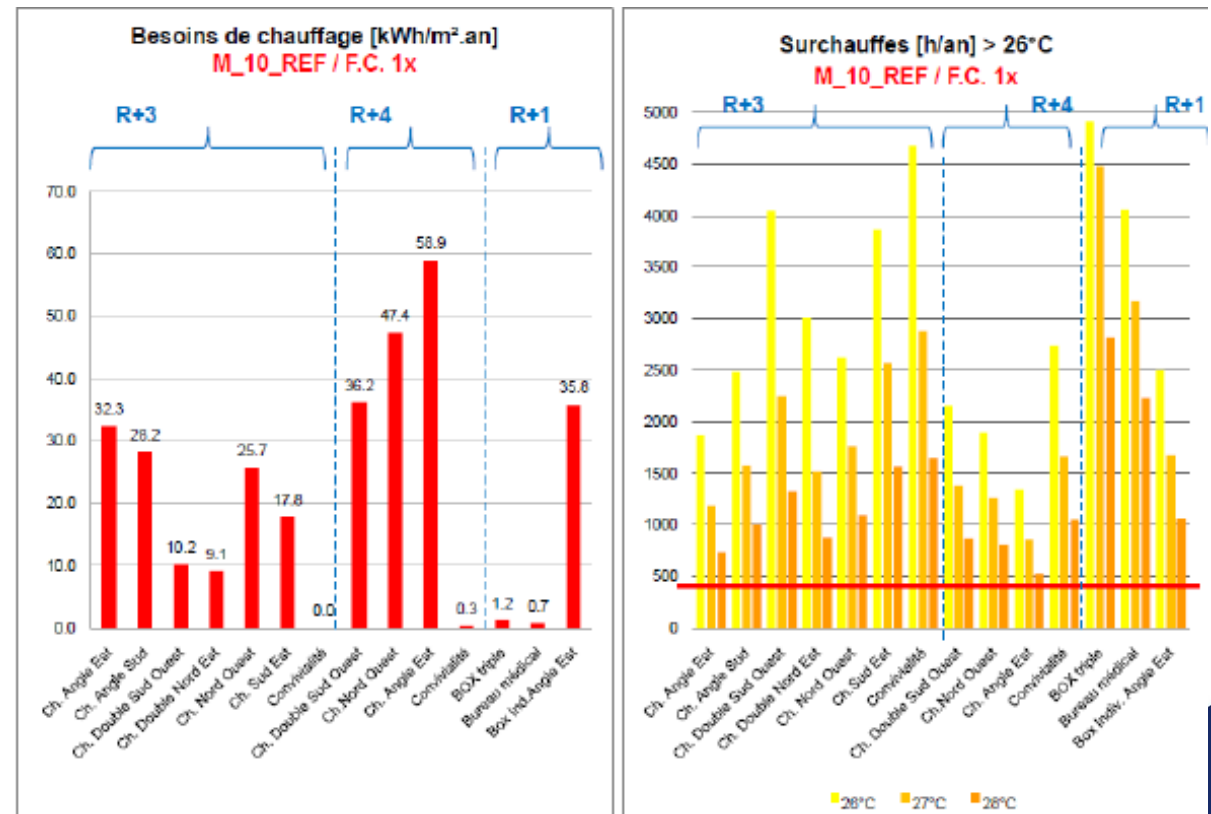
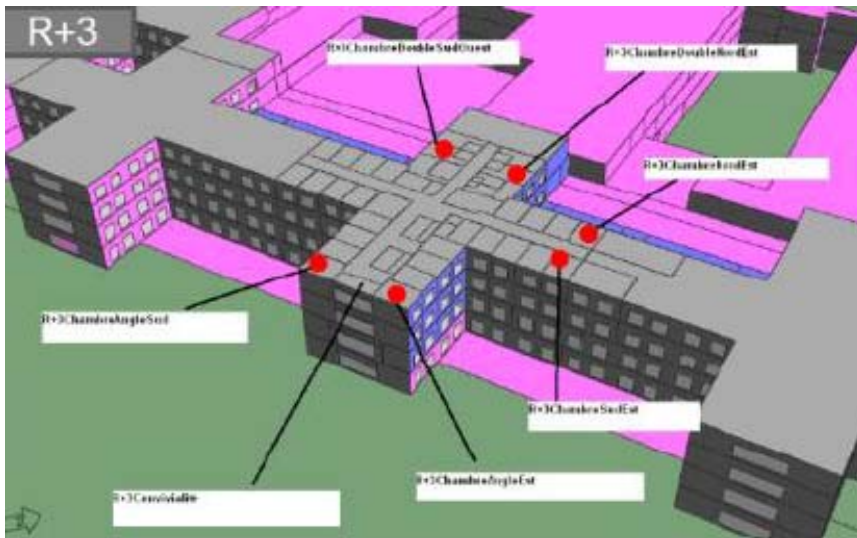


Détails des caractéristiques des parois

	PEB	BE	TBE
PAROIS DE LA SUPERFICIE DE DEPERDITION	Uj [W/m2K]	Uj [W/m2K]	Uj [W/m2K]
Fenêtres, tabatières, coupoles et autres parois translucides	2.6	1.4	1
Portes extérieures y compris porte de garage	2.9	2	1.5
Murs extérieurs, façades	0.4	0.3	0.25
Toitures (plates, inclinées, ...) ou plafonds supérieurs en-dessous des espaces non protégés	0.3	0.3	0.25
Planchers en contact avec l'ambiance extérieure	0.6	0.4	0.3
planchers au-dessus d'espace voisins non à l'abri du gel			
Planchers au-dessus d'espaces voisins à l'abri du gel (caves)	0.4	0.3	0.25
Plancher sur sol	0.4	0.3	0.25
Murs extérieurs en contact avec le sol (murs enterrés)	0.6	0.3	0.25
Parois et portes intérieures en contact avec des espaces non à l'abri du gel	1	1	1
Parois et portes intérieures en contact avec des espaces à l'abri du gel (caves)	1	1	1

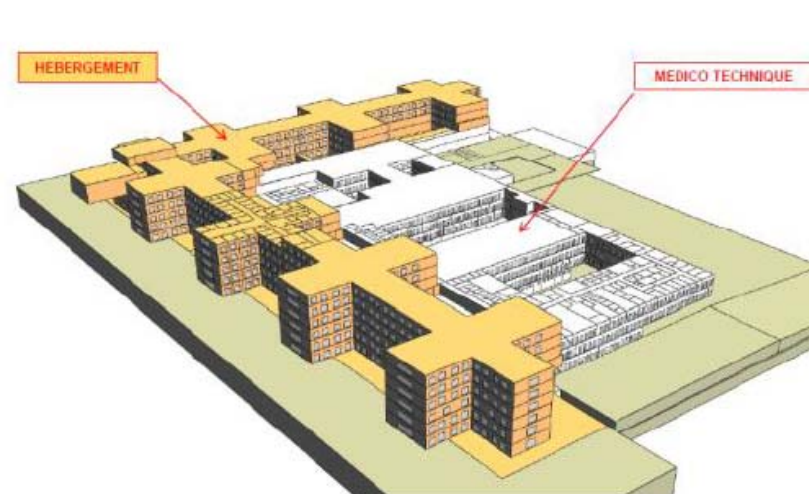
Concept énergétique (enveloppe BE)

- Optimisations du bâtiment avec plusieurs critères et simulations : g vitrage, protections solaires (actives, passives), débits de ventilations, free-cooling, régime de fonctionnement, ...
- Pour différents locaux témoins, calculs des besoins en énergie et des surchauffes
- Objectif : ne pas dépasser 26°C plus de 5% de l'année ou 438 heures/an



Concept énergétique (enveloppe BE)

- Travail dans le médico technique par zonage et calcul des besoins en chaud et en froid



Concept énergétique (enveloppe BE)

- L'étude se base sur trois niveaux d'isolation du bâtiment avec comme alternatives :
 - Une version niveau PEB avec un coefficient : $35 < K < 40$,
 - Une version basse énergie avec un coefficient : $25 < K < 35$,
 - Une version très basse énergie avec un coefficient : $K < 25$.
- L'étude se base sur trois niveaux d'étanchéité du bâtiment avec comme alternatives :
 - Une version niveau PEB avec une étanchéité de : 4 vol/hr sous 50 Pa,
 - Une version basse énergie avec une étanchéité de : 2 vol/hr sous 50 Pa,
 - Une version très basse énergie avec une étanchéité de : 0.6 vol/hr sous 50 Pa.
- Sélection faite pour étanchéité **1 vol/hr sous 50 Pa**,
- Version basse énergie avec **$K = 28$ (consommation < 40 kWh/an/m²) => final $K = 30$**
- **Les surchauffes ne sont gérables que par un refroidissement actif.**

Ordre du jour

- Marché Auteurs de Projet
- Enveloppe
- **Eclairage**
- Ventilation
- Production
 - Production de froid
 - Production de chaud
 - Production combinée
 - Régulation
 - Géothermie
 - Marché sous forme d'appel d'offre



Eclairage

- Définir des besoins en intensité lumineuse en lien avec l'activité
 - Ne pas faire des couloirs à 500 lux,
 - Ne pas choisir le luminaire de 40 W au lieu du 30 W car le même prix,
 - Ne pas mettre une dalle 60 x 60, ou spot toutes les 3 dalles,
 - En fonction des luminaires choisis, vérifier les calculs, ne pas hésiter à changer le nombre de luminaires.
- Imposer des objectifs clairs aux BE et entreprises :
 - Exiger des Dialux pour tout,
 - Imposer des limites W/m²/100 lux, ces valeurs ont fortement changées sur 10 ans :
 - < 1,10 W/m²/100 lux pour des bureaux,
 - < 1,30 W/m²/100 lux pour des couloirs.
- Sélectionner des couleurs claires pour les parois :
 - Impact jusque 20 %.

