



Cerema

Centre d'études et d'expertise sur les risques,
l'environnement, la mobilité et l'aménagement

Réaliser des économies via la gestion et la régulation

Journée technique du 14 octobre 2014
Actions à faible investissement

Auteure : Lauranne Marcel

Sommaire

- Réflexion sur les contrats de fourniture d'énergie
- Gestion et régulation du chauffage
 - Les organes de régulations
 - Comment économiser de l'énergie grâce à une bonne gestion ?
- Gestion de l'éclairage
- Gestion des autres équipements
- Les outils de gestion du bâtiment
 - GTB

Réflexion sur les contrats de fourniture d'énergie



Optimisation des contrats de fourniture d'énergie

Contexte et enjeux

- Ouverture à la concurrence de la fourniture d'énergie
- Des contrats parfois inadaptés
 - Puissance souscrite trop importante
 - Tarif non adapté aux besoins
- Des économies récupérables par le services pour démarrer un cercle vertueux
 - Beaucoup d'actions à faible investissement dépendent du budget de fonctionnement

Optimisation des contrats de fourniture d'énergie

Différents tarifs

- Tarifs réglementés (en voie de disparition)
 - Opérateurs historiques EDF et GDF
 - Fin du tarif réglementé pour le gaz :
 - Consommation > 200 MWh/an : depuis le 19 juin 2014
 - Consommation > 30 MWh/an : au 1^{er} janvier 2015
 - Fin du tarif réglementé pour l'électricité:
 - Au 31 décembre 2015 pour les puissances > 36 kVA
 - Conclure un nouveau contrat avant l'échéance concernée
- Tarifs libres
 - Prix fixe pendant une période définie
 - Prix indexé sur les tarifs réglementés
 - Critères d'évolution fixés au contrat

Optimisation des contrats de fourniture d'énergie

Quelle puissance souscrire ?

- Le prix de l'abonnement augmente avec la puissance souscrite
 - Ne pas souscrire une puissance trop supérieure aux besoins
 - Un délesteur peut arrêter automatiquement certains appareils lors de pointes (chauffe-eau, chauffage...)

Optimisation des contrats de fourniture d'énergie

Points de vigilance

- Tarifs différents selon les jours / heures
 - Heures creuses, tarif Tempo, effacement des jours de pointe...
 - Vérifier que c'est avantageux pour votre profil de consommation

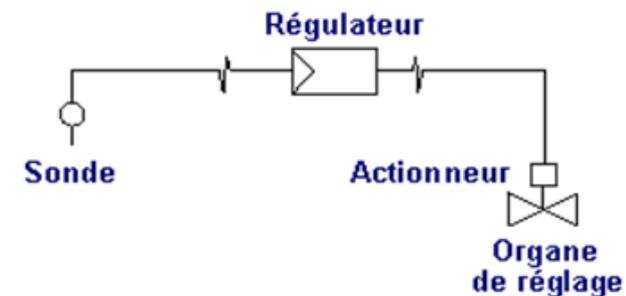
Gestion et régulation du chauffage



Les organes de régulation

La régulation en quelques mots

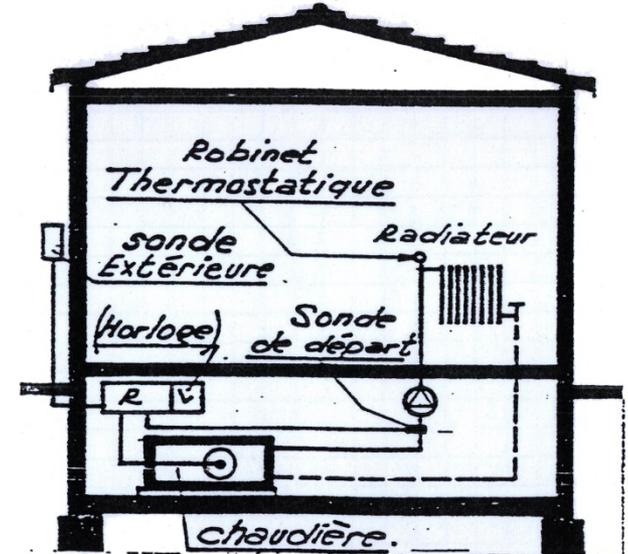
- Objectif : Maintenir constante une grandeur physique
 - Application à la température d'un local
 - Valeur à atteindre = Température de consigne
 - La régulation « ajuste » la puissance en fonction des besoins
- Composition d'une chaîne de régulation :
 - Une **sonde** qui mesure une grandeur physique.
 - Un **régulateur** qui compare la mesure à la consigne.
 - Un **actionneur** qui positionne l'organe de réglage.
 - Un **organe de réglage** qui modifie la «puissance» délivrée.



Les organes de régulation

Différents types de régulation

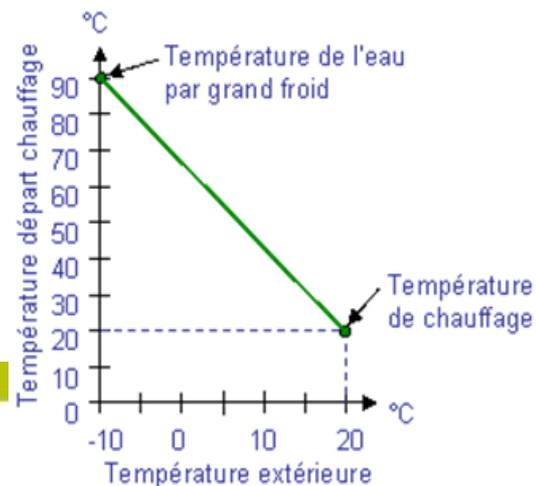
- Régulation centrale
 - Fonction de :
 - Text (sonde extérieure)
 - Tint (thermostat d'ambiance)
 - Programmation centrale du réduct et de la relance
 - Horloge journalière ou hebdomadaire
 - Optimiseur
 - Attention à l'inertie du bâtiment !
- Régulation terminale
 - Pour tenir compte du ressenti de chaque usager
 - Régule plus finement par local / apports internes et externes (zonage thermique)



