

Alternant: PERDRIX Alexandre
Tuteur entreprise: GRAND Christophe
Tuteur pédagogique: MARC Nathalie

11 Septembre 2015



Licence Professionnelle Energie et génie climatique, Spécialité :
Expertise Energétique

Projet : Optimisation énergétique : éco-régulateur en chaufferie collective

Organisme:

- Société d'Economie Mixte de COstruction du Département de l'Ain (SEMCODA), 33 Avenue du Mail, 01000 BOURG-EN-BRESSE



Ecoles:

- Institut Universitaire de Technologie Lyon1 Université Claude Bernard, 71 Rue Peter Fink, 01000 BOURG EN BRESSE
- Institut Des Ressources Industrielles, 10 bd Edmond-Michelet, 69351 LYON



ABSTRACT

The Energetics professional license form work-study students in the field of energy. It is offered by the University Lyon 1 in partnership with the Rhone AFPI.

This report is devoted to the presentation of my project on the study and analysis of energy consumption for collective buildings.

My company is the S.E.M.CO.D.A.. It builds, maintains and manages houses it offers for rental or purchase and has a heritage of more than 28 000 units distinguished by its diversity, quality of its building, management and its geographical repartition.

We will discuss later in the report if the eco-regulator DJP Energy allows the savings claimed by the manufacturer. Will the unit also reduce heating bills of our tenants ?

TABLE DES MATIERES

ABSTRACT.....	2
TABLE DES MATIERES	3
Présentation de la SEMCODA.....	4
INTRODUCTION	7
I. Présentation de l'éco-régulateur DJP. -----	9
A. Informations	9
B. Avantages	10
C. Fonctionnement et installation	13
II. Etude des consommations énergétiques.-----	16
A. Contexte.....	16
1. Programme immobilier situé à CHAMPAGNE AU MONT D'OR (69).....	16
2. Caractéristiques administratives du programme immobilier	17
B. Impact environnemental.....	18
1. Consommation réelle de la chaufferie	18
2. Résumé des consommations	21
C. Bénéfice des locataires	23
1. Calcul des nouvelles factures de chauffage	23
2. Gain économique.....	24
III. Etude de rentabilité. -----	25
A. Rentabilité de l'appareil à CHAMPAGNE AU MONT D'OR.....	25
B. Etude de rentabilité générale	26
C. Résumé.....	30
CONCLUSION.....	31

Présentation de la SEMCODA

Histoire.

Le 26 juin 1959 la Société d'Économie Mixte de COnstruction du Département de l'Ain (S.E.M.CO.D.A.) se déclarait sous l'impulsion de Jean SAINT-CYR, président du conseil général de l'Ain, et Jean CHARNOZ, directeur de l'Office Public d'Aménagement et de Construction de l'Ain (OPAC). L'objectif était de développer le logement social et l'accession à la propriété.

Une SEM (Société d'Économie Mixte) est une structure juridique associant des capitaux privés et publics. Elle est composée au minimum de 7 actionnaires dont au moins 1 actionnaire privé. Un conseil d'administration est élu (de 3 à 18 membres) où les collectivités locales doivent être majoritaires.

En 1960 : première année de construction. Les premiers programmes immobiliers sont lancés sur Oyonnax (247 logements), Montréal-la-Cluse (18) et Rillieux (150).

A partir de 1980, la société prend progressivement son autonomie. La S.E.M.CO.D.A. est donc amenée à créer ses propres services.

La société a ensuite les capacités de gérer directement son patrimoine locatif. Au 1er Janvier 1988, six agences décentralisées sont créées : Isère-Bas Bugey, Pays de Gex, Rillieux-la-Pape, Oyonnax, Bresse-Dombes et Saône-et-Loire. Une septième agence Lyonnaise est créée en 1989. Pour la Haute-Savoie, l'agence est créée dans les années 2000.

Le président actuel de la S.E.M.CO.D.A. est Monsieur Jean DEGUERRY, depuis Mars 2015. Le Directeur, est Monsieur Patrick GIACHINO depuis Juillet 2014.

Chiffres clés.

Aujourd'hui la S.E.M.CO.D.A., c'est **605** collaborateurs répartis entre le siège de Bourg-en-Bresse et les huit agences où la société est active.

La SEMCODA est un maître d'ouvrage, elle réalise en moyenne la construction de **3 000** logements par an. Son activité est diversifiée et son patrimoine riche : construction de pavillons, résidences universitaires, gendarmeries, immeubles collectifs, foyers-résidence pour personnes âgées... La SEMCODA est présente sur près de **460** communes, **7** départements, **3** régions.

La S.E.M.CO.D.A. compte plus de **28 000** logements. La moitié de ce parc immobilier se situe dans le département de l'Ain. L'autre moitié se trouve dans les départements limitrophes, aux premiers rangs desquels figure le Rhône.



Figure 1. Bâtiment collectif à ST SYMPHORIEN D'OZON (69)



Figure 2. Pavillon à LALHEUE (71)

Au point de vue économique, la S.E.M.CO.D.A. dispose en 2015 d'un capital de **15,4 M€** réparti entre le département de l'Ain, 172 communes et les actionnaires privés. Le chiffre d'affaire est en augmentation ce qui montre que la société est en « bonne santé ».

cf (annexe 1): répartition du patrimoine par départements
cf (annexe 2): évolution du chiffre d'affaires
cf (annexe 3): capital 2013

Risques et concurrence.

Les principaux risques de la S.E.M.CO.D.A. sont le nombre de logements vacants (appartements inoccupés), les loyers impayés et la diminution de construction de logements chaque années. La société est très vigilante sur ces chiffres car ils entraineraient une baisse du chiffre d'affaire et du résultat d'exploitation.

Les concurrents de la S.E.M.CO.D.A. sont les organismes de construction et de gestion de logements sociaux. Ce sont des bailleurs sociaux privés ou publics. Il existe également des concurrents pour l'activité d'accession à la propriété : les promoteurs immobiliers. La S.E.M.CO.D.A. a une filiale sous le nom d'APRICOT qui gère la promotion immobilière.

Vie administrative.

L'activité de la SEMCODA se divise en quatre parties:

- Développement. Cette partie regroupe les secteurs impliqués lors de l'achat, la création et la construction d'un programme immobilier. Il s'agit des services Foncier, Maitrise d'ouvrage et Assistance à Maitrise d'Ouvrage (AMO).
- Gestion du patrimoine et du client. Lorsque les bâtiments sont mis en service et que les locataires sont installés, plusieurs services vont travailler ensemble. Ils gèrent: l'entretien du parc immobilier (service réhabilitation), les remarques ou les plaintes des locataires (agences immobilières + service direction des agences), le service rendu et la gestion de l'énergie (service gestion patrimoniale), le recouvrement des loyers (contentieux) et des charges de chaque logement (service gestion locative). Cette partie est très importante.
- Commerce. La S.E.M.CO.D.A. est également un promoteur immobilier. La société a un autre secteur d'activité: le commerce, sous le nom d'APRICOT immobilier. Ce service gère la promotion immobilière des logements construits par S.E.M.CO.D.A.
- Métiers support. Les services suivants ne sont pas directement liés au domaine de la gestion ou du développement du parc immobilier. Ils permettent d'apporter un support aux autres services notamment comme le service informatique, Ressources Humaines, Comptabilité...

cf (annexe 4): organigramme S.E.M.CO.D.A.

Service Gestion Patrimoniale

C'est le service dans lequel j'opère, c'est un service de gestion après location et la mise en service du programme immobilier. Nous nous occupons principalement des équipements technique du bâtiment comme la partie chaufferie, robinetterie, ascenseurs, ventilation ainsi que les contrats de maintenance. Neuf personnes gèrent ce service aujourd'hui et sont réparties en quatre pôles.

- Le pôle marché des services gère les contrats de maintenance (robinetterie, espace verts, chaudière individuelle), les relations internes et externes et les marchés à bons de commande (ce sont des marchés avec des opérateurs économiques locaux qui exécutent les tâches demandées lors de l'émission de bon de commande) comme par exemple: l'entretien des espaces verts et des ascenseurs.
- Le pôle suivi investissement se charge de la comptabilité générale du service, du suivi des investissements, de la gestion DPE (Diagnostic de Performance Energétique) et des CEE (Certificat d'Economie d'Energie).

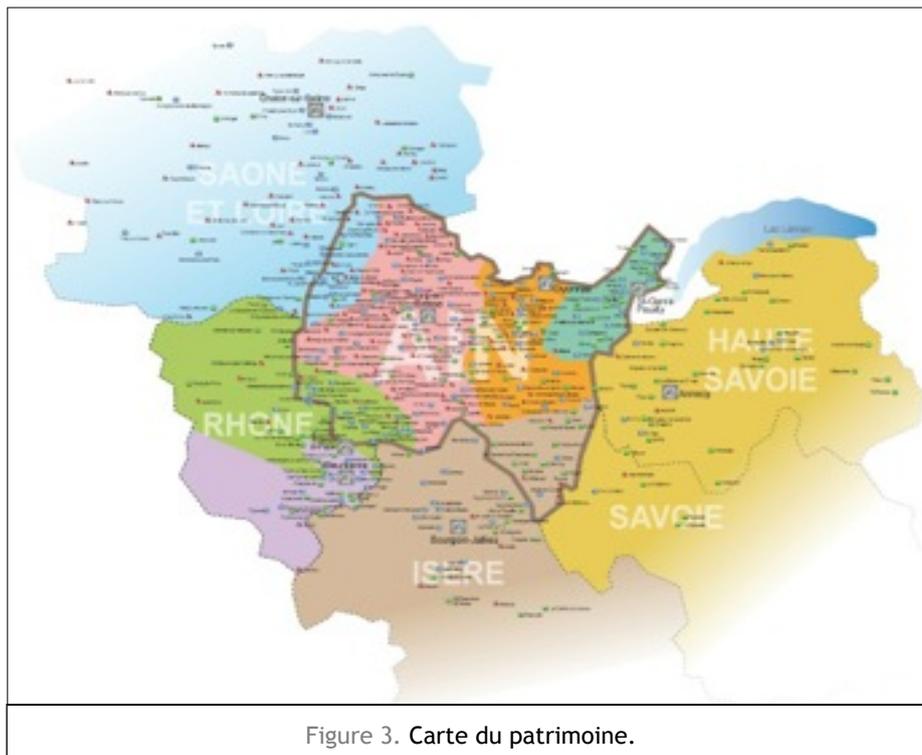
- Le pôle patrimoine organise l'information liée au patrimoine, gère les outils de programmation de la maintenance.
- Gestionnaire de sécurité. Il suit 450 ascenseurs avec des actions préventive, curative et les respect des normes. Il se charge également de la sécurité incendie, la veille sanitaire, la prévention des risques (gaz, amiante, plomb, électricité) et de l'accessibilité handicapé.
- Le pôle énergie où je travaille en binôme avec Delphine ROYER. Nous saisissons les dépenses liés aux chaufferies collectives des bâtiments (chauffage, eau chaude, l'entretien, les locations de cuve, de compteurs...). Nous réalisons des actions de maintenance préventive, corrective, et curative d'environ 150 chaufferies chacun. Nous suivons également les lois concernant la fin des tarifs réglementés pour le gaz et l'électricité (loi NOME) et l'individualisation des charges (pour le chauffage collectif) d'ici fin 2017. Un plan d'investissement de 50 chaufferies sur 3 ans sera également suivi par ce pôle d'ici l'été 2015 et jusqu'en 2017.

