

**GEOME**  
*Géothermie et Maîtrise de l'énergie*



## AUDIT ENERGETIQUE

### SIEGE DU SECRETARIAT GENERAL DE LA COMMUNAUTE DU PACIFIQUE (CPS) A NOUMEA

*Rapport d'étude*

*Mars 2013*

*Maître d'ouvrage*



**Secrétariat Général de la Communauté du  
Pacifique (CPS)**  
Promenade Roger Laroque, Anse Vata  
Nouméa – Nouvelle Calédonie

*Réalisation de l'étude :*



**GEOME Sarl**  
13 rue du 5 Mai 98800 Nouméa  
geome.energie@gmail.com  
SARL au capital de 1 000 000 FCFP  
RIDET N° 972240.001

## 1. Contexte et objet de l'audit

Dans l'objectif de réduire ses émissions de gaz à effet de serre (GES) et pour poursuivre sa démarche environnementale initiée par un inventaire des émissions de GES au niveau régional, le secrétariat général de la communauté du pacifique (CPS) a souhaité réaliser un audit énergétique de son siège de bureaux à Nouméa.

Cet audit a été commandité par la CPS et par le Comité Territorial pour la Maîtrise de l'Energie (CTME) et confié à notre bureau d'études GEOME. Il a été réalisé entre les mois de Novembre 2012 et Mars 2013 avec l'appui technique de Mme Aude Chenet de la section changement climatique de la CPS, de Mme Françoise Laubreaux responsable du service technique et de M Walter Le Pironnec du service Maintenance.

L'objet de cet audit, dont les résultats sont présentés dans le présent rapport, est de proposer aux gestionnaires du centre de bureaux de la CPS à Nouméa des programmes de travaux adaptés et chiffrés permettant de réduire et optimiser les consommations énergétiques des bâtiments. Ces programmes de travaux se basent sur un bilan énergétique initial et sur une identification des gisements d'économie d'énergie. Cet audit est un outil d'aide à la décision qui doit permettre aux gestionnaires des bâtiments de poursuivre leurs choix financiers en raisonnant en coût global et en prenant en compte les enjeux environnementaux.

## Table des matières

<b>1. Contexte et objet de l’audit</b>	<b>2</b>
<b>2. Description des bâtiments du siège de la CPS à Nouméa</b>	<b>4</b>
2.1. Description détaillée des bâtiments	5
2.2. Description technique des équipements installés	11
2.2.1. Climatisation	11
2.2.2. Ventilation	12
2.2.3. Eclairage	12
2.2.4. Informatique	12
2.2.5. Production d’électricité	12
2.2.6. Machines frigorifiques	12
2.2.7. Divers	13
2.3. Description des modes de gestion et des contrats	13
2.3.1. Fourniture d’électricité	13
2.3.2. Groupe électrogène	14
2.3.3. Entretien des équipements	15
2.4. Résultats du sondage	16
2.4.1. Confort hygrothermique	17
2.4.2. Eclairage	17
2.4.3. Ventilation naturelle	17
2.4.4. Protection solaire	18
2.4.5. Usage de la climatisation	18
2.4.6. Usage de l’éclairage	18
2.4.7. Utilisation rationnelle des équipements	19
2.4.8. Remarques diverses des usagers	19
<b>3. Analyse énergétique et environnementale</b>	<b>21</b>
3.1. Bilan énergétique et environnemental	21
3.1.1. Hypothèse du bilan énergétique	21
3.1.1. Bilan énergétique	23
3.1.2. Bilan environnemental	25
3.1.3. Bilan détaillé du poste climatisation	25
3.2. Analyse et préconisations	26
3.3. Description détaillée des principales actions	50
3.3.1. Optimisation des équipements de climatisation	50
3.3.2. Conception du système de sous-comptage énergétique	54
<b>4. Programmes de travaux</b>	<b>56</b>
4.1. Présentation et hypothèses	56
4.2. Programme 1	57
4.3. Programme 2	60
4.4. Programme 3	62
4.5. Programme 4	64
4.6. Programme 5	66
4.7. Analyse en coût global de l’ensemble des programmes	67
4.8. Aides mobilisables	68
4.9. Echéanciers	68
<b>5. Conclusion de l’audit</b>	<b>70</b>
<b>6. Table des illustrations</b>	<b>71</b>
<b>7. Table des annexes</b>	<b>72</b>

## 2. Description des bâtiments du siège de la CPS à Nouméa

Le siège de la CPS à Nouméa, objet du présent audit, est situé face à la mer sur la Promenade Roger Laroque sur l'Anse Vata à Nouméa. Il regroupe l'ensemble des bureaux des agents de la CPS basés à Nouméa ainsi que des salles de conférence et de réunion, une bibliothèque, des locaux techniques et un commerce (économat). Les 12 bâtiments constituant le centre ont été construits entre Juin 1993 et Mai 1995 à l'initiative de la CPS sur un terrain de 2 hectares et demi. Leur superficie totale est d'environ 10 000 m<sup>2</sup> dont 2 000 m<sup>2</sup> de coursives.

En concertation avec les commanditaires, le bâtiment n°12 (voir plan de masse ci-joint) est écarté du périmètre de l'audit.

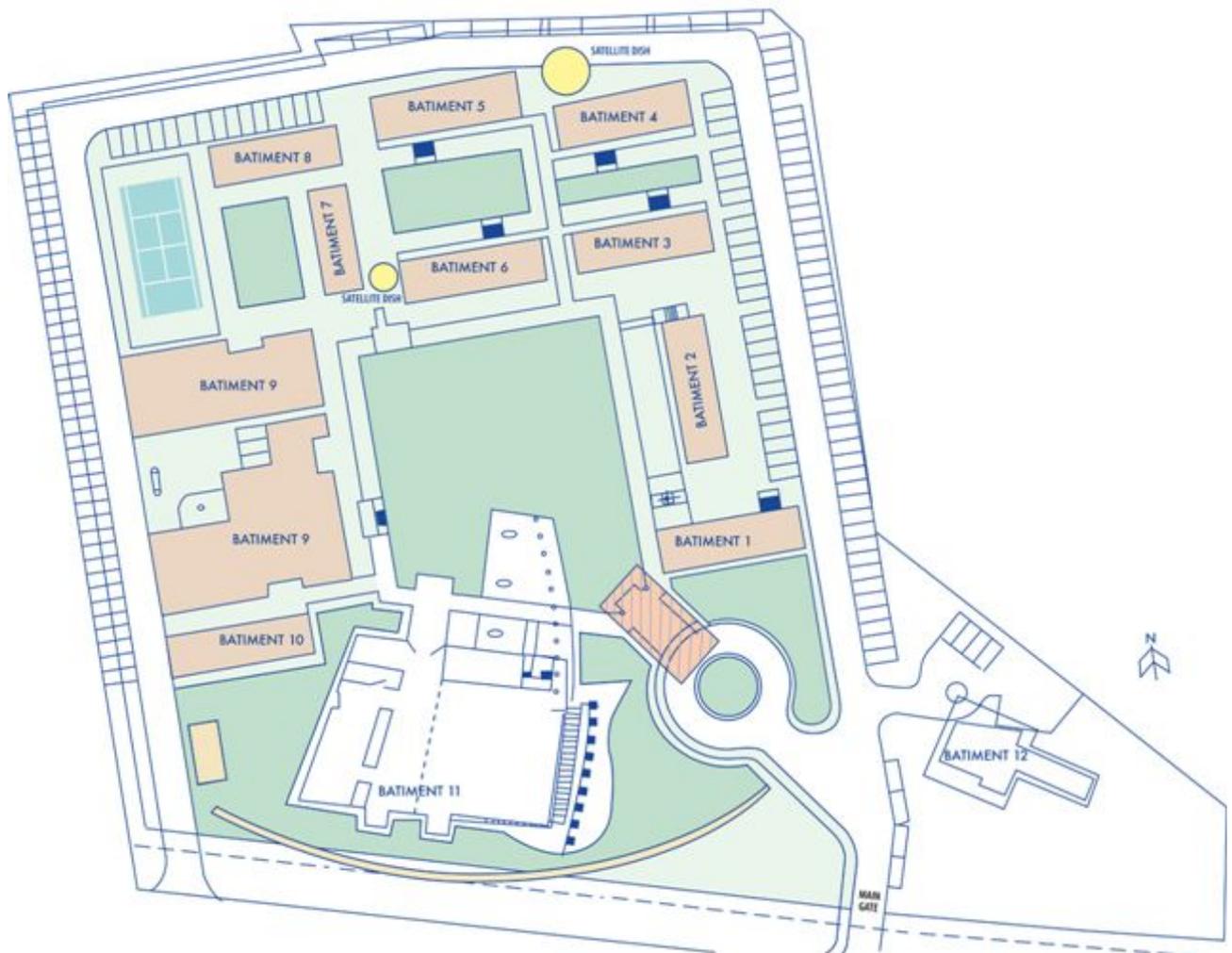


Figure 1: Plan de masse du siège de la CPS à Nouméa

Les bureaux des agents de la CPS sont répartis dans les bâtiments 1 à 6 ainsi que dans les bâtiments 9 et 10. Le bâtiment 11 est quant à lui constitué de la bibliothèque, d'une grande salle de conférence ainsi que de petites salles de réunion et de conférence. Par ailleurs, le site est également pourvu d'un commerce, d'une imprimerie et d'un local maintenance (Bâtiment 9), d'un local serveur (bâtiment 6), d'un social club (bâtiment 8) et d'un laboratoire (bâtiment 4).

## 2.1. Description détaillée des bâtiments

Les principales caractéristiques des bâtiments étudiés sont présentées dans les tableaux suivants.

Sont également fournis en annexe :

➔ ***Des plans et photos des bâtiments sont fournis en annexe 1 et 2***

<b>Bâtiment 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 10</b>	
<b>Type et Surface</b>	Bâtiments en R+1 (bât 1 et 10) et R+2 (bât 2, 3, 4, 5 et 6) Surface : 357 m2 (bât 1), 536 m2 (bât 2, 3, 4, 5, 6), 386 m2 (bât 10)
<b>Activité et occupation</b>	Bât 1, 2, 3, 5, 10: bureaux et salles de réunion Bât 4 : bureaux, salles de réunion et laboratoire Bât 6 : bureaux, salles de réunion et salle des serveurs Occupation : 7h30-12h 13h-16h toute l'année bât 1 et 10: 12 pers/bât, bât 2 : 22 pers/bât, bât 3, 4, 5, 6 : 35 pers/bât
<b>Caractéristique de l'enveloppe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bâtiments de forme rectangulaire (7mx25m) de bonne compacité,</li> <li>- La situation en bord de mer offre un bon gisement de vents (alizés de Sud-Est), l'orientation principale des façades au Nord/Sud en facilite la protection solaire (sauf bât 2),</li> <li>- Structure béton, façades de couleur claire,</li> <li>- Toiture en tôle couleur claire avec IMR sous rampant, combles faiblement ventilés accessibles et plafonds en dalles isolantes,</li> <li>- Surface vitrée importante (35%) sur les grandes façades dont châssis fixe (20%), jalousies (12%) et portes vitrées (3%). De nombreux ouvrants sont équipés de stores intérieurs. Pas de volets extérieurs,</li> <li>- Bon potentiel de ventilation naturelle (porosité des façades 15%),</li> <li>- Bonne protection solaire de la plupart des façades et ouvrants par un large débord de toiture et des coursives extérieures (pare-soleil). Certaines façades sont non peu protégées (Nord et Ouest)</li> <li>- Bonne végétalisation des abords qui complète la protection solaire des façades et rafraichit l'air extérieur par évapotranspiration mais réduit le potentiel d'éclairage naturel,</li> <li>- Etanchéité à l'air des jalousies médiocre, préjudiciable pour le fonctionnement en mode climatisation</li> </ul>
<b>Climatisation/ventilation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Climatisation des bureaux et salles de réunion par plusieurs groupes de type VRV de puissance comprise entre 20 et 30kW datant de 1995 ans (17 ans),</li> <li>- Puissance installée surdimensionnée de 150W/m2 (bilan thermique : 100W/m2)</li> <li>- Climatisation des locaux à usage spécifique (laboratoire, serveurs) par des unités individuelles de type Split System de technologie Inverter dans la plupart des cas,</li> <li>- VMC dans les sanitaires et dans certains bâtiments,</li> <li>- Ventilateurs sur pied dans divers bureaux,</li> </ul>
<b>Eclairage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eclairage par des luminaires plafonniers équipés de tubes fluorescents 4x18W à ballast magnétiques, puissance installée moyenne 9W/m2. Cet éclairage ne permet pas le zonage en fonction de l'éclairage naturel,</li> <li>- Quelques éclairages d'appoint sur les bureaux,</li> </ul>
<b>Informatique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Environ 180 ordinateurs (dont 70% d'unités fixes et 30% de portables) et 280 écrans dans l'ensemble des bâtiments concernés, tous les ordinateurs fixes disposent d'onduleurs,</li> <li>- 45 imprimantes, 30 copieurs et 20 scanners sur l'ensemble des bâtiments</li> <li>- équipements de réseau informatique (Switch) en fonctionnement permanent</li> </ul>
<b>Equipements divers</b>	- équipements de télécommunication, réfrigérateurs, bouilloires, machine à café, fontaine à eau
<b>Eau chaude sanitaire</b>	Pas de production d'ECS dans ces bâtiments
<b>Gestion de l'énergie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Horloge de programmation de la climatisation avec mise en route manuelle et coupure automatique,</li> <li>- Coupure générale de la climatisation VRV des bureaux en saison fraîche (6 mois/an),</li> <li>- Contrôle de la température de consigne par télécommande individuelle,</li> <li>- Contrôle manuel de l'éclairage (télécommande IR),</li> <li>- Mise en veille mais pas extinction des ordinateurs en période d'inutilisation (soir et WE) sur consigne du service informatique (afin de réaliser des mises à jour à distance),</li> <li>- Les bâtiments 3, 4, 5, 6 disposent d'un compteur d'énergie électrique pour la climatisation,</li> </ul>

<b>Bâtiment 7</b>	
<b>Type et Surface</b>	Bâtiment en R0 de 109 m2
<b>Activité et occupation</b>	Bureaux et salle de réunion Occupation : 7h30-12h 13h-16h toute l'année
<b>Caractéristique de l'enveloppe</b>	- Semblable aux bâtiments précédents - Façades principales exposées Est/Ouest protégées à l'Ouest par un large auvent et à l'Est par les bâtiments voisins,
<b>Climatisation/ventilation</b>	- Climatisation des bureaux par des unités individuelles split-system Inverter, - Brasseurs d'air plafonnier multi-vitesse, - 2 extracteurs de VMC,
<b>Eclairage</b>	- luminaires suspendus à tubes fluorescents 6x58W dans la salle de réunion, - 8 luminaires encastrés à tubes fluorescents 4x18W pour les bureaux,
<b>Informatique</b>	- 3 ordinateurs et 4 écrans sur onduleurs, - 1 imprimante, 1 copieur, 1 scanner,
<b>Equipements divers</b>	
<b>Eau chaude sanitaire</b>	- 2 CE électriques 75L
<b>Gestion de l'énergie</b>	- Horloge de programmation de la climatisation avec mise en route manuelle et coupure automatique, - Contrôle de la température de consigne par télécommande individuelle, - Contrôle manuel de l'éclairage et des brasseurs d'air,

<b>Bâtiment 8</b>	
<b>Type et Surface</b>	Bâtiment en R0 de 158 m2
<b>Activité et occupation</b>	Social Club (cafétéria, salle de réception occasionnellement) Occupation intermittente
<b>Caractéristique de l'enveloppe</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Structure béton, toiture tôle avec IMR sous rampant, pas de faux-plafonds</li><li>- Façades principales exposées Nord/Sud protégées au Sud par un large auvent,</li><li>- Faible potentiel de ventilation naturelle</li></ul>
<b>Climatisation/ventilation</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Pas d'unité de climatisation</li><li>- 4 Brasseurs d'air</li></ul>
<b>Eclairage</b>	- Eclairage par tubes fluorescents, 38x58W dont la moitié en éclairage indirect sur plafond à faible réfléchissement,
<b>Informatique</b>	
<b>Equipements divers</b>	- distributeurs de snacks, machine à café
<b>Eau chaude sanitaire</b>	- 2 CE électriques 75L
<b>Gestion de l'énergie</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- gestion manuelle de l'ensemble des équipements,</li><li>- fonctionnement permanent des machines et CE</li></ul>

<b>Bâtiment 9</b>	
<b>Type et Surface</b>	Bâtiment en R+1 de 1640 m <sup>2</sup>
<b>Activité et occupation</b>	Economat, service de maintenance, imprimerie, bureaux, archives, vestiaires Environ 10 personnes au total, Occupation : 7h30-12h 13h-16h toute l'année
<b>Caractéristique de l'enveloppe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Semblable aux bâtiments précédents,</li> <li>- L'économat dispose d'un volet roulant pour protéger la façade vitrée orientée au Nord,</li> <li>- Les ouvrants orientés Ouest des bureaux sont bien protégés par un débord de toiture sauf pour un rayonnement bas de fin d'après midi et réfléchissement important sur les toitures voisines,</li> </ul>
<b>Climatisation/ventilation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Climatisation type DRV pour les bureaux,</li> <li>- Climatisation par unités individuelles pour l'imprimerie, l'économat, le bureau de maintenance et les archives,</li> <li>- Déshumidificateurs pour l'imprimerie mais ne fonctionnent que rarement</li> <li>- 2 VMC pour l'imprimerie</li> </ul>
<b>Eclairage</b>	<p> Tubes fluorescents 9W/m<sup>2</sup></p> <p> Permanent pendant les heures d'occupation dans l'imprimerie et l'économat,</p>
<b>Informatique</b>	<p> Ordinateurs, imprimantes, scanner, copieurs,</p> <p> Dans l'imprimerie, 5 équipements d'impression</p>
<b>Equipements divers</b>	<p> Economat :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 réfrigérateurs,</li> <li>- 10 congélateurs</li> <li>- 1 chambre froide négative</li> </ul> <p> Maintenance :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- quelques machines outils, faible utilisation,</li> </ul> <p> Le bâtiment 9 dispose d'un local technique extérieur où se situe un groupe électrogène de 25kW servant à l'alimentation du local serveur en cas de panne.</p>
<b>Eau chaude sanitaire</b>	Non
<b>Gestion de l'énergie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestion manuelle de la plupart des équipements</li> <li>- Fonctionnement permanent de la climatisation dans l'imprimerie toute l'année (contrôle d'humidité), climatisation permanent 8mois/an pour l'économat,</li> <li>- Climatisation peu utilisée pour les archives</li> <li>- Fonctionnement permanent de la VMC dans l'imprimerie,</li> </ul>

<b>Bâtiment 11</b>	
<b>Type et Surface</b>	Bâtiment en R+1 de 1550 m <sup>2</sup>
<b>Activité et occupation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grande salle de conférence, petite salle de conférence, hall, bibliothèque (R+1), salle de réunion, vestiaire, salles d'interprètes (R+1)</li> <li>- 8h-12h 13h17h toute l'année pour la bibliothèque,</li> <li>- 8h-18h 3jrs/sem pour la grande salle de conférence en moyenne</li> <li>- 8h-18h 2jrs/sem pour la petite salle de conférence en moyenne</li> </ul>
<b>Caractéristique de l'enveloppe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- structure en béton de couleur claire,</li> <li>- toiture avec isolation thermique selon CCTP et parement extérieur en cuivre de couleur sombre,</li> <li>- peu ou pas d'ouvrants permettant une ventilation naturelle,</li> <li>- grande façade vitrée au Sud (salle de conférence) et grande baie vitrée orientée Nord (bibliothèque),</li> <li>- protections solaires intérieures de la façade vitrée orientée Sud de la grande salle de conférence,</li> <li>- films solaires sur une partie du vitrage Nord de la bibliothèque,</li> </ul>
<b>Climatisation/ventilation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- climatisation par système à eau glacée avec un groupe froid à 3 compresseurs de puissance 300 kW (dont 1 HS) et distribution par un ensemble de CTA</li> <li>CTA1 : grande salle de conférence : 20160 m<sup>3</sup>/h – 7,5kW – Pf 117kW</li> <li>CTA2 : hall : 8640 m<sup>3</sup>/h – 2,2kW – Pf 49kW</li> <li>CTA3 : bibliothèque : 12500 m<sup>3</sup>/h – 5,5kW – Pf 69kW</li> <li>CTA4 : petite salle de conférence : 1584 m<sup>3</sup>/h – 0,37 kW – Pf 11kW</li> <li>CTA5 : salle de réception : 1260 m<sup>3</sup>/h – 0,37 kW – Pf 8kW</li> <li>CTA6 : salle de réunion : 1044 m<sup>3</sup>/h – 0,18kW – Pf 8kW</li> <li>Ventilateur d'introduction d'air neuf pour la grande salle de conférence et la bibliothèque et extracteurs d'air dans chaque zone climatisée et dans les sanitaires</li> <li>Pompe de circulation de l'eau glacée : 3kW en permanence tous les jours de l'année</li> </ul>
<b>Eclairage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- par tubes fluorescents (14W/m<sup>2</sup>) pour la bibliothèque dont la moitié en éclairage indirect sur plafond sombre,</li> <li>- projecteurs 50W (30), 400W (7) et 1000W (8) et 24 spots de 150W pour la grande salle de conférence,</li> </ul>
<b>Informatique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3 postes informatiques dans la bibliothèque, équipements vidéo et son dans la salle de conférence,</li> <li>- imprimante et copieur dans la bibliothèque,</li> </ul>
<b>Equipements divers</b>	
<b>Eau chaude sanitaire</b>	3 CE électrique de capacité 100L (2à et 75L (1) dans la cafétéria et les vestiaires
<b>Gestion de l'énergie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- commande sur horloge de la CTA de la bibliothèque (6h50-16h55),</li> <li>- commande manuelle des autres CTA et des extracteurs d'air,</li> <li>- gestion énergétique de la centrale à eau glacée non utilisée car fonctionnement aléatoire,</li> <li>- pas de régulation des débits d'air neufs,</li> <li>- pas d'arrêt de la climatisation en cas d'ouverture de porte,</li> <li>- commande manuelle de l'éclairage,</li> </ul>

## 2.2. Description technique des équipements installés

### 2.2.1. Climatisation

La climatisation des locaux de la CPS est assurée par 3 types de systèmes : des systèmes centralisés type DRV pour les bureaux, un système centralisé à eau glacée pour le bâtiment 11 et des unités individuelles type split-system pour les locaux spécifiques.