Les organes de régulation

Courbe de chauffe

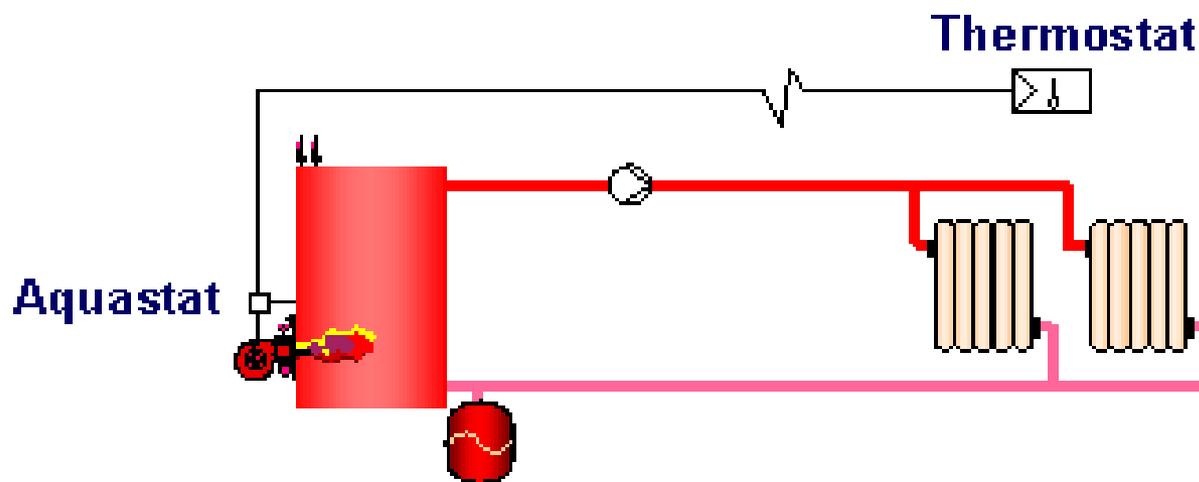
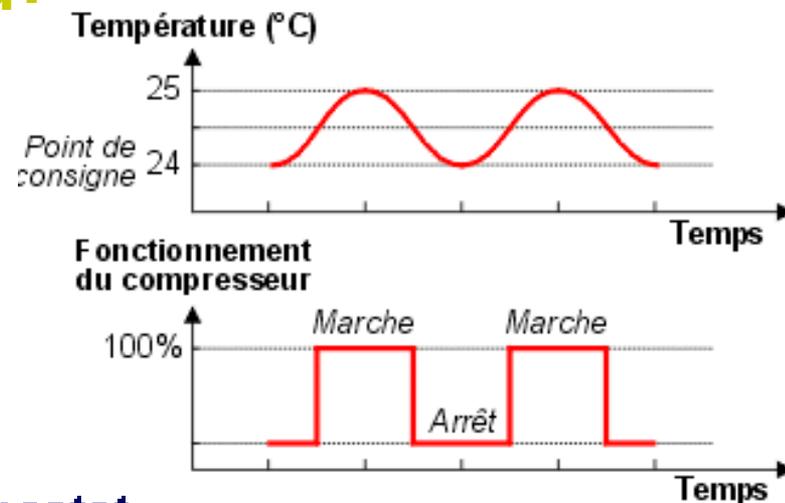
- Régulation proportionnelle du régime chaudière
 - Courbe définie en fonction de $T^{\circ}\text{ext}$ ou de $T^{\circ}\text{retour}$ pour chaque circuit
 - Aussi appelée « Loi de chauffe »
 - Pente en fonction de la consigne, de l'orientation, des déperditions
 - Dépend des caractéristiques du bâtiment et du réseau de chauffage
 - A modifier si évolution de l'un des paramètres (embouage du réseau de chauffage, travaux d'isolation...) ou pour les mi-saisons



Les organes de régulation

Thermostat intérieur

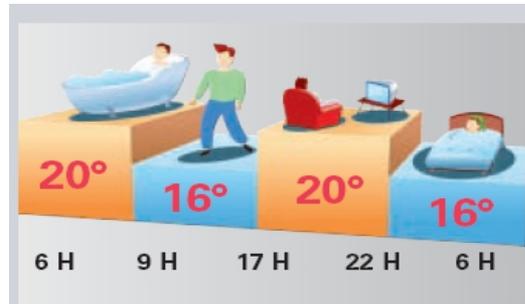
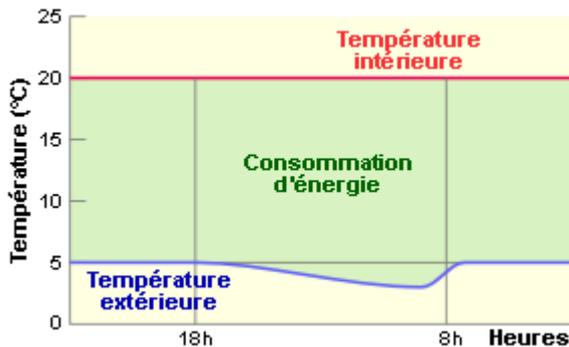
- Régulation en fonction de la température intérieure
 - Généralement en tout ou rien sur les installations anciennes



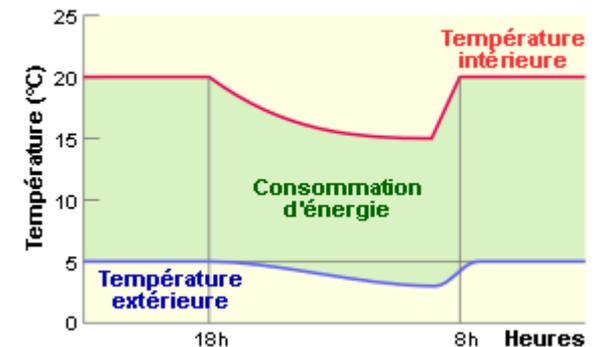
Les organes de régulation

Programmation

- L'horloge journalière ou hebdomadaire :
 - permet d'abaisser la température de consigne, pendant une ou plusieurs périodes de la journée
 - le cycle est journalier (logements) ou hebdomadaire (tertiaire)



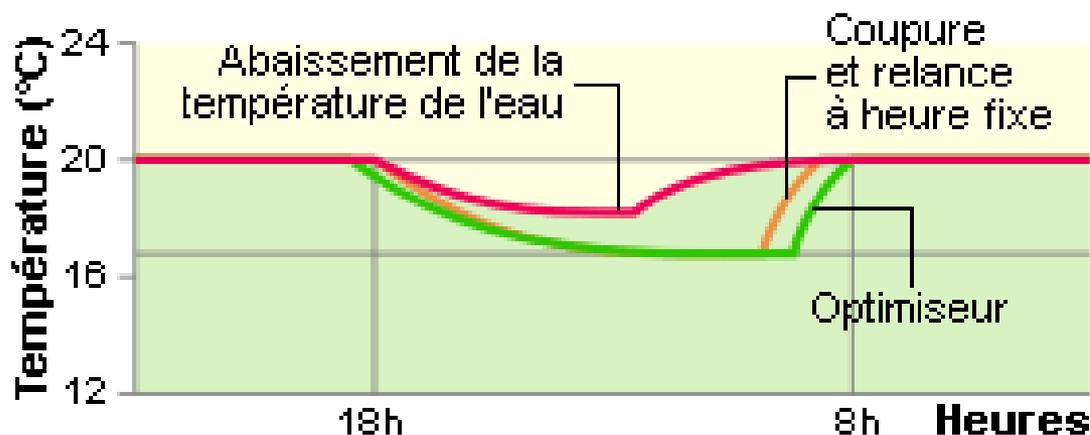
VISSMANN, plaquette « Le guide des nouvelles solutions de chauffage »



Les organes de régulation

Programmation

- Les optimiseurs :
 - Gèrent l'ampleur du ralenti et calculent l'heure de redémarrage en fonction des conditions extérieures



Actions sur la gestion du chauffage

Consignes et sondes

- Penser à mettre à jour les consignes de régulation en fonction des besoins
 - Horaires de fonctionnement du mode réduit
 - Courbe de chauffe
- Le thermostat intérieur doit être situé dans une zone représentative de l'ambiance thermique générale du bâtiment
 - Eviter les circulations, pièces à occupation intermittente, bureaux orientés au sud, proximité d'équipement émetteurs de froid/chaud... ou parois froides
- De même que la sonde extérieure !
 - A protéger des rayons du soleil direct

Actions sur la gestion du chauffage

Arrêts et réduits

- Réflexion sur les Arrêts possibles :
 - OFF chauffage
 - OFF pompes de circulation ou auxiliaires
- Optimisation à la coupure
- Le chauffage dans un bâtiment à inertie importante pourra être coupé alors qu'il y a encore des occupants
- A l'identique : quelle optimisation à la relance ?