Le responsable du service, Christophe GRAND, coordonne, gère et manage les quatre pôles. Sa hiérarchie directe est la direction (M. GIACHINO, le directeur).

cf (annexe 5): organigramme du service Gestion Patrimoniale

Ces vingt-cinq dernières années, la S.E.M.CO.D.A. a connu une forte croissance économique, de personnel, de gestion. Elle a su varier son offre de logement, en faisant de la mixité et de la proximité deux valeurs fondatrices. Elle est devenue un des tous premiers constructeurs régionaux et un constructeur capable de gérer aujourd'hui un patrimoine de près de 28 000 logements. La SEMCODA est implantée sur sept départements (Ain, Rhône, Isère, Haute-Savoie, Savoie, Saône-et-Loire, Jura). Elle offre à ses clients, un habitat de qualité et aux décideurs locaux, des solutions adaptées à leurs projets.

Dans les années à venir, la S.E.M.CO.D.A. se développera sur le département du Jura, dans l'Ouest lyonnais et continuera sa croissance sur le territoire de la Savoie.



INTRODUCTION

Je commencerai cette introduction en présentant les objectifs de la Licence Professionnelle Expertise Energétique puis je poursuivrai en expliquant mes missions au sein de mon organisme d'accueil.

La Licence Professionnelle Expertise Energétique de l'Université Lyon 1 forme des alternants dans le secteur de l'énergie et permet ainsi d'acquérir des connaissances techniques.

Au cours de l'année nous avons deux rapports à rédiger. Le premier a pour but de montrer l'insertion professionnelle et la connaissance de l'entreprise. Le second, celui que je vais vous présenter, concerne un projet ou une affaire technique suivi par l'étudiant durant l'année. Les rapports sont soutenus devant un jury ce qui permet de se mettre en condition de présentation devant d'autres professionnels et ainsi de montrer ses capacités à être clair et synthétique.

Ce mémoire de fin d'année a pour objectif de faire apparaître les capacités professionnelles, techniques et théoriques acquises pendant l'année d'alternance. Le projet que je vais vous présenter concerne le suivi, l'analyse et l'optimisation des consommations énergétiques de chaufferies collectives équipées **d'éco-régulateur DJP**.

Mon alternance se déroule au sein de la Société d'Économie Mixte de **CO**nstruction du **D**épartement de l'Ain (S.E.M.CO.D.A.) à Bourg-en-Bresse.

Le poste que j'occupe, analyste et gestionnaire d'énergie, consiste à suivre le fonctionnement des chaufferies collectives sur un secteur précis (Isère - Bas Bugery, Pays de gex, Saône et Loire et Lyonnais). Le but de mon travail est d'optimiser au mieux les consommations énergétiques, et de faire bénéficier nos locataires d'un gain économique.

Pour réaliser des réductions de consommation énergétiques et réduire la facture de chauffage des locataires, la Société d'Economie Mixte à fait installer par la société **DJP Energy 10 éco-régulateurs sur 9 bâtiments collectifs**. L'une de mes missions pendant mon année a été d'étudier ces consommations avant et après l'installation de l'appareil.

Dans un premier temps, je vous présenterai la société **DJP Energy**, son histoire, ses objectifs et son développement. Je continuerai ensuite en détaillant une chaufferie collective équipée de l'appareil **éco-régulateur**. Je terminerai en expliquant les résultats trouvés.

Nous pouvons nous poser les questions suivantes : **l'éco-régulateur DJP est-il efficace et permet-il un gain économique sur les factures de chauffage de nos locataires** ? Dans l'optique d'améliorer les consommations énergétiques d'autres bâtiments, peut-on généraliser ce boîtier à toutes les chaufferies collectives de la société ?

L'étude de l'éco-régulateur DJP Energy a été une partie de mon travail. Les autres tâches accomplies au sein de la S.E.M.CO.D.A. se divisent en deux catégories :

- **Partie bureau.** Ce travail administratif représente un peu plus de la moitié de mon temps. Il consiste à saisir des factures d'énergie, de travaux. Il faut également ajouter la partie rédaction des contrats, des avenants, des courriers qui se fait au quotidien. Il est essentiel au bon fonctionnement de la gestion de l'énergie. Au cours de cette année, j'ai pu découvrir ce type de travail qui m'a apporté de la rigueur et demande de l'organisation. J'ai encore des choses à apprendre dans ce domaine.
- **Partie terrain.** On peut la diviser en 4 portions. Pour commencer, la partie suivi des consommations énergétiques avec les relevés réels sur le terrain. Cela permet de communiquer avec le technicien de maintenance et de se familiariser avec les installations thermiques. Ensuite, le suivi et la réception des travaux est un moment important car il permet de suivre le dossier en entier (signature du devis, ou de la consultation) jusqu'à la fin du chantier. Puis, il y a les passations de chaufferies entre l'installateur et l'exploitant pour un programme immobilier neuf. Et enfin les interventions en urgence qui sont rares, par exemple : plus d'eau chaude sanitaire chez les locataires. La solution se règle rapidement avec l'exploitant en détectant l'anomalie, puis par le remplacement de la pièce.

Pour expliquer clairement ces deux parties, voici un diagramme avec les pourcentages de mes missions. On constate que la répartition de mon travail se déroule équitablement entre le terrain et en bureau.

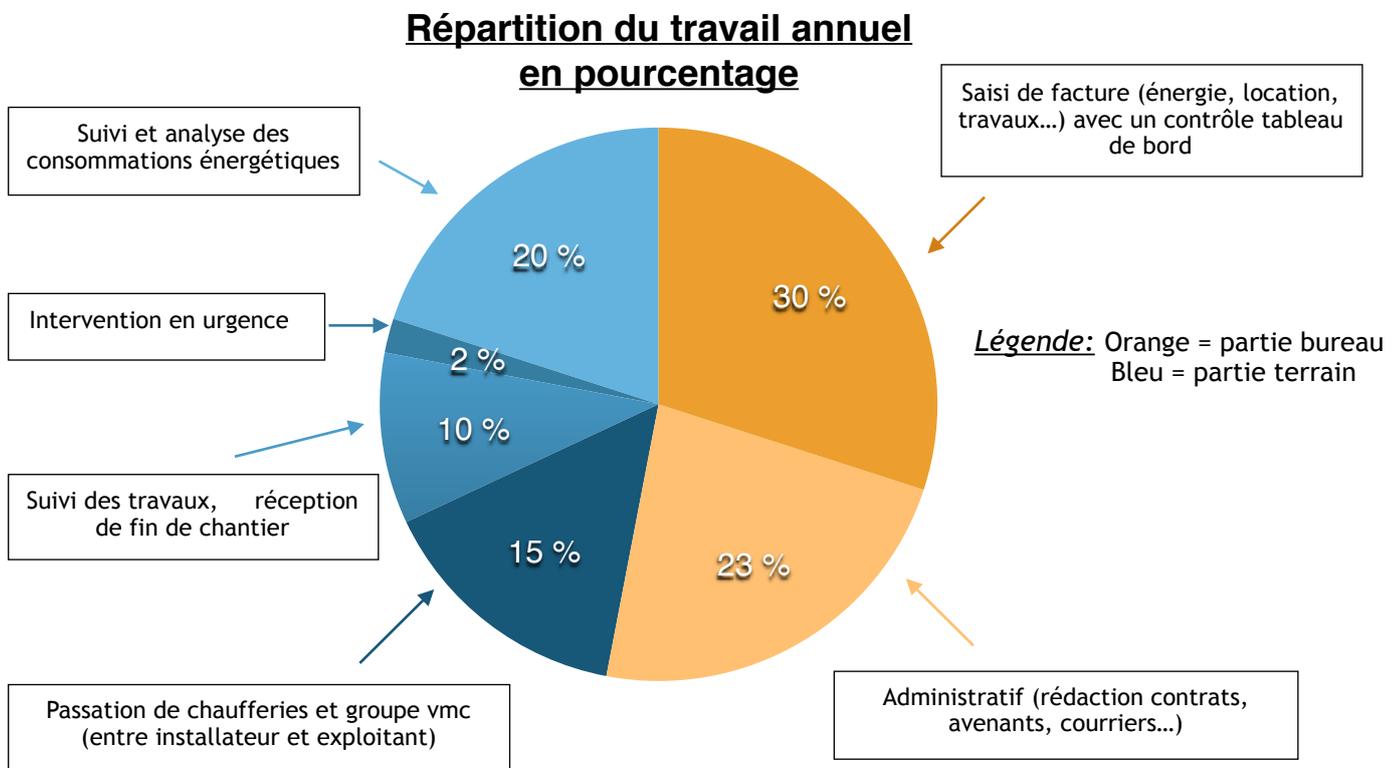


Figure 4. Répartition du travail annuel en pourcentage.

I. Présentation de l'éco-régulateur DJP.

A. Informations

L'éco-régulateur est fabriqué en France, dans le Calvados à CAEN, par la société DJP Energy. L'entreprise a été créée en 1992 par le Président Directeur Général actuel: Jean Pierre DUPORT.



Figure 5. M. DUPORT,
créateur de l'éco-régulateur.
Source : Google Images

Monsieur DUPORT a cherché à créer une activité d'avenir en lien avec le développement durable. C'est aux Etats-Unis, dans la Silicon Valley, qu'il trouve l'idée du produit qu'il souhaite exploiter en France: un économiseur d'énergie, finalement vendu à 14 millions d'exemplaires, aux Etats-Unis. Il a d'abord acheté la licence d'utilisation du dispositif de régulation des chaudières de chauffage fonctionnant au gaz et au fioul.

L'effort de recherche consistait à perfectionner les résultats obtenus aux États Unis pour faire de l'éco-régulateur un appareil pouvant simultanément répondre aux différentes consommations d'énergie: celles visant les brûleurs des chaudières mais aussi les appareils de climatisation, les pulseurs d'air chaud.

A cette exigence a répondu la société DJP ENERGY, laquelle a mené à bien un effort de recherche et développement consacré par un **brevet**. Elle a testé ses résultats par 500 campagnes de mesures, poursuivies pendant 5 années et menées avec l'aide, en autres de, la Région de Basse-Normandie, l'Agence De l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie (ADEME), l'APAVE, Génie Climatique de l'Armée.... Tous ont pu constater une économie d'énergie fuel/gaz et que l'appareil répondait à leurs attentes: réduire la facture de chauffage. DJP Energy a été reconnue comme entreprise innovante dans le cadre du pacte PME.

Parmi les clients de la société figurent AXA, Bouygues, Carrefour, le Ministère de l'économie, des Finances et de l'Industrie, le Ministère de l'environnement, PSA ou encore SEMCODA.

3000 dispositifs ont déjà été installés, les perspectives de développement sont nombreuses et DJP Energy envisage de réaliser un chiffre d'affaires de 3 (M€) en 2015, grâce notamment au marché international (Ukraine, Emirats Arabes Unis, Chine...).

Au point de vue financier, la S.E.M.CO.D.A. a déboursé 7 000 Euros Hors Taxes par appareil.

DJP ENERGY revendique avec fierté son titre de fabricant, made in France. L'éco-régulateur est aujourd'hui le produit phare de la société.

L'entreprise reste ouvertes aux critiques constructives et aux échanges d'idées et de réflexions afin d'améliorer le produit.