#### 2.2.1.1. Système DRV

Tous les bâtiments exceptés les bâtiments 7, 8 et 11 sont équipés de système DRV (débit de réfrigérant variable) pour la climatisation des bureaux. Ces systèmes centralisés sont constitués de plusieurs unités extérieures (ou « groupes ») placés à l'extérieur des bâtiments et d'unités intérieures de type « plafonnier » qui assurent le rafraîchissement et la diffusion de l'air dans les locaux. Ces équipements, installés à la construction des bâtiments en 1995, fonctionnent au gaz frigorigène R22 qui présente un pouvoir de réchauffement global très élevé.

Bien que ces équipements fonctionnent aujourd'hui correctement (ils sont âgés de 16 ans alors que la durée de vie annoncée est de 10 ans), il est de plus en plus difficile de trouver les pièces de rechange pour leur réparation et leur état général se dégrade. Par ailleurs, cette technologie, basée sur un contrôle précis des débits de fluide frigorigène et sur des compresseurs de type Inverter (ajustement de la puissance fournie à la demande), a connu des évolutions très importantes permettant d'augmenter de façon significative le rendement des systèmes.

Le remplacement de ces équipements est prévu sur une durée de 3 ans à compter de début 2013 (décision antérieure à l'audit).

#### 2.2.1.2. Système à eau glacée

La climatisation du bâtiment 11 (grande salle de conférence, bibliothèque, petite salle de conférence et salles de réunion) est assurée par un système à eau glacée constitué de :

- une centrale de production d'eau glacée d'une puissance de 300kW disposant de 3 compresseurs de 100kW chacun,
- un réseau de canalisation calorifugée par lequel circule l'eau glacée produite par la centrale jusqu'aux unités de traitement d'air grâce à une double pompe hydraulique. Ce réseau est par ailleurs équipé d'un groupe de surpression,
- 6 centrales de traitement d'air (CTA) équipées d'une batterie froide, de ventilateurs et de volets motorisés permettant de filtrer et refroidir l'air des locaux à climatiser en y ajoutant une quantité définie d'air neuf (extracteurs),

Ce système a été mis en place en 1995 à la construction du bâtiment et présente quelques faiblesses (1 compresseur HS) qui sont jugées normales après 16 années de fonctionnement.

#### 2.2.1.1. Split-system

Les unités individuelles de type split-system ont été installées pour la climatisation de locaux spécifiques dont le fonctionnement n'était pas adapté aux systèmes DRV (laboratoire, serveurs..). Ils sont pour la plupart de type Inverter.

### 2.2.2. Ventilation

Seuls certains locaux, non ouverts sur l'extérieur ou à usage spécifique, ainsi que quelques bureaux disposent d'un système de ventilation mécanique contrôlé (VMC). Il s'agit des sanitaires, de 5 zones de bureaux et des locaux du bâtiment 11. De façon générale, ces systèmes sont constitués d'un ventilateur « in line », d'un réseau de gaine et d'accessoires d'aspiration et de soufflage excepté pour le bâtiment 11 pour lequel la ventilation est assurée directement par les CTA et par des extracteurs disposés au niveau des toitures.

La VMC des sanitaires est asservie à l'éclairage. Pour le bâtiment 11, la gestion de la ventilation et du renouvellement d'air se fait manuellement.

### 2.2.3. Eclairage

L'éclairage est assuré pour la quasi-totalité des bureaux par des luminaires plafonniers équipés de tube fluorescent (puissance installée de 9W/m<sup>2</sup>). La gestion de l'éclairage intérieur se fait par télécommande infra-rouge. Bien qu'une gestion par zone soit possible, la configuration de ces zones ne tient pas compte de l'éclairage naturel.

A l'extérieur, les luminaires d'origine avaient été équipés d'ampoules fluo-compactes. Ils ont récemment été remplacés par de l'éclairage Led. Quelques spots halogènes de forte puissance (entre 75 et 450W) assurent également l'éclairage des espaces extérieurs. La régulation se fait par interrupteur crépusculaire.

### 2.2.4. Informatique

Chaque agent dispose d'un poste informatique constitué d'une unité centrale, d'un onduleur et de un ou deux écrans. 30% seulement sont équipés d'un ordinateur portable et d'une station de travail avec écran le reste étant des équipements fixes (unité centrale et écran). Chaque étage de bâtiment dispose par ailleurs d'un copieur multifonction et de quelques imprimantes. Des équipements nécessaires à la connexion en réseau des postes informatiques sont par ailleurs installés dans chaque bâtiment.

Pour le stockage de ses données, la CPS est équipée de serveurs informatiques placés dans une salle dédiée et climatisée du bâtiment 6. Une paroi de grandes dimensions permet par ailleurs l'échange de données avec le centre de la CPS à Fidji.

### 2.2.5. Production d'électricité

Pour assurer le fonctionnement des serveurs en cas de coupure de courant, un groupe électrogène d'une puissance de 24,4kW est installé à proximité du bâtiment 9.

### 2.2.6. Machines frigorifiques

Pour la conservation des produits destinés à la vente, l'économat dispose d'une chambre froide négative (-20°C) ainsi que de 4 réfrigérateurs, 8 vitrines de congélation et 2 congélateurs. Ces équipements fonctionnent bien sûr en permanence et contribue à augmenter la charge thermique du local qui est maintenu à une température de 23 à 24°C.

### 2.2.7. Divers

Pour l’usage des agents ou pour des besoins spécifiques, la CPS dispose par ailleurs de réfrigérateurs, de distributeurs de boisson, de snack et de café, de chauffe-eau électriques et d’une pompe à chaleur pour la production d’eau chaude.

## 2.3. Description des modes de gestion et des contrats

### 2.3.1. Fourniture d’électricité

Pour ses consommations d’électricité, la CPS est titulaire d’un contrat EEC haute tension dont les caractéristiques sont les suivantes :

Puissance souscrite	: 350 kVA
Tarif	: 16 040 F/kVA/an + 15,73 F/kWh
Pénalité de dépassement de puissance	: 4 010 F/kVA

Les graphiques suivants montrent d’une part le profil annuel de consommations et d’autre part la puissance maximale atteinte pour chaque mois des années 2010, 2011 et 2012 de l’ensemble des bâtiments du siège de la CPS de Nouméa.

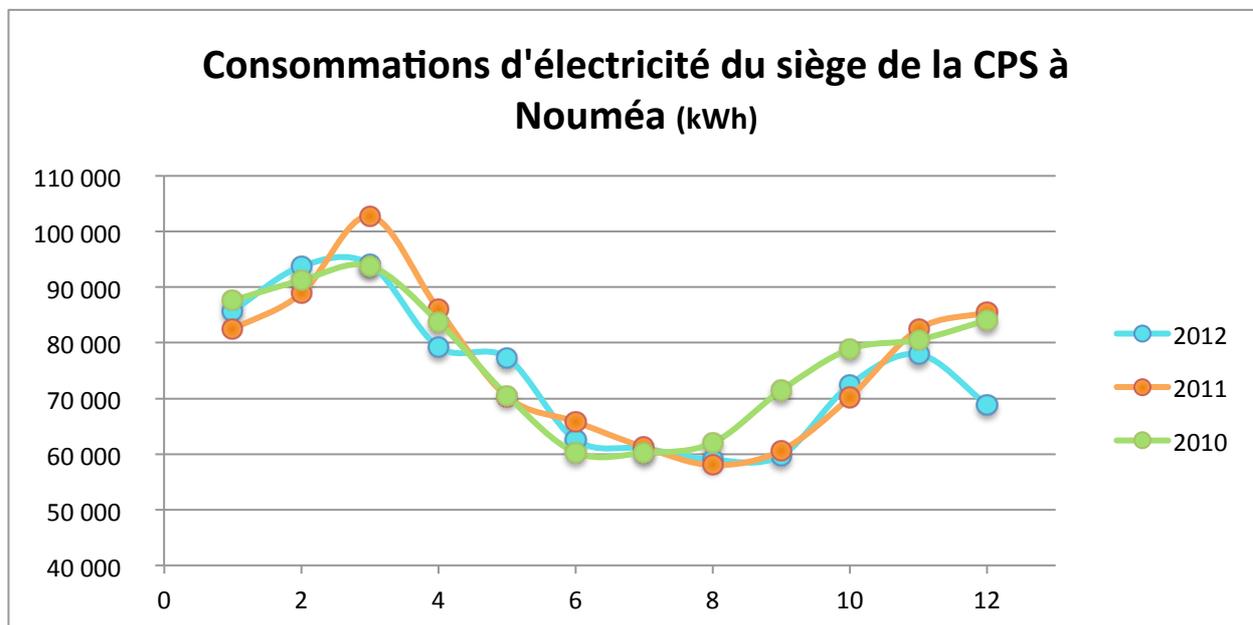


Figure 2: Evolution des consommations d’électricité du siège de la CPS (2010-2012)

**La moyenne des consommations annuelles d’électricité (2010-2012) est de 910 113 kWh/an.**

On observe que l’évolution des consommations mensuelles est globalement stable d’une année à l’autre avec un profil voisin de l’évolution des températures extérieures. La moyenne mensuelle (2010-2012) des consommations d’électricité est de 75 843 kWh, le maximum est atteint au milieu de la saison chaude (102 761 kWh, +35%, Mars 2011) et le minimum est atteint en milieu de saison fraîche (58 026 kWh, -23%, Aout 2011). Il est intéressant de noter que les

variations des consommations d’électricité entre les différentes années suivent une tendance similaire à d’autres sites (par exemple l’Hôtel de la Province Nord) avec :

- une consommation plus élevée de Aout à Novembre 2010,
- un pic de puissance en Mars 2011,
- une inflexion moindre de la courbe en Juin 2011,

Ces tendances sont en adéquation avec les données climatiques observées par METEO France (voir <http://www.meteo.nc/climat/relevés>) avec une moyenne des températures maximales plus élevées en Mars 2011 et en Juin 2011 ainsi que sur la période allant de Aout à Novembre 2010.

Cette corrélation entre l’évolution des consommations d’électricité et des conditions climatiques suggère (et confirme) qu’une part importante des consommations est liée au poste climatisation dans le bilan global.

Compte tenu du fait que la climatisation des bureaux est mise à l’arrêt entre les mois d’Avril et Novembre, ces courbes donnent également des informations sur les consommations d’électricité non saisonnières (informatique, éclairage, climatisation des locaux techniques).

Il est également important de noter que les consommations d’électricité ne représentent que 71% de la facture annuelle le reste étant la somme de la prime fixe (28%) et des pénalités pour dépassement de puissance souscrite (1%).

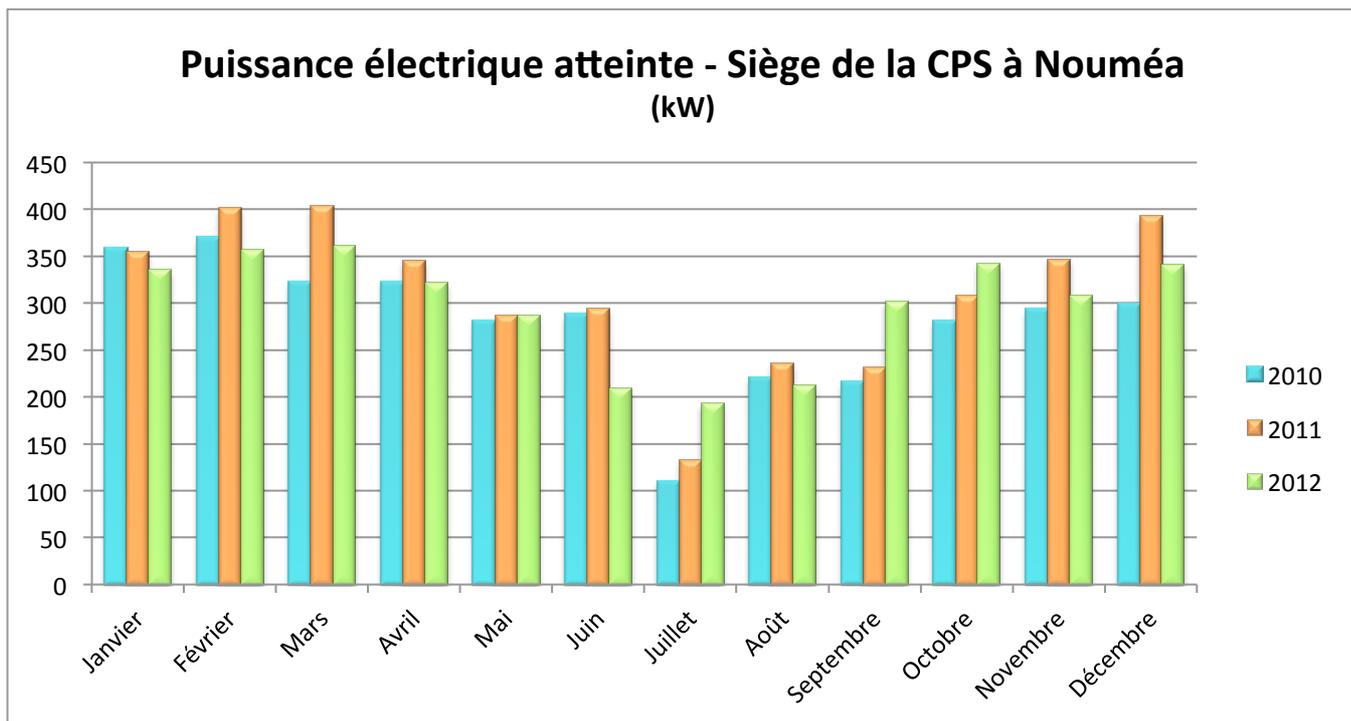


Figure 3: Evolution des puissances électriques maximales atteintes 2010-2012

### 2.3.2. Groupe électrogène

Le groupe électrogène étant utilisé uniquement en cas de coupure de courant et pour le fonctionnement du serveur, les consommations de carburant sont négligeables.

### 2.3.3. Entretien des équipements

Le siège de la CPS dispose d'un service de maintenance (resp. Walter Le Pironnec) assurant l'entretien et la maintenance de l'ensemble des équipements techniques du site à l'exception des systèmes de climatisation. C'est en particulier ce service qui s'occupe de l'éclairage intérieur et extérieur (sauf remplacement de matériel).

#### 2.3.3.1. Systèmes de climatisation

La société CEGELEC est titulaire d'un contrat d'entretien et maintenance du système de climatisation par eau glacée du bâtiment 11 ainsi que des équipements frigorifiques et de climatisation de l'économat. Il porte en particulier sur :

- le groupe froid,
- les 6 centrales de traitement d'air, le réseau de gaine et les bouches et diffuseurs,
- la pompe de circulation et le groupe de surpression,
- les extracteurs de VMC,
- les tableaux électriques et automatismes,
- les groupes frigorifiques de l'économat ainsi que les chambres froides,
- les split-system de l'économat,

Ce contrat prévoit :

- des visites périodiques (mensuelles, trimestrielles ou annuelles selon l'opération effectuée) et des entretiens préventifs (contrôle visuel, nettoyage, test de fonctionnement, tests des capteurs, relevé de performance, etc.)
- des interventions légères et de la maintenance corrective,
- des interventions lourdes (sur devis),

#### ➤ ***Le détail des interventions réalisé est fourni en annexe 3***

La société SEMEP est titulaire d'un contrat d'entretien et maintenance de l'ensemble des système DRV ainsi que des unités individuelles split-system autres que celles de l'économat. L'entretien s'effectue une fois par an entre les mois de Juin et Juillet. Il prévoit le nettoyage et le contrôle de fonctionnement :

- des compresseurs DRV (19),
- des unités intérieures (108),
- des tableaux électriques,
- des évacuations de condensats,
- de la climatisation de l'imprimerie,
- des split-system (33),

#### ➤ ***Le détail des interventions réalisé est fourni en annexe 4***

### 2.3.3.2. Equipements informatiques

Les équipements informatiques du site (ordinateurs, copieurs, serveurs) sont gérés en interne par le service informatique (resp. Phill Hardstaff).

## 2.4. Résultats du sondage

Afin d'analyser le confort et les habitudes des usagers du site, une enquête a été réalisée auprès des agents de l'ensemble des bâtiments. Le questionnaire, envoyé par mail à l'ensemble des agents portait sur :

- Le confort ressenti (température, humidité, ventilation, éclairage, acoustique),
- L'usage de volet ou store, et de la ventilation naturelle,
- L'utilisation de la climatisation (période, consigne, efficacité, utilisation rationnelle)
- L'utilisation de l'éclairage artificiel (période, efficacité),
- La gestion des équipements énergivores (extinction en cas d'absence ?),
- L'intérêt porté aux économies d'énergie,

### ➔ Le questionnaire est fourni en annexe 5

Les statistiques de participation sont présentées dans les tableaux suivants :

#### Participation

Nombre d'usager des bâtiments du siège de la CPS à Nouméa	200
Nombre de réponse	67
Participation (%)	33,5 %

Figure 4: Participation à l'enquête usagers

#### Répartition des réponses par bâtiment

Service	Nbre de réponse	Répartition (%)
Bâtiment 1	8	11,9%
Bâtiment 2	6	9,0%
Bâtiment 3	12	17,9%
Bâtiment 4	8	11,9%
Bâtiment 5	10	14,9%
Bâtiment 6	10	14,9%
Bâtiment 7	1	1,5%
Bâtiment 8	0	0,0%
Bâtiment 9	5	7,5%
Bâtiment 10	7	10,4%
<b>TOTAL</b>	<b>67</b>	<b>100,0%</b>

Figure 5: Répartition des réponses de l'enquête usagers

➤ **Les résultats du sondage ont été représentés selon des graphiques de type camembert et sont fournis en annexe n°6.**

L'analyse des résultats fait ressortir les points suivants :

#### 2.4.1. Confort hygrothermique

- environ la moitié des personnes ayant répondu estiment qu'il fait trop chaud dans les bureaux en saison chaude tandis que l'autre moitié trouve la température confortable. Ces réponses ne font pas ressortir de tendance d'autant que la plupart des usagers disent utiliser la climatisation en saison chaude. L'organisation des bureaux en « open space » ne permet pas aux usagers de choisir leur mode de rafraîchissement (climatisation ou ventilation naturelle) indépendamment. D'autre part, des zones de surchauffe importante, du côté des façades exposées Nord et Ouest, ont été notées dans les commentaires de l'enquête,
- peu de personnes (7,5%) ayant répondu se plaignent de la température dans les locaux en saison fraîche (ni trop chaud, ni trop froid) alors que la climatisation est arrêtée à cette période. Cela permet de valider cette action d'économie d'énergie,
- seuls 13,4% des personnes interrogées trouvent l'ambiance des bureaux trop humide. Le seul recours serait de climatiser (et donc assécher) les bureaux en permanence ou, en saison fraîche, de limiter la ventilation de façon à augmenter la température du local (et donc diminuer l'humidité),

#### 2.4.2. Eclairage

- le tiers des personnes interrogées jugent l'éclairage naturel dans leur bureau insuffisant. Il s'agit le plus souvent des bureaux du rez-de-chaussée souvent ombragés par les coursives et la végétation. 60% le trouve agréable,
- 27% des usagers sont insatisfaits de l'éclairage artificiel qui est jugé soit trop faible (12%) soit trop fort (15%). Cela peut suggérer une mauvaise distribution de l'éclairage qui serait donc situé soit directement au dessus du poste de travail soit trop éloigné,

#### 2.4.3. Ventilation naturelle

- un nombre important d'usagers interrogés (32%) jugent la ventilation naturelle dans leur bureau insuffisante alors que la porosité des façades (de l'ordre de 15%) devrait offrir un bon potentiel de ventilation, essentiel pour évacuer les charges thermiques internes. Cela peut s'expliquer à la fois par la présence de moustiquaires sur les ouvrants qui réduit de façon importante les flux d'air et par une utilisation insuffisante des ouvrants due à l'organisation en « open space » des bureaux (certains souhaitent ventiler, d'autre non). En effet 36% des personnes interrogées précisent par ailleurs que les fenêtres de leur bureau restent en général fermées,
- une grande majorité des usagers interrogés trouve l'environnement de leur bureau calme ce qui permet d'écartier la cause du bruit pour expliquer que les fenêtres des bureaux restent souvent fermées,