Actions sur la gestion du chauffage

Emetteurs

- Remplacer progressivement les robinets des radiateurs par des robinets thermostatiques
 - Meilleur confort pour les occupants
 - Adaptation individuelle
 - Certains robinets thermostatiques coupent automatiquement le chauffage en cas d'ouverture des fenêtres (baisse brutale de la température)
 - L'installation de robinets thermostatiques permet de gagner 5 à 10% sur les consommations de chauffage*
- Attention à l'entretien ! (activer régulièrement)

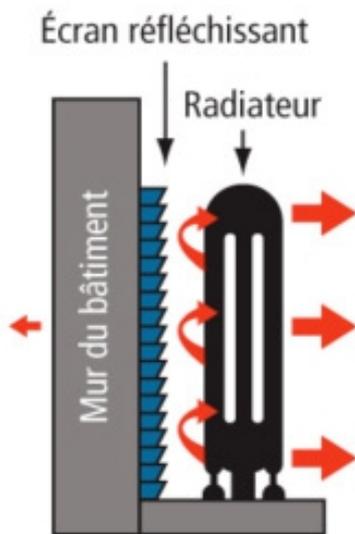


* Manuel du génie climatique – Recknagel

Actions sur la gestion du chauffage

Emetteurs

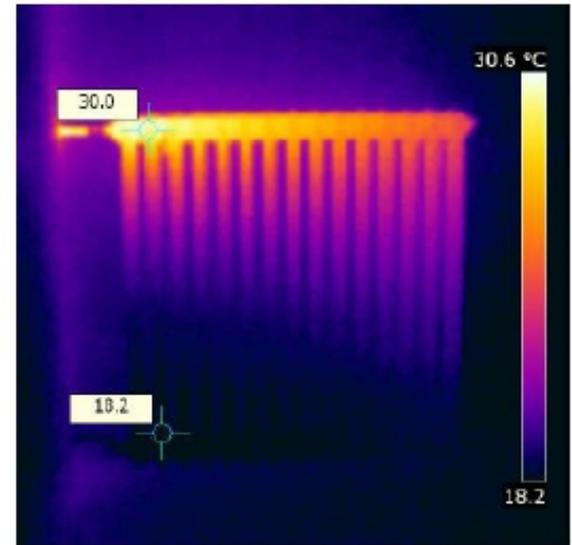
- Vérifier que l'aménagement des locaux n'empêche pas le bon fonctionnement du chauffage
 - Meubles placés devant un radiateur, radiateur encastré dans le mur ou dans des étagères...
- Installer des réflecteurs pour améliorer l'efficacité des radiateurs
 - Réduction de la consommation énergétique du poste chauffage de 5 à 7% (étude CETIAT)



Actions sur la gestion du chauffage

Entretien

- Le désembouage des radiateurs
 - Amélioration de l'efficacité
 - Généralement nécessaire quand le bas du radiateur reste toujours froid
- Equilibrage du réseau de distribution
 - Optimise la distribution du chauffage
 - Chauffage plus homogène dans le bâtiment
- Le calorifugeage des réseaux
 - évite le « chauffage passif » dans les locaux qui n'en ont pas besoin
- Réglage du brûleur
 - Améliore la combustion

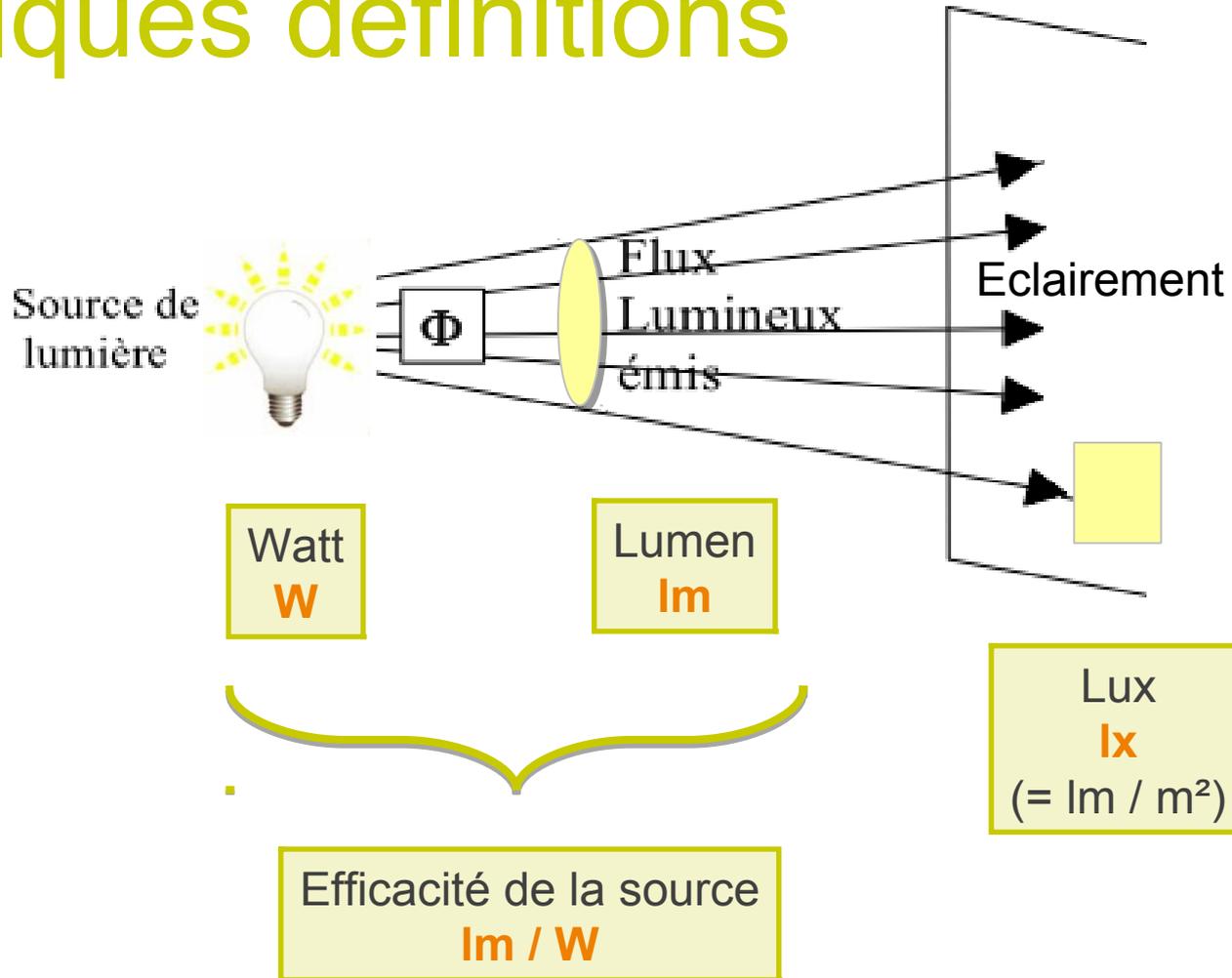


Gestion de l'éclairage



Eclairage

Quelques définitions



Eclairage

Niveaux d'éclairements cibles

- L'éclairage doit être adapté à l'activité
 - (éclairage moyen exprimé en lux)

	Plage de confort	Recommandation de l'AFE	Norme* et réglementation	Choix raisonnable	
				Fond	Tâche
Bureaux	200 à 500	425	500	250	300
Salle de réunion**	100 à 500	425	500	200	400
Accueil, réception	60 à 500	250	300	150	300
Circulations	200 à 500	80 à 250	100 à 150***		

○* Norme NF EN 12464-1 sur l'éclairage des lieux de travail

○** Les besoins d'éclairage varient beaucoup suivant l'activité : projection d'un diaporama, réunion, détente...