Les données citées ci-dessus proviennent des sites web suivants :

- DJP ENERGY: <http://djpenergy.com>
- CALVADOS STRATEGIE qui a réalisé un article sur la société le 14 Mars 2014 : http://actus.calvados-strategie.com/recherche-detail.php?actu_id=12539
- des échanges par mail avec Monsieur DUPORT

B. Avantages

A une époque où l'énergie se raréfie en fonction d'une demande exponentielle, où le climat se détériore chaque jour davantage, les économies d'énergies sont une exigence du présent et encore plus de l'avenir ! De plus, la France consomme 70 millions de tonnes équivalent pétrole par an dont 45% pour le chauffage de l'habitat et du tertiaire.

Depuis plus de 15 ans, l'éco-régulateur DJP Energy s'efforce de s'installer dans le paysage des solutions techniques facilitant des économies d'énergies comme l'invitent plusieurs programmes gouvernementaux:

- Grenelle II : La loi vise un bâti moins énergivore et une diminution de la précarité énergétique
- Contrat de Performance Energétique: c'est un partenariat entre un maître d'ouvrage et un exploitant afin de fixer un objectif d'efficacité énergétique
- Certificats d'Economie d'Energie (C.E.E.) est une mesure politique nationale qui permet d'encourager les économies d'énergie des clients grâce à une aide financière des fournisseurs d'énergie

L'éco-régulateur permet de répondre à ces exigences environnementales. En effet, il est reconnu comme éligible aux Certificats d'Economies d'Energies. La S.E.M.CO.D.A. a obtenu comme aide 2 000 Euros Hors Taxes par appareil. Au final, l'éco-régulateur à coûté 5 000 Euros H.T. L'éco-régulateur est reconnu éligible aux C.E.E. depuis de nombreuses années sous la fiche BAR-TH23 « optimiseur de relance en chauffage collectif ». La fiche a été révisée le 11 Août dernier. La durée de vie estimée par cette fiche est de 15 ans.

Cet appareil permet d'économiser 20% en moyenne sur les consommations énergétiques des chaudières et autant de réduction des gaz à effet de serre.

Nous allons maintenant comparer le positionnement de l'éco-régulateur parmi les nombreuses solutions de réduction des consommations d'énergies disponibles actuellement sur le marché. Les solutions permettant de réduire les consommations de chauffage peuvent se classer en quatre catégories :

- les solutions touchant l'aspect comportemental des usagers et / ou du gestionnaire du bâtiment. En effet, les surchauffes inutiles ou l'inadéquation des périodes de programmation sont des sources de surconsommation notables. Les économies potentielles sont de 15 à 40% particulièrement en milieu tertiaire.
- les solutions d'optimisation du système de chauffe existant : il s'agit de systèmes de régulation programmables ou qui s'auto-adaptent en fonction des conditions de climat et d'usage. Les économies sont sensibles, souvent autour de 15 à 25%, avec un investissement limité.
- Les solutions liées au changement du système de chauffe : chaudières à condensation, chaudières à bois, pompes à chaleur air / eau, géothermie, thermique solaire, ... Elles représentent toutes un investissement important et leur efficacité dépend de la solution retenue par rapport à la situation initiale : économies potentielles de 5 à 40%.
- Les solutions liées à l'amélioration des performances thermiques du bâtiment comme l'isolation qui permettent de réduire le besoin en chaleur à confort égal. L'investissement est conséquent pour des économies de premier ordre : de 40 à 80%.

Ces quatre catégories de solutions peuvent se résumer par le tableau suivant. Nous avons rajouté les durées de vie conventionnelles que retient l'administration pour le calcul des Certificats d'Economies.

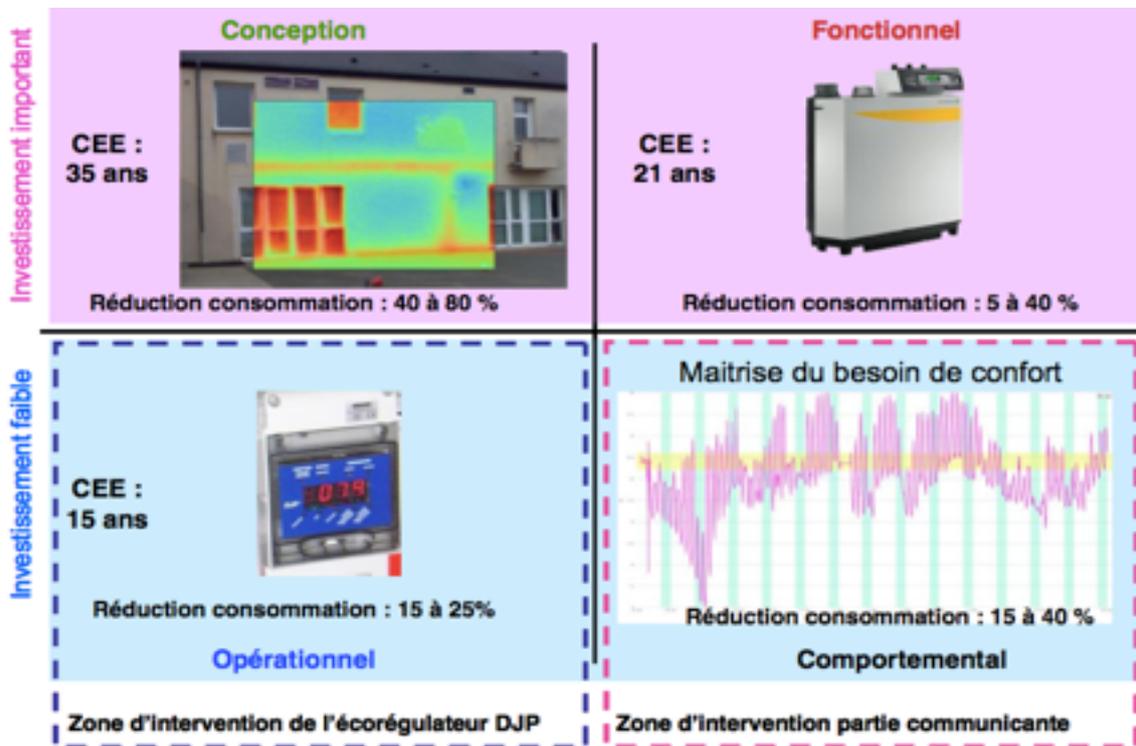


Figure 6. Tableau comparant les différents systèmes d'économie d'énergie en fonction de l'investissement et du gain.
 Source: documentation DJP Energy

Les solutions issues des deux quarts supérieurs (de couleur rose) nécessitent des moyens financiers conséquents. Par ailleurs, investir en premier dans le changement d'un système de chauffe sans avoir traité au préalable l'isolation du bâtiment oblige à mettre en place des installations de puissances conséquentes qui seront largement surdimensionnées ensuite dès que le travail sur l'enveloppe sera entamé. C'est donc le secteur à traiter le plus tard possible ou quand les chaudières arrivent réellement en fin de vie.

Les solutions issues des deux quarts inférieurs (de couleur bleue) sont peu gourmandes en capitaux et amènent des économies certaines. **L'éco-régulateur optimiseur de relance DJP** opère sur le quart inférieur gauche de ce schéma. Sa partie communicante opère sur le quart inférieur droit.

Nous pouvons également nous baser sur la matrice ci-dessous réalisée par un bureau d'étude en efficacité énergétique industrielle et de conseil « Sens 4 ».
 Cependant, il faut rester prudent sur les chiffres indiqués sur cette matrice. Les résultats correspondent à un exemple particulier: bâtiment tertiaire de 5000 m² et non tous les bâtiments.

Matrice Enjeux / Efforts pour un bâtiment tertiaire de 5000 m²

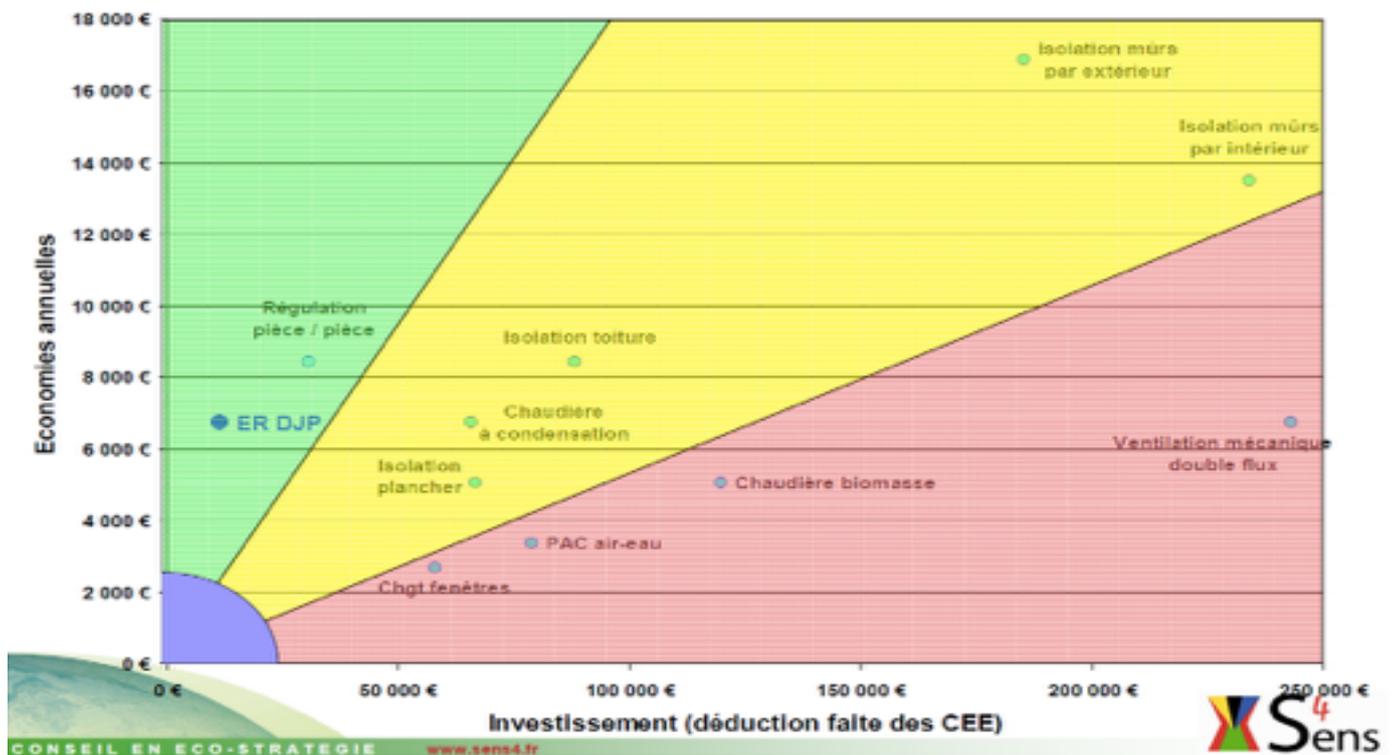


Figure 7. Matrice comparant les économies annuelles et l'investissement de plusieurs moyens techniques pour la réduction d'économie d'énergie.
 Source : documentation DJP Energy

Ce qu'il faut retenir, c'est que l'éco-régulateur est la solution généralement la moins coûteuse comparé à une chaudière biomasse ou une isolation du bâtiment. Par contre en ce qui concerne les économies annuelles de l'éco-régulateur, les gains ne sont pas fixes et dépendent de plusieurs critères. Notamment le comportement des utilisateurs, de l'entretien de la chaudière.