#### 2.4.4. Protection solaire

- plus de la moitié des usagers interrogés disent utiliser des rideaux ou stores dans leur bureau. Parmi ces personnes, la moitié explique vouloir se protéger de l'éblouissement (en direct ou sur le poste informatique) et l'autre moitié disent vouloir se protéger de la chaleur. Cet aspect est important car il montre l'intérêt de mettre en place des protections solaires extérieures correctement dimensionnées pour limiter l'éblouissement et les apports solaires directs tout en favorisant l'éclairage naturel des locaux. En effet, un store ou un rideau intérieur n'empêche pas la chaleur de pénétrer dans le local,

#### 2.4.5. Usage de la climatisation

- 88% des personnes interrogées disent utiliser la climatisation toute l'année. Les réponses proposées pour cette question sont ambiguës car la climatisation des bureaux est mise à l'arrêt 6 mois par an et il faut alors comprendre que ces personnes l'utilisent dès qu'ils en ont la possibilité,
- 60% des usagers interrogés disent utiliser la climatisation toute la journée tous les jours où ils en ont la possibilité ce qui laisse penser que l'usage de la climatisation résulte plus d'une habitude que d'une nécessité pour satisfaire le confort. Ce point est confirmé par le fait que 54% des personnes interrogées disent mettre en marche la climatisation le matin en arrivant et l'éteindre le soir en partant. Seulement 30% disent l'éteindre en cas d'absence prolongée,
- la température de consigne fixée par les usagers est pour la moitié des personnes ayant répondu à cette question inférieure à 25°C et elle est supérieure à 25°C pour l'autre moitié,
- pour une grande majorité des usagers interrogés, le système de climatisation est efficace. Quelques personnes se plaignent par contre d'une mauvaise diffusion de l'air climatisé qui crée des zones d'inconfort trop chaudes ou trop froides dans un même bureau,
- seulement 15% des personnes interrogées disent climatiser parfois avec la porte ou la fenêtre ouverte. Les agents semblent donc conscients de la nécessité de limiter les entrées d'air neuf dans les bureaux,

#### 2.4.6. Usage de l'éclairage

- plus de la moitié des personnes interrogées disent utiliser l'éclairage artificiel toute l'année et toute la journée, et 30% disent l'utiliser toute l'année le matin (à partir de 7h) et le soir (jusque 17h30). Cela confirme une autonomie en lumière naturelle très faible, causée probablement par les coursives et la végétation pour les étages les plus bas,
- 54% des usagers interrogés disent penser à éteindre l'éclairage du bureau pendant une pause prolongée alors que 36% disent l'allumer le matin et l'éteindre le soir en partant,

### 2.4.7. Utilisation rationnelle des équipements

- nombreux sont ceux qui semblent utiliser les équipements par habitude sans se soucier de les mettre à l'arrêt en cas d'absence prolongée (54% pour la climatisation, 36% pour l'éclairage, 78% pour l'ordinateur et 45% pour l'imprimante). Il semble qu'une campagne de sensibilisation sur l'intérêt d'utiliser de façon rationnelle les équipements pourrait être utile dans ce cas,
- l'éclairage est le poste pour lequel les usagers sont les plus attentifs, sans doute parce que la lumière se voit (y compris de l'extérieur) contrairement à la climatisation,
- les équipements sont en revanche rarement laissés en fonctionnement le soir et le week-end (12% pour la climatisation et 16% pour l'éclairage) sauf pour les équipements informatiques qui sont souvent maintenus sous tension (36%). Cela peut s'expliquer par la politique du service informatique qui demande à pouvoir effectuer les mises à jour sur les postes à tout moment de la journée, y compris la nuit et le week-end,

### 2.4.8. Remarques diverses des usagers

Plusieurs commentaires ont été formulés par les usagers ayant répondu à l'enquête. Ils permettent de préciser leur niveau de connaissance sur les thématiques de l'énergie et de préparer une campagne de sensibilisation.

Ci après sont listés et reformulés les commentaires les plus intéressants sur l'intérêt porté par les usagers pour la réduction des consommations d'énergie :

- une grande partie des personnes interrogées disent porter un grand intérêt à la réduction des consommations d'énergie que ce soit pour la réduction de la facture d'électricité, pour limiter le réchauffement climatique ou plus globalement pour agir pour le développement durable
- certains estiment que la CPS doit montrer l'exemple dans ce domaine et sont étonnés de ne pas encore voir d'installation photovoltaïque sur les toitures. D'autres se sentent impuissants (« la toiture est mal isolée », « rayonnement solaire important »), ou estiment que les économies d'énergie passent après leur activité (calcul informatique par exemple),
- beaucoup se disent sensibilisés et assurent déjà agir de façon rationnelle,

Ci après sont reformulées et listés les principales idées émises par les usagers pour améliorer leur confort et réduire les consommations d'énergie :

- réaliser une campagne de sensibilisation et afficher les consommations,
- mettre en place des capteurs photovoltaïques,
- réduire la puissance d'éclairage (jugée trop élevée) et remplacer les tubes néons par des ampoules basse-consommation ou de l'éclairage Led,
- individualiser la climatisation et l'éclairage dans les open space,
- favoriser l'éclairage naturel et la ventilation naturelle,
- renouveler le système de climatisation (trop de bruit),
- arrêter de couper les arbres qui protègent les bâtiments du rayonnement solaire et mettre en place des films solaires,
- mettre en place des ressorts sur les portes pour qu'elles restent fermées lorsque la pièce est climatisée,

- ajouter des automatismes pour arrêter la climatisation lorsqu'elle n'est pas nécessaire,
- mettre en place de l'eau chaude solaire,
- imprimer en recto-verso, recycler le papier,

Ces commentaires des usagers montrent à la fois une sensibilisation aux thématiques de l'énergie mais également une méconnaissance de ces sujets et une volonté d'avoir une meilleure visibilité de leurs actions.

### 3. Analyse énergétique et environnementale

#### 3.1. Bilan énergétique et environnemental

##### 3.1.1. Hypothèse du bilan énergétique

La phase de recueil de données sur site a permis d'identifier les postes de consommation d'énergie suivants :

- Climatisation,
- Ventilation,
- Eclairage,
- Postes informatiques et serveur,
- Divers (réfrigérateur, micro-onde, machine à café..)

Afin d'estimer les consommations énergétiques de chacun des postes précités, les hypothèses suivantes ont été adoptées.

##### 3.1.1.1. Climatisation et bilan thermique

Des simulations thermiques dynamiques menées avec le logiciel Design Builder ont permis de déterminer les consommations annuelles des bâtiments de bureaux. Les résultats des simulations par bâtiment et pour les espaces de bureau (hors locaux techniques) sont donnés dans le tableau ci dessous :

Bâtiment	Puissance frigorifique (W/m <sup>2</sup> )	Energie frigorifique consommée (kWh/m <sup>2</sup> /an)
Bâtiment 1/3/4/5/6/10 (bureaux seuls)	103	68,4
Bâtiment 2/7/9 (bureaux seuls)	128	86,5

Figure 6: Puissances et consommations de climatisation des bâtiments

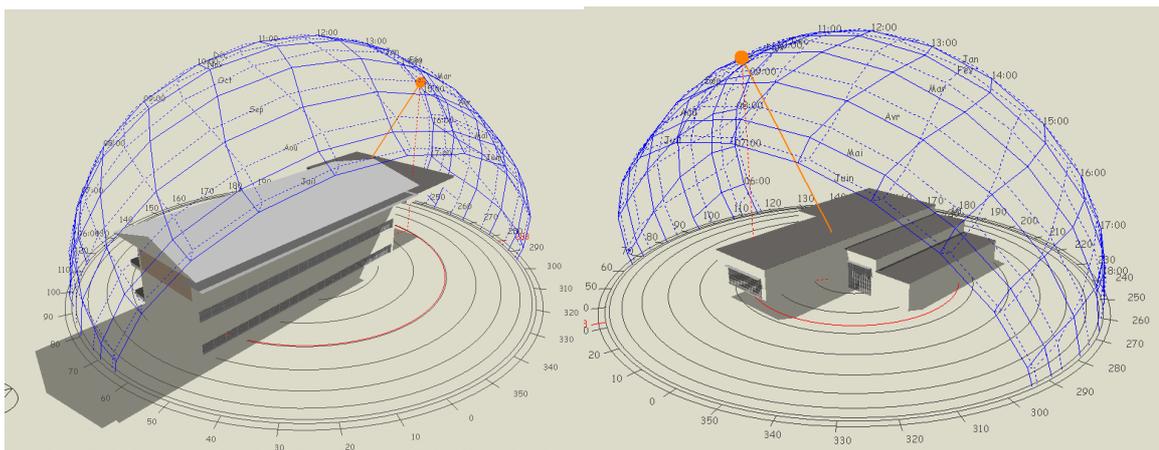


Figure 7: Schéma des bâtiments étudiés sous Design Builder

Pour ces simulations, les hypothèses suivantes ont été adoptées :

- conditions météorologiques de Nouméa,
- occupation des locaux de 7h30 à 11h30 et de 13h à 17h,
- fonctionnement de la climatisation de Novembre à Avril,
- puissance d'éclairage 9W/m<sup>2</sup>, puissance des équipements informatiques 11W/m<sup>2</sup>,

- consigne de climatisation à 25°C,

Le planning d'utilisation journalier de la climatisation a pu être vérifié par des mesures sur site (bâtiment 4). Le graphique ci après montre l'évolution au cours d'une journée de la puissance consommée par le système DRV du bâtiment.

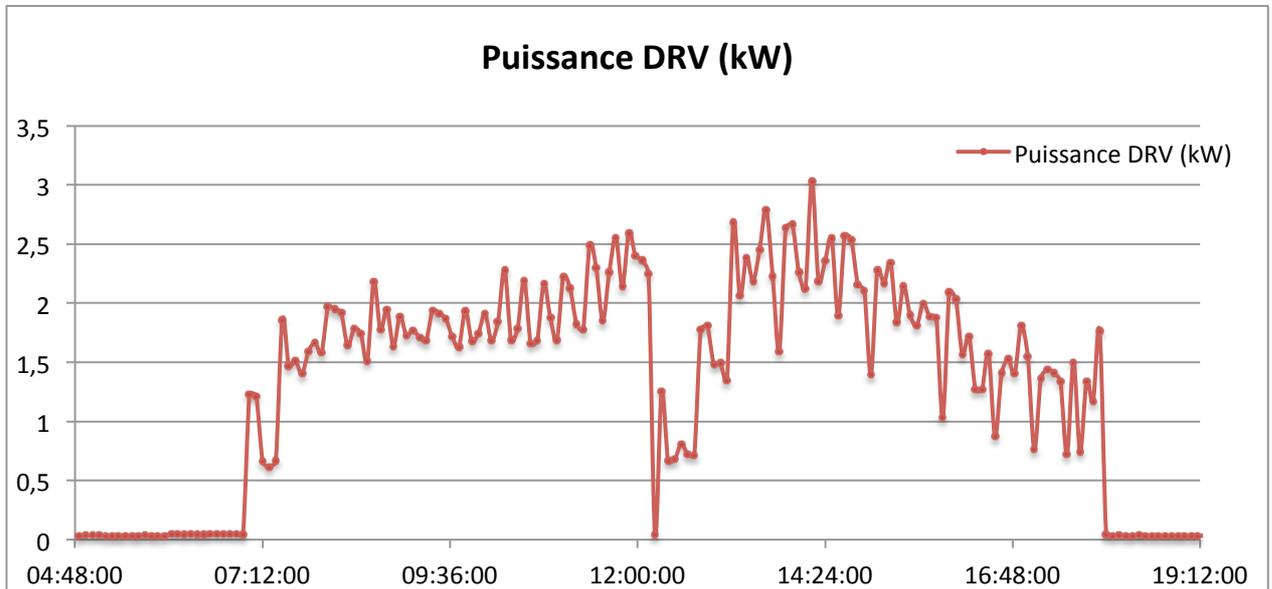


Figure 8: Evolution de la puissance consommée par le système de climatisation (bâtiment 5)

Les consommations du système de climatisation obtenues par simulation ont pu ensuite être vérifiées en les comparant aux mesures sur site :

Consommation du système de climatisation du bâtiment 4 – mois de février 2013		
Valeur mesurée (kWh)	Valeur de simulation (kWh)	Ecart (%)
6465	6257	3%

Figure 9: Comparatif des énergies consommées par le système de climatisation entre la mesure et les simulations Design Builder

Le même type de simulation a été effectué sur le bâtiment 11 et sur les locaux spécifiques (économat, imprimerie, laboratoire, etc.) et a permis d'aboutir aux données de consommation annuelles (voir tableau bilan ci après).

Ces données de consommations d'énergie frigorifique sont ensuite multipliées par la superficie climatisée de chaque bâtiment. Pour le calcul des consommations électrique, un rendement énergétique EER moyen de 2,8 est retenu pour la climatisation des bureaux, de 1,5 pour la climatisation du bâtiment 11 et de 2 pour les unités split-system :

$$EER = \frac{P_{frigo}}{P_{elec}}$$

Avec

*P<sub>frigo</sub>* : puissance frigorifique fournie (kW)

*P<sub>elec</sub>* : puissance électrique consommée (kW)

### 3.1.1.2. Eclairage (intérieur et extérieur)

- la puissance installée est déterminée par le relevé sur site et à partir des documents fournis. Pour l'éclairage extérieur, le bilan énergétique ne prend pas en compte le remplacement récent des luminaires à ampoule basse consommation par de l'éclairage Led,
- le planning de fonctionnement est principalement déterminé par les réponses fournies dans les questionnaires et à partir d'informations obtenues par les agents au cours des visites,

### 3.1.1.3. Informatique (ordinateur, imprimante, copieur, onduleur et serveurs)

- la puissance installée est déterminée par le relevé sur site et à partir des documents fournis,
- le planning d'utilisation est défini à partir des résultats du sondage et à partir d'informations fournies par les agents au cours des visites,
- les serveurs fonctionnent 24h/24 et 365 jours/an.

### 3.1.1.4. Divers (machines frigorifiques (Economat), CE, distributeurs...)

- la puissance installée est estimée à partir de données issues d'équipements similaires,
- les temps de fonctionnement sont évalués en fonction des données fournies par les agents au cours des visites,

## 3.1.1. Bilan énergétique

Le tableau suivant présente, poste par poste et bâtiment par bâtiment la répartition des consommations d'énergie.

Consommation d'électricité (kWh/an)										
Bâtiment	Climatisation	Ventilation	Eclairage intérieur	Eclairage extérieur	Informatique (ordinateurs)	Informatique (divers)	Informatique (serveurs)	Divers (réfrigérateurs, snack)	Machines frigo.	TOTAL
Bâtiment 1	9 593	1 314	3 856	20 838	3 840	6 756		1 500		28 595
Bâtiment 2	16 648	1 314	5 292		12 480	7 131		2 000		46 601
Bâtiment 3	11 747		4 720		13 387	7 506		1 500		40 597
Bâtiment 4	17 767	1 314	5 378		14 880	7 506		11 852		60 434
Bâtiment 5	14 113	1 314	5 670		10 560	7 506		500		41 400
Bâtiment 6	69 704	1 314	5 832		17 760	2 625	119 136	1 500		219 608
Bâtiment 7	3 704		1 177		1 440	6 006		1 938		16 002
Bâtiment 8	0		1 706		480			11 876		15 799
Bâtiment 9 - hors économat	37 935		12 852		5 740	21 756		2 500		82 519
Bâtiment 9 - économat	42 559		1 620		500			1 314	82 280	130 010
Bâtiment 10	9 593		3 856		5 760	6 006		1 500		28 451
Bâtiment 11	175 503		18 126	0			1 314		196 680	
<b>TOTAL</b>	<b>408 867</b>	<b>6 570</b>	<b>70 085</b>	<b>20 838</b>	<b>86 827</b>	<b>72 798</b>	<b>119 136</b>	<b>39 294</b>	<b>82 280</b>	<b>906 695</b>

Figure 10: Bilan détaillé des consommations d'énergie par bâtiment

**Le total des consommations d'électricité est donc estimé à 906 695 kWh/an.**

Les graphiques suivants donnent la répartition des consommations d'électricité par poste et par bâtiment.

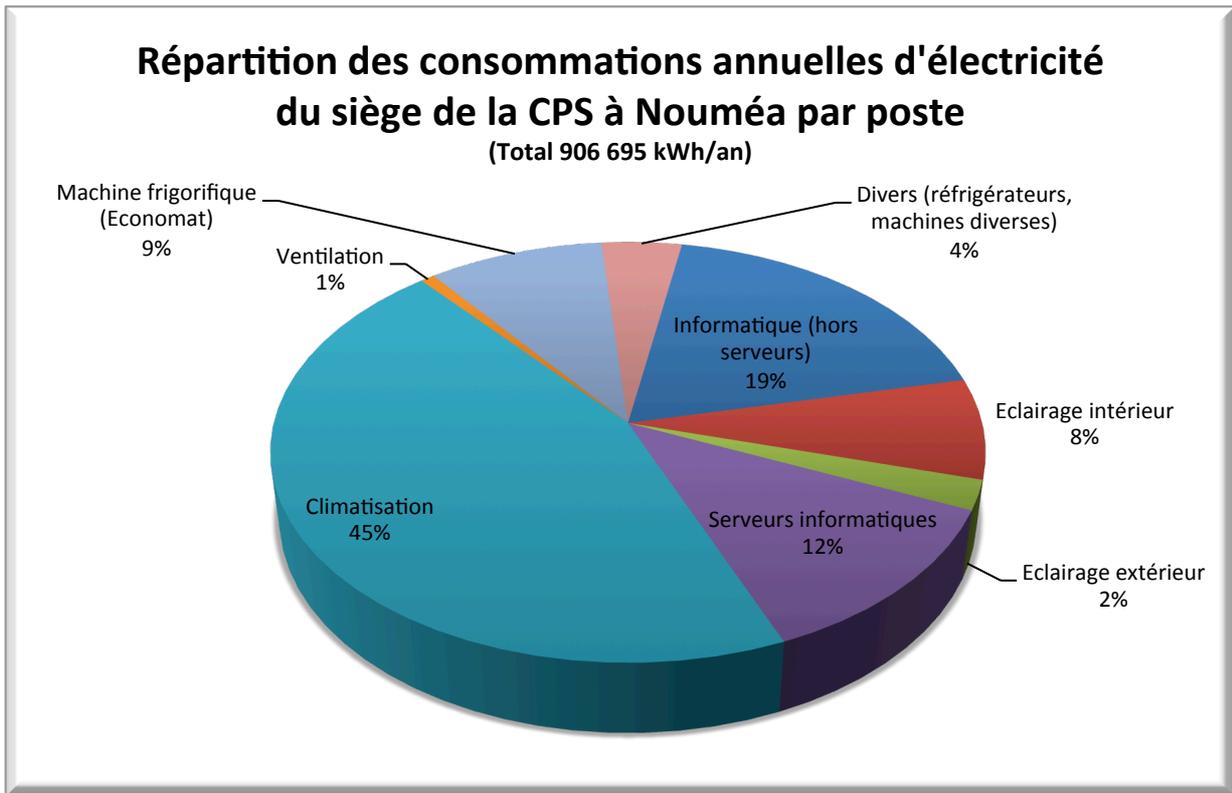


Figure 11: Répartition des consommations d'électricité par poste

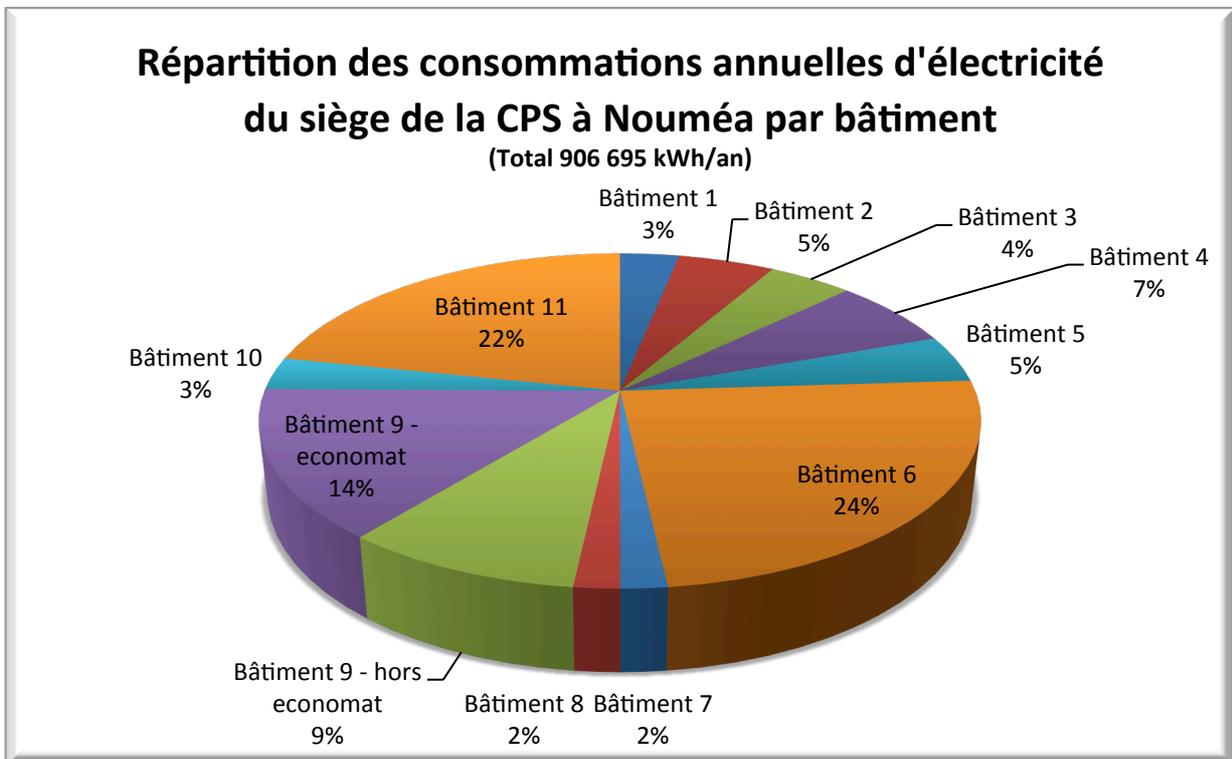


Figure 12: Répartition des consommations d'électricité par bâtiment

Le tableau suivant donne finalement les consommations totales d'énergie finale de chaque bâtiment par unité de surface.