○*** La réglementation accessibilité : 100 lux dans les circulations horizontales et 150 lux dans les escaliers

Eclairage

Température de couleur

- Choisir des températures de couleur adaptées
 - Eclairage chaud (< 3000 K)
 - Habitation ou ambiances cosy
 - Niveaux d'éclairage faibles
 - Idéal pour le soir
 - Eclairage froid (3000 à 4000 K)
 - Tertiaires
 - Convient mieux pour un éclairage en journée en complément de la lumière naturelle
 - Niveaux d'éclairage plus importants



*Éclairage de 300 lux
couleur chaude.*



*Éclairage de 300 lux
couleur froide.*

Les différentes lampes

Lampes à incandescence

- Lumière par chauffage d'un filament (effet joule)
- Peu performantes, elles sont peu à peu retirées du marché
- Les lampes halogènes dites « à haute performance » ou « à économie d'énergie » sont des version améliorées des lampes à incandescence
 - Récupération d'une partie de la chaleur
- Leur courte durée de vie demande une maintenance accrue



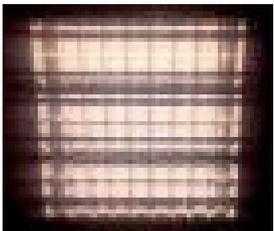
Les différentes lampes

Tubes fluorescents

- T8
 - Tube de diamètre 26mm
- T5
 - Tube de diamètre 16 mm, efficacité supérieure
- Attention ! Tous les ballasts ne sont pas compatibles avec toutes les lampes...
 - Se renseigner auprès du fabricant
- Choix du ballast :
 - Ballast électronique avec préchauffage pour des allumages fréquents (plus d'une fois par jour)
 - Ballast dimmable pour variation d'intensité

Les différentes lampes Ballast électronique ou ferromagnétique ?

- Diagnostic avec un téléphone portable :



- S'il s'agit d'un luminaire électronique, l'image et la lumière des tubes est stable (fréquence $> 20\ 000$ Hz)



- S'il s'agit de ferromagnétique, on voit des palpitations colorées permanentes (fréquence 50 – 60 Hz)

Les différentes lampes

Lampes fluocompactes

- Tubes fluorescents « repliés » pour pouvoir s'adapter aux luminaires classiques
- L'offre s'est améliorée mais il faut rester vigilant sur certains points :
 - Le temps d'allumage varie fortement suivant les marques
 - Seuls certains modèles sont adaptés aux allumages fréquents (détecteur de présence, minuterie...) et aux variations.
 - Elles sont recyclées et doivent être jetées dans un bac de collecte approprié



Les différentes lampes LED

- De nombreux avantages :
 - Leur très longue durée de vie réduit les besoins de maintenance
 - Elles supportent les allumages répétés
 - Elles chauffent peu et sont donc adaptées aux faux plafonds
 - Et bien d'autres : résistance aux chocs et au froid, alimentation en très basse tension, existence de LED de nombreuses couleurs, etc.
- Une technologie en cours de développement...
 - Peu adapté aux forte puissance (il faut alors accoler de nombreuses LED ce qui crée des surchauffes)
 - Attention aux températures de couleurs : les LED actuelles sont de qualité inégales
 - Le flux lumineux est souvent très focalisé, créant des zones sombres
 - Attention aux éblouissements : il est préférable que les LED ne soient pas directement visibles



Les différentes lampes

Comparatif des caractéristiques

Types de lampe	Efficacité lumineuse (lm/W)	IRC	T° de couleur (K)	Durée de vie moyenne (h)	Allumages / extinctions fréquents	Variation de lumière
Lampe à incandescence	12	100	<2700	1000	Oui	Oui
Lampe halogène	25	100	<3200	2000 à 4000	Oui	Oui
Tube fluo T8	65 à 98	80 à 98	2700 à 5400	12000 à 16000	Oui si ballast électronique	Oui si ballast électronique A1 ou A+
Tube fluo T5	75 à 104	85 à 98	3000 à 6000	22000	Oui	Oui si ballast électronique A1 ou A+
Fluo-compacte	40 à 67	> 80	2500 à 4000	8000 à 15000	Non	Non
Lampe LED	40 à 80	70 à 90	2700 à 6500	20000 à 40000	Oui	Oui pour certains modèles

Eclairage

Optimiser la gestion de l'éclairage

- Installer des minuteries (avec ou sans détecteurs de présence)
 - Pour les circulations et les sanitaires
 - Temps d'allumage à optimiser
 - Quelques minutes pour une minuterie simple
 - Quelques secondes après la fin du mouvement pour les détecteurs de présences
 - Possibilité de minuterie intelligente : allumage plus long avec une pression longue
- Allumage/extinction en fonction de la luminosité
 - Attention aux clignotement intempestifs !
- Variation de l'intensité en fonction de la lumière naturelle
 - Pour tous les locaux avec accès à la lumière naturelle
 - Economie jusqu'à 30% (manuelle) à 60% (automatique)

Eclairage

Optimiser la gestion de l'éclairage

- Programmer l'extinction totale de l'éclairage le soir
 - Adaptation des horaires du personnel de ménage pour diminuer la plage d'occupation journalière
 - loi du 02 juillet 2013 sur l'extinction obligatoire de l'éclairage dans les bâtiments tertiaires la nuit
 - Extinction 1h après la fin de l'occupation
 - Plage maximale d'éclairement des façade : du couché du soleil à 1h du matin
- Gestion centralisée de l'éclairage
 - Permet une gestion plus complexe (ex : allumage automatique du couloir lors de l'ouverture des portes de l'ascenseur)

Eclairage

Autres actions possibles

- Fractionner l'éclairage
 - Pour chaque local, diviser l'éclairage en plusieurs commandes pour pouvoir l'adapter au mieux aux besoins
 - Eclairage par zone : quand une partie du local à un accès moindre à l'éclairage naturel
 - Pour pouvoir moduler le niveau d'éclairement (ex : deux interrupteurs qui allument chacun une lampe sur deux)
- Entretien fréquent des vitrage et des luminaires

Eclairage

Autres actions possibles

- Diminuer l'éclairage de fond
 - Les besoins en éclairage de fond ne sont pas très importants dans un bureaux
 - En améliorant l'efficacité des lampes l'éclairage peut augmenter
 - Supprimer des ampoules de l'éclairage principal si elles ne sont pas nécessaires (ex : ne mettre que 2 néons dans un bloc de 4)
 - Attention aux zones noires dans les circulations !
 - Utiliser une lampe de bureau comme appoint si nécessaire
- Utiliser des couleurs claires
 - Lors de rénovation des revêtements intérieurs

Gestion des autres équipements

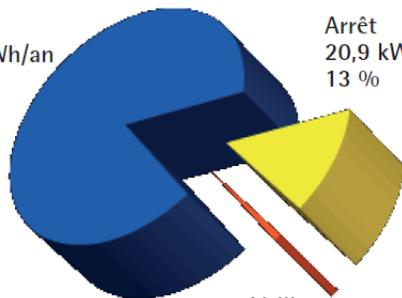


Gestion des équipements informatiques

- Informer les utilisateurs sur les bonnes pratiques et la configuration des ordinateurs pour réaliser des économies
 - Ex : comment modifier les paramètres de mise en veille automatique ? Quels configuration choisir ?
- Utiliser un logiciel d'économie d'énergie ou d'extinction automatique
- Installer des multiprises avec interrupteur et informer les utilisateurs sur l'utilisation et l'intérêt de ces dispositifs
- Installer des programmeurs pour éteindre automatiquement le matériel commun (photocopieur, etc.)