Eclairage

- Ne pas nécessairement s'arrêter au prix du luminaire :
 - Parfois 15 % plus cher mais on en met 3 au lieu de 4 dans le même local,
- Mettre des détecteurs de présence ou dimmer :
 - Utility sale et propre, sanitaires, ...
 - Attention néanmoins à ne pas mettre un détecteur pour un spot !
 - Cabines salle imagerie sur réseau salle,
 - Cabines sanitaires sur détecteur dans le sas du sanitaire (attention à la temporisation).

Eclairage

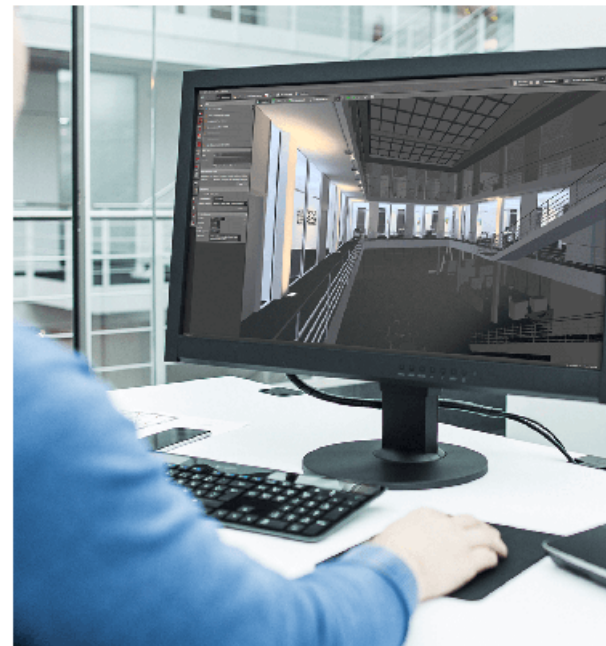
- <https://www.dial.de/fr/software/dialux/telechargement/>

Téléchargement de DIALux

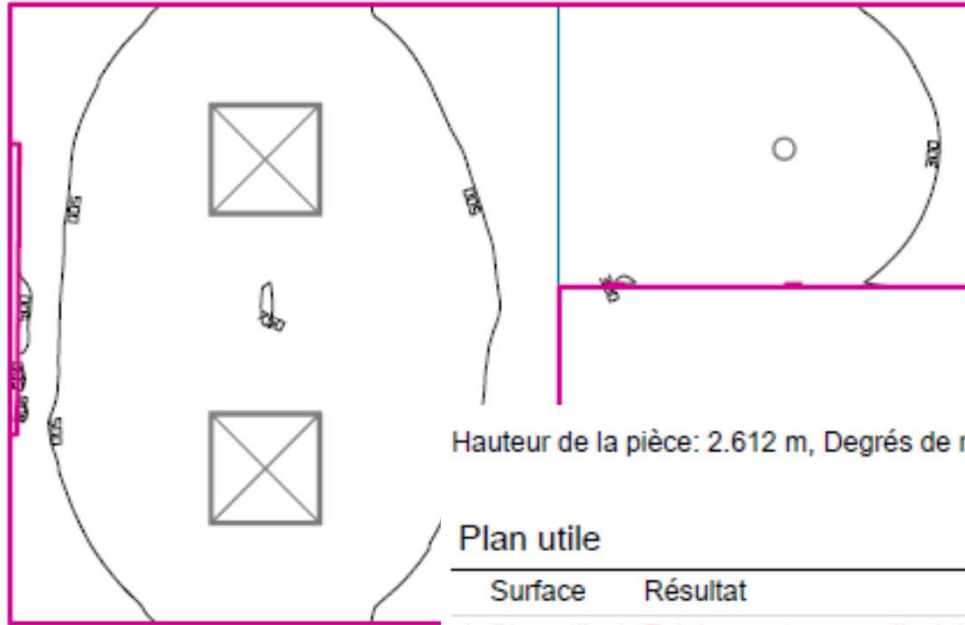
Etude d'éclairage professionnel avec DIALux.

Grâce à ce logiciel gratuit, vous pouvez concevoir, calculer et visualiser des études d'éclairage très professionnellement local simple Étages complets, bâtiments et scènes d'extérieur.

	DIALux evo 7.1	DIALux 4
Bâtiments complets	✓	
Conception de local simple	✓	✓
Interaction entre les scènes d'extérieur et d'intérieur	✓	
Éclairage public	✓	✓
Lumière du jour	✓	✓
Systèmes de gestion en lumière du jour	✓	
Éclairage de sécurité		✓



Eclairage



Hauteur de la pièce: 2.612 m, Degrés de réflexion: Plafond 70.0%, Murs 44.4%, Sol 61.2%, Facteur de maintenance: 0.80

Plan utile

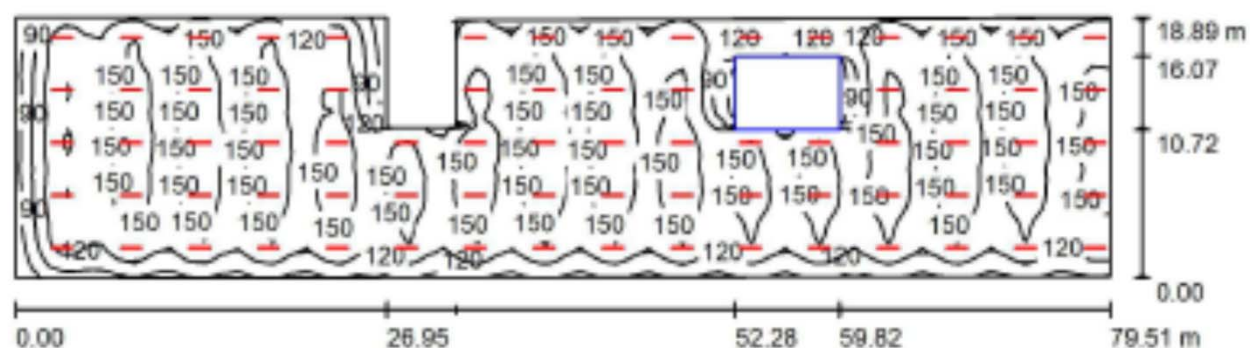
Surface	Résultat	Moyenne (Consigne)	Min	Max	Min/moyen	Min/Max
1 Plan utile 1	Eclairage perpendiculaire [lx] * Hauteur: 0.800 m, Marge: 0.000 m	407 (500)	111	653	0.27	0.17

Hauteur de la pièce: 2.612 m, Degrés de réflexion: Plafond 70.0%, Murs 68.0%, Sol 61.2%, Facteur de maintenance: 0.80

Plan utile

Surface	Résultat	Moyenne (Consigne)	Min	Max	Min/moyen	Min/Max
1 Plan utile 2	Eclairage perpendiculaire [lx] * Hauteur: 0.800 m, Marge: 0.000 m	516 (500)	217	751	0.42	0.29

Zone type Stationnement et circulation HSP 3,15m / Résumé



Hauteur de la pièce: 3.150 m, Hauteur de montage: 3.150 m, Facteur de maintenance: 0.85

Valeurs en Lux, Echelle 1:500

Surface	ρ [%]	E_{moy} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$E_{\text{min}} / E_{\text{moy}}$
Plan utile	/	137	40	177	0.291
Sol	10	134	1.45	178	0.011
Plafond	30	22	1.98	170	0.088
Murs (8)	30	78	19	338	/

Plan utile:

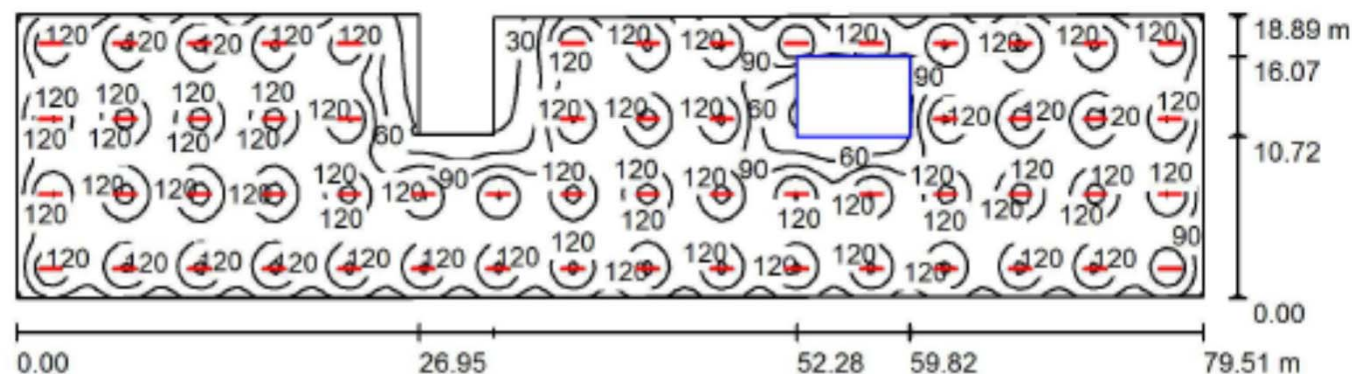
Hauteur: 0.000 m
 Trame: 128 x 64 Points
 Zone périphérique: 0.000 m

Liste de luminaires

N°	qté.	Désignation (Facteur de correction)	Φ (Luminaire) [lm]	Φ (Lampes) [lm]	P [W]
1	78	TRILUX Olexeon 1500 B 4000-840 PC ET (1.000)	3700	3700	31.0
Total:			281178	281200	2356.0

Puissance installée spécifique: 1.62 W/m² = 1.18 W/m²/100 lx (Surface au sol: 1451.98 m²)

Zone type Stationnement et circulation REVISION 4 LIGNES / Résumé



Hauteur de la pièce: 2.800 m, Hauteur de montage: 2.800 m, Facteur de maintenance: 0.85

Valeurs en Lux, Echelle 1:569

Surface	ρ [%]	E_{moy} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{moy}
Plan utile	/	108	16	164	0.146
Sol	10	105	0.89	164	0.008
Plafond	30	17	1.05	166	0.063
Murs (8)	30	59	11	115	/

Plan utile:

Hauteur: 0.000 m
 Trame: 128 x 64 Points
 Zone périphérique: 0.000 m

Liste de luminaires

N°	qté.	Désignation (Facteur de correction)	Φ (Luminaire) [lm]	Φ (Lampes) [lm]	P [W]
1	58	TRILUX Olexeon 1500 B 4000-840 PC ET (1.000)	3700	3700	31.0
			Total: 214583	Total: 214600	1798.0

Puissance installée spécifique: 1.24 W/m² = 1.14 W/m²/100 lx (Surface au sol: 1451.98 m²)

Eclairage



- **Economie annuelle** : +/- 5.500 euros/an, 07h30 => 20h00,
- **Economie installation** : -20% => +/- 22.000 euros.

Ordre du jour

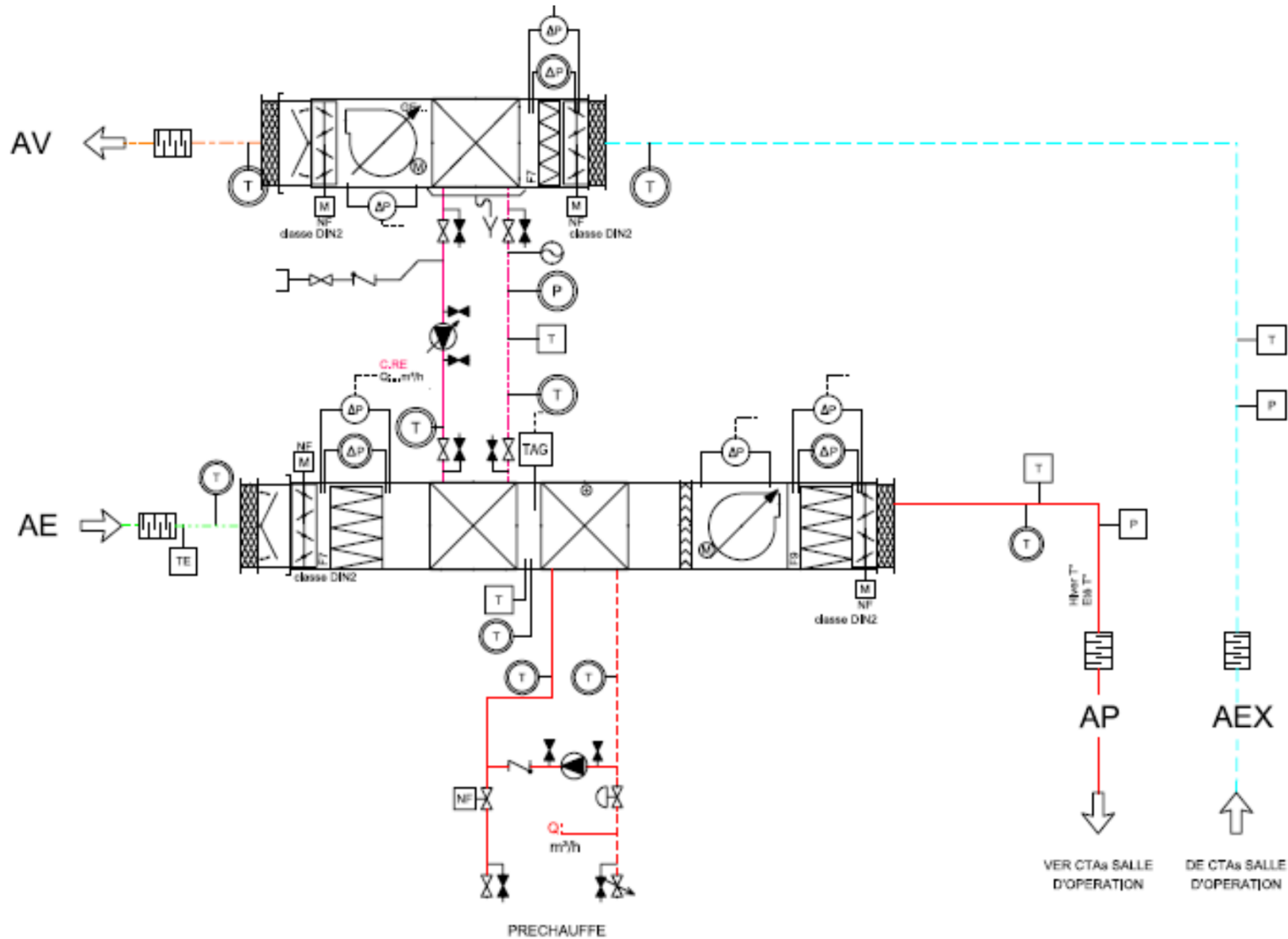
- Marché Auteurs de Projet
- Enveloppe
- Eclairage
- **Ventilation**
- Production
 - Production de froid
 - Production de chaud
 - Production combinée
 - Régulation
 - Géothermie
 - Marché sous forme d'appel d'offre



Ventilation

- ERP 2018 couvre la plupart des critères des CTA et des réseaux :
 - perte de charge et vitesses en gaine (attention impact gros œuvre),
 - rendement récupérateur,
 - rendement ventilateur.
- Dimensionner les débits au plus juste :
 - attention aux demandes PEB, hygiène et RGPT.
- Régulation :
 - régulation des registres en fonction de sondes CO₂, pour certaines zones (vestiaires, salles de réunion, amphithéâtre, ...),
 - humidification et/ou déshumidification => **vaut une réunion spécifique,**
 - ralenti de nuit avec relance (bloc opératoire, ...) => **vaut une réunion spécifique.**

Ventilation (prétraitement BO)