Bâtiment	Surface au sol (m2)	Consommations d'énergie finale (kWh/m2)
1	357	80
2	490	95
3	437	93
4	498	121
5	525	79
6	540	407
7	109	147
8	158	100
9 - hors économat	1640	50
9 - économat	150	867
10	357	80
11	1550	127
<b>TOTAL</b>	<b>6811</b>	<b>133</b>

Figure 13: Consommations d'électricité des bâtiments par unité de surface

### 3.1.2. Bilan environnemental

Compte tenu des consommations d'énergie estimées, et en prenant compte un facteur d'émissions de gaz à effet de serre de 916,3 geqCO<sub>2</sub>/kWh d'électricité finale (donnée ADEME), le siège de la CPS à Nouméa engendre des émissions de GES estimées à 830,8 teqCO<sub>2</sub>/an.

### 3.1.3. Bilan détaillé du poste climatisation

La climatisation étant le principal poste de consommation d'énergie (45%), il est important de quantifier les différents usages à savoir la climatisation des bureaux et salles de réunion, la climatisation du bâtiment 11 et la climatisation des locaux à usage spécifique (serveurs, économat) nécessitant un fonctionnement permanent de la climatisation.

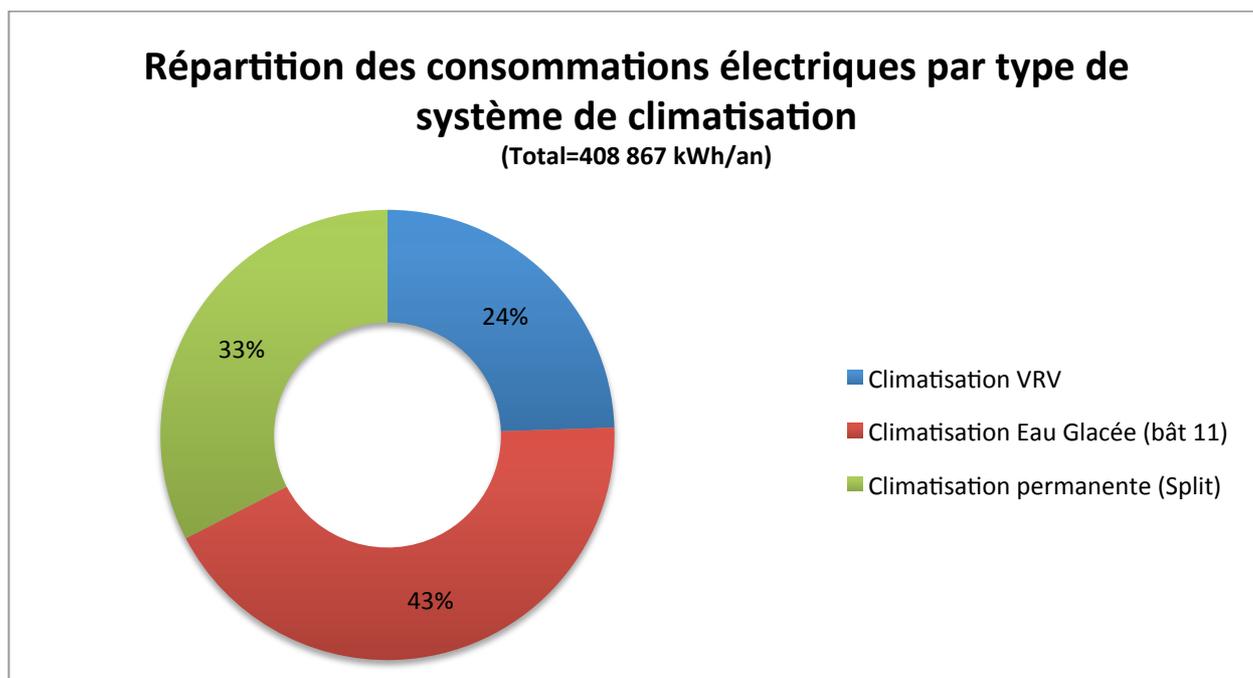


Figure 14: Répartition des consommations d'électricité par système de climatisation

### 3.2. Analyse et préconisations

L'analyse du bilan énergétique a permis d'identifier les principaux gisements d'économie d'énergie et de proposer des actions associées à ces gisements.

Les fiches présentées ci-après proposent des actions à mettre en œuvre répondant à une anomalie ou une problématique identifiée lors de l'analyse du site. Au nombre de 19, ces fiches donnent pour chaque action un descriptif technique, une quantification des économies d'énergie réalisable, une analyse environnementale et une analyse financière.

<b>ACTIONS D'OPTIMISATION DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE DU SIEGE DE LA CPS</b>	
<b>N°1</b>	<b> limiter le point de consigne de climatisation à 25°C</b>
<b>N°2</b>	<b> Réaliser une campagne de sensibilisation auprès des usagers (avec rappels réguliers)</b>
<b>N°3</b>	<b> Réduire les consommation des équipements électriques annexes (Chauffe-eau, distributeurs de boissons, réfrigérateurs)</b>
<b>N°4</b>	<b> Mise en place d'une comptabilité énergétique</b>
<b>N°5</b>	<b> Optimiser l'éclairage intérieur des locaux de bureaux</b>
<b>N°6</b>	<b> Optimisation thermique des bâtiments</b>
<b>N°7</b>	<b> Réduire les consommations d'énergie du parc informatique</b>
<b>N°8</b>	<b> Installer des brasseurs d'air et prévoir un arrêt de la climatisation des bureaux pendant une période d'au moins 8 mois</b>
<b>N°9</b>	<b> Réduire les apports d'air neuf dans les locaux climatisés (hors bât 11)</b>
<b>N°10</b>	<b> Remplacer les équipements de climatisation des bureaux (DRV ou VRV) par des équipements plus récents et plus performants - (voir chapitre spécifique)</b>
<b>N°11</b>	<b> Réduire les apports d'air neuf dans les locaux climatisés du bâtiment 11</b>
<b>N°12</b>	<b> Création d'un espace archive dans la bibliothèque (voir chapitre spécifique)</b>
<b>N°13</b>	<b> Prévoir une climatisation spécifique pour les salles des interprètes, la salle de réunion et la petite salle de conférence</b>
<b>N°14</b>	<b> Remplacer la centrale de production d'eau glacée et optimiser la climatisation du bâtiment 11 (voir chapitre spécifique)</b>
<b>N°15</b>	<b> Optimisation thermique de l'imprimerie (bât 9) et du laboratoire (bât 4)</b>
<b>N°16</b>	<b> Optimiser les machines frigorifiques de l'économat</b>
<b>N°17</b>	<b> Réduire les consommations du serveur informatique (étude)</b>
<b>N°18</b>	<b> Remplacer les climatiseurs fonctionnant en permanence par des équipements haut rendement</b>
<b>N°19</b>	<b> Mise en place d'une production d'électricité photovoltaïque injectée réseau</b>

Action	N°1	limiter le point de consigne de climatisation à 25°C		
Domaine d'intervention		Réduction des besoins		
Locaux concernés		Tous sauf local serveur du bâtiment 6		
Type d'action	Investissement	<input checked="" type="checkbox"/> Faible	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Elevé
	Mise en œuvre	<input checked="" type="checkbox"/> Court terme	<input type="checkbox"/> Moyen terme	<input type="checkbox"/> Long terme
Justification		<p>- Climatiser à une température inférieure à 25°C engendre des surconsommations du système de climatisation (env 15% par degrés) et n'est pas nécessaire au regard du confort thermique,</p> <p>- 43% des personnes interrogées (bureaux) climatisent à une température comprise entre 22 et 25°C;</p> <p>- Températures de consigne actuelles: bibliothèque 23/24°C (mesuré à 23°C), grde conférence 23°C, Imprimerie 24°C, économat 23/24°C, laboratoire (microscope) 24°C,</p>		
Description		<p><u>Dans les bureaux:</u></p> <p>- Sensibiliser les usagers à maintenir un point de consigne supérieur à 25°C,</p> <p>- A l'occasion du remplacement des équipements, opter pour des télécommandes pouvant être bridées ou pour une télécommande centralisée permettant de limiter le point de consigne de l'ensemble du bâtiment,</p> <p><u>Dans la bibliothèque:</u></p> <p>- Remplacer le thermostat actuel par un thermostat n'autorisant pas de descendre en dessous de 25°C,</p> <p><u>Dans l'imprimerie:</u></p> <p>-Le local étant climatisé en permanence, l'augmentation du point de consigne à 25°C (au lieu de 24°C actuellement) permettra de réduire les consommations d'énergie tout en permettant une conservation correcte du papier,</p> <p>- A réaliser depuis la télécommande située dans le local,</p> <p><u>Pour les salles de conférence et de réunion:</u></p> <p>- Le réglage étant réalisé depuis les zones techniques, il peut être pré-réglé à 25°C sans risque d'être modifié,</p>		
Economie d'énergie réalisable (et % par rapport au total)		75 627 kWh/an, 12% pour les bureaux, 30% pour le bâtiment 11		
Impact financier	Investissement	- Pour la sensibilisation: rien si ce n'est l'action d'un "conseiller énergie" - Pour le thermostat de la bibliothèque: 40 000 FCFP		
	Maintenance	0 FCFP		
	Economie réalisée	1 189 616 FCFP/an		
	TRI	Immédiat		
Impact environnemental		- 69,3 Teq CO2/an		
Autres impacts		- Augmentation de la durée de vie des équipements de climatisation - Réduction des impacts sur la santé liés au "chaud/froid" (rhume, sinusites..)		
Opérateur		Agent de la CPS, "conseiller énergie"		
Commentaires		Le projet de réglementation thermique de Nouvelle Calédonie prévoit une limitation de la température de climatisation à 25°C,		

Action	N°2	Réaliser une campagne de sensibilisation auprès des usagers (avec rappels réguliers)
Domaine d'intervention		Intervention sur la gestion énergétique
Locaux concernés		Ensemble des bâtiments
Type d'action	Investissement	<input checked="" type="checkbox"/> Faible <input checked="" type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Elevé
	Mise en œuvre	<input checked="" type="checkbox"/> Court terme <input checked="" type="checkbox"/> Moyen terme <input checked="" type="checkbox"/> Long terme
Justification		<p>- Les bâtiments et équipements consomment de l'énergie pour le confort et les besoins des usagers. Pour suivre un programme de maîtrise de l'énergie pérenne et efficace, il est indispensable d'y impliquer les usagers non seulement en leur faisant prendre conscience des impacts énergétiques, économiques et environnementaux de leur comportement mais aussi de les informer des outils dont ils disposent pour réduire ces consommations,</p> <p>- De nombreux usagers du site disent déjà avoir un comportement de maîtrise des consommations énergétiques (enquête). Les motivations invoquées sont: les économies financières, le réchauffement climatique, le développement durable, le "bon-sens". Des données chiffrées issu de cette audit leur permettront d'identifier précisément l'impact de leur comportement,</p> <p>- Il s'agit dans un premier temps de faire une chasse au gaspillage (climatisation ou éclairage non coupée lorsque l'on quitte le bureau, ordinateurs maintenus en fonctionnement la nuit, machine à boissons réfrigérée la nuit et le week-end) avant d'inciter à une utilisation rationnelle des équipements (augmentation du point de consigne ou mieux, utilisation préférentielle de la ventilation naturelle),</p> <p>- Les usagers doivent être informés et être impliqués dans la politique de maîtrise de l'énergie engagée par les gestionnaires de l'établissement de manière à ce que leur action individuelle soit valorisée et partagée. Beaucoup ne comprennent pas pourquoi les EnR ne sont pas développées à la CPS (photovoltaïque),</p> <p>- L'automatisation totale de l'ensemble des équipements pour limiter les consommations d'énergie serait trop coûteux et occulterait la dimension humaine, point fondamental de la notion de développement durable,</p> <p>- Certains commentaires fait par les usagers au cours de l'enquête laisse apparaitre un manque de connaissance sur la thématique des économies d'énergie. Ex: "que consomme le moins entre la climatisation et le ventilateur?"</p>
Description		<p>Mettre en place des outils de communication permettant d'informer les usagers sur:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'évolution des consommations énergétiques bâtiment par bâtiment et poste par poste de la CPS (Action n°2), par exemple tous les mois et un bilan annuel,</li> <li>- les actions menées par la CPS pour la réduction des consommations (mise en place d'éclairage extérieur à LED, remplacement de la climatisation, réalisation d'études),</li> <li>- les gestes simples permettant de réduire les consommations au bureau et au domicile (extinction des équipements, élévation du point de consigne de la climatisation, fermeture des portes et fenêtres lorsque la climatisation fonctionne),</li> </ul> <p>Ces outils de communication pourront se présenter sous différentes formes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lettre d'information mensuelle diffusée par e-mail,</li> <li>- affiches sur les équipements concernés,</li> <li>- stickers sur les interrupteurs et télécommandes,</li> <li>- organisation de conférences-débats,</li> <li>- site internet pour suivre l'évolution des consommations,</li> </ul>
Economie d'énergie réalisable (et % par rapport au total)		Jusqu'à 10% des consommations sur lesquelles les usagers peuvent agir soit environ 35 000 kWh/an

Impact financier	Investissement	Outils de communication: environ 1,5 MFCFP
	Maintenance	0 FCFP
	Economie réalisée	550 550 FCFP/ an
	TRI	Immédiat
Impact environnemental		-32,1 Teq CO2/an
Autres impacts		Economies d'énergie réalisées par les agents en dehors de la CPS du fait de leur sensibilisation
Opérateur		CPS, agence de communication
Commentaires		

Action	N°3	Réduire les consommation des équipements électriques annexes (Chauffe-eau, distributeurs de boissons, réfrigérateurs)
Domaine d'intervention		Réduction des besoins
Locaux concernés		Ensemble des bâtiments
Type d'action	Investissement	<input checked="" type="checkbox"/> Faible <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Elevé
	Mise en œuvre	<input checked="" type="checkbox"/> Court terme <input type="checkbox"/> Moyen terme <input type="checkbox"/> Long terme
Justification		- Ces équipements représentent des consommations d'électricité non négligeables de part leur nombre, - Certains de ces équipements fonctionnent en permanence alors que leur utilisation est très limitée (CE, réfrigérateurs)
Description		- Mettre en place un interrupteur-minuteur sur le chauffe-eau électrique du social club (qui actionnera la résistance pendant 2 heures à l'enclenchement puis la coupera) et supprimer les chauffe-eau présents dans les sanitaires, - Mettre des horloges sur les machines à boisson, machine à café, fontaine à eau de façon à couper leur alimentation la nuit et les week-end, - Remplacer les réfrigérateurs (23 au total) et congélateurs (3) par des équipements de classe européenne A++ qui consomment jusque 2 fois moins,
Economie d'énergie réalisable (et % par rapport au total)		18 000 kWh/an (47%)
Impact financier	Investissement	- horloge programmable pour les machines à boissons: 10 000 FCFP - interrupteur-minuteur pour les CE: 15 000 FCFP - remplacement des réfrigérateurs: 1 500 000 FCFP
	Maintenance	5000 FCFP/an
	Economie réalisée	278 140 FCFP/an
	TRB	5,5 ans
Impact environnemental		-16,5 Teq CO2/an
Autres impacts		Augmentation de la durée de vie des équipements
Opérateur		Agents de la CPS
Commentaires		

Action	N°4	Mise en place d'une comptabilité énergétique
Domaine d'intervention		Intervention sur la gestion énergétique
Locaux concernés		Ensemble des bâtiments
Type d'action	Investissement	<input type="checkbox"/> Faible <input checked="" type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Elevé
	Mise en œuvre	<input checked="" type="checkbox"/> Court terme <input type="checkbox"/> Moyen terme <input type="checkbox"/> Long terme
Justification		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Absence de moyen à la CPS permettant aux gestionnaires et aux utilisateurs de la CPS de quantifier les consommations d'énergie et leur évolution (mis à part les compteurs d'énergie non exploités des bâtiments 3, 4, 5, 6 et 9),</li> <li>- Une comptabilité énergétique permet de suivre l'évolution des consommations énergétiques au fur et à mesure que des actions de réductions des consommations sont mis en œuvre,</li> <li>- Une comptabilité énergétique est un premier outil de sensibilisation aux économies d'énergie</li> <li>- Des usagers ont fait part dans l'enquête de leur souhait de pouvoir bénéficier d'une comptabilité énergétique</li> </ul>
Description		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en place de compteurs d'électricité pour la climatisation, l'éclairage et les équipements informatiques pour chaque bâtiment avec centralisation des données sur un tableau de bord commun (page web) et publication des résultats mensuels,</li> <li>- Vérification de l'impact des actions menées sur un bâtiment avant leur généralisation (un bâtiment peu servir de test),</li> <li>- Nomination d'une personne responsable ou sous-traitance de l'analyse des consommations à une structure spécialisée</li> </ul>
Economie d'énergie réalisable (et % par rapport au total)		Jusqu'à 10% des consommations pouvant être impactées par les usagers soit environ 35 000 kWh/an
Impact financier	Investissement	2 500 000 FCFP
	Maintenance	250 000 FCFP/an (exploitation des données de comptabilité)
	Economie réalisée	-300 500 FCFP/an
	TRB	8,3 ans
Impact environnemental		-32,1 TeqCO2/an
Autres impacts		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensibilisation du personnel</li> <li>- Suivi des évolutions</li> <li>- Ajustement de la puissance souscrite</li> <li>- Détection d'une anomalie</li> </ul>
Opérateur		Entreprise spécialisée locale
Commentaires		Des technologies sans fils permettent de communiquer entre les bâtiments pour une gestion centralisée

Action	N°5	Optimiser l'éclairage intérieur des locaux de bureaux
Domaine d'intervention		Réduction des besoins
Locaux concernés		Bureaux
Type d'action	Investissement	<input type="checkbox"/> Faible <input checked="" type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Elevé
	Mise en œuvre	<input checked="" type="checkbox"/> Court terme <input type="checkbox"/> Moyen terme <input type="checkbox"/> Long terme
Justification		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 52% des usagers interrogés utilisent l'éclairage artificiel toute l'année et toute la journée, 30% l'utilise toute l'année essentiellement le matin et le soir,</li> <li>- La puissance installée est jugée trop élevée pour 15% des usagers (nombreux commentaires en ce sens dans l'enquête),</li> <li>- L'éclairage artificiel ne semble pas homogène et donc peu confortable (zones de fort éclairage et zones de faible éclairage dans une même pièce)</li> <li>- L'éclairage intérieur des bureaux représente 6% de la facture totale d'électricité du site,</li> <li>- L'éclairage est une charge thermique que la climatisation doit compenser. Le réduire revient à réduire les consommations d'énergie liée à la climatisation,</li> </ul>
Description		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retirer 1 des 4 tubes fluorescents de chaque luminaires et proposer des lampes de bureau présentant de bonnes caractéristiques d'éclairage et de faibles consommations d'énergie (ampoule fluo-compactes ou tubes fluorescents),</li> <li>- Mettre en place des détecteurs de luminosité permettant de couper l'éclairage artificiel général lorsque l'éclairage naturel dépasse 200 lux si présence de lampe d'appoint ou 300 lux sinon,</li> </ul>
Economie d'énergie réalisable (et % par rapport au total)		21 076 kWh/an (43%) pour sur les consommations d'éclairage des bureaux 4 053 kWh/an (43%) pour les consommations de climatisation liées à l'éclairage <b>TOTAL= 25 129 kWh/an</b>
Impact financier	Investissement	-Lampes d'appoint (x180): 1 080 000 FCFP -Détecteurs de luminosité (x75): 1 125 000 FCFP <b>Total= 2 205 000 FCFP</b>
	Maintenance	+ 72 000 FCFP/an
	Economie réalisée	323 280 FCFP/an
	TRB	7 ans
Impact environnemental		- 23 Teq CO2/an
Autres impacts		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réduction des charges thermiques internes permettant de prolonger la période où le rafraîchissement par ventilation naturelle est suffisant,</li> <li>- Gestion individualisée de l'éclairage (appoint)</li> </ul>
Opérateur		Agents de la CPS
Commentaires		