Répartition de la consommation annuelle d'un ordinateur – poste fixe – entre les temps de marche, de veille et d'arrêt

Marche
137,6 kWh/an
86 %



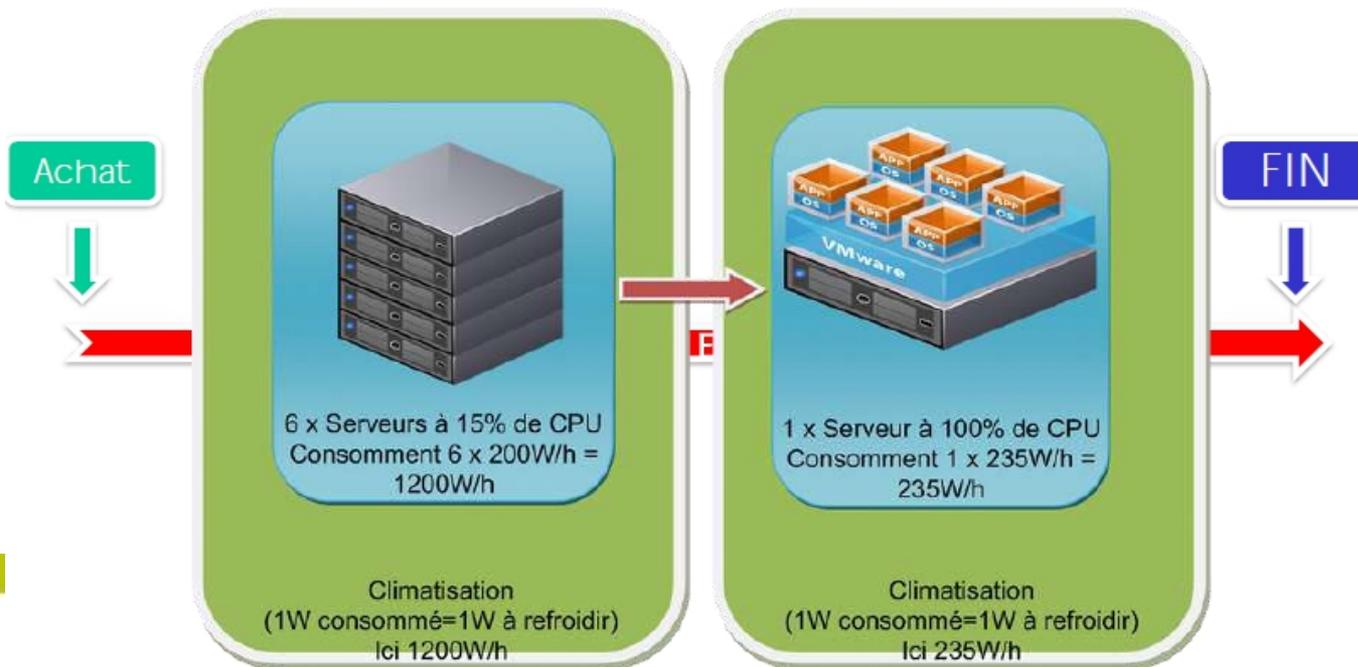
Arrêt
20,9 kWh/an
13 %

Veille
1,5 kWh/an
1 %

La consommation totale est de 160 kWh/an. 13 % de la consommation annuelle proviennent d'un appareil éteint, mais branché au secteur (source : Cete Île-de-France)

Gestion des équipements informatiques

- Virtualiser les serveurs
 - 30 à 50% d'économie
 - Un serveur non utilisé consomme 56% de sa puissance maximale
 - Les serveurs sont en moyenne utilisés à 5% de leur capacité



Gestion des équipements informatiques

- Limiter la climatisation
 - Ne jamais climatiser plus froid que la consigne de chauffage du bâtiment
 - La plupart des serveurs supportent des températures de 25 - 27 °C
 - Se renseigner auprès du fabricant !
- Ne pas enfreindre le fonctionnement des ventilateurs
 - Dépoussiérage fréquent des ordinateurs
 - Laisser libre les entrées/sorties d'air

Gestion des équipements de confort d'usage

- Fontaine à eau, machine à café, cafetières, bouilloires, réfrigérateurs..
- Leur consommation est généralement faible, mais on observe parfois une multiplication excessive de ces équipements
 - Prévoir des locaux dédiés (salle café) peut permettre de limiter leur nombre
- Certains équipements peuvent bénéficier d'un programmateur pour assurer leur extinction nocturne
 - Machines à cafés, distributeurs, cafetières...
 - Certaines machines à café consomment plus pour 1h en veille que pour préparer un expresso !
- Supprimer l'éclairage intérieur des distributeurs

Gestion de l'eau

- En cas de remplacement du système d'ECS, privilégier des productions instantanées proches du point de puisage
- Les boutons poussoirs comme dispositifs d'économie d'eau
 - Peu probant quand les locaux accueillent peu d'utilisateurs occasionnels
 - L'eau coule souvent à perte, et surtout en hiver si il s'agit d'eau froide
- Arrêter les chauffe-eau électrique les jours de fermeture (week-end, jours fériés...)

Gestion de l'eau

- Une solution : les mousseurs ou brise-jets
 - Un embout spécial à fixer à la place de l'existant (aérateur d'eau)
 - Diminution conséquente du débit d'eau par ajout d'air
 - Pression d'eau conservée
 - Économie estimée à 50% soit 8L d'eau/min
- Intervention sur les sanitaires
 - Installation d'une chasse d'eau à double commande
 - Installation d'un dispositif de réduction du volume du bac (sans diminuer la hauteur d'eau)
 - Optimisation du réglage du flotteur