Ordre du jour

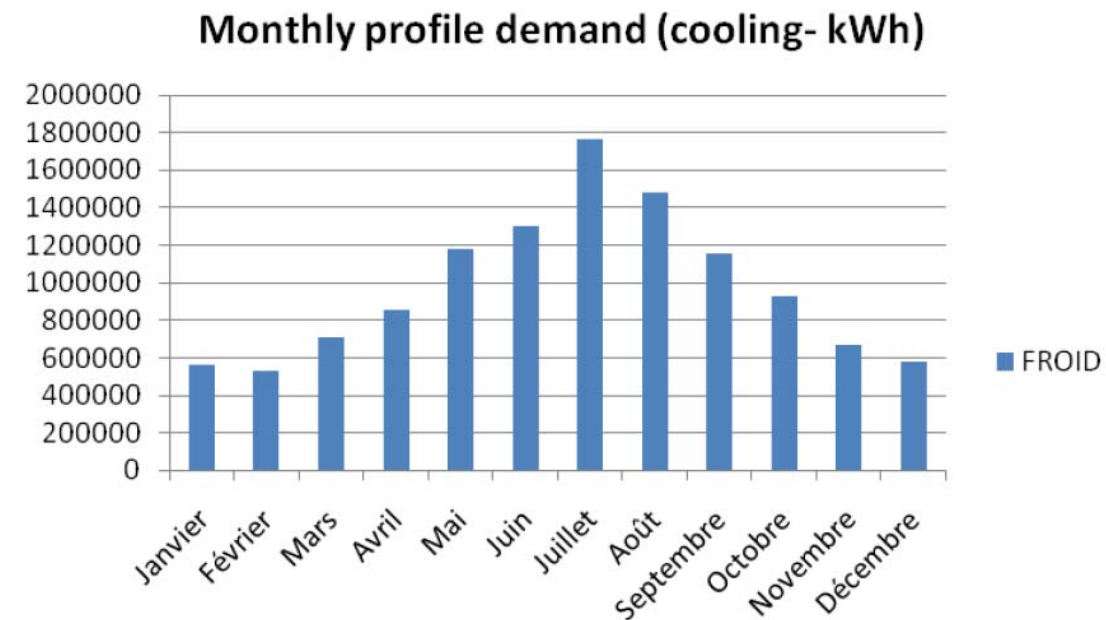
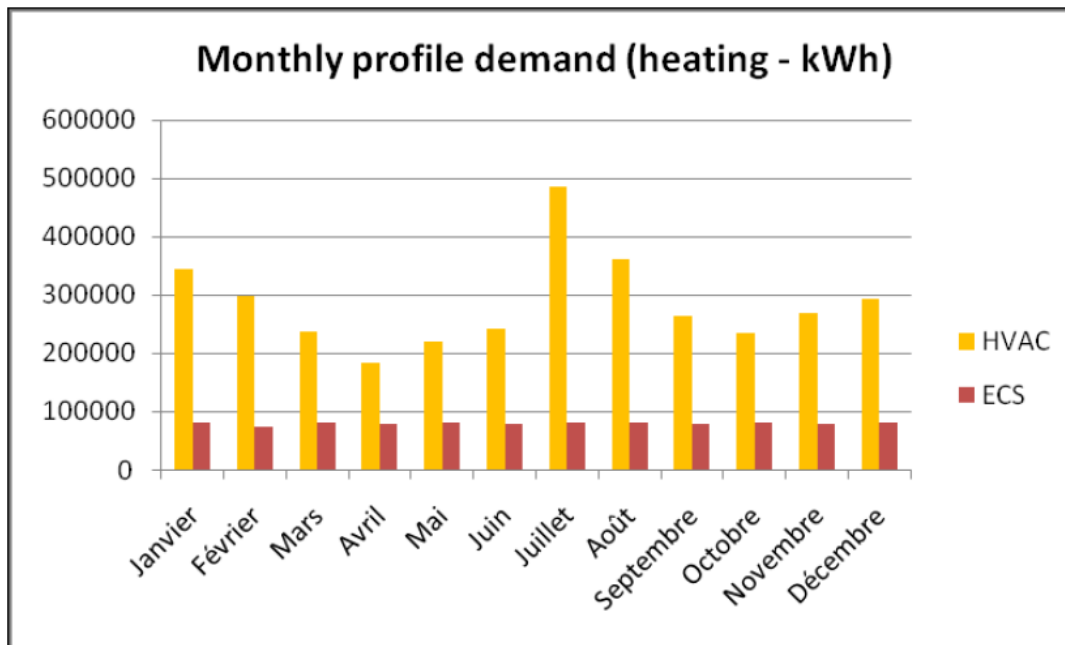
- Marché Auteurs de Projet
- Enveloppe
- Eclairage
- Ventilation
- **Production**
 - Production de froid
 - Production de chaud
 - Production combinée
 - Régulation
 - Géothermie
 - Marché sous forme d'appel d'offre



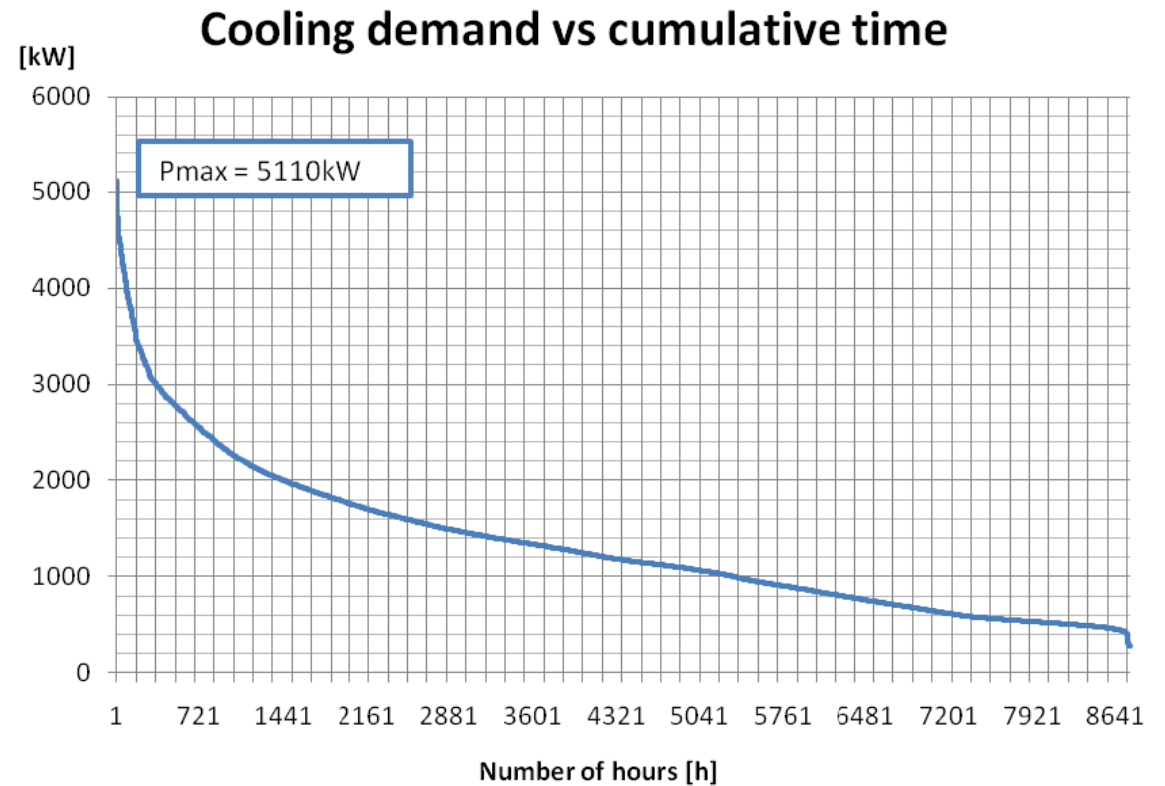
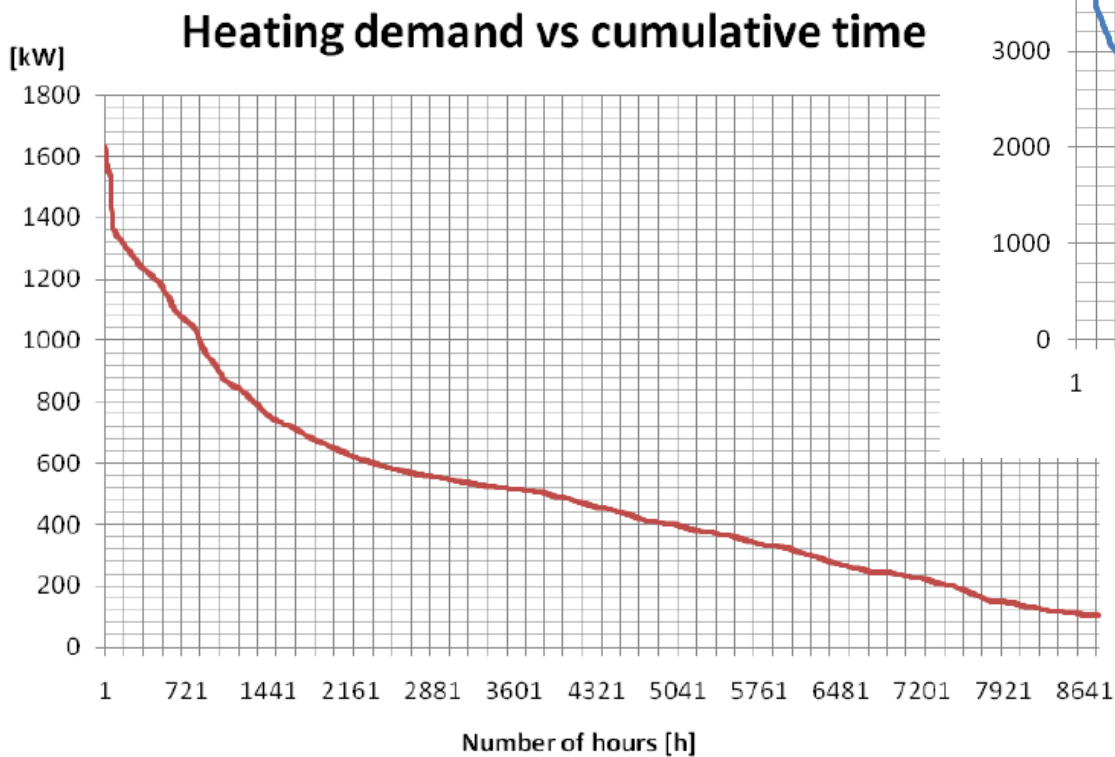
Production : besoins globaux

Aux besoins énergétiques, pour le respect des consignes de confort, viennent s'ajouter les besoins techniques : matériel médical, salles informatiques, ...