C. Fonctionnement et installation

Après avoir analysé les objectifs de l'appareil, nous pouvons donc nous baser sur une **réduction des consommations énergétiques de 20%** en moyenne sans altérer le confort des utilisateurs. Nous allons maintenant nous tourner vers la résolution technique et le matériel. Nous verrons le lieu d'installation et les paramètres sur lequel agit l'éco-régulateur.

L'éco-régulateur optimiseur de relance DJP® s'intercale électriquement entre la chaudière et son aquastat. L'aquastat est un thermostat qui s'utilise pour la régulation automatique de la température de l'eau dans un circuit de chauffage. Il fonctionne en boucle TOR, Tout Ou Rien, c'est à dire qu'il donne un ordre de marche ou d'arrêt à un actionneur tel une vanne, un brûleur.

Il faut savoir qu'il y a 3 types d'optimiseur de relances pour chaudière : sur base de température extérieure, sur base de température extérieure et intérieure, l'éco-régulateur. C'est ce dernier type que nous développerons tout au long du rapport.

L'éco-régulateur adapte automatiquement ses paramètres de réglage au jour le jour, en fonction des résultats qu'il a obtenu les jours précédents. Cet appareil s'intègre sur n'importe quelle chaudière (chaudières équipées de brûleur 1 ou 2 allures, brûleur modulant, condensation, basse température) à l'exception de celles équipées d'aquastat électroniques.

L'éco-régulateur DJP permet :

- de réguler et optimiser le fonctionnement d'une ou plusieurs chaudières
- de réguler la répartition de la chaleur vers le circuit secondaire, en pilotant la vanne mélangeuse et le circulateur
- d'informer le gestionnaire de la performance énergétique globale du bâtiment en mesurant les économies réellement apportées par l'envoi de l'ensemble des données vers un serveur informatique
- d'être un optimiseur de relance au sens de la norme NF EN 12098-2.

Pour répondre à ces attentes, l'éco-régulateur DJP intègre les données d'entrée suivantes :

- la température extérieure via une sonde extérieure spécifique (station météo sur place)
- les températures d'ambiance dans le bâtiment (généralement entre 2 et 4 capteurs)
- les demandes d'aquastat
- les températures d'eau en entrée et en sortie de chaque chaudière
- les valeurs de températures ambiantes et les plages horaires souhaitées.
- les relevés de consommation d'énergie des chaudières (m3 de gaz, litres de fioul)
- l'activation ou pas de l'optimiseur de relance

En sortie, l'éco-régulateur pilote :

- le fonctionnement des brûleurs des chaudières
- l'ouverture de la vanne motorisée de distribution de la chaleur
- le fonctionnement des pompes du circuit secondaire
- une sortie TOR vers le régulateur principal

Enfin l'éco-régulateur envoie par GSM l'ensemble des données sur un serveur informatique. Cela permet d'avoir une véritable connaissance de la performance énergétique du chauffage du bâtiment. Ce suivi des consommations est en option lors de l'achat du boîtier.

Pour résumer, l'éco-régulateur agit donc à la fois sur le circuit primaire et le circuit secondaire chauffage. Son action sur le circuit secondaire est conforme à la norme NF EN 12098 de Décembre 2001 et, à ce titre, le classe comme un optimiseur de mise en marche. En effet, l'éco-régulateur intègre les données des températures extérieures et intérieures pour décider de l'anticipation de l'ouverture du circuit secondaire. Le décalage « prévu / réel des journées précédentes » permet de recalibrer les constantes de temps propre à l'inertie du bâtiment. En référence à la norme précitée, l'éco-régulateur est de classe C avec optimisation du démarrage et auto-adaptation. Il permet donc de bénéficier des C.E.E. comme vu dans la partie précédente.

Pour comprendre de manière schématique ce qui vient d'être évoqué dans cette partie, le schéma de l'appareil se situe page 15.

Voici à quoi ressemblent les éco-régulateurs DJP installés dans les chaufferies collectives de la S.E.M.CO.D.A.

D'après la photo, on remarque que des données sont inscrites sur le boîtier. Ces données correspondent à la température de départ du circuit, la température de retour du circuit, les heures d'engagement du brûleur et les heures d'engagement de l'aquastat.



Figure 8. Eco-régulateur installé en chaufferie à BRINDAS (69).

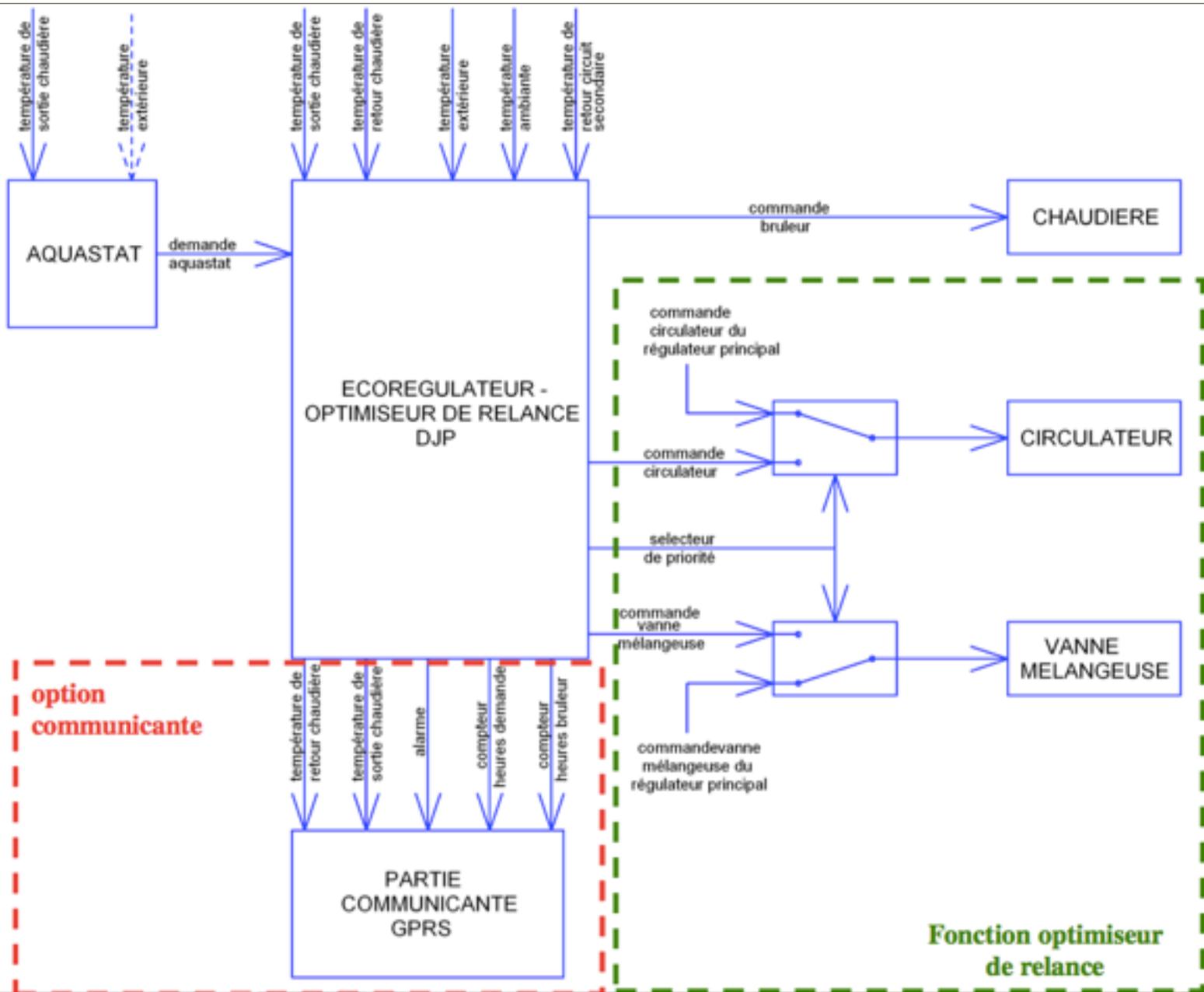


Figure 9. Schéma général de l'éco-régulateur DJP.
 Source : Documentation DJP Energy

II. Etude des consommations énergétiques.

A. Contexte

La S.E.M.CO.D.A. compte un patrimoine immobilier de plus de 28 000 logements. A un tel niveau la société se doit de répondre et d'apporter les meilleures solutions à ses locataires. Ces solutions peuvent être administratives (remplir un document pour bénéficier d'aides) ou techniques. C'est ce dernier point que nous allons aborder.

L'éco-régulateur comme nous l'avons vu précédemment est un appareil technique permettant de réduire les consommations énergétiques et donc de diminuer les factures de chauffage des locataires.

En 2011, Monsieur VULIN, à l'époque responsable du service Maintenance, a commandé 6 appareils. Ils ont été installés dans la région Lyonnaise, tous sur des chaudières collectives fonctionnant au gaz naturel. Puis en 2013, 4 nouveaux appareils sont posés sur le territoire du Pays de Gex. Les chaudières sont également collectives au gaz naturel.

Dans ce mémoire, nous allons nous intéresser à un seul bâtiment collectif. Le but de cette analyse est de montrer l'efficacité, ou non de l'appareil. C'est à dire si il y a une baisse des consommations énergétiques. Nous étudierons un bâtiment situé dans la région Lyonnaise, à CHAMPAGNE AU MONT D'OR. Il faut savoir qu'il n'y a pas eu de travaux de rénovations sur le site pendant la période de contrôle des consommations (2011-2015). Il est nécessaire que le bâtiment soit identique avant et après la pose de l'éco-régulateur.

1. Programme immobilier situé à CHAMPAGNE AU MONT D'OR (69)

Ce bâtiment a été mis en service le 1er Juin 1999. Il est situé dans l'Ouest Lyonnais, dans les Monts d'Or. Ce programme immobilier comporte 23 logements collectifs avec une surface chauffée de 1 606 (m²).

Ce bâtiment respecte la Réglementation Thermique 1988, définit comme « RT 88 ». C'est la troisième apparition d'une RT dans l'histoire du bâtiment.



Figure 10. Bâtiment collectif à CHAMPAGNE AU MONT D'OR (69), 23 logements.

Cette RT 1988 s'étend aux bâtiments neufs résidentiels et non-résidentiels. Elle vise un optimum économique en laissant le choix de la technologie la moins onéreuse. Cette réglementation fait apparaître un nouveau coefficient : coefficient C (exprimé en kW/h) par rapport aux réglementations précédentes. C'est à dire un calcul théorique basé sur l'ensemble des besoins de chauffage, d'Eau Chaude Sanitaire (ECS) et de l'éclairage en tenant compte des rendements des équipements. Il s'ajoute au coefficient G qui prend en compte les consommations de chauffage. Contrairement au G, le coefficient C peut être comparé d'un logement à un autre.

Nous allons maintenant lister brièvement les principaux éléments techniques présents en chaufferie à CHAMPAGNE AU MONT D'OR.

cf (annexe 6): schéma de la chaufferie

Au point de vue de la chaufferie, nous allons aborder quelques points techniques de l'installation pour comprendre son fonctionnement. La chaufferie se situe sous les combles, au 5ème étage.

Il y a une chaudière de 180 kW en fonte au gaz naturel avec un circuit primaire puis une bouteille de découplage. Ensuite le circuit secondaire avec un départ pour la partie chauffage et un départ pour la production Eau Chaude Sanitaire. La distribution ECS se fait grâce à un échangeur et un ballon de stockage (500 L).