Action	N°6	Optimisation thermique des bâtiments
Domaine d'intervention		Réduction des besoins
Locaux concernés		Tous
Type d'action	Investissement	<input type="checkbox"/> Faible <input type="checkbox"/> Moyen <input checked="" type="checkbox"/> Elevé
	Mise en œuvre	<input type="checkbox"/> Court terme <input checked="" type="checkbox"/> Moyen terme <input type="checkbox"/> Long terme
Justification		<p>L'optimisation thermique du bâti permettra de limiter les apports thermiques et ainsi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- améliorer le confort thermique des usagers (éblouissement, ensoleillement direct, rafraîchissement par ventilation naturelle),</li> <li>- limiter les consommations du système de climatisation,</li> </ul> <p>L'optimisation thermique des locaux climatisés en permanence est prioritaire (laboratoire, imprimerie)</p> <p>L'enquête a révélé des problèmes de surchauffe dans les bureaux donnant sur les façades les plus exposés (Nord et Ouest) et dans les bureaux des étages situés sous toiture (R+2 ou R+1 selon le bâtiment)</p>
Description		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Isolation avec 5cm de laine de roche ou de ouate de cellulose des faux plafond de tous les bâtiments sauf 8 et 11,</li> <li>- Mise en place de pare-soleil horizontaux sur les façades Nord des bâtiments 4 et 5 pour la protection des façades et des ouvrants (par exemple 2 pare-soleil de 1,5 m de profondeur au premier et au second tiers de la façade),</li> <li>- Mise en place de films solaires à haute transmission lumineuse sur les ouvrants orientés Nord des bâtiments 4 et 5 et sur les ouvrants Ouest du bâtiment 9 R+1. Les films solaires auront au minimum les caractéristiques suivantes: Transmission lumineuse minimale: 70%, transmission de l'énergie solaire maximale: 50%, rejet des UV: 99%, rejet des infrarouge: 97%; réduction de l'éblouissement: 21%, faible réflexion de la lumière (éviter l'effet miroir), mise en place à l'extérieur,</li> <li>- Mise en place de bardages ventilés sur les façades Est des bâtiments 1, 3 et 4 et sur les façades Ouest des bâtiments 1 et 10,</li> <li>- Améliorer l'étanchéité (remplacement des joints) des jalousies de l'imprimerie, voire les remplacer par des châssis fixes,</li> </ul>
Economie d'énergie réalisable (et % par rapport au total)		Réduction de 23% des consommations de climatisation des bureaux: 23 000 kWh/an
Impact financier	Investissement	Pare-soleil: 2 000 000 FCFP, Isolation: 6 000 000 FCFP, Films solaires bureaux: 1 500 000 FCFP, Bardage: 3 465 000 FCFP <b>TOTAL: 13 715 000 FCFP</b>
	Maintenance	50 000 FCFP/an
	Economie réalisée	311 790 FCFP/an
	TRB	44 ans Non économiquement rentable
Impact environnemental		-21 Teq CO2/an
Autres impacts		Réduction des phénomènes de surchauffe, réduction des pics de puissance
Opérateur		Entreprises locales

Commentaires	<p>Bien que cette action présente un intérêt environnemental certain (la réduction de la consommation énergétique liée à la climatisation permet d'éviter un dégagement de GES), elle est lourdement pénalisée par sa très faible rentabilité économique. Cette faible rentabilité peut s'expliquer par:- des performances thermiques du bâti plutôt correctes à l'origine,- une consommation d'énergie liée à la climatisation somme toute restreinte compte tenu de son arrêt pendant 6mois/an,- un coût élevé des travaux à effectuer et de la maintenance supplémentaire qu'ils impliquent, Cependant, les usagers nous ont fait part (enquête) d'un réel problème de surchauffe dans les bureaux des façades exposés et dans les bureaux du R+2 (sous-toiture). Cette surchauffe est ressentie lorsque la climatisation ne fonctionne pas (6 mois pas an, y compris les mois les plus frais). Le bénéfice de cette action sur le confort des usagers est difficilement quantifiable (puisque'il intervient lorsque la climatisation ne fonctionne pas) mais doit être prit en compte. C'est pourquoi cette action sera intégrée au programme de travaux malgré sa faible rentabilité économique</p>
--------------	--

Action	N°7	Réduire les consommations d'énergie du parc informatique
Domaine d'intervention		Réduction des besoins
Locaux concernés		Tous
Type d'action	Investissement	<input checked="" type="checkbox"/> Faible <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Elevé
	Mise en œuvre	<input type="checkbox"/> Court terme <input type="checkbox"/> Moyen terme <input checked="" type="checkbox"/> Long terme
Justification		- Les équipements informatiques (ordinateurs, imprimantes, copieurs, onduleurs) représentent 19% des consommations d'énergie totales du site, - D'important progrès sont constamment réalisés sur la miniaturisation des équipements informatique et sur leur performance énergétique en particulier pour les ordinateurs,
Description		- Remplacement de l'ensemble des ordinateurs de bureaux (60% du parc) par des ordinateurs portables avec station d'accueil et écran. Cela présente l'avantage, en plus de réduire les consommations de l'ordinateur, de pouvoir s'affranchir de l'utilisation d'un onduleur, - Remplacement des copieurs par des équipements plus économes en énergie, - Remplacement des équipements réseau (switch) présent dans chaque bâtiment par des équipements plus performants,
Economie d'énergie réalisable (et % par rapport au total)		32 335 kWh/an (37%, ordinateurs) 8 409 kWh/an (20% ,Switch) 3075 kWh/an (10%, copieurs) <b>Total: 54 174 kWh/an</b>
Impact financier	Investissement	1 800 000 FCFP (surcoût d'un ordinateur portable par rapport à un ordinateur de bureau),
	Maintenance	0 (pas de maintenance supplémentaire)
	Economie réalisée	522 650 FCFP
	TRB	3,44 ans
Impact environnemental		-49,6 Teq CO2/an
Autres impacts		Permet une plus grande mobilité des agents
Opérateur		Service informatique de la CPS
Commentaires		A réaliser au fur et à mesure du remplacement du matériel

Action	N°8	Installer des brasseurs d'air et prévoir un arrêt de la climatisation des bureaux pendant une période d'au moins 8 mois
Domaine d'intervention		Réduction des besoins
Locaux concernés		Tous
Type d'action	Investissement	<input type="checkbox"/> Faible <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Elevé
	Mise en œuvre	<input type="checkbox"/> Court terme <input type="checkbox"/> Moyen terme <input type="checkbox"/> Long terme
Justification		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les bâtiments bénéficient d'un bon potentiel de ventilation naturel qui n'est pas exploité lorsque la climatisation est autorisée (6 mois par an). En augmentant de 2 mois cette période, les usagers auront naturellement recours à la ventilation naturelle,</li> <li>- L'utilisation de brasseurs d'air permettra d'assurer les conditions de confort pendant les périodes de faible vent. Par ailleurs, un vent de 1m/s envoyé par le brasseur d'air sur la peau permet de diminuer de 4°C la température ressentie,</li> </ul>
Description		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les brasseurs doivent être installés au dessus des postes de travail,</li> <li>- Ils doivent présenter une haute efficacité (label Energy Star), engendrer une faible vitesse d'air (envol de papier) et peu de nuisance sonore (max 35 dBA),</li> <li>- Equipés d'un variateur permettant à l'utilisateur de contrôler la vitesse de rotation,</li> <li>- Eviter l'effet stroboscopique dû au mouvement des lames devant les luminaires,</li> <li>- Diffuser une note d'information expliquant au usagers l'augmentation de la durée d'inutilisation de la climatisation,</li> </ul>
Economie d'énergie réalisable (et % par rapport au total)		29 094 kWh/an (29%)
Impact financier	Investissement	3600 000 FCFP
	Maintenance	70 000 FCFP/an
	Economie réalisée	387 648 FCFP/an
	TRB	9,2 ans
Impact environnemental		-26,6 Teq CO2/an
Autres impacts		Augmentation de la durée de vie des équipements de climatisation
Opérateur		Entreprise locale, matériel importé
Commentaires		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Il est conseillé d'optimiser thermiquement les bâtiments (action n°6) pour réduire les phénomènes de surchauffe avant de prolonger la période d'inutilisation de la climatisation (meilleure perception de la mesure par les usagers),</li> <li>- L'installation de brasseurs d'air impose en théorie une hauteur sous plafond de 2m80 (HSP). Or, la HSP constatée est de 2m70 ce qui imposera de réduire la distance plafond-brasseur à 20cm au lieu de 30cm pour respecter les règles de sécurité,</li> </ul>

Action	N°9	Réduire les apports d'air neuf dans les locaux climatisés (hors bât 11)
Domaine d'intervention		Réduction des besoins
Locaux concernés		Tous les locaux climatisés, hors bâtiment 11
Type d'action	Investissement	<input type="checkbox"/> Faible <input checked="" type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Elevé
	Mise en œuvre	<input type="checkbox"/> Court terme <input checked="" type="checkbox"/> Moyen terme <input type="checkbox"/> Long terme
Justification		<p>- L'air neuf est introduit dans le local dans les conditions (température et hygrométrie) extérieures. Il constitue une charge thermique non négligeable à compenser par la climatisation. En limitant les apports d'air neuf au minimum réglementaire, on réduit les consommations d'énergie,</p> <p>- Les débits d'air neuf introduits sont nettement supérieurs aux valeurs requises en raison de l'absence d'un contrôle efficace:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dans les bureaux en raison de l'ouverture des fenêtres et des portes alors que le local est climatisé,</li> <li>- dans l'imprimerie parce que les équipements de VMC fonctionnent en permanence, y compris la nuit,</li> </ul>
Description		<p><u>Dans les bâtiments de bureau:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- positionner des contacteurs de feuilures qui permettront de couper la climatisation lorsqu'une porte donnant sur l'extérieur restera ouverte pendant plus de 30 secondes. Les unités intérieures doivent pouvoir être coupées par un contacteur de feuillure (configuration usine),</li> <li>- améliorer l'étanchéité des jalousies en nettoyant ou remplaçant les joints d'étanchéité,</li> <li>- sensibiliser les usagers sur la nécessité de maintenir les fenêtres fermées lorsque la climatisation fonctionne,</li> </ul> <p><u>Dans l'imprimerie:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- couper la VMC de l'imprimerie (2 extracteurs) lors de l'inoccupation des locaux et ajuster son débit d'extraction,</li> </ul>
Economie d'énergie réalisable (et % par rapport au total)		28 000 kWh/an (21%)
Impact financier	Investissement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contacteurs de feuillure: 810 000 FCFP</li> <li>- Etanchéité des jalousie: 648 000 FCFP</li> <li>- Horloge sur VMC de l'imprimerie: 15 000 FCFP</li> </ul> <p><b>Total: 1 473 000 FCFP</b></p>
	Maintenance	15 000 FCFP/an
	Economie réalisée	425 440 FCFP/an
	TRB	3,5 ans
Impact environnemental		-25,6 Teq CO2/an
Autres impacts		Augmentation de la durée de vie des équipements de climatisation
Opérateur		Agent de maintenance de la CPS
Commentaires		Les unités intérieures de climatisation DRV doivent disposer d'une option de marche/arrêt à distance permettant d'être contrôlé par un contacteur de feuillure.

Action	N°10	Remplacer les équipements de climatisation des bureaux (DRV ou VRV) par des équipements plus récents et plus performants - (voir chapitre spécifique)
Domaine d'intervention		Optimisation des équipements
Locaux concernés		Bureaux
Type d'action	Investissement	<input type="checkbox"/> Faible <input type="checkbox"/> Moyen <input checked="" type="checkbox"/> Elevé
	Mise en œuvre	<input type="checkbox"/> Court terme <input checked="" type="checkbox"/> Moyen terme <input type="checkbox"/> Long terme
Justification		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les équipements actuels arrivent en fin de vie (17 ans) et leur performances s'en trouvent amoindries,</li> <li>- Les technologies actuelles présentent des rendements 1,5 fois supérieurs et autorisent des régulations plus fines et plus adaptées,</li> <li>- Les pièces de rechange pour les équipements actuels sont de plus en plus difficiles à obtenir,</li> </ul>
Description		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre en œuvre des systèmes DRV de dernière génération aussi bien pour les unités extérieures que pour les unités intérieurs et la régulation. Cela implique dans l'idéal de remplacer les réseaux frigorifiques (changement de gaz),</li> <li>- Sur-dimensionner les équipements (60%) afin d'augmenter significativement le rendement,</li> <li>- Mettre en place une télécommande centralisée permettant de limiter la température de consigne dans les bureaux,</li> <li>- Opter pour des unités intérieures compatibles avec les contacteurs de feuillure,</li> <li>- Améliorer la diffusion de l'air climatisé (caissons gainables ou cassettes) afin d'éviter les zones chaudes et les zones froides (des remarques ont été faites dans ce sens dans l'enquête),</li> </ul>
Economie d'énergie réalisable (et % par rapport au total)		33 366 kWh/an (33%)
Impact financier	Investissement	66 000 000 FCFP (prévu dans le budget 2013-2016)
	Maintenance	0 (pas de maintenance supplémentaire)
	Economie réalisée	524 847 FCFP
	TRB	Immédiat: les équipements actuels doivent être remplacés compte tenu de leur âge
Impact environnemental		-30,6 Teq CO2/an
Autres impacts		Remplacement du gaz frigorigène R22 par du gaz présentant un plus faible pouvoir de réchauffement global et moins de risque pour la santé (R410A)
Opérateur		Entreprise spécialisée dans la fourniture et la pose de système VRV et conception préalable par un BET spécialisé
Commentaires		Voir chapitre spécifique dans le rapport d'audit

Action	N°11	Réduire les apports d'air neuf dans les locaux climatisés du bâtiment 11
Domaine d'intervention		Réduction des besoins
Locaux concernés		Bâtiment 11
Type d'action	Investissement	<input checked="" type="checkbox"/> Faible <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Elevé
	Mise en œuvre	<input checked="" type="checkbox"/> Court terme <input type="checkbox"/> Moyen terme <input type="checkbox"/> Long terme
Justification		<p>- L'air neuf constitue une charge thermique non négligeable à compenser par la climatisation. En limitant les apports d'air neuf au minimum réglementaire, on réduit les consommations d'énergie,</p> <p>- Dans les locaux du bâtiment 11, les débits d'air neuf introduits sont nettement supérieurs aux valeurs requises en raison d'une mauvaise configuration des centrale de traitement d'air:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dans la bibliothèque, le registre d'air neuf est réglé au minimum, à savoir 720 m<sup>3</sup>/h, ce qui correspond au débit réglementaire pour environ 30 personnes, or l'occupation moyenne est de 5 personnes, 10 au maximum,</li> <li>- dans la grande salle de conférence, le débit d'air neuf est de 1440 m<sup>3</sup>/h, ce qui correspond au débit réglementaire pour environ 60 personnes or l'occupation atteint en moyenne 40 personnes,</li> </ul>
Description		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contrôler les débits d'air neufs introduits par les centrales de traitement d'air (CTA) dans la bibliothèque (voir paragraphe spécifique), les salles de conférences et de réunion à l'aide d'un capteur de CO<sub>2</sub>. Implique de mettre en place une régulation dédiée, modifier les ventilateurs d'apport d'air neuf et les registres des CTA,</li> <li>- Mettre en place une signalétique à l'extérieur de la bibliothèque de façon à ce que les usagers du site de la CPS voient si la bibliothèque est ouverte ou fermée sans avoir à laisser les portes ouvertes,</li> <li>- Positionner des contacteurs de feuilures sur les portes,</li> </ul>
Economie d'énergie réalisable (et % par rapport au total)		17 500 kWh/an (10%)
Impact financier	Investissement	- ajustement des débits d'air neuf des CTA du bât 11: 670 000 FCFP
	Maintenance	5 000 FCFP/an
	Economie réalisée	270 275 FCFP/an
	TRB	2,5 ans
Impact environnemental		-16 Teq CO <sub>2</sub> /an
Autres impacts		Augmentation de la durée de vie des équipements de climatisation
Opérateur		Agent de maintenance de la CPS et entreprise spécialisée
Commentaires		

<b>Action</b>	<b>N°12</b>	<b>Création d'un espace archive dans la bibliothèque (voir chapitre spécifique)</b>
Domaine d'intervention		Optimisation des équipements
Locaux concernés		Bâtiment 11 - bibliothèque
Type d'action	Investissement	<input type="checkbox"/> Faible <input checked="" type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Elevé
	Mise en œuvre	<input type="checkbox"/> Court terme <input checked="" type="checkbox"/> Moyen terme <input type="checkbox"/> Long terme
Justification		<p>-La climatisation de la bibliothèque représente à elle seule près de 10% de la consommation électrique totale du site,</p> <p>- Des dysfonctionnements sources d'inconfort sont régulièrement signalés par les usagers (trop chaud lorsque la climatisation ne fonctionne pas, trop froid lorsqu'elle fonctionne),</p> <p>-La surface climatisée est énorme (350m<sup>2</sup>) par rapport au nombre d'occupant (5 en moyenne) de même que la quantité d'air neuf introduit (prévu pour 40 pers),</p> <p>- Les portes sont régulièrement laissées ouvertes ou entre-ouvertes afin de signaler aux usagers du site de la CPS que la bibliothèque est ouverte,</p> <p>- La climatisation de la bibliothèque a deux objectifs non compatibles,</p>
Description		- Prévoir une zone d'archivage dédiée optimisée thermiquement et climatisée par un système très haut rendement (EER>5) et déshumidifiée de façon à maintenir des conditions de température et d'humidité correctes et stables,
Economie d'énergie réalisable (et % par rapport au total)		- la création d'un espace archive dédié ne permet pas, en soit de réaliser des économies d'énergie (consommations supplémentaires estimées à 15 000 kWh/an)
Impact financier	Investissement	création espace archive: 4 500 000F incluant climatisation et réaménagement
	Maintenance	0
	Economie réalisée	0 FCFP/an
	TRB	- ans
Impact environnemental		- Teq CO2/an
Autres impacts		- Meilleure conservation des archives papier - Meilleur confort des occupants de la bibliothèque
Opérateur		Agent de maintenance de la CPS + entreprise de construction
Commentaires		

Action	N°13	Prévoir une climatisation spécifique pour les salles des interprètes, la salle de réunion et la petite salle de conférence
Domaine d'intervention		Optimisation des équipements
Locaux concernés		Bâtiment 11 - Salle des interprètes
Type d'action	Investissement	<input type="checkbox"/> Faible <input checked="" type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Elevé
	Mise en œuvre	<input type="checkbox"/> Court terme <input checked="" type="checkbox"/> Moyen terme <input type="checkbox"/> Long terme
Justification		- En saison fraîche, ces locaux peu ventilés, ont des besoins de climatisation alors que la grande salle de conférence et la bibliothèque peuvent être rafraichis naturellement. Ces besoins étant faibles (env. 20kW), la centrale à eau glacée (300kW par paliers de 100kW) fonctionne avec de très mauvais rendements (cycles courts, maintient en température du réseau d'eau glacée, fonctionnement des CTA),
Description		Mettre en place un système individuel pour chaque salle avec les prescriptions suivantes: - rendement élevé (EER>3,5) pour une plage de puissance allant de 30 à 100%, - limiter la température de consigne à 25°C (télécommandes préprogrammées), - mise en place de détecteurs de présence et de contacteurs de feuillure qui couperont la climatisation en cas d'ouverture d'une porte ou fenêtre ou d'absence prolongée du local,  - Pour ces locaux fermés et peu ventilés, il convient de mettre en place une VMC qui sera asservie par les même détecteurs de présence et contacteurs de feuillure. Cette VMC sera actionnée en cas de présence et si les ouvrants sont fermés même si la climatisation ne fonctionne pas (renouvellement hygiénique).
Economie d'énergie réalisable (et % par rapport au total)		11 927 kWh/an
Impact financier	Investissement	1 000 000 FCFP
	Maintenance	20 000 FCFP/an
	Economie réalisée	167 611 FCFP/an
	TRB	6 ans
Impact environnemental		-10,9 Teq CO2/an
Autres impacts		
Opérateur		Entreprise spécialisée
Commentaires		Si le remplacement de la centrale à eau glacée est envisagé (action 14), on pourra opter pour une unité disposant de faibles étages de puissance (30kW) de façon à optimiser son fonctionnement en cas de faible demande. On veillera également à remplacer les pompes de circulation par des équipements à haut rendement. Dans ce cas, la mise en place d'unités de climatisation séparées pour ces locaux ne sera pas nécessaire car la climatisation centralisée pourra fonctionner avec des rendements corrects.