- Chaud : 3 431 MWh/an (chauffage) + 962 MWh/an (ECS),
- Froid : 11 724 MWh/an

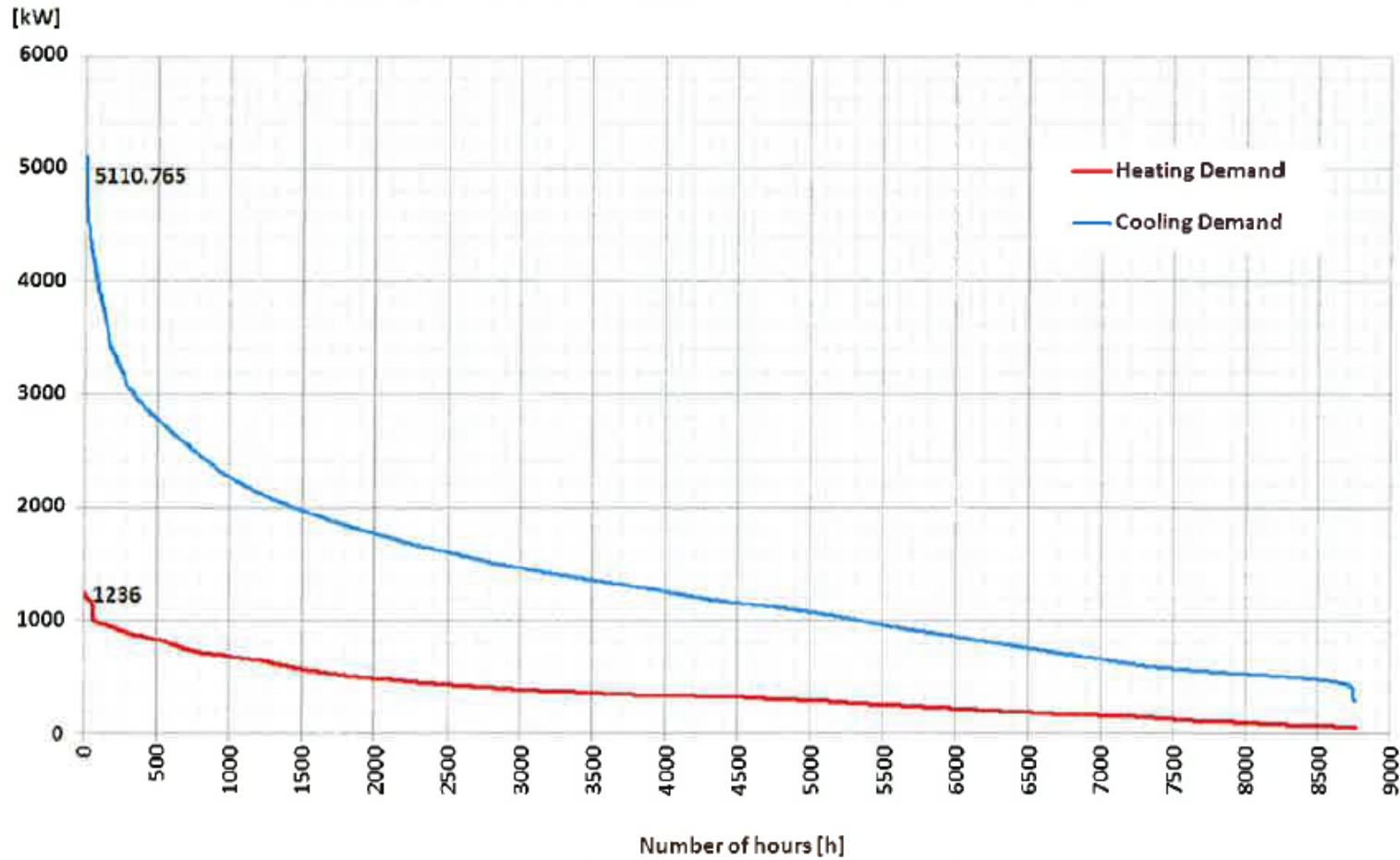


Production : besoins globaux



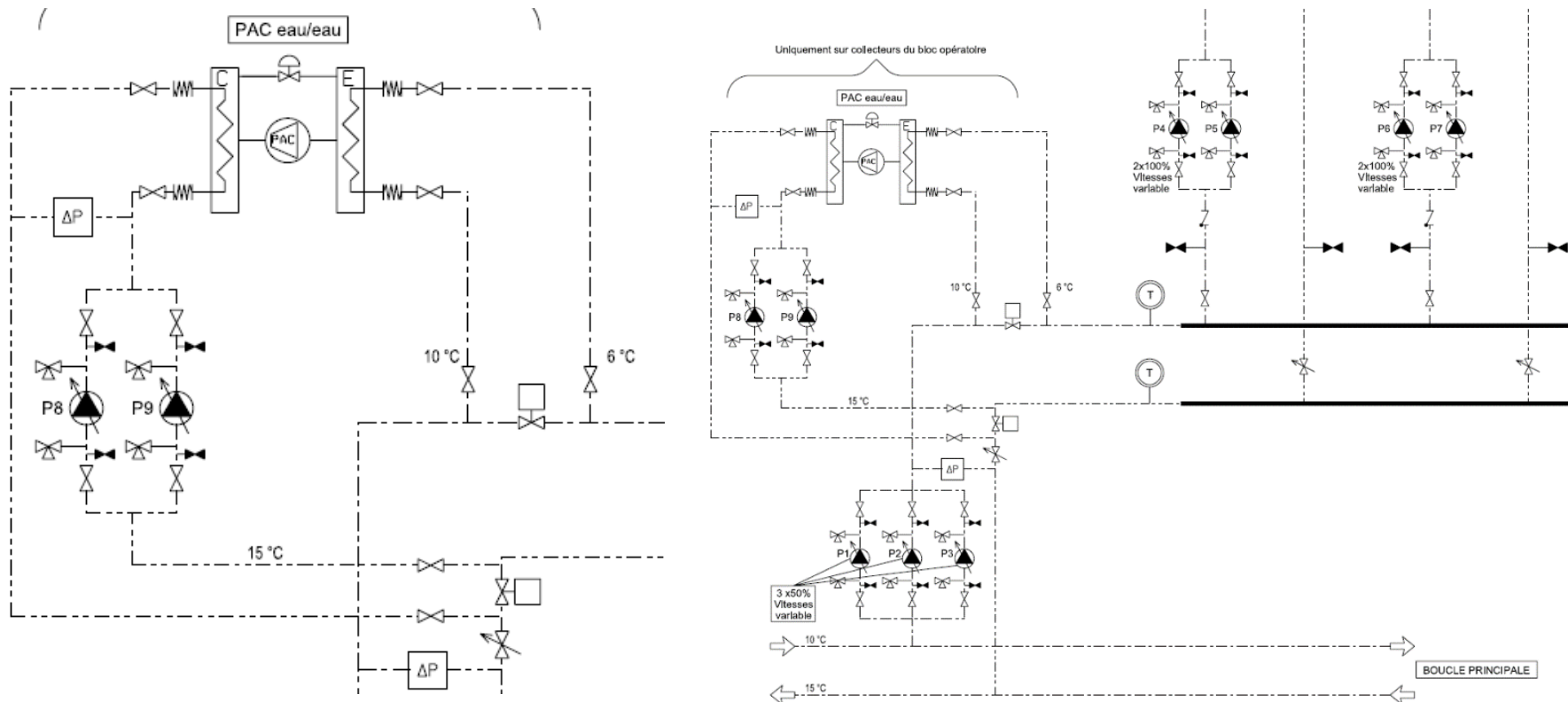
Production : besoins globaux

Heating & Cooling Demands vs cumulative time



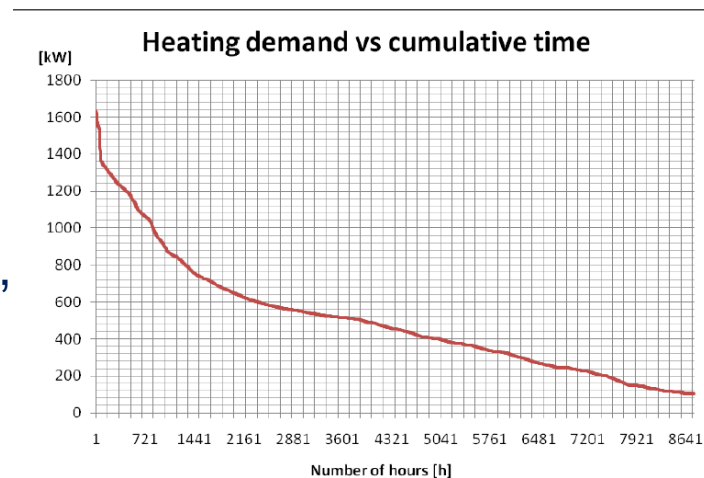
Production de froid

- Production d'eau glacée en régime 9/14°C au lieu de 6/12°C, permettant un gain de l'ordre de 20% en consommation électrique des groupes de froid,
 - 10 % provenant de l'augmentation de rendement du chiller,
 - 10 % provenant des heures supplémentaires en free chilling (possible jusque 8°C).
- Nécessite la mise en œuvre de pompes à chaleur intermédiaires pour faire un circuit 6/12°C traditionnel pour la déshumidification.