Figure 11. Préparateur ECS.

2. Caractéristiques administratives du programme immobilier

Dans cette sous-partie nous expliquerons les grandes lignes du contrat de maintenance des installations de chauffage collectif mis en place pour le programme immobilier de CHAMPAGNE AU MONT D'OR.

Il faut savoir que le contrat signé entre S.E.M.CO.D.A. et le titulaire de la chaufferie « définit par exploitant » est un Marché de Température (MT). C'est à dire un contrat avec obligation de résultat par opposition à un contrat d'entretien classique qui a une obligation de moyen. L'objectif est fixé sur le contrat (NB). Il s'agit d'une cible de consommation (en kWh) nécessaire au chauffage des locaux pour une saison de chauffe au regard d'une rigueur thermique de référence (Degrés Jours Unifiés trentenaire). L'exploitant s'engage à tenir cet engagement. Si la consommation d'énergie est supérieure à la cible, l'exploitant connaît un déficit sur le contrat. Cela correspond à la quantité sur-consommée fois le prix unitaire de l'énergie. Et inversement si la consommation d'énergie est inférieure à la cible.

Par définition, le maître d'ouvrage achète une température de 19°C dans les logements.

Une clause d'intéressement peut être ajoutée au contrat pour les partages des pertes ou des bénéfices entre propriétaire et exploitant.

Le contrat est sous la forme suivante : P1/E1/P2/P3/Abonnement

- P1 = fourniture de la chaleur par l'exploitant avec délégation de l'achat de l'énergie. Le prix de base de la molécule d'énergie est inscrite dans le contrat. Ce dernier est ensuite révisé mensuellement selon la formule de révision figurant au contrat.
- E1 = la valeur de base (en Euros H.T./m³) de l'eau froide réchauffée. Ce chiffre est défini en fonction de l'efficacité de l'installation. E1 vaut le prix de l'énergie fois le « q ecs » (en kWh/m³). C'est à dire l'énergie nécessaire pour réchauffer un m³ d'eau froide.
- P2 = entretien de l'installation, ce terme représente principalement la main d'oeuvre.
- P3 = garantie totale du matériel, soit le remplacement des pièces défectueuses. Chaque année un montant est versé à l'exploitant en vue des éventuels problèmes techniques du matériel. *Exemple*: la pompe double du circuit chauffage est hors service. Elle sera prise en compte dans le P3.
- Abonnement = c'est une refacturation Euros/Euros permettant de payer le transport de l'énergie jusqu'au compteur gaz en pied d'immeuble (entretien des réseaux GrDF).

Tous les termes ci-dessus sont exprimés en Euros Hors Taxes, sauf le terme E1.

Il est essentiel d'aborder le domaine administratif du contrat car il nous permettra de mieux comprendre les futurs points évoqués dans ce mémoire.

B. Impact environnemental

Grâce à l'installation d'éco-régulateurs sur les chaudières, le bâtiment répond aux attentes de la loi sur la transition énergétique. Cette loi a été adoptée le 22 juillet 2015 à l'Assemblée nationale et validée le 13 août 2015 par le Conseil constitutionnel. Ce texte fixe les grands objectifs du nouveau modèle énergétique français.

C'est à dire, de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 40% à l'horizon 2030 et de les diviser par quatre d'ici 2050. La consommation énergétique finale sera divisée par deux en 2050 par rapport à 2012 et la part des énergies renouvelables sera portée à 32% en 2030.

Nous allons constater l'efficacité de l'appareil sur la chaufferie par rapport aux relevés réels obtenus sur le terrain le 13 Mai 2015. Les visites et contrôles de chaufferies sont un moment important, elles permettent d'échanger avec le technicien de maintenance, de contrôler l'état de l'installation en général, de relever les consommations énergétiques et de s'assurer que le travail d'entretien soit bien fait et que le livret de chaufferie soit à jour.

1. Consommation réelle de la chaufferie

Dans un premier temps, nous étudierons les résultats relevés avant la pose de l'éco-régulateur DJP en Février 2013.

Voici le tableau des relevées de consommations de Septembre 2012 à Janvier 2013.

Consommations Septembre 2012 à Janvier 2013							
Dates	Qt: Index gaz [m3]	Qt: Consommation gaz [m3]	Qt: Consommation gaz [kWh]	NC: Consommation chauffage [kWh]	n: Index ECS [m3]	n: Consommation ECS [m3]	DJU période
30 sept. 2012	305 641				14 660		
oct./2012	306 765	1 124	12 364	9 949	14 683	23	134
nov./2012	311 542	4 777	52 547	38 267	14 819	136	266
déc./2012	315 874	4 332	47 652	35 472	14 935	116	381
31 janv. 2013	320 954	5 080	55 880	49 055	15 000	65	456
Total	15 313		168 443	132 743	340		1 237

Figure 12. Consommations Septembre 2012 à Janvier 2013.

● Définition des lettres et des calculs utilisés :

- Qt : consommation d'énergie globale sur la saison
- NC : consommation chauffage uniquement
- n : quantité de m3 d'eau chaude sanitaire
- q : énergie théorique pour produire un m3 d'eau chaude en kWh/m3
- On a la relation suivante : $NC = Qt - (q \cdot n)$ en kWh
- La conversion des m3 gaz en kWh se fait à l'aide d'un coefficient = 11 kWh/m3

En plus de ces données il faut tenir compte des DJU (Degrés Jour Unifiés). C'est à dire d'une base trentenaire avec un lieu donné (station météorologique). Et des DJU périodiques : l'écart positif entre la température extérieure moyenne de la journée et la température de base intérieur (= 18°C) exprimée en °C.

Plus le DJU est élevé, plus le climat est froid.

Le seul moyen irréfutable de mesurer une économie réelle est de suivre les consommations par rapport aux Degrés Jours.

● Degrés Jour Unifiés :

- Station météorologique utilisée : Lyon-Bron = **2 417 DJU**
- DJU total sur la période (début Octobre à fin Janvier) = **1 237 DJU**

● Analyse des résultats :

Le bâtiment a consommé sur cette période **168 443 kWh** de gaz dont **132 743 kWh** pour le chauffage.

Pour que ces chiffres soient compréhensibles et comparables, il faut les rapporter par rapport aux DJU. C'est à dire en fonction de la rigueur climatique : $168\,443 \times (2\,417 / 1\,237) = 329\,124$ kWh avec 2 417 DJU de base.

Nous pouvons également faire ce calcul pour le chauffage (NC) qui nous permettra de connaître les gains ou les pertes économiques pour les locataires (*voir II. C. 2. page 24*) :

$132\,743 \times (2\,417 / 1\,237) = 259\,369$ kWh avec 2 417 DJU de base.

Dans un second temps, nous allons nous intéresser aux consommations relevées après la pose de l'éco-régulateur, début Février 2013 jusqu'à Mai 2015. Ces consommations figurent sur le tableau qui suit.

Les cases grises représentent les résultats qui ne seront pas étudiés car les DJU sont nuls et le chauffage a été coupé. La chaudière fonctionne uniquement pour la production d'eau chaude sanitaire.

Un DJU égal à 0 s'explique de la manière suivante. L'écart entre la valeur de base et la température moyenne de la journée est négatif.

Exemple: Température extérieure moyenne de la journée = 25°C, température de base = 18°C
 $18 - 25 = -7$ °C. Donc nous prenons 0 DJU.

Les cases vertes correspondent au démarrage du chauffage, et celles en orange à la coupure.

Consommations Février 2013 à Mai 2015

Dates	Qt: Index gaz [m3]	Qt: Consommation gaz [m3]	Qt: Consommation gaz [kWh]	NC: Consommation chauffage [kWh]	n: Index ECS [m3]	n: Consommation ECS [m3]	DJU période
févr./2013	324 706	3 752	41 272	31 087	15 097	97	453
mars/2013	328 382	3 676	40 436	30 671	15 190	93	329
avr./2013	331 299	2 917	32 087	21 587	15 290	100	206
mai/2013	334 697	3 398	37 378	29 503	15 365	75	159
Changement compteur gaz puis repose d'un nouveau (départ à 117 069 m3)							
juin/2013	117 565	496	5 456		15 468	103	48
juil./2013	118 372	807	8 877		15 546	78	0
août/2013	118 937	565	6 215		15 597	51	0
sept./2013	119 609	672	7 392	567	15 662	65	46
oct./2013	121 249	1 640	18 040	8 170	15 756	94	97
nov./2013	123 474	2 225	24 475	16 495	15 832	76	340
déc./2013	129 078	5 604	61 644	48 099	15 961	129	413
janv./2014	131 559	2 481	27 291	20 781	16 023	62	337
févr./2014	134 809	3 250	35 750	27 035	16 106	83	293
mars/2014	137 895	3 086	33 946	24 496	16 196	90	246
avr./2014	140 533	2 638	29 018	19 568	16 286	90	141
mai/2014	142 445	1 912	21 032	14 102	16 352	66	104
juin/2014	143 629	1 184	13 024	6 199	16 417	65	18
juil./2014	144 479	850	9 350		16 490	73	0
août/2014	145 108	629	6 919		16 541	51	0
sept./2014	145 964	856	9 416	1 016	16 621	80	39
oct./2014	146 843	879	9 669	744	16 706	85	90
nov./2014	149 367	2 524	27 764	18 314	16 796	90	223
déc./2014	154 320	4 953	54 483	39 153	16 942	146	396
janv./2015	157 173	2 853	31 383	24 138	17 011	69	423
févr./2015	161 421	4 248	46 728	36 753	17 106	95	395
mars/2015	165 168	3 747	41 217	28 932	17 223	117	278
avr./2015	167 793	2 625	28 875	19 110	17 316	93	163
mai/2015	169 536	1 743	19 173	10 353	17 400	84	75
Total	61 962		728 310	476 873	2 303		5 264

Figure 13. Consommations Février 2013 à Mai 2015.

 ● Degrés Jour Unifiés :

- Station météorologique utilisée : Lyon-Bron = **2 417 DJU**
- DJU total sur la période (début Février 2013 à Mai 2015) = **5 264 DJU**

● Analyse des résultats :

Le bâtiment a consommé sur cette période **728 310 kWh** de gaz dont **476 873 kWh** pour le chauffage.

Les consommations calculées avec les DJU, nous permettent d'obtenir les chiffres suivants :
 $728\,310 \times (2\,417 / 5\,264) = 334\,408$ kWh avec 2 417 DJU de base.
 $476\,873 \times (2\,417 / 5\,264) = 218\,959$ kWh avec 2 417 DJU de base.

2. Résumé des consommations

Nous pouvons constater que nous avons plus de données réelles après la pose de l'appareil qu'avant l'installation de ce dernier. En effet, le début du contrat avec le nouvel exploitant de la chaufferie a débuté en Juillet 2012. Il est donc difficile de retrouver les anciens index lorsque la chaufferie change de prestataire de service. Le fait d'avoir de nombreux résultats réels permet d'obtenir des résultats fiables.

	<u>Consommations Septembre 2012 à Janvier 2013</u>	<u>Consommations Février 2013 à Mai 2015</u>
Consommations chauffage [kWh]	132 743	476 873
DJU Période	1 237	5 264
DJU Trentenaire	2 417	2 417
Consommations rapportées DJU [kWh]	259 369	218 959
Gain / Perte [%]	-16 %	

Figure 14. Tableau récapitulant les consommations de chauffage rapportées aux DJU.