Action	N°14	Remplacer la centrale de production d'eau glacée et optimiser la climatisation du bâtiment 11 (voir chapitre spécifique)
Domaine d'intervention		Optimisation des équipements
Locaux concernés		Bâtiment 11
Type d'action	Investissement	<input type="checkbox"/> Faible <input type="checkbox"/> Moyen <input checked="" type="checkbox"/> Elevé
	Mise en œuvre	<input type="checkbox"/> Court terme <input checked="" type="checkbox"/> Moyen terme <input type="checkbox"/> Long terme
Justification		<p>- La centrale actuelle a été installée en 1995 (plus de 16 ans) et bien qu'elle soit toujours opérationnelle, son état général se dégrade: corrosion importante sur le condenseur et l'évaporateur (fuites), les compresseurs présentent des signes d'usure (caractéristiques électriques) l'un d'eux est d'ailleurs HS (remplacement prévu). Des travaux importants sont à prévoir dans les 2 à 3 prochaines années,</p> <p>- La centrale actuelle peut fournir une puissance frigorifique de 300kW avec seulement 3 étages de puissance (33%, 66% et 100%) ce qui ne permet pas une régulation fine (nécessaire pour obtenir un rendement satisfaisant) et qui n'est pas adapté pour un fonctionnement avec une demande faible (interprètes seuls ou petite conférence),</p> <p>- Les équipements récents permettent des régulations plus fine et offrent de meilleures performances énergétiques,- La régulation automatique initialement prévue (double points de consigne) n'est pas utilisée car non adaptée,</p> <p>- Les pompes de circulation d'eau glacée sont très énergivores (3kW en permanence),</p> <p>- Les centrales de traitement d'air (CTA), moins soumises aux conditions extérieures et moins sollicités sont dans un état global satisfaisant. Cependant, leur fonctionnement n'est pas optimisé,</p>
Description		<p>Remplacement par une centrale de puissance totale équivalente mais présentant les caractéristiques suivantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 voire 5 étages de puissance avec un minimum de 30kW,</li> <li>- détendeur électronique,</li> <li>- traitement anticorrosion du condenseur,</li> <li>- régulation du point de consigne en fonction de la température extérieure (permet d'augmenter le point de consigne et donc le rendement lorsque la température extérieure est basse),</li> <li>- limitation des pics de puissance au démarrage (soft starter),</li> <li>- pompe intégrée à haut rendement et débit variable (régulation par la centrale) permettant de maintenir un différentiel de température optimal de 5°C sur les échangeurs,</li> </ul> <p>Par ailleurs, il serait intéressant de mettre en place une régulation permettant d'optimiser le débit de circulation d'eau dans les CTA de façon à augmenter le point de consigne de la centrale,</p>
Economie d'énergie réalisable (et % par rapport au total)		82 000 kWh/an (46%) (équipement neuf: 26% d'économie, optimisation: 20% d'économie)
Impact financier	Investissement	2 000 000 FCFP l'équipement étant en fin de vie, seul le surcout pour un équipement optimisé par rapport à un équipement classique (12 000 000F) est considéré
	Maintenance	0 (pas de maintenance supplémentaire)
	Economie réalisée	256 347 FCFP/an
	TRB	7,8 ans
Impact environnemental		-75,1 Teq CO2/an
Autres impacts		Remplacement du gaz frigorigène R22 par du gaz présentant un plus faible pouvoir de réchauffement global et moins de risque pour la santé (R410A)

Opérateur	Entreprise spécialisée et conception préalable par un BET spécialisé
Commentaires	- l'accompagnement du service technique de la CPS par un bureau d'étude spécialisé apparaît judicieux compte tenu de la complexité de l'installation et des économies d'énergie potentielles

Action	N°15	Optimisation thermique de l'imprimerie (bât 9) et du laboratoire (bât 4)
Domaine d'intervention		Réduction des besoins
Locaux concernés		Imprimerie et laboratoire
Type d'action	Investissement	<input type="checkbox"/> Faible <input checked="" type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Elevé
	Mise en œuvre	<input type="checkbox"/> Court terme <input checked="" type="checkbox"/> Moyen terme <input type="checkbox"/> Long terme
Justification		Ces locaux doivent être climatisés en permanence: - pour la conservation du papier et le fonctionnement des machines d'impression dans le cas de l'imprimerie, - pour le stockage d'équipements sensibles (microscope) dans le cas du laboratoire,- Les consommations d'énergie engendrées par la climatisation de ces locaux sont importantes et peuvent être facilement réduites,
Description		Pour l'imprimerie: - ajustement du débit d'extraction d'air (VMC) et arrêt de la VMC la nuit et le week-end (horloge), - remplacement des ouvrants (jalousies) par des châssis fixes étanches,  Pour le laboratoire: - protection solaire des ouvrants du local climatisé (voir occultation si la lumière naturelle n'est pas nécessaire, - déplacement des réfrigérateurs placé dans ce local vers un local non climatisé,
Economie d'énergie réalisable (et % par rapport au total)		3552 kWh (10%)
Impact financier	Investissement	400 000 FCFP
	Maintenance	5000
	Economie réalisée	50 872
	TRB	7,9 ans
Impact environnemental		-3,2 Teq CO2/an
Autres impacts		
Opérateur		Entreprise menuiserie aluminium
Commentaires		

Action	N°16	Optimiser les machines frigorifiques de l'économat
Domaine d'intervention		Optimisation des équipements
Locaux concernés		Economat
Type d'action	Investissement	<input type="checkbox"/> Faible <input checked="" type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Elevé
	Mise en œuvre	<input type="checkbox"/> Court terme <input checked="" type="checkbox"/> Moyen terme <input type="checkbox"/> Long terme
Justification		- Elles représentent 9% des consommations totales d'énergie du site, - L'utilisation en local fermé d'armoires frigorifiques engendre des consommations de climatisation importantes,
Description		- Lors du remplacement des équipements, opter pour des équipements plus récents et plus performants (certification Eurovent) fonctionnant au R410. Opter pour des réfrigérateurs et congélateurs avec des groupes de condensation déportés à l'extérieur. A défaut, prévoir (renforcer) l'évacuation de la chaleur des condenseurs vers l'extérieur - Améliorer l'étanchéité des armoires frigorifiques (réfrigérateurs et congélateurs) et de la chambre froide, - Remplacer l'éclairage des armoires par de l'éclairage basse consommation ou Led, - Réduire si possible le nombre d'équipements en favorisant le stockage dans la chambre froide, - Ajuster la température des armoires réfrigérée et respecter la hauteur de remplissage, - Laisser l'espace suffisant à la ventilation des condenseurs,
Economie d'énergie réalisable (et % par rapport au total)		35 000 kWh (30%)
Impact financier	Investissement	0 (remplacement des équipements envisagé prochainement, durée de vie 10 ans) Coût estimé du renouvellement réfrigérateurs et congélateurs: 3 500 000 FCFP
	Maintenance	0 (pas de maintenance supplémentaire)
	Economie réalisée	550 550 FCFP/an
	TRB	Immédiat au remplacement du matériel
Impact environnemental		-32 Teq CO2/an
Autres impacts		Remplacement du gaz frigorigène R22 par du gaz présentant un plus faible pouvoir de réchauffement global et moins de risque pour la santé (R410A)
Opérateur		Gérant de l'économat
Commentaires		

Action	N°17	Réduire les consommations du serveur informatique (étude)
Domaine d'intervention		
Locaux concernés		Local des serveurs
Type d'action	Investissement	<input type="checkbox"/> Faible <input type="checkbox"/> Moyen <input checked="" type="checkbox"/> Elevé
	Mise en œuvre	<input type="checkbox"/> Court terme <input type="checkbox"/> Moyen terme <input checked="" type="checkbox"/> Long terme
Justification		- les serveurs informatiques engendrent des consommations d'électricité très importantes du fait de la puissance consommée et de leur fonctionnement permanent,- l'impact du fonctionnement des serveurs est double puisque la puissance consommée par le serveur doit être compensée par le système de climatisation,
Description		<ul style="list-style-type: none"> <li>- mettre en place un système de climatisation des serveurs permettant un fonctionnement en allée chaude/allée froide afin d'augmenter la température de reprise du climatiseur et d'en augmenter l'efficacité,</li> <li>- mettre en place une régulation du système de climatisation basée sur la mesure de la température au niveau des serveurs (et non au niveau de la reprise d'air),</li> <li>- utiliser un système de climatisation à capacité variable (action 17) afin d'adapter la puissance de refroidissement au fonctionnement des équipements informatiques</li> <li>- envisager la virtualisation des serveurs</li> </ul>
Economie d'énergie réalisable (et % par rapport au total)		A déterminer par une étude complémentaire (coût estimé de l'étude : 450 000 FCFP pouvant bénéficier d'une aide du CTME)
Impact financier	Investissement	
	Maintenance	
	Economie réalisée	
	TRB	
Impact environnemental		
Autres impacts		
Opérateur		Structure spécialisée dans la gestion des serveurs informatiques
Commentaires		

Action	N°18	Remplacer les climatiseurs fonctionnant en permanence par des équipements haut rendement		
Domaine d'intervention		Optimisation des équipements		
Locaux concernés		Economat, Imprimerie, Laboratoire, Serveurs		
Type d'action	Investissement	<input type="checkbox"/> Faible	<input type="checkbox"/> Moyen	<input checked="" type="checkbox"/> Elevé
	Mise en œuvre	<input type="checkbox"/> Court terme	<input checked="" type="checkbox"/> Moyen terme	<input type="checkbox"/> Long terme
Justification		Ces équipements doivent faire l'objet d'une attention particulière compte tenu de leur fonctionnement 24h/24 et 365 jours par an,		
Description		Opter pour des équipements de type Inverter (c'est déjà souvent le cas), présentant des rendement EER> 5 et pouvant fonctionner avec des rendements élevés sur de larges plages de puissance		
Economie d'énergie réalisable (et % par rapport au total)		66 634 kWh (50%)		
Impact financier	Investissement	4 200 000 FCFP		
	Maintenance	0		
	Economie réalisée	1 048 750 FCFP/an		
	TRB	4 ans		
Impact environnemental		-61 Teq CO2/an		
Autres impacts		Remplacement du gaz frigorigène R22 par du gaz présentant un plus faible pouvoir de réchauffement global et moins de risque pour la santé (R410A)		
Opérateur		Frigoriste local, équipement importés		
Commentaires				

<b>Action</b>	<b>N°19</b>	<b>Mise en place d'une production d'électricité photovoltaïque injectée réseau</b>
Domaine d'intervention		
Locaux concernés		Economat, Imprimerie, Laboratoire, Serveur
Type d'action	Investissement	<input type="checkbox"/> Faible <input checked="" type="checkbox"/> Moyen <input checked="" type="checkbox"/> Elevé
	Mise en œuvre	<input type="checkbox"/> Court terme <input type="checkbox"/> Moyen terme <input checked="" type="checkbox"/> Long terme
Justification		La mise en place d'une production d'énergie est la dernière étape d'une démarche de rationalisation des consommations d'énergie (voir démarche "négawatt")
Description		<p>- Mise en place d'une installation photovoltaïque raccordée réseau sur les toitures disponibles des bâtiments 1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10. La plupart des bâtiments présentent des toitures favorables (c'est à dire orientées au Nord).</p> <p>- Surface de toiture exploitable: 1 200m<sup>2</sup>, orientation 8° Ouest/Nord), inclinaison 15°/Horiz</p> <p>Bâtiments 1, 3, 4, 5, 6 : 5 installations de 18,7 kWc  Bâtiment 8 : installation de 8,6 kWc  Bâtiment 9 : installation de 20,2 kWc  Bâtiment 9bis : installation de 19,2 kWc  Bâtiment 10 : installation de 10,1 kWc</p> <p><b>Total puissance installée : 152 kWc, 632 modules de 240 Wc</b></p> <p>- Etude de faisabilité réalisée sous PVSYST (voir rapport d'étude en annexe)  Productible annuel : 254 MWh/an (Perte qualité : 10%, encrassement : 1%/an)</p>
Production d'électricité annuelle (et % par rapport au total)		254 MWh/an (28% de la consommation totale du bâtiment avant optimisation)
Impact financier	Investissement	53 000 000 FCFP (hypothèse de prix : 350 FCFP/Wc) Financement par prêt bancaire sur 5 ans avec un taux de 3,5% : coût du prêt 4 850 000 FCFP
	Maintenance	70 000 FCFP/an
	Economie réalisée	3 995 420 FCFP/an (hypothèse de prix de revente de l'électricité 15,73 F/kWh)
	TRB	14,5 ans
Impact environnemental		-232,78 Teq CO <sub>2</sub> /an
Autres impacts		- Aspect pédagogique - Cohérence avec la démarche d'économie d'énergie -Vitrine
Opérateur		Entreprise local spécialisée
Commentaires		- Cette action doit faire l'objet d'une étude approfondie par un BET spécialisé - le temps de retour important devra être réévalué en fonction de l'augmentation du prix de l'énergie (+4,5%/an) et d'une éventuelle réévaluation du prix de rachat de l'électricité

### 3.3. Description détaillée des principales actions

#### 3.3.1. Optimisation des équipements de climatisation

##### 3.3.1.1. Remplacement des équipements de type VRV (ou 'DRV')

La climatisation des bureaux est actuellement assurée par un ensemble de systèmes centralisés de type VRV (ou DRV) mis en place lors de la construction des bâtiments en 1995. Arrivés au terme de leur durée de vie, ces équipements, bien qu'encore fonctionnels, doivent être remplacés.

Les équipements en place sont pour la plupart de marque MITSUBISHI et sont de première génération (VRV1). Ils fonctionnent au gaz R22. Quelques équipements (3 compresseurs de marque DAIKIN) ont été installés à postériori.

La configuration des bâtiments ne laisse que peu de choix sur le type de système à installer en remplacement des équipements actuels vieillissants. La mise en place d'un système à eau glacée pour chaque bâtiment ne serait pas adapté (peu d'espace pour le cheminement des canalisations d'eau, peu d'espace pour positionner une centrale de production d'EG) et l'installation pour chaque bureau d'un système individuel serait certes moins coûteuse à l'investissement mais bien moins efficace d'un point de vue énergétique.

Les systèmes DRV de dernière génération présentent un grand nombre d'évolutions par rapport aux équipements en place :

- unités extérieures souvent équipées de deux compresseurs « Schroll » permettant d'adapter la puissance frigorifique fournir aux besoins des locaux sur l'ensemble de la puissance disponible,
- lorsque plusieurs unités extérieures sont associées, leur fonctionnement est optimisé pour limiter les consommations d'énergie (fonctionnement à charge partiel de l'ensemble des groupes),
- rendement EER jusque 2 fois supérieur aux équipements de première génération,
- possibilité de limiter la puissance frigorifique pouvant être délivrée, ce qui permet de forcer un fonctionnement à charge partiel. Un groupe DRV présente un rendement optimal lorsqu'il fonctionne à une charge comprise entre 50 et 60% de sa charge maximale,
- possibilité de fonctionner à charge réduite (30%) avec des rendements corrects, particulièrement adapté lorsque la demande est faible,
- moteur de ventilateur à courant continu et à très faible nuisances sonores,
- fonctionnement au gaz R410A ce qui implique de remplacer les unités intérieures en même temps que les unités extérieures,

En tenant compte des éléments ci-dessus, les équipements à mettre en place devront idéalement respecter les prescriptions suivantes :

- prévoir un **léger surdimensionnement ET une limitation de puissance** (carte électronique généralement en option) de façon à faire fonctionner les groupes à charge partielle. Bien que cela soit techniquement possible, il convient d'éviter les fonctionnements à un régime supérieur à la puissance nominale annoncée,

- préférer des groupes équipés de **deux compresseurs Scroll**,
- ajuster le nombre d'unités intérieures de façon à **homogénéiser la diffusion de l'air** frais dans les locaux et d'éviter les zones chaudes/zones froides,
- installer des **unités intérieures** équipées d'une carte de commande à distance (souvent en option) de façon à les rendre **compatible avec l'utilisation de contacteurs de feuillure** (extinction de l'unité en cas d'ouverture d'une porte),
- prévoir des télécommandes individuelles (ou une télécommande centralisée) permettant au gestionnaire de la CPS de **limiter à 25°C la température de climatisation**,
- bien que non indispensable, il est préférable **d'envisager le remplacement des anciennes canalisations frigorifiques** et de renforcer leur isolation. Cela permettra de limiter le risque de fuite de gaz (le gaz R410A est plus sujet aux fuites que le gaz R22). Dans tous les cas, des essais en pression des canalisations devront être effectués avant la mise en fonctionnement des nouvelles unités,

### **3.3.1.2. Optimisation du système de climatisation à eau glacée**

De la même façon que pour les équipements DRV, le système de climatisation par eau glacée du bâtiment 11, et en particulier la centrale de production d'eau glacée, arrive après 16 années de fonctionnement au terme de sa durée de vie. L'état général de la centrale, ainsi que les observations de l'entreprise de maintenance (CEGELEC), laisse penser que des travaux importants de remplacement de certaines pièces seront à prévoir dans les 2 années à venir dont l'approvisionnement risque d'être compliqué compte tenu de l'âge de la machine. En revanche, les centrales de traitements d'air et les accessoires hydrauliques, moins soumis aux conditions extérieures, sont dans un état correct et leur remplacement n'est pas à envisager à court ou moyen terme.

Le remplacement de la centrale à eau glacée peut être l'occasion d'optimiser globalement le système de climatisation du bâtiment 11 en améliorant les points suivants, relevés au cours de l'audit :

- plusieurs locaux, d'usage différents et de besoins frigorifiques très variables sont climatisés de façon indépendante par ce système. Ainsi, la centrale doit pouvoir fournir une puissance frigorifique très importante (250kW) lorsque la salle de conférence et la bibliothèque sont utilisées à pleine occupation en saison chaude et elle doit fournir une puissance frigorifique très faible (10 kW) en saison fraîche pour subvenir uniquement aux besoins des salles d'interprètes. Compte tenu du faible nombre d'étages de puissance (la puissance minimale délivrée est de 100kW), les rendements à faible charge sont très faibles,
- de même, alors que la salle de conférence doit être climatisée uniquement en journée, l'espace archive de la bibliothèque devrait dans l'idéal être climatisé en permanence afin de respecter des conditions de conservation acceptables. Or le système n'est pas conçu pour délivrer en permanence une puissance frigorifique faible (consommation des auxiliaires et rendements faibles à charge partielle),
- la centrale ne dispose pas de mode « dégradé » permettant de réduire les consommations d'énergie lorsque le besoin est réduit,

- la double pompe de circulation d'eau glacée consomme en permanence une puissance de 3kW engendrant des consommations annuelles importantes. Par ailleurs, ces pompes ne permettent pas une modulation du débit permettant d'optimiser le fonctionnement du système,
- les débits d'air neuf introduit ne sont pas modulés en fonction de l'occupation

- la climatisation de la bibliothèque a deux objectifs non compatibles :

- le maintien du confort thermique des usagers: l'élément contrôlé est la température (25°C min) et la climatisation peut (et doit!) être coupée lors des périodes d'inoccupation,
- le maintien des conditions de conservation des archives format papier qui y sont stockées: la température (25°C max) et l'humidité (55% max) doivent être contrôlés et doivent surtout être maintenu constant (fluctuation journalière tolérée de 1°C et 5% d'humidité relative maximum)

Or actuellement la climatisation fonctionne lors des périodes d'occupation 9 mois sur 12 à une température de 23 à 25°C et est coupée le soir et le week-end (horloge) induisant des augmentations de température mesurée jusque 33°C et d'humidité jusque 75%HR avec des variations journalières de plus de 9°C et 20%HR fortement préjudiciable pour la conservation du papier.

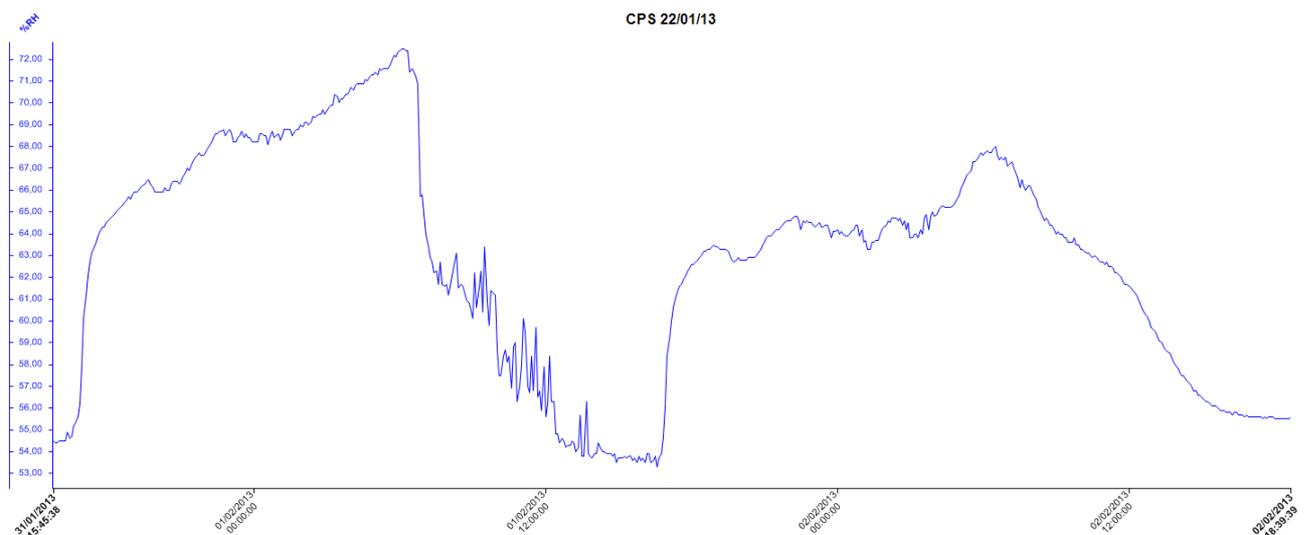


Figure 15: Evolution de l'humidité relative dans la bibliothèque

On observe sur cette courbe l'évolution de l'humidité relative (HR%) dans la bibliothèque sur 2 jours. Entre le 01/02/13 à 6h15 (juste avant la mise en route de la climatisation) et le 01/02/13 à 16h35 (avant sa mise à l'arrêt), l'HR% passe de 73% à 53% soit une différence journalière de 20%.