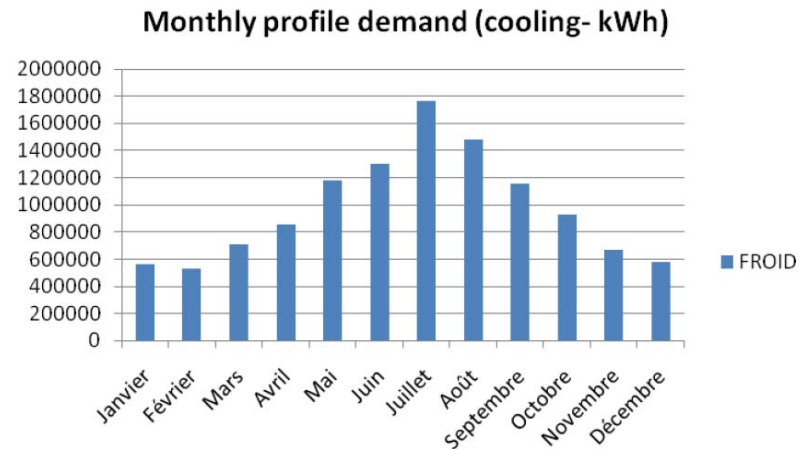
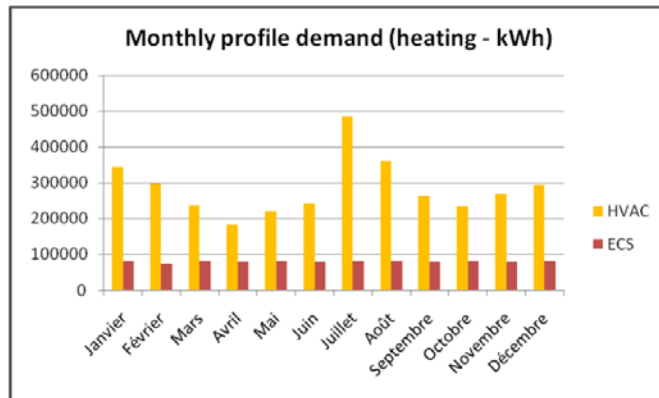
Production de Chaud

- Unités terminales au régime 55/40 °C, y compris toutes les batteries CTA,
- Traitement à la source de la légionnelle permettant une distribution d'eau chaude sanitaire à 45°C au lieu de 60°C,
- Régime de température du chaud (55/40°C vs 80/60), permettant donc le fonctionnement parfait des chaudières à condensation (107% vs 83% de rendement) en toutes saisons,
- Chaudières à condensation pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire,
- Régime de température permet la mise en œuvre de pompes à chaleur,
- Etudes de production alternative :
 - Solaire thermique : => nok,
 - Cogénération : => nok (+/- 350 kWe),
 - Géothermie voir plus loin



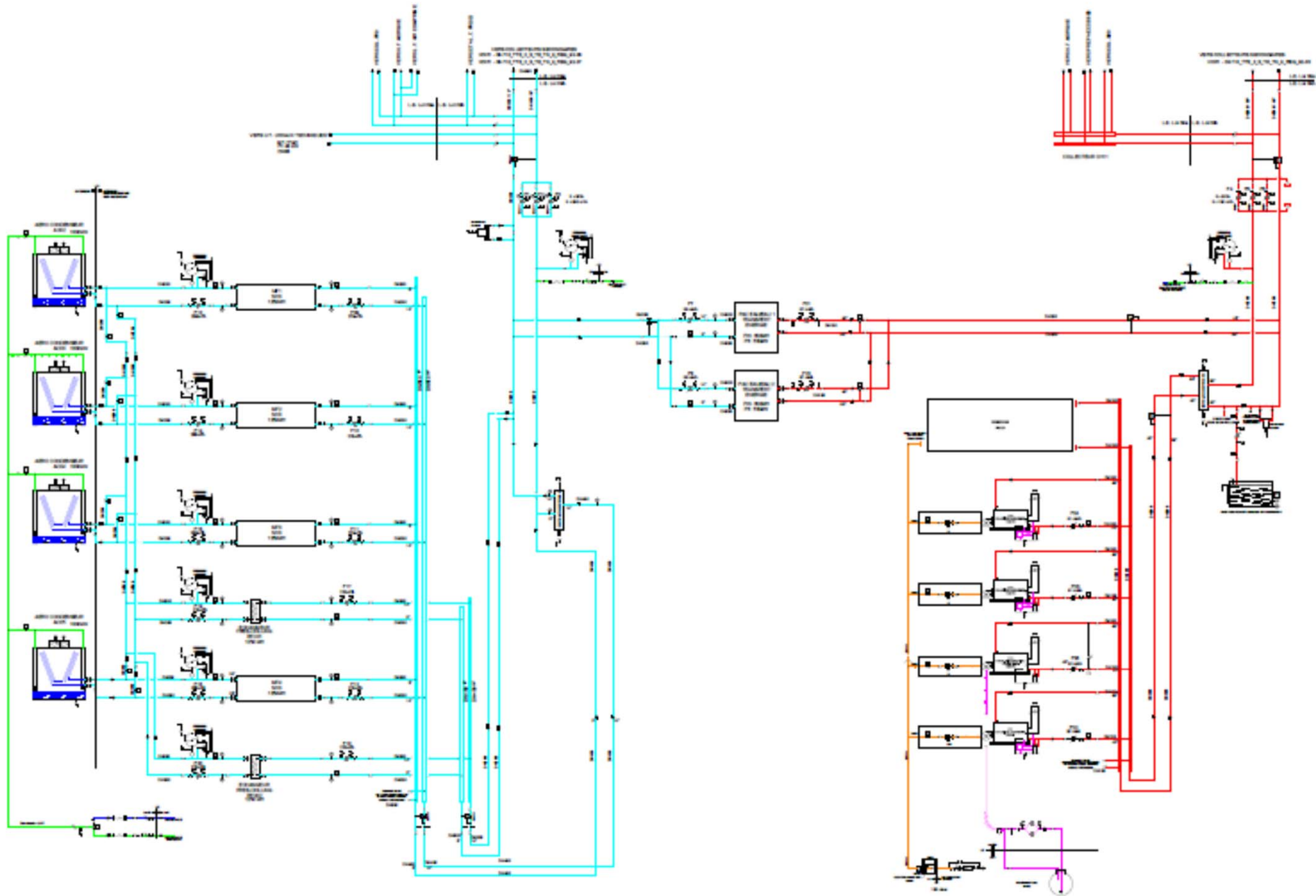
Pompes à Chaleur de Transfert

- Les demandes de chaud et de froid de faibles puissances sont régulièrement simultanées.