Nous pouvons remarquer que la chaudière a consommé 16% de moins pour la production de chaleur après la pose de l'appareil. C'est à dire 42 645 kWh de gaz en moins sur l'impact environnemental. Ou alors on a économisé quasiment deux fois la consommation de chauffage du mois de Janvier 2014.

Nous pouvons également voir le résultat à l'aide du graphique ci-après (page 22). La droite rouge correspond à la situation de performance énergétique de l'immeuble avant la pose de l'éco-régulateur. La droite verte est la situation après la mise en place de l'appareil, dès Février 2013.

Cette comparaison permet de faire abstraction des variations climatiques, de mesurer précisément les économies obtenues (dans ce cas 16%) et de vérifier la pérennité des économies dans le temps.

Avec ce graphique, il faut comprendre que plus la courbe de tendance est verticale et proche de l'axe des ordonnées, plus le bâtiment est efficace énergétiquement.

Corrélation climat / consommation

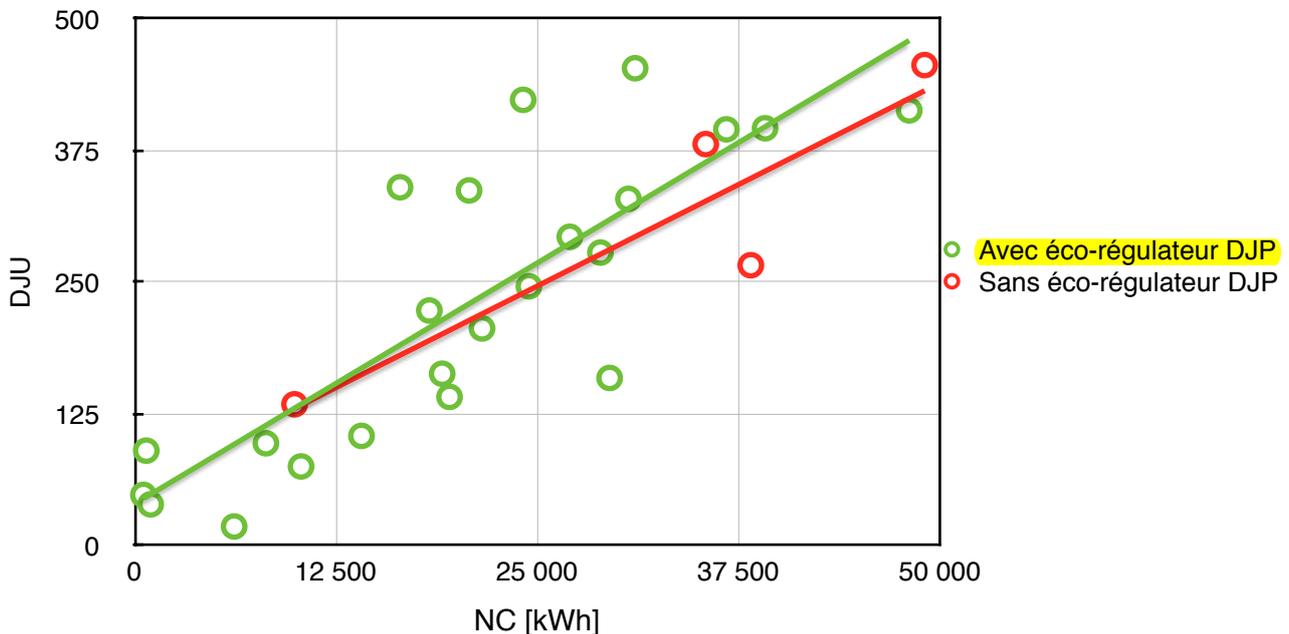


Figure 15. Corrélation climat / consommation.

Grâce à cette étude, nous pouvons calculer un NB. C'est à dire faire la moyenne de plusieurs consommations réelles de chauffage. Hors, nous ne pouvons pas faire cette moyenne car l'éco-régulateur n'était pas installé en 2013. Nous nous baserons donc seulement sur l'année 2014. D'après le tableau des consommations (page 20), nous avons consommé **171 408 kWh** de chauffage sur cette année (de Janvier à Décembre). Nous prendrons donc ce résultat comme NB.

L'ancien NB était de 195 700 kWh (voir page 14). Grâce au nouveau NB, nous réduisons de 12% l'objectif de consommation du bâtiment :
 $(171\,408 - 195\,700) / 195\,700 = 12\%$.

Nous pouvons également réaliser des ratios sur une saison pour donner une idée de la consommation au m² du bâtiment.

De Janvier 2014 à Décembre 2014, avec une surface chauffée de 1 606 m² :

Qt = 277 662 kWh de gaz → $277\,662 / 1\,606 = 172,89$ kWh/m². D'après les Diagnostics de Performances Énergétiques (DPE), ce bâtiment est classé en D car la consommation réelle est comprise entre 151 et 230 kWh/m².an.
 La majorité du patrimoine de la société se situe dans cette classe énergétique.

C. Bénéfice des locataires

Dans cette partie, nous étudierons le gain économique d'un locataire habitant le bâtiment.

1. Calcul des nouvelles factures de chauffage

En se basant sur le nouveau NB calculé dans la partie précédente (171 408 kWh), nous allons recalculer les factures de chauffage de l'année 2014 puis les comparer au contrat de base.

Dans un premier temps, il faut déterminer la nouvelle valeur de base du contrat, c'est à dire la multiplication entre la consommation annuelle (NB en kWh) et le prix de la molécule de gaz (0,04388 Euros/kWh). Donc nous avons : $171\,408 \times 0,04388 = 7\,521$ Euros H.T.

Cette valeur sera ensuite multipliée à la fraction suivante : (Tarif du gaz mensuel/Tarif du gaz contrat). La valeur du contrat est de 45,8 Euros/MWh et les tarifs mensuels sont notés dans le tableau ci-dessous. Les tarifs sont inchangés dans la comparaison. Pour terminer, il faut diviser ce résultat par 12 (pour chaque mois de l'année).

Voici le tableau comparant les acomptes des factures d'énergie de 2014 entre le contrat de base et le contrat modifié :

Contrat de base NB = 195 700 kWh			Contrat modifié NB = 171 408 kWh		
Mois	Tarif gaz Euros H.T./MWh	Prix Euros H.T.	Mois	Tarif gaz Euros H.T./MWh	Prix Euros H.T.
janvier/2014	47,70	745,30	janvier/2014	47,70	652,75
février/2014	47,80	746,86	février/2014	47,80	654,12
mars/2014	47,20	737,49	mars/2014	47,20	645,91
avril/2014	47,27	738,58	avril/2014	47,27	646,87
mai/2014	46,87	732,33	mai/2014	46,87	641,39
juin/2014	45,97	718,27	juin/2014	45,97	629,08
juillet/2014	45,27	707,33	juillet/2014	45,27	619,50
août/2014	44,57	696,39	août/2014	44,57	609,92
septembre/2014	44,37	693,27	septembre/2014	44,37	607,18
octobre/2014	46,47	726,08	octobre/2014	46,47	635,92
novembre/2014	47,77	746,39	novembre/2014	47,77	653,71
décembre/2014	47,27	738,58	décembre/2014	47,27	646,87
Total :		8726,87			7643,20
Différence en Euros Hors Taxes :	1 083,67				

Figure 16. Tableau comparant les acomptes avant et après la modification de la cible.

2. Gain économique

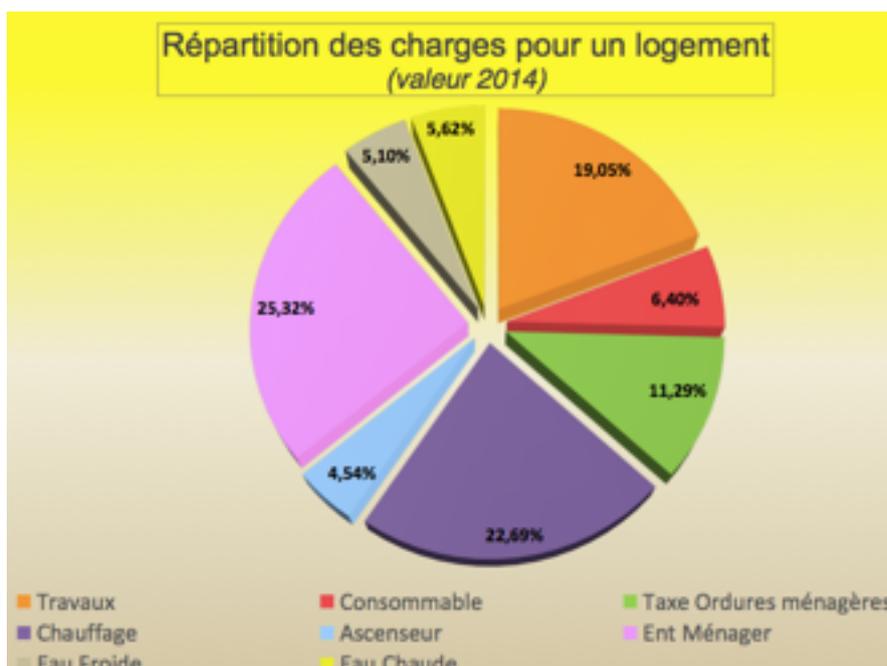
Il faut savoir que chaque année la S.E.M.CO.D.A. permet de réaliser des économies à ses locataires. En effet, le service Gestion Patrimoniale, dans lequel j'opère, n'a de cesse d'améliorer les services rendus aux locataires comme :

- le remplacement de 278 chaudières gaz murales sur l'année 2014
- l'investissement de 1,5 Millions d'Euros pour le remplacement des générateurs individuels et collectifs en 2014.
- la rénovation de 137 logements en chauffage électrique en 2014
- le renouvellement de 49 chaufferies collectives, soit 1 325 logements concernés à partir de Août 2015 à Septembre 2017
- le raccordement de 335 logements sur les réseaux de chaleur (Belley, Bourgoin-Jallieu...) ...

Tous ces travaux sont pris en charge par la société d'économie mixte.

Dans notre étude, l'éco-régulateur entre aussi dans ce contexte de service rendu aux locataires. Nous avons pu voir, avec le tableau page précédente, que la négociation du contrat permet un gain de 1 083,67 Euros Hors Taxes pour les 23 logements du bâtiment situé à CHAMPAGNE AU MONT D'OR. C'est à dire, 47 Euros de moins par an par logement. Ce chiffre paraît peut être faible car les dépenses de chauffage mensuelles sont déjà faibles (28 Euros de chauffage/mois/logement). Il est difficile d'avoir un prix inférieur. Ce chiffre prend seulement en compte l'énergie du chauffage, l'entretien et l'abonnement n'entrent pas en compte dans ce résultat.

Cette économie agit directement sur la facture de chauffage des locataires. La part de chauffage sur un loyer n'est pas négligeable. Le graphique ci-dessous montre la répartition des charges pour un logement de notre société sur l'année 2014. Le chauffage représente 23% de la facture du loyer. Pour la société il est essentiel d'opter pour les meilleures solutions techniques et administratives pour que les habitants de nos programmes immobiliers dépensent le moins possible.



La portion «consommable» correspond aux produits d'entretien ménager.

Les travaux pris en compte sont ceux liés aux remplacements des ampoules, de la tapisserie...

L'entretien correspond principalement aux salaires du personnel d'entretien.

Figure 17. Graphique montrant les charges pour un logement en 2014.
 Source : Diaporama du conseil de concertation locative du 28 Mai 2015.