vue du dessus



vue du dessous

Les outils de gestion du bâtiment



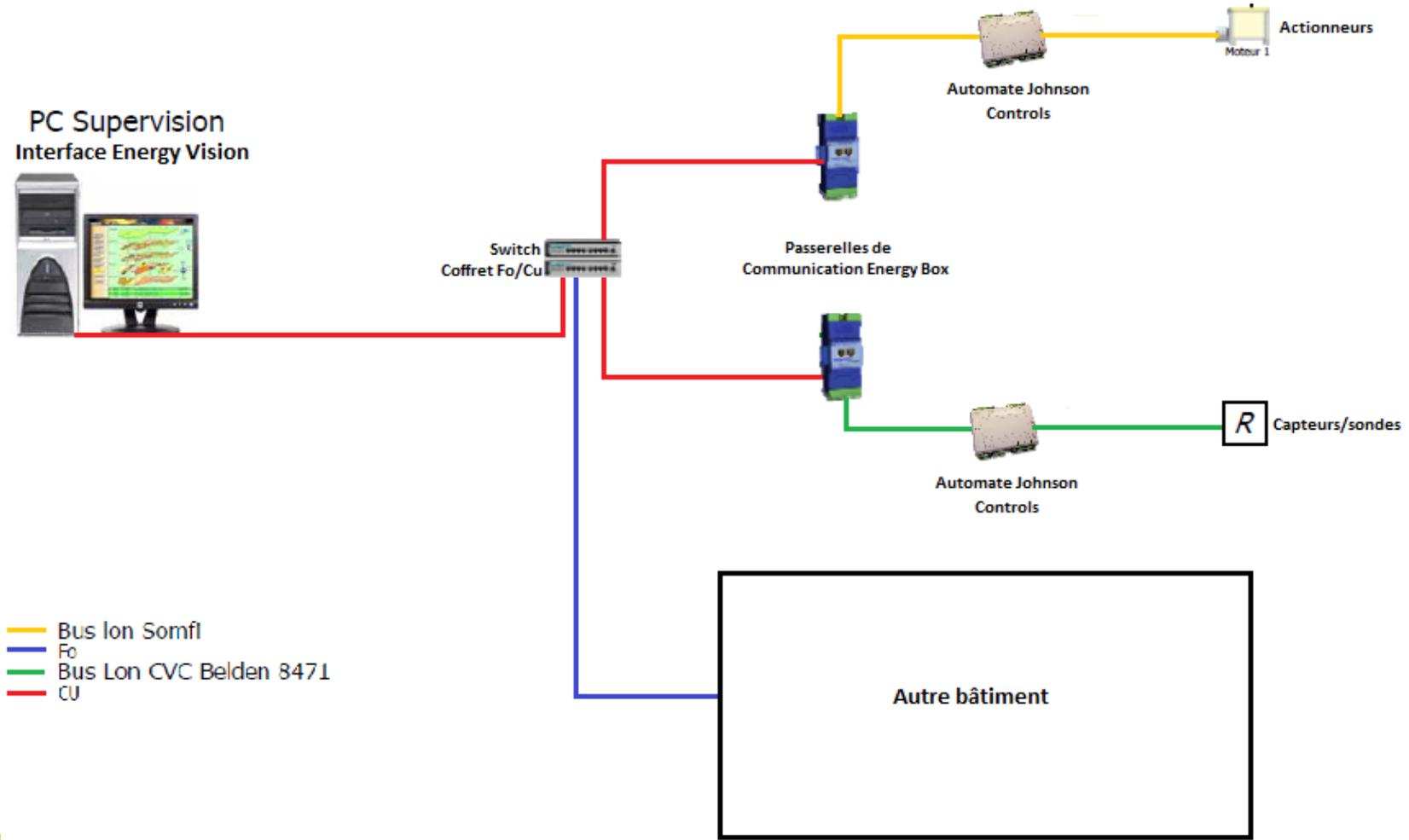
GTB

(Gestion technique du Bâtiment)

- Permet de contrôler par informatique le bâtiment
 - Surveillance du fonctionnement des équipements
 - Possibilité de réglage à distance
 - Visualisation des températures
 - Régulation du chauffage, ventilation, rafraîchissement...
 - Suivi des consommations d'énergie
 - Visualisation de l'éclairage
 - Allumage et extinction de l'éclairage par zone
 - Ouverture ou fermeture des stores (horaires, ensoleillement...)
 - Alarmes (pannes, arrêt anormal, mesure dépassant un seuil...)

NB : peut aussi être appelée GTC : Gestion technique centralisée

Exemple d'architecture d'un réseau de GTB



Avantages d'une GTB

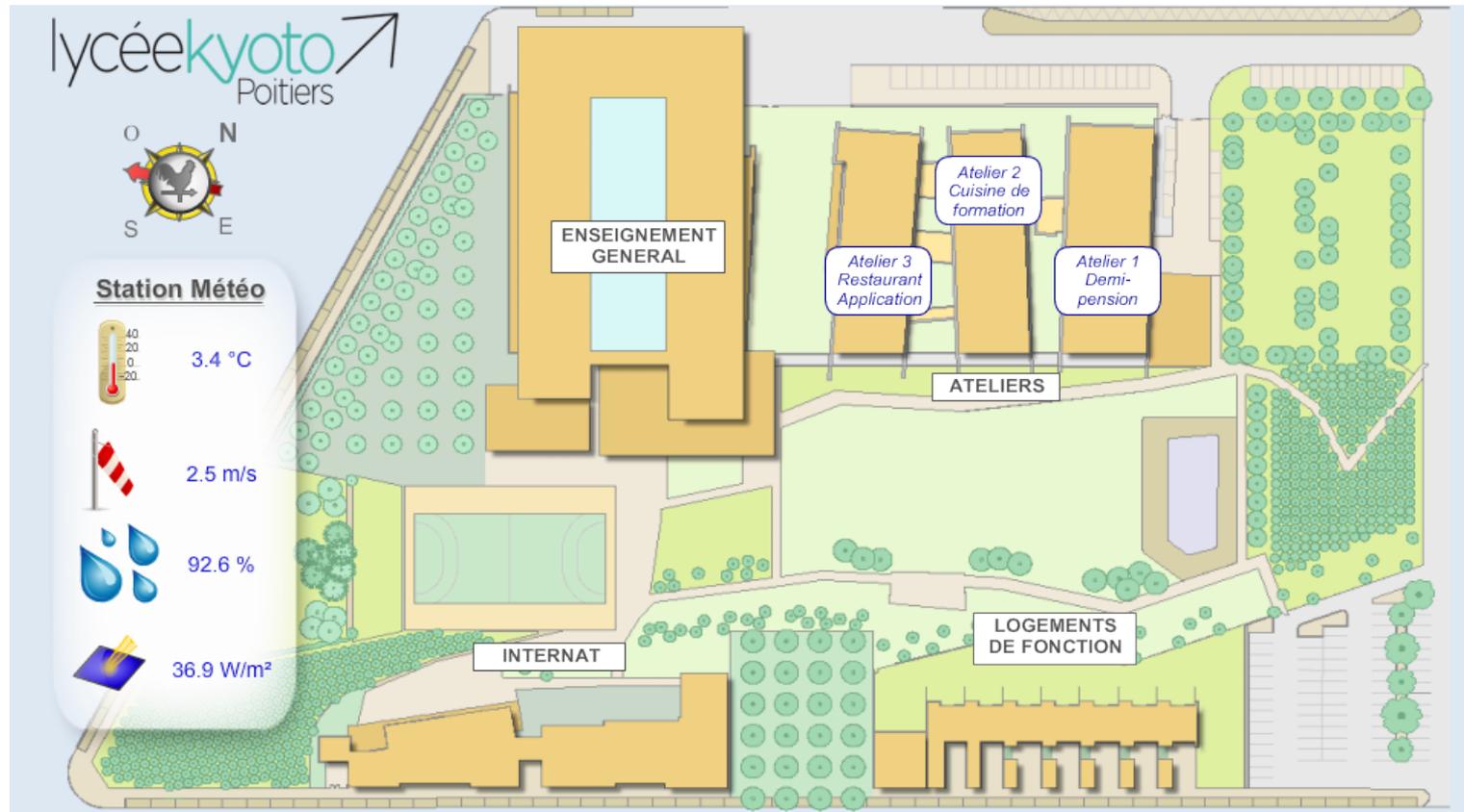
- Qualité de confort et précision des températures ambiantes
- Réactivité en cas de défaillance ou dérangement
- Aide à l'exploitation et à la maintenance
- Optimisation de la régulation des systèmes
 - Augmentation de leur durée de vie
- Détection précoce des dérives
- Réduction des consommations
- Détection des comportements des occupants peu favorables
 - Ouverture des fenêtres, qualité de l'air...