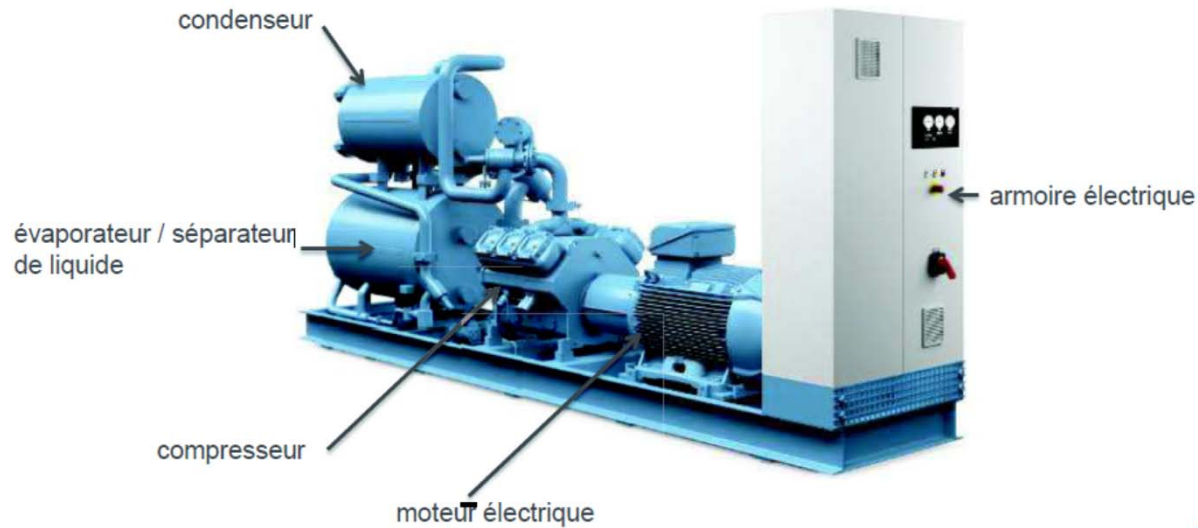


- Donc, au lieu d'évacuer la chaleur des condenseurs des groupes de froid vers l'ambiance extérieure, on la récupère dans le circuit de chauffage à l'aide de pompes à chaleur (avantage régime température 55/40 °C).
- PAC de transfert d'énergie entre le chaud et le froid :
 - réduction de la consommation d'énergie pour le chauffage,
 - réduction de la consommation en électricité pour la production de froid,
 - d'autant que les locaux sont contigus.

Pompes à Chaleur de Transfert



Pompes à Chaleur de Transfert



Capacité de refroidissement	550	kW
EER - Ratio d'efficacité énergétique (ligne)-Groupe complet	3,8	
Consommation électrique totale (charge min)	19	kW
Consommation électrique totale (charge max)	144	kW
Température d'entrée du réfrigérant secondaire	14,0	°C
Température de sortie du réfrigérant secondaire	9,0	°C
Capacité du condenseur	682	kW
Température d'entrée du medium de refroidissement	45,0	°C
Température de sortie du medium de refroidissement	54,0	°C

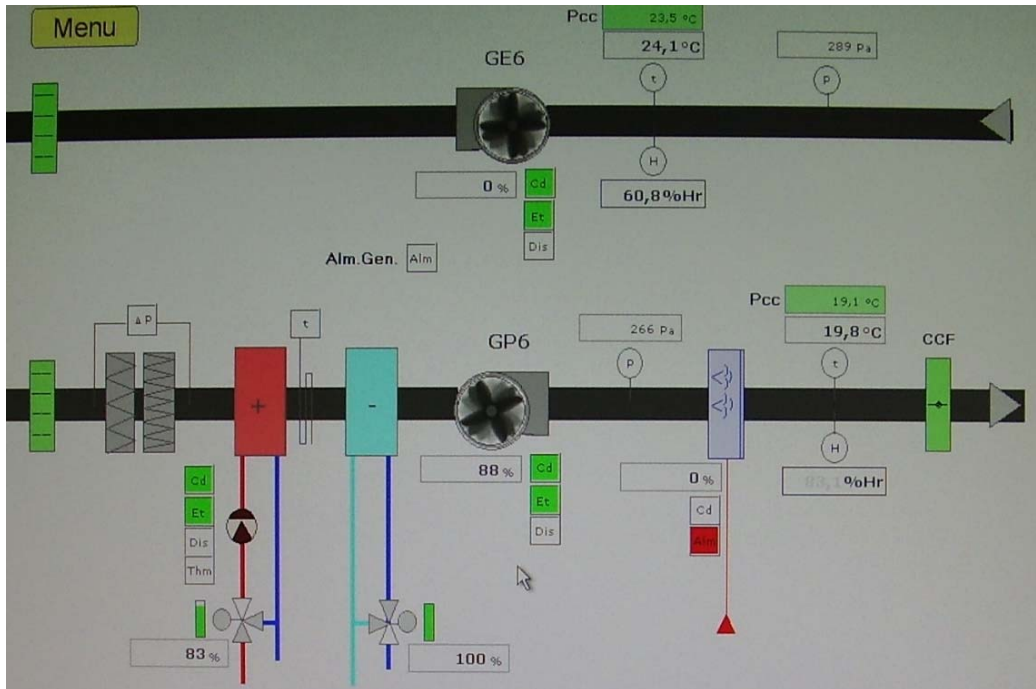
Régulation

- GTC (gestion technique centralisée) pour un suivi correct des installations,
- Détecteur d'ouverture des fenêtres avec arrêt de la climatisation en été,
- Idem chauffage en hiver avec temporisation et relance antigel,
- Définition de plages mortes (min 3°C),
- Analyses fonctionnelles :
 - On veut savoir comment la régulation fonctionne,
 - Permet de découvrir des logiques de destructions d'énergie,
 - Définition des ralentis de nuit, WE, ...
 - Fonctionnement des humidificateurs, plages,
 - Idem pour la déshumidification,
 - BE et entreprises ne sont pas très sensibilisés à la question (surplus de travail et donc manque à gagner),
 - Demande énormément de temps, mais si pas fait durant le projet cela ne sera jamais rectifier durant toute la durée de vie des équipements.

Il ne sert à rien d'avoir des équipements à la pointe si la programmation de la régulation n'est pas du même niveau.

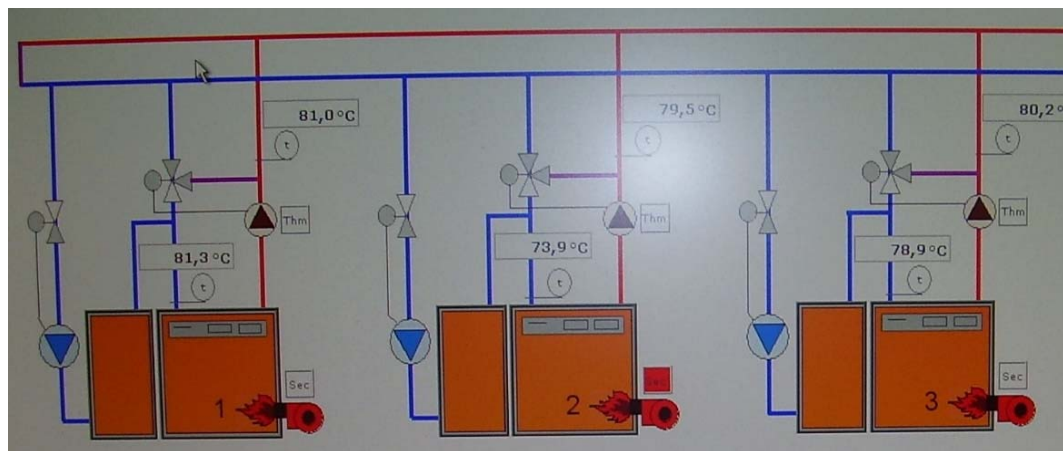
Régulation

Etage fermé mais consigne non corrigée.



Demandes de chauds	
Radiateurs	
C1 Rad Gériatrie :	37,3 °C
C2 Rad Polyclinique :	37,3 °C
C3 Rad Clinique :	37,3 °C
C4 Rad Villa :	37,3 °C
C5 Rad Communs :	37,3 °C
CSC5 Rad + Vent -1, 0 :	37,3 °C
CSC3 Ventil 1,2,3 :	37,3 °C
CSC2 Rad Galeries :	37,3 °C
Départs chauds	
CPC2 Aile droite :	40,0 °C
CPC3 Aile gauche :	40,0 °C
CPC4 Aile centrale :	37,3 °C
CSC4 Batt Gp's + Aéro :	90,0 °C
Eau chaude sanitaire :	5,0 °C
Sas Ambulances :	37,3 °C

28 août 2009 !!