III. Etude de rentabilité.

Dans cette dernière partie nous étudierons le temps de retour pour l'éco-régulateur installé à CHAMPAGNE AU MONT D'OR. Puis nous nous intéresserons à un programme immobilier quelconque avec une rentabilité de l'appareil la plus courte possible.

A. Rentabilité de l'appareil à CHAMPAGNE AU MONT D'OR

Comme nous l'avons étudié dans la partie précédente (voir page 23), l'éco-régulateur a permis une baisse des factures de chauffage de 1 083,67 Euros Hors Taxes sur l'année 2014. Chaque locataire a pu bénéficier d'un gain de 47 Euros Hors Taxes par an.

Le prix unitaire de l'éco-régulateur DJP, acheté par la S.E.M.CO.D.A., (voir page 10) est de 5 000 Euros Hors Taxes après la soustraction des Certificats d'Economie d'Energie.

Le calcul pour déterminer la rentabilité du produit est simple : $5\ 000 / 1\ 083,67 = 4,6$ années, c'est à dire 5 ans.

Nous pouvons le constater avec le graphique ci-dessous:

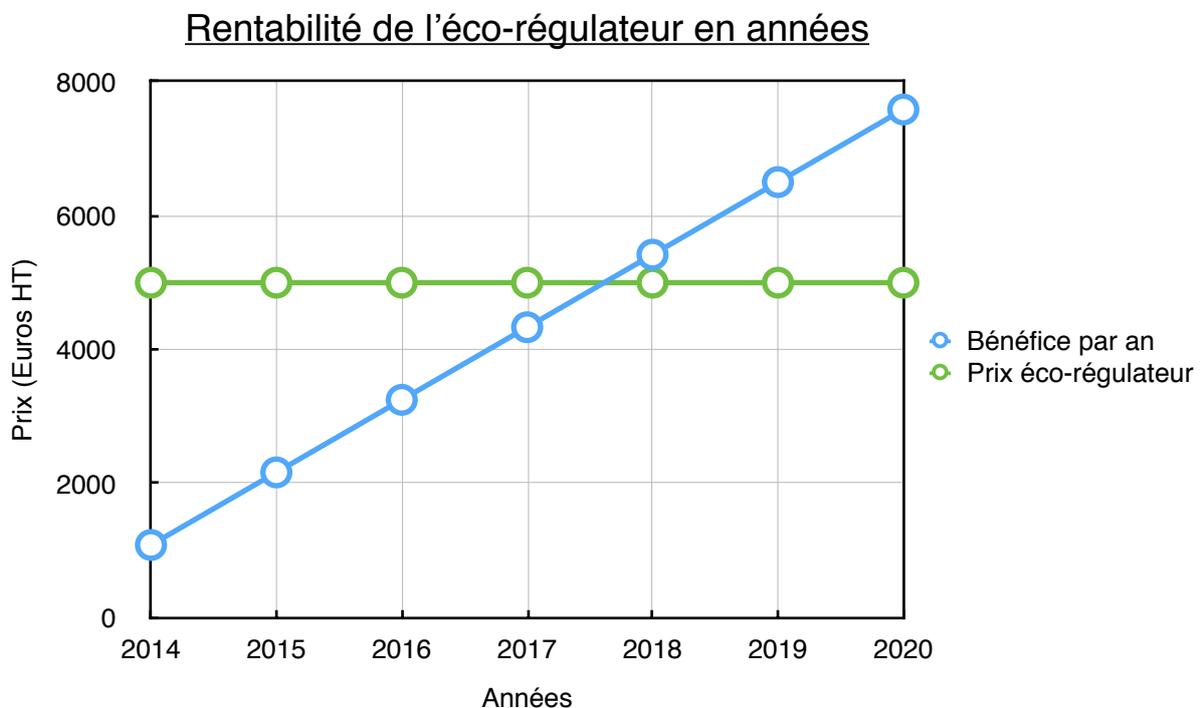


Figure 18. Rentabilité de l'éco-régulateur en années.

B. Etude de rentabilité générale

Dans cette dernière sous-partie nous nous appuyerons sur des valeurs théoriques et des constats pour étudier la rentabilité de l'appareil sur un bâtiment ancien puis sur un programme immobilier récent.

Avec ces nombreuses années d'expérience, la S.E.M.CO.D.A. a pu obtenir des ratios de consommations énergétiques ainsi qu'une surface moyenne des logements du patrimoine. Il faut savoir qu'en moyenne un logement a une surface de 70 m². La consommation seule de chauffage est estimée à 130kWh/m² pour un bâtiment construit dans les années 1990.

La question que nous pouvons nous poser est : *l'installation d'un éco-régulateur est-elle plus judicieuse sur un bâtiment neuf ou ancien ?*

Les calculs suivants sont théoriques mais basés sur des constats.

Moyenne d'un logement = 70 m²

Consommation de chauffage pour un bâtiment des années 90 = 130 kWh/m²

$$70 \times 130 = \underline{9\,100 \text{ kWh}}$$

Si nous gagnons 20% de notre consommation de chauffage grâce à l'éco-régulateur :

$$9\,100 \times 0,8 = \underline{7\,280 \text{ kWh}}$$

Si nous choisissons le prix unitaire moyen du gaz sur l'année 2014 (47,4326 Euros H.T./MWh), nous avons la dépense annuelle de chauffage par logement suivante :

$$\text{Avant : } 9\,100 \times 0,0474326 = \underline{431,64 \text{ Euros H.T./logement/an}}$$

$$\text{Après : } 7\,280 \times 0,0474326 = \underline{345,30 \text{ Euros H.T./logement/an}}$$

Nous obtenons la différence de prix suivante :

$$431,64 - 345,30 = \underline{86,34 \text{ Euros Hors Taxes.}}$$

Le prix de l'appareil est toujours de 5 000 Euros H.T. Pour répondre à la question , le nombre de logements nécessaire pour une rentabilité d'une année :

$$5000 / 86,34 = \underline{58 \text{ logements}}$$

Théoriquement et d'après le résultat trouvé, l'éco-régulateur peut être amorti en une année s'il comporte 58 logements pour une construction des années 1990. Ou alors sur deux années avec 29 logements et trois années avec 20 appartements.

Nous pouvons également faire ce calcul pour un bâtiment construit ces dernières années. Nous nous basons sur une consommation de chauffage de 90 kWh/m². On constate que le bâtiment est plus performant que le premier car il respecte une réglementation thermique mieux adaptée. Les calculs restent les mêmes. Nous allons regarder si le nombre de logements est similaire ou supérieur au précédent résultat.

Moyenne d'un logement = 70 m²

Consommation de chauffage pour un bâtiment des années 2010 = 90 kWh/m²

$$70 \times 90 = 6\,300 \text{ kWh}$$

Si nous gagnons 20% de notre consommation de chauffage grâce à l'éco-régulateur :

$$6\,300 \times 0,8 = 5\,040 \text{ kWh}$$

Si nous choisissons le prix unitaire moyen du gaz sur l'année 2014 (47,4326 Euros H.T./MWh), nous avons la dépense annuelle de chauffage par logement suivante :

$$\text{Avant : } 6\,300 \times 0,0474326 = 298,82 \text{ Euros H.T./logement/an}$$

$$\text{Après : } 5\,040 \times 0,0474326 = 239,06 \text{ Euros H.T./logement/an}$$

Nous obtenons la différence de prix suivante :

$$298,82 - 239,06 = 59,76 \text{ Euros Hors Taxes.}$$

Le prix de l'appareil est toujours de 5 000 Euros H.T. Pour répondre à la question , le nombre de logements nécessaire pour une rentabilité d'une année :

$$5000 / 59,76 = 84 \text{ logements}$$

Avec un bâtiment récent, l'éco-régulateur est amorti en une année avec 84 logements ou alors en deux ans avec 42 appartements. Ou encore trois années avec 28 logements (équivalent de deux ans de rentabilité pour un bâtiment ancien).

Avec cette étude, nous pouvons remarquer que plus le bâtiment est récent et performant, plus il faut de logements pour amortir l'éco-régulateur. Ce qui est logique car la consommation énergétique diminue. Pour répondre à notre question, nous constatons qu'il est plus judicieux d'installer un éco-régulateur sur un bâtiment ancien. Cependant, en fonction du budget et de l'âge des installations d'un bâtiment, il existe différents moyens pour optimiser les consommations énergétiques d'un programme immobilier.

Nous pouvons mener cette étude plus loin, en se posant la question suivante : *l'installation d'un éco-régulateur est-elle plus efficace qu'un autre moyen technique de réduction des consommations énergétiques, comme l'isolation ?* Pour y répondre nous étudierons la baisse énergétique des deux cas, avant et après la pose avec des valeurs réelles.

Les travaux d'isolation par extérieur sont basés sur le bâtiment collectif, situé à MIRIBEL (01), rénovés en 2015. La réhabilitation du programme immobilier a été suivi par Yoann GRANGER, chargé d'opérations S.E.M.CO.D.A. Ce bâtiment comporte 32 logements collectifs et a été construit en 1985.

Il faut savoir qu'il y a eu deux types d'isolants d'installés :

- une partie sur la façade du bâtiment, c'est à dire les murs extérieurs, soit 1 600 m². Prix unitaire Hors Taxes = 150,00 Euros/m². La solution retenue a les caractéristiques suivantes : laine minérale d'épaisseur 12 cm, avec un lambda = 0.036 W/m.K, soit une résistance thermique minimale de 3.3 m².K/W.
- une deuxième partie qui correspond aux murs donnant sur les loggias, soit 440 m². Prix unitaire Hors Taxes = 90 Euros/m². Les caractéristiques de l'isolant sont les suivantes : isolant Polystyrène expansé, épaisseur 12cm, lambda = 0.039 W/m.K, soit une résistance thermique minimale de 3.07 m².K/W.



Figure 19. Façade du bâtiment
 Source : Diagnostic SLTB

La surface concernée par cette réhabilitation est de : 1 600 + 440 = 2 040 m².

Le coût global réel des isolants en comptant la pose est de :

$$1\,600 \times 150 + 440 \times 90 = 279\,600,00 \text{ Euros H.T.}$$

De plus, il faut savoir que les C.E.E. ont permis une économie de 15 810 Euros H.T.

Le montant final est de 279 600,00-15 810,00 = **263 790,00 Euros H.T.**

Nous allons nous tourner vers les consommations énergétiques du bâtiment, avant et après la rénovation. Ces résultats proviennent d'un bureau d'études fluides, SLTB, basé à VAULX EN VELIN. Les consommations ont été estimés grâce au logiciel du bureau d'étude sous forme de DPE.

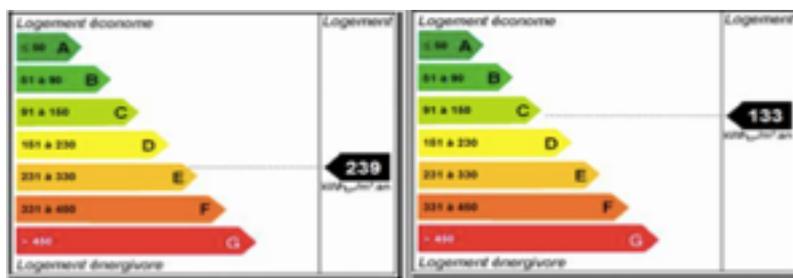


Figure 20. Etiquette énergétique initiale et finale.
 Source : Diagnostic réalisé par SLTB

Nous pouvons constaté un gain de 44% : $(133-239)/239 = 44,35\%$

Nous pouvons reprendre les mêmes calculs vue précédemment (page 26) et recalculer le nombre de logements nécessaire pour obtenir une rentabilité correcte. En se basant sur les mêmes valeur de base pour que les résultats soient comparables.