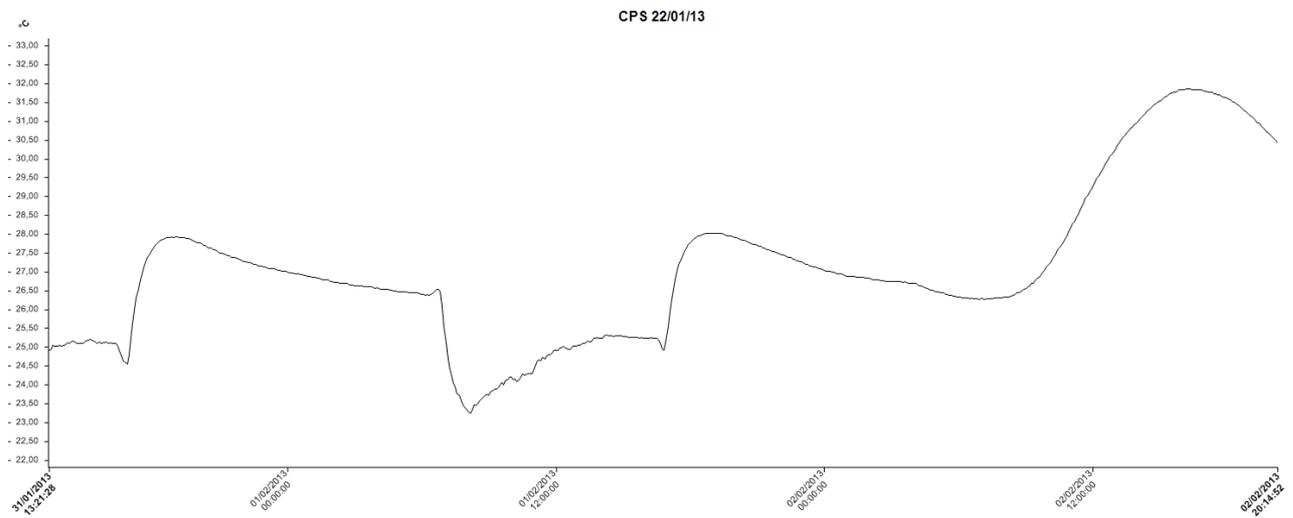


Figure 16: Evolution des températures dans la bibliothèque

On observe sur cette courbe l'évolution de la température intérieure dans la bibliothèque sur 2,5 jours (du Jeudi midi au Samedi soir. Entre le 01/02/13 à 8h (la pièce est climatisée) et le 02/02/13 à 16h15 (week-end, la pièce n'est pas climatisée), la température intérieure passe de 23°C à 32°C soit une différence sur 2 jours de 19°C,

Compte tenu des observations ci-dessus, et dans le cadre d'une optimisation énergétique du système de climatisation par eau glacée, les modifications suivantes pourront être apportées :

- mise en place d'un **système de climatisation individuel pour les salles d'interprètes** et la salle de réunion attenante. Dimensionnés correctement pour ces locaux uniquement, ces systèmes pourront fonctionner avec des rendements élevés quelque soit la période. Chaque local disposera d'une télécommande individuelle qui permettra de limiter la température de climatisation à 25°C,
- mise en place d'une **régulation des débits d'air** neuf grâce à des capteurs de CO2 placés dans la bibliothèque et les salles de conférences. Le taux de CO2 étant proportionnel à l'occupation du local, le capteur permettra de contrôler le ventilateur d'insufflation d'air neuf de façon à ce que le débit corresponde exactement au renouvellement d'air hygiénique (25 m3/h/pers),
- **création d'un local archive dédié**, climatisé et déshumidifié de façon à dissocier le fonctionnement de la bibliothèque et de l'espace archive. La température et l'hygrométrie du local seront contrôlées de façon à optimiser la conservation du papier. Ce local sera dans l'idéal étanche à l'air (pour contrôler les débits d'air entrant), disposera d'une VMC avec débit d'air ajusté et ne sera pas isolé thermiquement afin d'apporter la charge thermique suffisante au contrôle de l'humidité par la climatisation,
- la nouvelle centrale disposera des options suivantes :
  - module hydraulique intégré (pompes de circulation) à haut rendement et débit variable contrôlé par la régulation de la centrale afin de maintenir un différentiel de température de 5°C sur les échangeurs (optimum),
  - 4 à 5 étages de puissance permettant de réaliser une régulation plus fine en cas de faible demande frigorifique,
  - augmentation de la température de consigne en fonction de la température extérieure (la puissance frigorifique étant plus faible lorsque la température extérieure est basse),

- mise en place d'une régulation sur les vannes 3-voies des CTA permettant d'augmenter la température de consigne de l'eau glacée en augmentant les débits d'eau dans les CTA (la puissance frigorifique restant identique),

### **3.3.2. Conception du système de sous-comptage énergétique**

La mise en place d'une comptabilité énergétique est une priorité dans la démarche de réduction des consommations d'énergie. Elle permettra, si elle est installée avant toute autre intervention, de prendre une « image » de la situation énergétique du siège de la CPS à l'état initial et de suivre l'évolution des consommations au fil des actions mises en œuvre.

Elle permettra également, si elle est suffisamment détaillée de valider une action mise en œuvre sur un bâtiment avant sa généralisation sur l'ensemble du site.

#### **Ce système de comptabilité doit permettre de :**

- mesurer les consommations d'énergie de la climatisation des bureaux, de la climatisation des locaux spéciaux (serveurs), de la ventilation, de l'éclairage intérieur, de l'éclairage extérieur et des équipements informatiques pour chacun des bâtiments,
- d'effectuer un relevé des conditions d'ambiance (T,HR) dans un ou plusieurs bureau type judicieusement choisi dans chacun des bâtiments,
- d'effectuer un relevé des conditions météorologiques extérieures,
- de rassembler l'ensemble des données sur un poste dédié ou un serveur accessible à distance permettant de voir et comparer les données de chaque bâtiment sous forme de courbes, de diagrammes et de ratios,
- éventuellement envoyer aux gestionnaires du site une alarme en cas de dépassement de puissance ou d'énergie électrique consommée.

#### **Les équipements nécessaires sont :**

- des compteurs d'énergie électriques qui peuvent être intégrés au tableau divisionnaire de chaque bâtiment (modules RailDin, nécessite un câblage) ou connectés par l'intermédiaire de tores magnétiques (non intrusif),
- des sondes de température (PT1000, 0-10V, 4-20mA) et d'hygrométrie,
- un ou plusieurs contrôleur(s) permettant de collecter les données, les traiter, et les rendre disponibles sur un serveur dédié, simple et éducatif. Les données devront pouvoir être gardées en mémoire (ou stockées sur un poste informatique dédié) sur une période suffisamment longue (2 ans minimum),

Compte tenu de la configuration du site (bâtiments espacés), la transmission des données pourra se faire soit par ondes radio (Wi-fi, Enocean, ZigBee, ect), soit par modem GPRS.

**Pour chaque poste énergétique à surveiller, il conviendra de mesurer :**

- la puissance active instantanée consommée,
- la puissance réactive instantanée consommée qui permettra, le cas échéant, d'optimiser le système existant de compensation de puissance réactive d'où pourront découler des économies financières sur la facture d'électricité,
- le cumul de l'énergie consommée par jour, mois et année,

## 4. Programmes de travaux

### 4.1. Présentation et hypothèses

Ce chapitre propose des programmes de travaux élaborés à partir des préconisations réalisées précédemment. L'enchaînement des programmes et des actions à l'intérieur de ces programmes a été choisi de façon logique de façon à respecter les principes de la démarche « NEGAWATT ». Cette démarche propose 3 étapes pour mener à bien un programme de rationalisation des consommations d'énergie :

- d'abord la **sobriété** qui vise à réduire les besoins énergétiques et limiter les gaspillages,
- ensuite l'**efficacité** qui consiste à optimiser les équipements consommateurs d'énergie,
- et enfin le recours aux **énergies renouvelables** qui n'a de sens du point de vue énergétique comme du point de vue économique qu'après avoir réduit au minimum les consommations d'énergie,

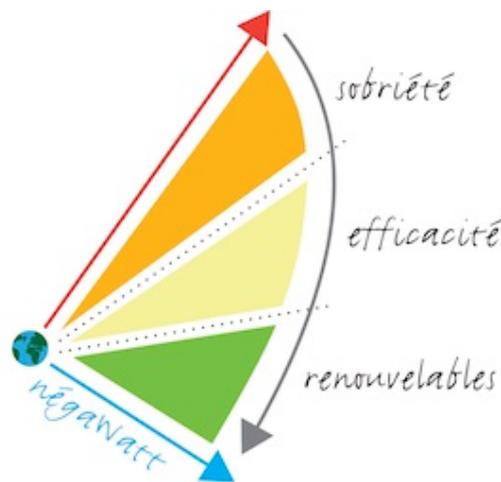


Figure 17: Illustration de la démarche Negawatt (source Negawatt)

Ainsi, on propose dans un premier programme de mettre en œuvre des actions simples permettant de réduire les consommations sans investissement important ainsi que des actions jugées indispensables pour initier la démarche.

Ensuite, on cherchera dans les programmes 2, 3 et 4 à limiter les besoins puis à optimiser les équipements énergivores pour chaque secteur de consommation (les bureaux, le bâtiment 11 et enfin les locaux techniques). Le renouvellement des équipements devra intervenir en dernier lieu de façon à profiter de la réduction des besoins.

Enfin, on propose dans le programme 5 d'avoir recours à une production d'électricité photovoltaïque pour fournir, via une injection réseau, une partie de l'électricité nécessaire.

Les hypothèses retenues pour l'étude économique sont les suivantes :

- |                          |        |
|--------------------------|--------|
| ○ Période d'étude :      | 50 ans |
| ○ Taux d'actualisation : | 4%     |
| ○ Inflation :            | 2%     |

En ce qui concerne l'augmentation du prix de l'énergie, trois scénarios ont été adoptés :

- Prix stable en francs constants : le prix de l'énergie restera celui d'aujourd'hui,
- Prix stable en francs courants : le prix de l'énergie est indexé sur l'inflation,
- Augmentation du prix de l'énergie de 4,5% (hypothèse Ademe),

Les programmes de travaux ont été chiffrés en tenant compte pour chaque action des actions réalisées précédemment. Par ailleurs, l'analyse ne se limite pas à l'investissement mais elle est réalisée en coût global, c'est à dire qu'elle prend en compte également les coûts de maintenance et de renouvellement sur l'ensemble de la période d'étude.

#### 4.2. Programme 1

Ce premier programme regroupe les actions rapides à mettre en œuvre et qui n'impliquent pas un investissement important ainsi que les actions jugées prioritaires pour poursuivre une démarche d'économie d'énergie.

PROGRAMME 1 - Actions rapide à faible investissement et action prioritaire	
N°1	Limiter le point de consigne de climatisation à 25°C
N°2	Réaliser une campagne de sensibilisation auprès des usagers (avec rappels réguliers)
N°3	Réduire les consommation des équipements électriques annexes (Chauffe-eau, distributeurs de boissons, réfrigérateurs)
N°4	Mise en place d'une comptabilité énergétique

Il s'agit du programme le plus simple à mettre en œuvre et nécessitant un faible investissement. Cependant c'est un premier pas vers la réduction des consommations d'énergie du siège de la CPS. Le temps de retour brut de chacune des actions de ce programme est inférieur à 5,5 ans avec des investissements ne dépassant pas 1 600 000 FCFP excepté pour la mise en place de la comptabilité énergétique (2 500 000, TRB 8,5 ans). **La comptabilité énergétique est considérée comme indissociable de toute démarche de réduction des économies d'énergie car elle en représente le point de départ.** Elle permet à la fois de sensibiliser les utilisateurs et de suivre les évolutions des économies d'énergie au fil du temps et des actions mises en œuvre.

A l'issu de ce programme, les consommations totales d'électricité du site sont estimées à 750 819 kWh/an soit une réduction de 17%

Le tableau ci-après propose une analyse en coût global de ce programme en comparant pour chaque action la situation actuelle (variante 1) et l'action proposée (variante 2). Elle tient compte :

- du montant d'investissement,
- des surcoûts d'entretien et de maintenance,
- des coûts de renouvellement sur la période considérée (50 ans),
- d'une éventuelle valeur résiduelle de l'équipement existant,

Il ressort de cette analyse une forte rentabilité de ce programme quelque soit l'hypothèse d'augmentation du prix de l'énergie qui s'explique par les faibles montants d'investissement des actions proposées.

PROGRAMME 1			Variante 1 (situation actuelle)				Variante 2 (mise en œuvre de l'action)					Dépense (+)/Revenus (-)				Coût Global sur Période			Emissions de GES évités (TeqCO2) sur la période		
Analyse en actions consécutives			Variante 1 (existant)	Durée de vie V1	Valeur à neuf 1	Renouvellement sur la période	Valeur résiduelle ancien	Variante 2 (action)	Durée de vie V2	Economie Energie Année 1	Surcout maintenance année 1	Valeur à neuf 1	Renouvellement sur la période	Economie d'énergie sur la période hyp 1*	Economie d'énergie sur la période hyp2**	Economie d'énergie sur la période hyp3***	Maintenance sur la période	Stabilité des prix énergie en Francs courants		Stabilité des prix énergie Francs constants (+2%/an)	Augmentation du prix de l'énergie (+4,5%/an )
Action	N°1	limiter le point de consigne de climatisation à 25°C			-	-	-	Thermostat bibliothèque	10	-1 189 604 F	0 F	40 000 F	200 000 F	-25 555 291 F	-37 691 696 F	-67 379 437 F	0 F	-25 315 291 F	-37 451 696 F	-67 139 437 F	3 465
Action	N°2	Réaliser une campagne de sensibilisation auprès des usagers (avec rappels réguliers)			-	-	-	Support communication	5	-516 978 F	0 F	1 500 000 F	15 000 000 F	-11 105 819 F	-16 380 059 F	-29 281 758 F	0 F	5 394 181 F	119 941 F	-12 781 758 F	1 506
Action	N°3	Réduire les consommation des équipements électriques annexes (Chauffe-eau, distributeurs de boissons, réfrigérateurs)	Réfrigérateurs	10	1 150 000 F	4 600 000 F	0 F	Horloge, Inter.Minuteur, Réfrigérateurs	10	-277 552 F	5 000 F	1 525 000 F	7 625 000 F	-5 962 418 F	-8 794 017 F	-15 720 595 F	107 411 F	-2 455 007 F	-5 286 606 F	-12 213 184 F	808
Action	N°4	Mise en place d'une comptabilité énergétique			-	-	-	Comptabilité énergétique	15	-465 280 F	250 000 F	2 500 000 F	8 333 333 F	-9 995 237 F	-14 742 053 F	-26 353 582 F	5 370 546 F	6 208 642 F	1 461 827 F	-10 149 703 F	1 355
<b>Coût Global du programme</b>																	<b>-16 167 475 F</b>	<b>-41 156 534 F</b>	<b>-102 284 081 F</b>	<b>7 134</b>	

\*: Economie d'énergie sur la période hyp1: Le prix de l'énergie est considéré constant

\*\* : Economie d'énergie sur la période hyp2: Le prix de l'énergie est considéré avec une augmentation égale à l'inflation (2%)

\*\*\*: Economie d'énergie sur la période hyp1:Le prix de l'énergie est considéré avec une augmentation égale à 4,5% (estimation ADEME)

### 4.3. Programme 2

Ce second programme vise à réduire les consommations d'énergie des bureaux en agissant d'abord sur l'éclairage, puis sur le bâti, sur les équipements informatiques et en terminant par le renouvellement des équipements de climatisation.

<b>PROGRAMME 2 - Interventions sur les locaux de bureaux</b>	
<b>N°5</b>	<b>Optimiser l'éclairage intérieur des locaux de bureaux</b>
<b>N°6</b>	<b>Optimisation thermique des bâtiments</b>
<b>N°7</b>	<b>Réduire les consommations d'énergie du parc informatique</b>
<b>N°8</b>	<b>Installer des brasseurs d'air et prévoir un arrêt de la climatisation des bureaux pendant une période d'au moins 8 mois</b>
<b>N°9</b>	<b>Réduire les apports d'air neuf dans les locaux climatisés (hors bât 11)</b>
<b>N°10</b>	<b>Remplacer les équipements de climatisation des bureaux (DRV ou VRV) par des équipements plus récents et plus performants - (voir chapitre spécifique)</b>

Ce programme nécessite plus de ressources que le précédent. Une étude complémentaire est parfois nécessaire pour assurer une conception et un dimensionnement corrects (renouvellement de la climatisation).

A l'issu de ce programme, les consommations totales d'électricité du siège de la CPS sont estimées à 635 837 kWh/an soit une réduction de 15% pour ce programme et de 30% pour l'association des programmes 1 et 2.

L'analyse en coût global de ce programme est proposée ci après. Ce programme ne présente un coût global négatif (c'est à dire une économie) sur la période d'étude que dans le cas d'une hypothèse d'augmentation importante (mais probable) du prix de l'énergie. Cela s'explique par des actions à fort investissement qui n'entraînent pas directement des économies d'énergie mais un confort accru, difficilement quantifiable.

PROGRAMME 2			Variante 1 (situation actuelle)					Variante 2 (mise en œuvre de l'action)					Dépense (+)/Revenus (-)				Coût Global sur Période			Emissions de GES évités (TegCO2) sur la période	
Analyse en actions consécutives			Variante 1 (existant)	Durée de vie V1	Valeur à neuf 1	Renouvellement sur la période	Valeur résiduelle ancien	Variante 2 (action)	Durée de vie V2	Economie Energie Année 1	Surcout maintenance année 1	Valeur à neuf 1	Renouvellement sur la période	Economie d'énergie sur la période hyp 1*	Economie d'énergie sur la période hyp2**	Economie d'énergie sur la période hyp3***	Maintenance sur la période	Stabilité des prix énergie en Francs courants	Stabilité des prix énergie Francs constants (+2%/an)		Augmentation du prix de l'énergie +4,5%/an
Action	N°5	Optimiser l'éclairage intérieur des locaux de bureaux			-	-	-	Lampe d'appoint Détecteur de luminosité	10	-395 279 F	72 000 F	2 205 000 F	8 820 000 F	-8 491 460 F	-12 524 120 F	-22 388 702 F	1 546 717 F	4 080 257 F	47 597 F	-9 816 985 F	1 152
Action	N°6	Optimisation thermique des bâtiments			-	-	-	Bardage, film solaires, pare-soleil		-244 497 F	50 000 F	13 715 000 F	7 500 000 F	-5 252 320 F	-7 746 687 F	-13 848 339 F	1 074 109 F	17 036 790 F	14 542 423 F	8 440 770 F	713
Action	N°7	Réduire les consommations d'énergie du parc informatique	Ordinateur de bureau, Switch et copieurs classiques		-	-	-	Ordinateur portable, Switch et copieurs plus performants	5	-563 620 F	0 F	1 800 000 F	16 200 000 F	-12 107 789 F	-17 857 871 F	-31 923 565 F	0 F	5 892 211 F	142 129 F	-13 923 565 F	1 643
Action	N°8	Installer des brasseurs d'air et prévoir un arrêt de la climatisation des bureaux pendant une période d'au moins 8 mois			-	-	-	Brasseurs d'air	15	-237 374 F	70 000 F	3 600 000 F	8 400 000 F	-5 099 317 F	-7 521 022 F	-13 444 931 F	1 503 753 F	8 404 436 F	5 982 731 F	58 822 F	692
Action	N°9	Réduire les apports d'air neuf dans les locaux climatisés (hors bât 11)			-	-	-	Contacteurs de feuillure, étanchéité	10	-216 390 F	15 000 F	1 473 000 F	5 892 000 F	-4 648 531 F	-6 856 154 F	-12 256 382 F	322 233 F	3 038 702 F	831 078 F	-4 569 149 F	631
Action	N°10	Remplacer les équipements de climatisation des bureaux (DRV ou VRV) par des équipements plus récents et plus performants - (voir chapitre	DRV 16 ans	10	66 000 000 F	264 000 000 F	0 F	Remplacement DRV	10	-151 508 F	0 F	66 000 000 F	264 000 000 F	-3 254 718 F	-4 800 409 F	-8 581 436 F	0 F	-3 254 718 F	-4 800 409 F	-8 581 436 F	442
<b>Coût Global du programme</b>																	<b>35 197 677 F</b>	<b>16 745 548 F</b>	<b>-28 391 542 F</b>	<b>5 271</b>	

\*: Economie d'énergie sur la période hyp1: Le prix de l'énergie est considéré constant

\*\* : Economie d'énergie sur la période hyp2: Le prix de l'énergie est considéré avec une augmentation égale à l'inflation (2%)

\*\*\*: Economie d'énergie sur la période hyp1: Le prix de l'énergie est considéré avec une augmentation égale à 4,5% (estimation ADEME)

#### 4.4. Programme 3

Ce troisième programme vise à réduire les consommations d'énergie du bâtiment 11 dont le principal poste est la climatisation. Comme précédemment, on cherchera d'abord la sobriété énergétique avant d'optimiser les équipements.