Points de vigilance

- La GTB doit être adaptée aux besoins
 - Dialogue amont entre le gestionnaire et l'installateur
- Le gestionnaire doit être formé pour l'utilisation de la GTB
 - Attention au transfert des compétences !
- Il faut suivre une GTB
 - Répondre aux alarmes
 - Adapter les paramètres de régulation aux besoins du bâtiment
 - Suivre régulièrement la GTB permet de profiter de tous ses avantages
- Il peut être avantageux de missionner un prestataire pour gérer le bâtiment
 - Mais alors on perd la main sur la régulation

GTB

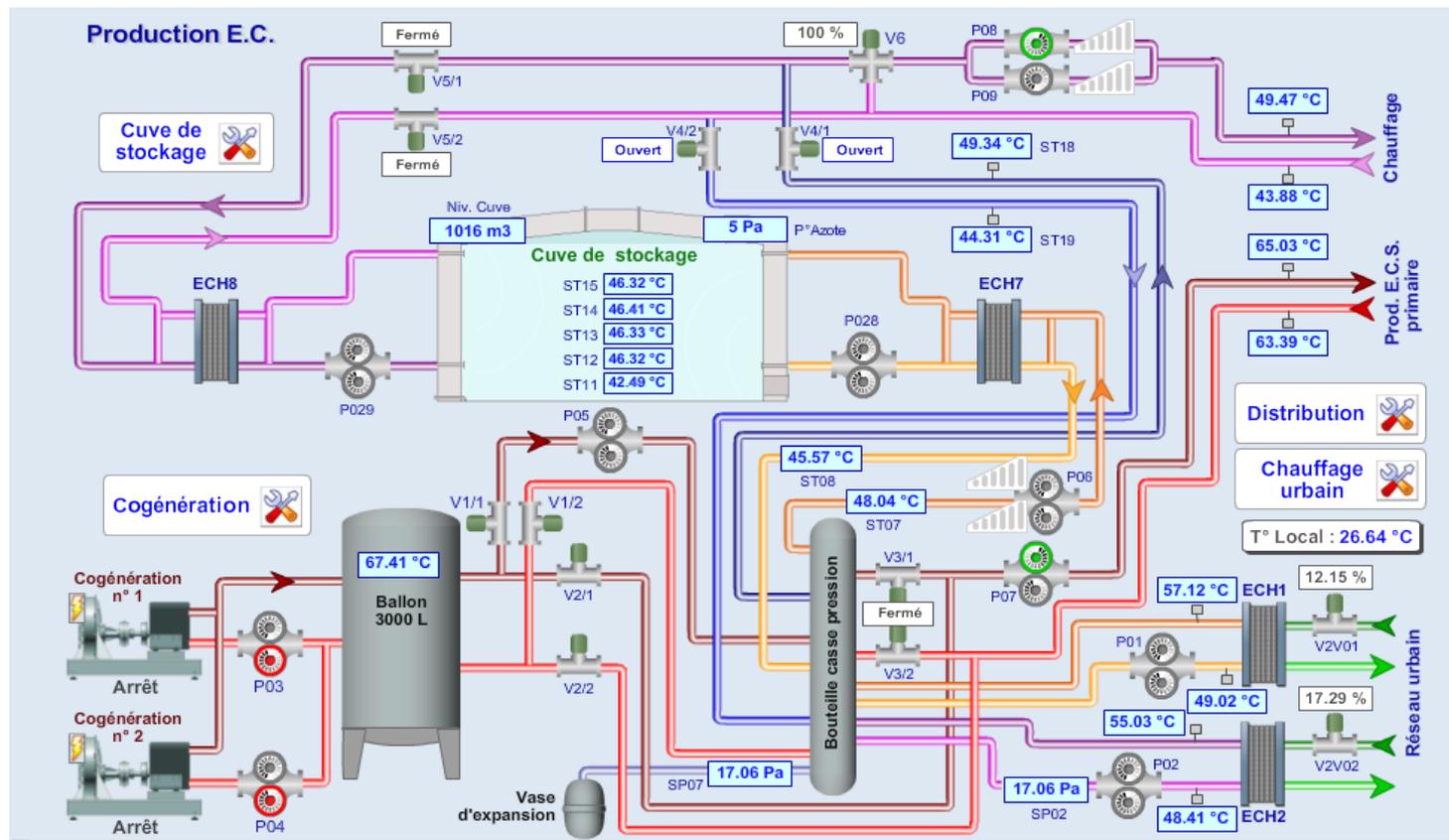
Exemple d'interface



Présentation du parc

GTB

Exemple d'interface



Visualisation des systèmes en fonctionnement

GTB

Exemple d'interface

Navigation: Réseaux, Etats, Paramétrage, 50%, Comptage

Pompes

Pompe 18-1 :	Marche	Normal
Pompe 18-2 :	Arrêt	Normal
Pompe 19-1 :	Marche	Normal
Pompe 19-2 :	Arrêt	Normal
Pompe 20-1 :	Arrêt	Normal
Pompe 20-2 :	Marche	Normal
Pompe 21-1 :	Marche	Normal
Pompe 21-2 :	Arrêt	Normal

Eau

Manque eau :	Normal
Pré-alm manque eau :	Normal
Présence eau :	Oui

Divers

Extracteur 08 :	Arrêt
Pressostat VEX08 :	Arrêt
Détection fuite :	Normal
Position auto armoire :	Auto
Ppe injection remplissage :	Normal

Enseigne/S/stat/T° retour primaire

Navigation: Réseaux, Etats, Paramétrage, 50%, Comptage

Réseaux chauffage

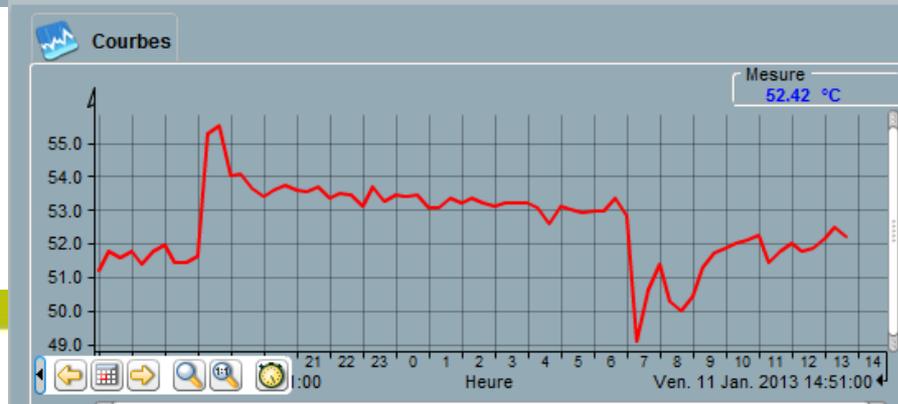
T° consigne NE/NO :	31.9 °C
T° départ NE/NO :	31.8 °C
T° retour NE/NO :	28.0 °C
V3V NE/NO :	23 %
T° consigne SE/SO :	31.9 °C
T° départ SE/SO :	31.9 °C
T° retour SE/SO :	28.3 °C
V3V SE/SO :	25 %
T° consigne Atrium :	31.9 °C
T° départ Atrium :	31.8 °C
T° retour Atrium :	29.2 °C
V3V Atrium :	25 %