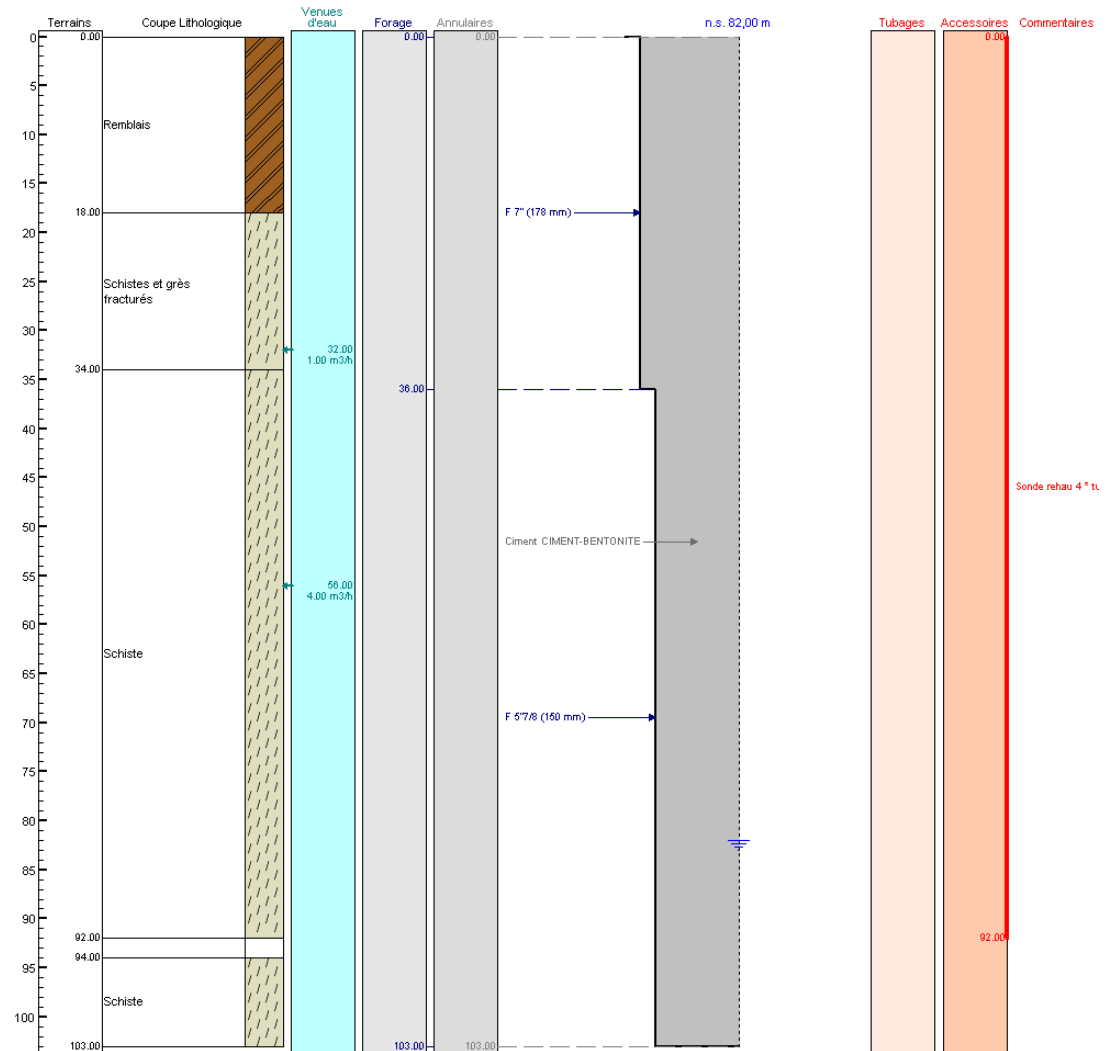
Sonde température non raccordée => régl. lit 0°C dans le local.

Régulation - comptage

- **Pour l'exploitation future utilisation d'un logiciel de gestion énergétique**
- **Installation de nombreux compteurs électriques et thermique :**
 - Électrique départs de > 100 kVA
 - Calorimètre sur tous les ballons ECS,
 - Calorimètre sur les départs de la production de chaud et de froid,
 - Intégration consommation gaz depuis la cabine GRD.
- **Ecrans spécifiques gestion énergétique et GTC :**
 - Ecran des demandeurs en chaud et froid,
 - Courbe signature énergétique avec alarmes,
 - Compteurs d'eau avec alarmes si cons. anormales,
 - Rendements chaudières, GF.

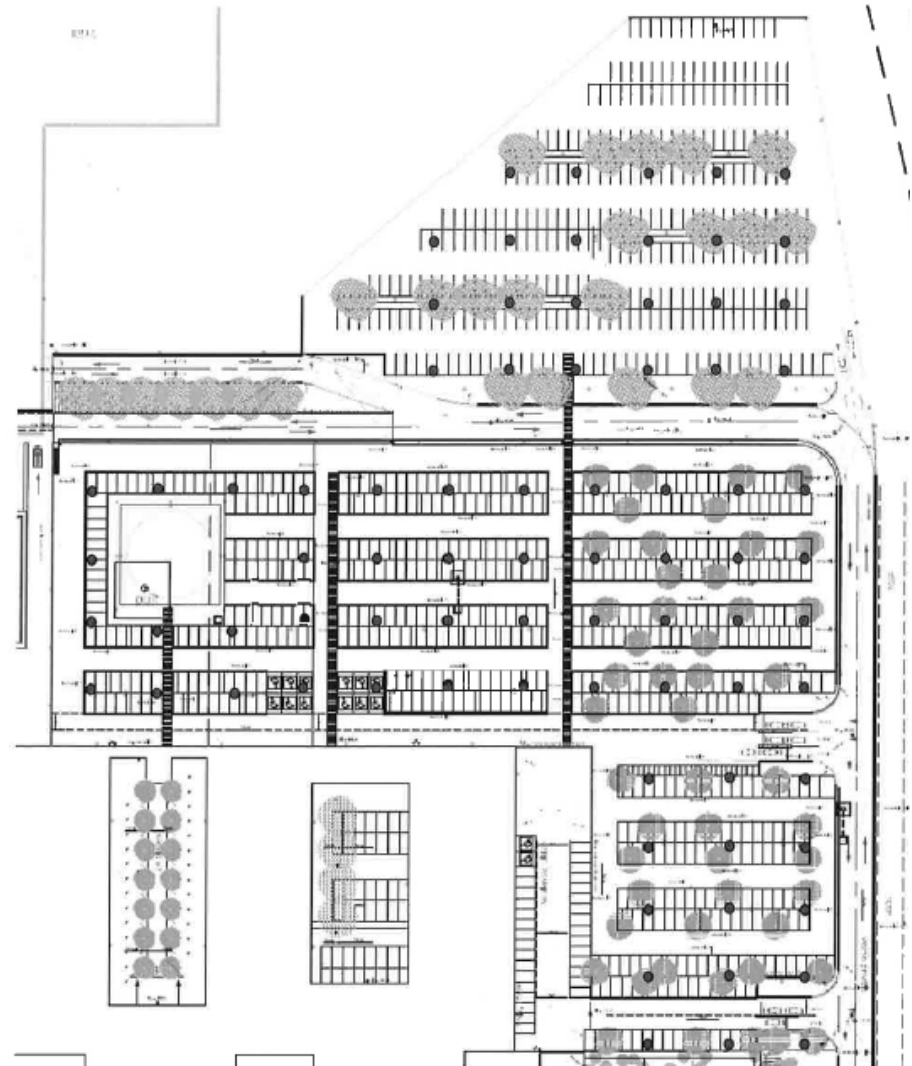
Géothermie : Test de Réponse Thermique

- Contexte Géologique du Site:
 - ✓ de 0 à 18 m : remblais ;
 - ✓ de 18 à 34 m : grès et schistes fracturés (Houiller) ;
 - ✓ de 34 à 92 m : schistes (Houiller) ;
 - ✓ de 92 à 94 m : ancienne galerie de mine remblayée ;
 - ✓ de 94 à 103 m : schistes.



Géothermie : Test de Réponse Thermique

- Implantation sur le Site :
 - ✓ Limitée au zone de parking aérien,
 - ✓ Profondeur utile de max. 75 m,
 - ✓ Espacement défini par calcul (EED3.0 Earth Energy Designer) entre les forages de 16 m,
 - ✓ Puissance utile du champ total limitée de ce fait à 100 kW,
 - ✓ L'utilisation quasi exclusive en froid avec création d'un déséquilibre du sol,
 - ✓ Non rentable,



Marché Production en appel d'offre

- **Chaud :**
 - Rapport entre énergie utile (kWh chaud) sur énergie consommée (gaz + électrique) sur base annuelle,
 - Points attribués = $10 \times (\text{rendement soumissionnaire} - \text{rendement min}) / (\text{rendement max} - \text{rendement min})$,
 - Rapport min à atteindre : 0,95 sous peine d'exclusion.
- **Froid :**
 - Rapport entre énergie utile (kWh froid) sur énergie consommée (électrique) sur base annuelle,
 - Points attribués = $20 \times (\text{rendement soumissionnaire} - \text{rendement min}) / (\text{rendement max} - \text{rendement min})$,
 - Rapport min à atteindre : 3,5 sous peine d'exclusion.
- **Calcul sur base du fichier Excel météo des besoins h par h joint au dossier.**
- **Pénalité égale à trente (30) fois la différence entre les coûts réels et ceux annoncés dans l'offre.**

Marché Production en appel d'offre

	CSC	S1	S2	S3	S4
Chaud	> 0,95	> 4,00	4,00	0,99	0,99
Froid	> 3,5	> 10,0	8,5	3,5	6,2

- Résultats des soumissions au-delà de ce qui était attendu, ils ont mieux optimisé.
- Résultats garantis sur 10 ans.
- Autres avantages :
 - L'entreprise cherche du matériel de qualité et à haut rendement,
 - Travail en partenariat pour optimiser l'installation,
 - Optimisation de la régulation dans l'intérêt de tous.



Questions ou remarques ?

MERCI