<b>PROGRAMME 3 - Interventions sur le bâtiment 11</b>	
<b>N°11</b>	<b>Réduire les apports d'air neuf dans les locaux climatisés du bâtiment 11</b>
<b>N°12</b>	<b>Optimiser la climatisation de la bibliothèque (<i>voir chapitre spécifique</i>)</b>
<b>N°13</b>	<b>Prévoir une climatisation spécifique pour les salles des interprètes, la salle de réunion et la petite salle de conférence</b>
<b>N°14</b>	<b>Remplacer la centrale de production d'eau glacée et optimiser la climatisation du bâtiment 11 (<i>voir chapitre spécifique</i>)</b>

A l'issue de ce programme, les consommations totales d'électricité du siège de la CPS sont estimées à 567 395 kWh/an soit une réduction de 11% pour ce programme et de 37% pour l'association des programmes 1, 2 et 3.

L'analyse en coût global de ce programme est proposée ci après.

PROGRAMME 3			Variante 1 (situation actuelle)				Variante 2 (mise en œuvre de l'action)						Dépense (+)/Revenus (-)				Coût Global sur Période			Emissions de GES évités (TegCO2) sur la période	
Analyse en actions consécutives			Variante 1 (existant)	Durée de vie V1	Valeur à neuf 1	Renouvellement sur la période	Valeur résiduelle ancien	Variante 2 (action)	Durée de vie V2	Economie Energie Année 1	Surcout maintenance année 1	Valeur à neuf 1	Renouvellement sur la période	Economie d'énergie sur la période hyp 1*	Economie d'énergie sur la période hyp2**	Economie d'énergie sur la période hyp3***	Maintenance sur la période	Stabilité des prix énergie en Francs courants	Stabilité des prix énergie Francs constants (+2%/an)		Augmentation du prix de l'énergie +4,5%/an
Action	N°11	Réduire les apports d'air neuf dans les locaux climatisés du bâtiment 11	Débit d'air neuf trop importants		-	-	-	Variateur sur ventilateur	15	-189 744 F	5 000 F	670 000 F	1 563 333 F	-4 076 107 F	-6 011 881 F	-10 747 119 F	107 411 F	-1 735 362 F	-3 671 137 F	-8 406 375 F	553
Action	N°12	Création d'un espace archive dans la bibliothèque (voir chapitre spécifique)	Archive et bibliothèque non dissociée		-	-	-	Archive et bibliothèque séparée		0 F	0 F	0 F	0 F	0 F	0 F	0 F	0 F	0 F	0 F	0 F	0
Action	N°13	Prévoir une climatisation spécifique pour les salles des interprètes, la salle de réunion et la petite salle de conférence	Climatisation eau glacée		-	-	-		10	-187 612 F	20 000 F	1 000 000 F	4 000 000 F	-4 030 309 F	-5 944 334 F	-10 626 370 F	429 644 F	1 399 334 F	-514 691 F	-5 196 726 F	547
Action	N°14	Remplacer la centrale de production d'eau glacée et optimiser la climatisation du bâtiment 11 (voir chapitre spécifique)	Centrale actuelle	15	12 000 000 F	28 000 000 F	0 F	Nouvelle centrale	15	-699 237 F	0 F	14 000 000 F	32 666 667 F	-15 021 139 F	-22 154 794 F	-39 604 944 F	0 F	-8 354 472 F	-15 488 127 F	-32 938 277 F	2 038
<b>Coût Global du programme</b>																		<b>-8 690 500 F</b>	<b>-19 673 955 F</b>	<b>-46 541 379 F</b>	<b>3 138</b>

\*: Economie d'énergie sur la période hyp1: Le prix de l'énergie est considéré constant

\*\* : Economie d'énergie sur la période hyp2: Le prix de l'énergie est considéré avec une augmentation égale à l'inflation (2%)

\*\*\*: Economie d'énergie sur la période hyp1: Le prix de l'énergie est considéré avec une augmentation égale à 4,5% (estimation ADEME)

#### 4.5. Programme 4

Ce programme porte spécifiquement sur les locaux spécifiques qui ont des consommations énergétiques importantes en permanence à savoir le local des serveurs, le laboratoire, l'imprimerie et l'économat.

<b>PROGRAMME 4 - Intervention sur les locaux techniques</b>	
<b>N°15</b>	<b>Optimisation thermique de l'imprimerie (bât 9) et du laboratoire (bât 4)</b>
<b>N°16</b>	<b>Optimiser les machines frigorifiques de l'économat</b>
<b>N°17</b>	<b>Réduire les consommations du serveur informatique (étude)</b>
<b>N°18</b>	<b>Remplacer les climatiseurs fonctionnant en permanence par des équipements haut rendement</b>

A l'issue de ce programme, les consommations totales d'électricité du siège de la CPS sont estimées à 476 802 kWh/an soit une réduction de 16% pour ce programme et de 47% pour l'association des programmes 1, 2, 3 et 4.

L'analyse en coût global de ce programme est proposée ci après.

PROGRAMME 4			Variante 1 (situation actuelle)				Variante 2 (mise en œuvre de l'action)					Dépense (+)/Revenus (-)				Coût Global sur Période			Emissions de GES évités (TegCO2) sur la période		
Analyse en actions consécutives			Variante 1 (existant)	Durée de vie V1	Valeur à neuf 1	Renouvellement sur la période	Valeur résiduelle ancien	Variante 2 (action)	Durée de vie V2	Economie Energie Année 1	Surcout maintenance année 1	Valeur à neuf 1	Renouvellement sur la période	Economie d'énergie sur la période hyp 1*	Economie d'énergie sur la période hyp2**	Economie d'énergie sur la période hyp3***	Maintenance sur la période	Stabilité des prix énergie en Francs courants		Stabilité des prix énergie Francs constants (+2%/an)	Augmentation du prix de l'énergie +4,5%/an
Action	N°15	Optimisation thermique de l'imprimerie (bât 9) et du laboratoire (bât 4)	-		-	-	-	Horloge sur VMC, chassis fixe, pare-soleil		-52 727 F	0 F	400 000 F	50 000 F	-1 132 690 F	-1 670 614 F	-2 986 467 F	0 F	-682 690 F	-1 220 614 F	-2 536 467 F	154
Action	N°16	Optimiser les machines frigorifiques de l'économat	Machines actuelles		-	-	-	Machines plus performantes, groupes déportés		-550 062 F	0 F	0 F	0 F	-11 816 541 F	-17 428 308 F	-31 155 658 F	0 F	-11 816 541 F	-17 428 308 F	-31 155 658 F	1 603
Action	N°17	Réduire les consommations du serveur informatique (étude)	Serveurs et climatisation serveurs actuels		-	-	-	?		0 F			0 F	0 F	0 F	0 F	0 F	0 F	0 F	0 F	0
Action	N°18	Remplacer les climatiseurs fonctionnant en permanence par des équipements haut rendement	Split-system actuels	10	3 000 000 F	12 000 000 F	500 000 F	Split-system haut rendement	10	-822 248 F	0 F	4 200 000 F	16 800 000 F	-17 663 684 F	-26 052 304 F	-46 572 316 F	0 F	-11 163 684 F	-19 552 304 F	-40 072 316 F	2 396
<b>Coût Global du programme</b>																	<b>-23 662 916 F</b>	<b>-38 201 226 F</b>	<b>-73 764 441 F</b>	<b>4 153</b>	

\*: Economie d'énergie sur la période hyp1: Le prix de l'énergie est considéré constant

\*\* : Economie d'énergie sur la période hyp2: Le prix de l'énergie est considéré avec une augmentation égale à l'inflation (2%)

\*\*\*: Economie d'énergie sur la période hyp1: Le prix de l'énergie est considéré avec une augmentation égale à 4,5% (estimation ADEME)

#### 4.6. Programme 5

Ce programme prévoit la mise en place d'une production d'électricité photovoltaïque injectée au réseau sur le bâtiment 4. Le prix de rachat de l'électricité photovoltaïque, aujourd'hui fixé à 11 FCFP/kWh ne permet pas de rentabiliser l'investissement. Cette action a donc un caractère pilote et n'est proposé que sur un unique bâtiment.

<b>PROGRAMME 5 - Utilisation des énergies renouvelables</b>	
<b>N°19</b>	<b>Mise en place d'une production d'électricité photovoltaïque injectée réseau</b>

L'analyse en coût global de ce programme est proposée ci après. Comme expliqué précédemment, le tarif de rachat de l'électricité ne permet pas de rentabiliser l'investissement d'autant qu'il n'est pas offert en Nouvelle Calédonie la possibilité de valoriser économiquement les émissions de GES évitées.

PROGRAMME 5			Variante 1 (situation actuelle)				Variante 2 (mise en œuvre de l'action)				Dépense (+)/Revenus (-)				Coût Global sur Période			Emissions de GES évités (TqCO2) sur la période			
Analyse en actions consécutives			Variante 1 (existant)	Durée de vie V1	Valeur à neuf 1	Renouvellement sur la période	Valeur résiduelle ancien	Variante 2 (action)	Durée de vie V2	Economie Energie Année 1	Surcout maintenance année 1	Valeur à neuf 1	Renouvellement sur la période	Economie d'énergie sur la période hyp 1*	Economie d'énergie sur la période hyp2**	Economie d'énergie sur la période hyp3***	Maintenance sur la période		Stabilité des prix énergie en Francs courants	Stabilité des prix énergie Francs constants (+2%/an)	Augmentation du prix de l'énergie +4,5%/an
Action	N°19	Mise en place d'une production d'électricité photovoltaïque injectée réseau		0	-	-	-	Installation photovoltaïque	25	-161 000 F	70 000 F	6 000 000 F	6 000 000 F	-3 458 632 F	-5 101 163 F	-9 119 077 F	1 503 753 F	10 045 121 F	8 402 590 F	4 384 676 F	469
<b>Coût Global du programme</b>																		<b>10 045 121 F</b>	<b>8 402 590 F</b>	<b>4 384 676 F</b>	<b>469</b>

\*: Economie d'énergie sur la période hyp1: Le prix de l'énergie est considéré constant

\*\* : Economie d'énergie sur la période hyp2: Le prix de l'énergie est considéré avec une augmentation égale à l'inflation (2%)

\*\*\*: Economie d'énergie sur la période hyp1: Le prix de l'énergie est considéré avec une augmentation égale à 4,5% (estimation ADEME)

#### 4.7. Analyse en coût global de l'ensemble des programmes

Le tableau ci après reprend les analyses en coût global de l'ensemble des programmes afin de dresser le bilan économique et environnemental de la démarche globale.

		Coût Global sur Période			Emissions de GES évités (TeqCO2) sur la période
		Stabilité des prix énergie en Francs courants	Stabilité des prix énergie Francs constants (+2%/an)	Augmentation du prix de l'énergie +4,5%/an	
Action N°1	Limiter le point de consigne de climatisation à 25°C	-25 315 291 F	-37 451 696 F	-67 139 437 F	3 465
Action N°2	Réaliser une campagne de sensibilisation auprès des usagers (avec rappels réguliers)	5 394 181 F	119 941 F	-12 781 758 F	1 506
Action N°3	Réduire les consommations des équipements électriques annexes (Chauffe-eau, distributeurs de boissons, réfrigérateurs)	-2 455 007 F	-5 286 606 F	-12 213 184 F	808
Action N°4	Mise en place d'une comptabilité énergétique	6 208 642 F	1 461 827 F	-10 149 703 F	1 355
Action N°5	Optimiser l'éclairage intérieur des locaux de bureaux	4 080 257 F	47 597 F	-9 816 985 F	1 152
Action N°6	Optimisation thermique des bâtiments	17 036 790 F	14 542 423 F	8 440 770 F	713
Action N°7	Réduire les consommations d'énergie du parc informatique	5 892 211 F	142 129 F	-13 923 565 F	1 643
Action N°8	Installer des brasseurs d'air et prévoir un arrêt de la climatisation des bureaux pendant une période d'au moins 8 mois	8 404 436 F	5 982 731 F	58 822 F	692
Action N°9	Réduire les apports d'air neuf dans les locaux climatisés (hors bât 11)	3 038 702 F	831 078 F	-4 569 149 F	631
Action N°10	Remplacer les équipements de climatisation des bureaux (DRV ou VRV) par des équipements plus récents et plus performants - (voir chapitre spécifique)	-3 254 718 F	-4 800 409 F	-8 581 436 F	442
Action N°11	Réduire les apports d'air neuf dans les locaux climatisés du bâtiment 11	-1 735 362 F	-3 671 137 F	-8 406 375 F	553
Action N°12	Optimiser la climatisation de la bibliothèque (voir chapitre spécifique)	0 F	0 F	0 F	0
Action N°13	Prévoir une climatisation spécifique pour les salles des interprètes, la salle de réunion et la petite salle de conférence	1 399 334 F	-514 691 F	-5 196 726 F	547
Action N°14	Remplacer la centrale de production d'eau glacée et optimiser la climatisation du bâtiment 11 (voir chapitre spécifique)	-8 354 472 F	-15 488 127 F	-32 938 277 F	2 038
Action N°15	Optimisation thermique de l'imprimerie (bât 9) et du laboratoire (bât 4)	-682 690 F	-1 220 614 F	-2 536 467 F	154
Action N°16	Optimiser les machines frigorifiques de l'économat	-11 816 541 F	-17 428 308 F	-31 155 658 F	1 603
Action N°17	Réduire les consommations du serveur informatique (étude)	0 F	0 F	0 F	0
Action N°18	Remplacer les climatiseurs fonctionnant en permanence par des équipements haut rendement	-11 163 684 F	-19 552 304 F	-40 072 316 F	2 396
Action N°19	Mise en place d'une production d'électricité photovoltaïque injectée réseau	10 045 121 F	8 402 590 F	4 384 676 F	469
	<b>Coût Global du programme</b>	<b>-3 278 093 F</b>	<b>-73 883 576 F</b>	<b>20 165</b>	<b>16 572</b>

\*: Economie d'énergie sur la période hyp1: Le prix de l'énergie est considéré constant

\*\* : Economie d'énergie sur la période hyp2: Le prix de l'énergie est considéré avec une augmentation égale à l'inflation (2%)

\*\*\*: Economie d'énergie sur la période hyp1: Le prix de l'énergie est considéré avec une augmentation égale à 4,5% (estimation ADEME)

#### **4.8. Aides mobilisables**

La CPS peut compter sur certaines aides pour la réalisation de ces programmes de travaux et en particulier sur les études, à savoir :

- aides pour les études de dimensionnement d'installations climatiques dans le cadre d'un renouvellement et d'une optimisation des équipements,
- aides pour le dimensionnement et la conception d'installations de production d'électricité photovoltaïque,

#### **4.9. Echéanciers**

Ci après sont proposés des échéanciers pour chacun des programmes proposés. Ils sont établis sur la base de durées de travaux réalisables mais doivent être ajustés en fonction du programme d'investissement de la CPS et des ressources humaines internes et externes disponibles.

		Année 1	Année 2	Année 3
<b>PROGRAMME 1 - Actions rapide à faible investissement et action prioritaire (4)</b>				
N°1	limiter le point de consigne de climatisation à 25°C			
N°2	Réaliser une campagne de sensibilisation auprès des usagers (avec rappels réguliers)			
N°3	Réduire les consommations des équipements électriques annexes (Chauffe-eau, distributeurs de boissons, réfrigérateurs)			
N°4	Mise en place d'une comptabilité énergétique	Bâtiment par bâtiment puis centralisation		

<b>PROGRAMME 2 - Intervention sur les locaux de bureau</b>				
N°5	Optimiser l'éclairage intérieur des locaux de bureaux			
N°6	Optimisation thermique des bâtiments			
N°7	Réduire les consommations d'énergie du parc informatique	Au fur et à mesure du remplacement du matériel		
N°8	Installer des brasseurs d'air et prévoir un arrêt de la climatisation des bureaux pendant une période d'au moins 8 mois	Installation de brasseurs d'air	Augmentation de la durée d'arrêt de la climatisation	
N°9	Réduire les apports d'air neuf dans les locaux climatisés (hors bât 11)	Mise en œuvre (en même temps que le remplacement de la climatisation des bureaux)		
N°10	Remplacer les équipements de climatisation des bureaux (DRV ou VRV) par des équipements plus récents et plus performants - (voir chapitre spécifique)	En cours - durée 3 ans		

<b>PROGRAMME 3 - Intervention sur le bâtiment 11</b>				
N°11	Réduire les apports d'air neuf dans les locaux climatisés du bâtiment 11			
N°12	Création d'un espace archive dans la bibliothèque (voir chapitre spécifique)			
N°13	Prévoir une climatisation spécifique pour les salles des interprètes, la salle de réunion et la petite salle de conférence			
N°14	Remplacer la centrale de production d'eau glacée et optimiser la climatisation du bâtiment 11 (voir chapitre spécifique)			

<b>PROGRAMME 4 - Intervention sur les locaux techniques</b>				
N°15	Optimisation thermique de l'imprimerie (bât 9) et du laboratoire (bât 4)			
N°16	Optimiser les machines frigorifiques de l'économat			
N°17	Réduire les consommations du serveur informatique (étude)	A etudier		
N°18	Remplacer les climatiseurs fonctionnant en permanence par des équipements haut rendement	Priorité: serveur - economat - imprimerie(équipement récent) - labo		

<b>PROGRAMME 5 - Utilisation des énergies renouvelables</b>				
N°19	Mise en place d'une production d'électricité photovoltaïque injectée réseau			

## 5. Conclusion de l'audit

La rationalisation des consommations d'énergie, qui consiste à optimiser l'utilisation de l'énergie tout en maintenant voire en augmentant le niveau de service et de confort des consommateurs est une problématique aussi bien mondiale que territoriale. A l'échelle de la Calédonie cet enjeu déjà économique et environnemental est accentué par la situation insulaire qui crée une très forte dépendance énergétique (98%).

Parce qu'elle se doit d'être exemplaire et pour poursuivre une démarche environnementale, la CPS a souhaité réaliser l'audit énergétique de son siège de bureaux à Nouméa.

Un long travail de recueil et de relevé de données a permis de caractériser en détail les équipements énergivores du site. Cet inventaire, croisé avec des informations sur les habitudes des usagers obtenues par sondage, a conduit à la réalisation du bilan du site: la climatisation est de loin (45%) le poste le plus consommateur devant les équipements informatiques (31%). L'analyse de ce bilan et des données recueillies a conduit à une liste d'actions d'ampleur variable tant sur le niveau d'investissement qu'elles impliquent que sur les économies d'énergie et les économies financières réalisables. Elles portent naturellement principalement sur les différents systèmes de climatisation installés (eau glacée et DRV).

Les 19 actions identifiées ont été hiérarchisées et regroupées en programmes de travaux selon leur domaine d'action et la zone qu'elle concerne. Les actions ont été organisées pour dans un premier temps limiter le besoin et les gaspillages, dans un second temps optimiser les systèmes et enfin envisager le recours aux énergies renouvelables. Ces programmes ont été chiffrés en coût global avec différentes hypothèses d'augmentation du coût de l'énergie sur une période de 50 ans de manière à quantifier aujourd'hui l'impact de leur mise en œuvre sur le long terme.

Selon les hypothèses utilisées dans les études, la réalisation de ces programmes pourra permettre d'atteindre une réduction des consommations d'énergie totale du site de 47% et permettra d'éviter le rejet de 16 572 TeqCO<sub>2</sub> sur une période de 50 ans.

A la base de chacun de ces programmes, la mise en place d'une comptabilité énergétique et d'un programme de sensibilisation des usagers sont les éléments prioritaires et indispensables au succès d'une telle démarche.

## 6. Table des illustrations

Figure 1:	Plan de masse du siège de la CPS à Nouméa .....	4
Figure 2:	Evolution des consommations d'électricité du siège de la CPS (2010-2012).....	13
Figure 3:	Evolution des puissances électriques maximales atteintes 2010-2012 .....	14
Figure 4:	Participation à l'enquête usagers .....	16
Figure 5:	Répartition des réponses de l'enquête usagers .....	16
Figure 6:	Puissances et consommations de climatisation des bâtiments.....	21
Figure 7:	Schéma des bâtiments étudiés sous Design Builder.....	21
Figure 8:	Evolution de la puissance consommée par le système de climatisation (bâtiment 5)	22
Figure 9:	Comparatif des énergies consommées par le système de climatisation entre la mesure et les simulations Design Builder .....	22
Figure 10:	Bilan détaillé des consommations d'énergie par bâtiment .....	23
Figure 11:	Répartition des consommations d'électricité par poste.....	24
Figure 12:	Répartition des consommations d'électricité par bâtiment.....	24
Figure 13:	Consommations d'électricité des bâtiments par unité de surface .....	25
Figure 14:	Répartition des consommations d'électricité par système de climatisation.....	26
Figure 15:	Evolution de l'humidité relative dans la bibliothèque.....	52
Figure 16:	Evolution des températures dans la bibliothèque.....	53
Figure 17:	Illustration de la démarche Negawatt (source Negawatt) .....	56

## 7. Table des annexes

Annexe 1 : Photographies des bâtiments

Annexe 2 : Plans des bâtiments

Annexe 3 : Détail du contrat de maintenance de la centrale à eau glacée

Annexe 4 : Détail du contrat de maintenance des systèmes DRV et Split

Annexe 5: Questionnaire de l'enquête usagers

Annexe 6 : Résultat de l'enquête usagers

Annexe 7 : Etude de pré-dimensionnement photovoltaïque