Echangeur primaire (retour)

T° extérieur :	8 °C
T° retour :	50.4 °C
V2V échangeur :	100 %

Divers

T° local :	20.3 °C
T° départ CTA :	51.7 °C
T° retour CTA :	22.4 °C
Pression eau :	203.3 kPa



Indicateurs de fonctionnement :

- Courbes d'évolution avec synthèses
- Valeurs consignes

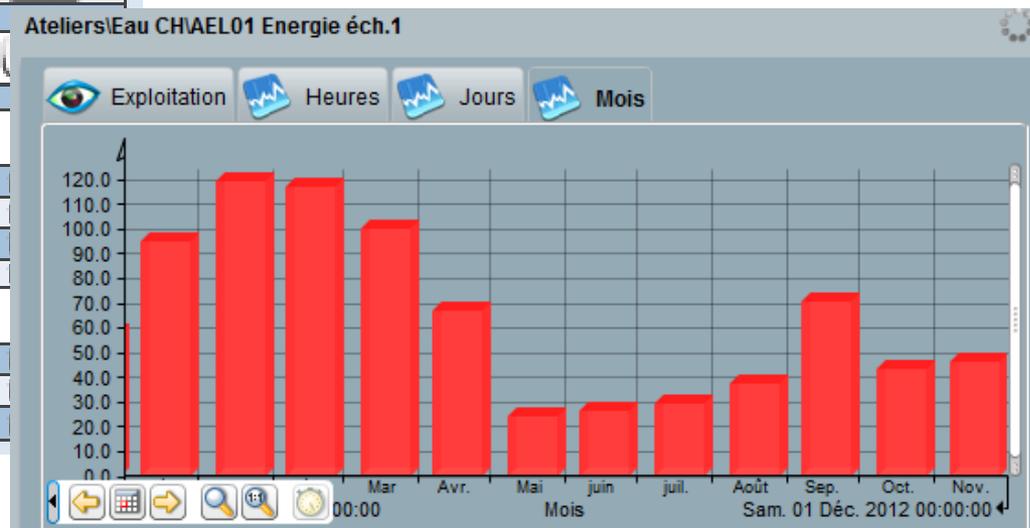
GTB

Exemple d'interface

Internet	Logements	Ateliers	Enseignement	Compteurs général	Production
Libellés	Mois en cours	Cumuls	Réglages		
Compteur Photovoltaïque					
Actif photovoltaïque	756.6 kWh	357271.3 kWh	000000		
Compteurs Cogénération					
Tarif bleu cogé 1	8.0 kWh	133380.0 kWh	000000		
Tarif bleu cogé 2	8.0 kWh	134472.6 kWh	000000		
Tarif Vert Pleine hiver					
Compteurs d'énergie Eau Chaude					
GPGU échangeur 1	24.8 MWh	2418.0 MWh			
GPGU échangeur 2	23.8 MWh	2399.0 MWh			
Cogénération	9.8 MWh	583.8 MWh			
Cuve de desbitage	0.8 MWh	475.3 MWh			
Compteurs Eau Froide					
Récupération eau amsage	0.3 m3	34.1 m3			
Récupération eau sanitaires	21.8 m3	3354.3 m3			
Appoint eau potable bache	0.0 m3	16.8 m3			

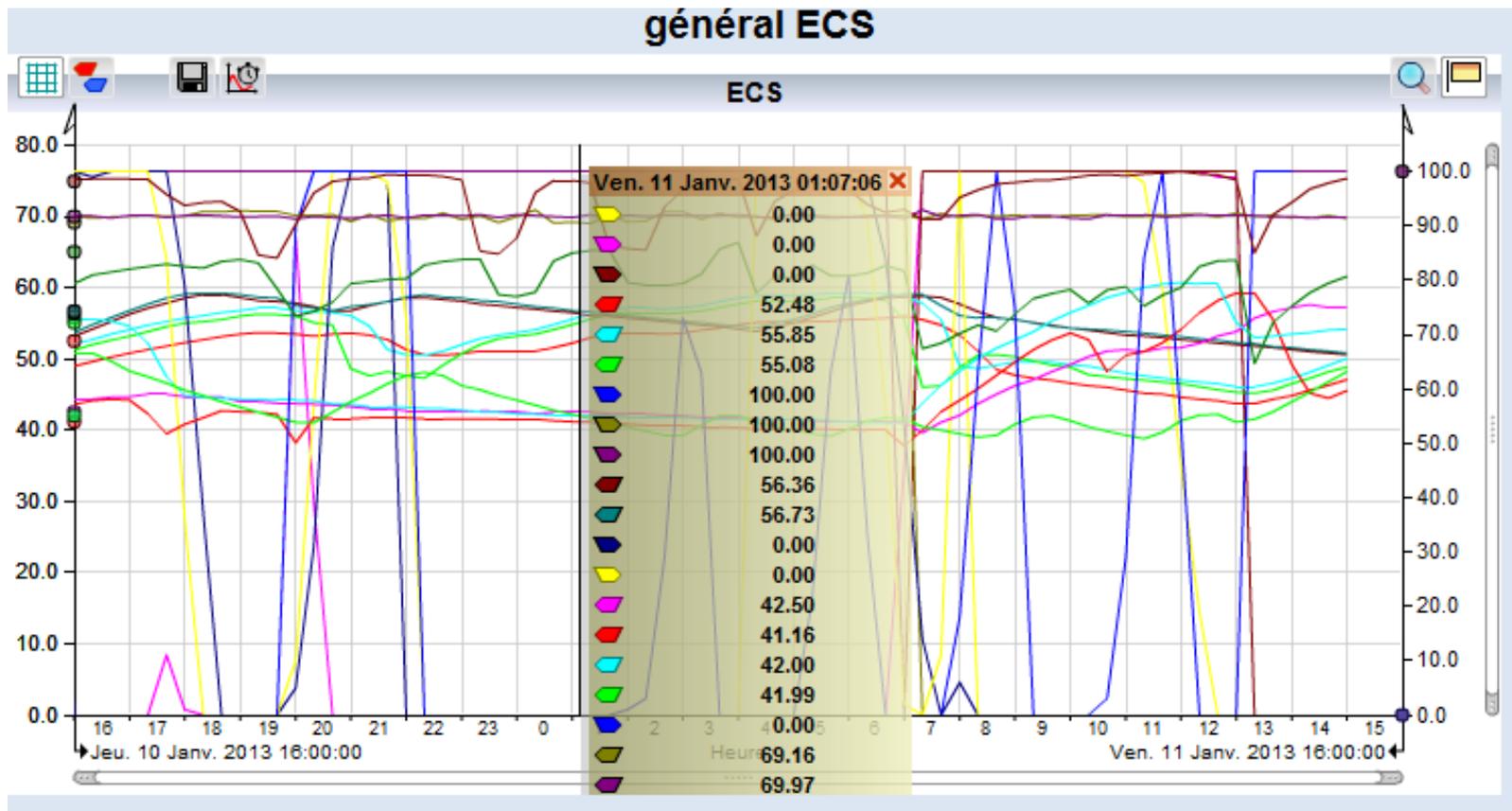
Suivi des fluides :

- Consommation / production énergétique
- Courbes



GTB

Exemple d'interface



Courbes de consommation et exploitation de l'historique de suivi