Moyenne d'un logement = 70 m²

Consommation de chauffage pour un bâtiment des années 90 = 130 kWh/m²

$$70 * 130 = \underline{9\ 100\ kWh}$$

Si nous gagnons 44% de notre consommation de chauffage grâce à l'isolation :

$$9\ 100 * 0,56 = \underline{5\ 096\ kWh}$$

Si nous choisissons le prix unitaire moyen du gaz sur l'année 2014 (47,4326 Euros H.T./MWh), nous avons la dépense annuelle de chauffage par logement suivante :

$$\text{Avant : } 9\ 100 * 0,0474326 = \underline{431,64\ \text{Euros H.T./logement/an}}$$

$$\text{Après : } 5\ 096 * 0,0474326 = \underline{241,72\ \text{Euros H.T./logement/an}}$$

Nous obtenons la différence de prix suivante :

$$431,64 - 258,98 = \underline{189,92\ \text{Euros Hors Taxes.}}$$

Le prix de l'isolation totale du bâtiment est de 263 790 Euros H.T. Pour répondre à la question , le nombre de logements nécessaire pour une rentabilité d'une année :

$$263\ 790 / 189,92 = \underline{1\ 389\ \text{logements}}$$

Théoriquement et d'après le résultat trouvé, les travaux d'isolation par l'extérieur peuvent être amortis en une année s'il comporte 1 389 logements pour une construction des années 1990.

Ce qu'il faut retenir, c'est que ces travaux ne seront jamais amortis. En effet, d'après les C.E.E. la durée de vie des travaux d'isolation est estimée à 35 années.

Dans notre cas, les travaux sont rentables au bout de :

$$189,92 * 32 = 6\ 077,44\ \text{Euros Hors Taxes d'économisé par an pour tout le bâtiment}$$

$$263\ 790 / 6\ 077,44 = \underline{43\ \text{ans.}}$$

Il faut donc estimer à 43 années le temps de retour des travaux d'isolation par l'extérieur.

C. Résumé

Nous avons analysé la rentabilité d'un éco-régulateur sur un programme immobilier ancien puis sur un bâtiment récent.

Nous avons remarqué qu'il était plus judicieux de poser l'appareil sur un bâtiment ancien car le temps de retour est plus court.

Puis nous avons comparé l'éco-régulateur à un autre moyen technique permettant de réduire les consommations énergétiques : l'isolation par l'extérieur.

Nous nous sommes aperçu que le montant des travaux est quasiment 56 fois supérieur à celui de l'achat de l'éco-régulateur. Certes, la réduction des consommations énergétiques est plus importante mais les travaux ne seront jamais amorti. Le gain s'est basé sur une étude réalisée par un bureau d'études fluides mais en réalité les chiffres ne correspondent pas à un gain de 44% mais plutôt de l'ordre de 7% (chiffre réel).

Cette étude a permis de comparer deux moyens techniques et d'avoir une idée sur le temps de retour ainsi que la réduction des consommations énergétiques.

Ce qu'il faut retenir, c'est que l'éco-régulateur est une solution avantageuse pour des bâtiments anciens avec une rénovation à moindre coût au regard d'une isolation par l'extérieur.

Bien sur tous les calculs vu dans cette troisième partie sont pour la plupart estimés et théoriques. Donc les conclusions apportées ne sont pas fiables mais restent cohérentes.

CONCLUSION

Ce mémoire m'a permis de me confronter concrètement à un sujet technique et d'apporter mes connaissances théoriques. En effet, plusieurs domaines de la Licence Professionnelle m'ont aidé à développer ce mémoire. Notamment le cours de contrôle d'exploitation, de chauffage ou encore d'eau chaude sanitaire.

Le but de ce mémoire était de vous présenter un nouvel appareil présent sur le marché : l'éco-régulateur. De plus, il était important de montrer que la S.E.M.CO.D.A. fait bénéficier à ses locataires des nouveaux moyens techniques pour la réduction des consommations énergétiques.

Ce mémoire m'a également permis de réaliser une étude de comparaison et d'obtenir un résultat satisfaisant : un gain économique pour les locataires. Certes, le développement du rapport c'est basé sur un seul programme immobilier. Cependant après l'étude de chaque éco-régulateurs, nous avons pu constater que cet appareil permet dans plus de 80% des cas d'obtenir de bons résultats. A présent nous pouvons répondre à notre problématique : l'éco-régulateur DJP est efficace et permet un gain économique sur les factures de chauffage de nos locataires. Dans l'optique d'améliorer les consommations énergétiques d'autres bâtiments, S.E.M.CO.D.A. a signé un devis pour l'installation future de 10 nouveaux éco-régulateurs. Ces nouveaux appareils seront suivi et ils me permettront d'enrichir mon étude.

Cependant l'étude a montré que quelques bâtiments ont des résultats moins bons. Ces divergences peuvent s'expliquer avec les hypothèses suivantes : la mauvaise utilisation des robinets thermostatiques par les locataires, l'entretien de la chaufferie mal réalisé (boue et tartre dans le réseau...), les sondes de l'éco-régulateur sont défectueuses ou alors une mauvaise installation de l'appareil. Les solutions choisies pour résoudre ces problèmes peuvent être de proposer une formation de sensibilisation aux locataires, d'avoir un meilleur suivi de l'entretien...

Au point de vue professionnel, la fonction que j'occupe permet de rencontrer et d'échanger avec de nombreuses personnes comme, les techniciens de maintenance, les bureaux d'étude, les diagnostiqueurs immobiliers, les installateurs, les différents services de la société...

Le poste occupé coïncide avec mes attentes et répond aux objectifs de la Licence Professionnelle Expertise Energétique. Il me permet de connaître une autre facette du domaine de l'énergie : la gestion. Je travaille au niveau du suivi technique des installations et également au niveau administratif avec les contrats.

Pour finir cette année d'alternance a été riche d'apprentissage à la fois scolaire et professionnelle. Au sein de la promotion de la Licence chacun s'est orienté vers un domaine différent. Cela permet de tisser des liens avec les futurs professionnels avec lesquels je pourrai travailler. De plus je peux me familiariser avec les missions que chacun exerce. Cette année d'alternance est une vraie transition entre l'école et le monde professionnel. Ce passage est bénéfique pour l'étudiant et l'employeur. Il permet de s'insérer petit à petit dans l'équipe, de se familiariser avec le travail à effectuer, le rythme et la politique de l'entreprise.

REMERCIEMENTS

Je souhaite d'abord remercier M. GIACHINO, directeur de la S.E.M.CO.D.A, de m'avoir accueilli comme alternant au sein de la société.

Je remercie également M. GRAND, responsable du service Gestion Patrimoniale, mon tuteur, pour ses conseils, ses explications et la confiance qu'il m'a accordé tout au long de l'année.

Je tiens à remercier Mlle. ROYER, ma collègue, pour le temps qu'elle m'a accordé à l'enseignement des bases du métier, sa patience et sa rigueur.

Enfin tout le personnel de la société et surtout l'ensemble de l'équipe du service Gestion Patrimoniale de la S.E.M.CO.D.A.

Dans un deuxième temps, je remercie l'Institut Universitaire Technologique Lyon 1 de Bourg-en- Bresse, l'AFPI Rhodienne, les professeurs et les intervenants qui nous permettent d'effectuer cette Licence Professionnelle en alternance. Cette année a été riche en apprentissage du point de vue professionnel et scolaire.

ANNEXES

Annexe 1 : Répartition du patrimoine par départements au 31/12/2013

Annexe 2 : Evolution du chiffre d'affaires

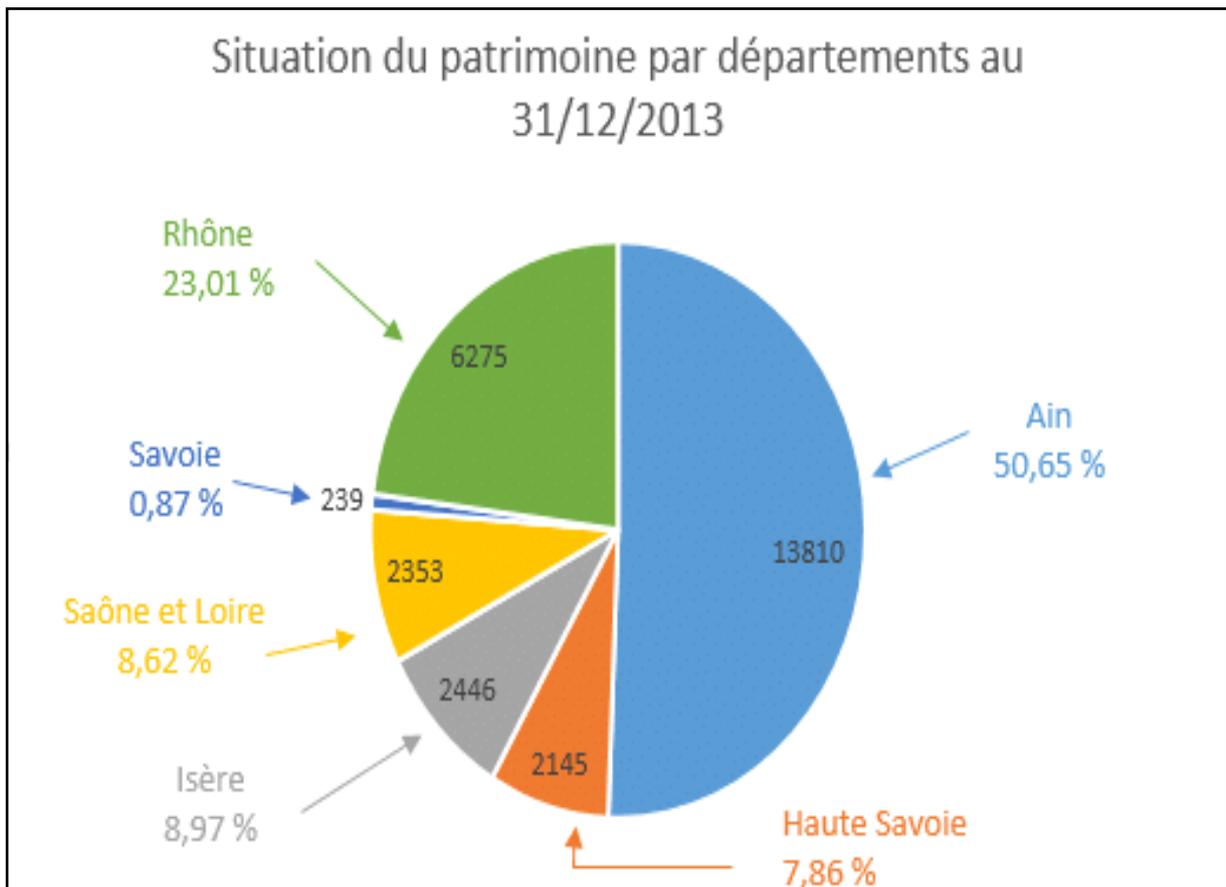
Annexe 3 : Capital 2013

Annexe 4 : Organigramme S.E.M.CO.D.A.

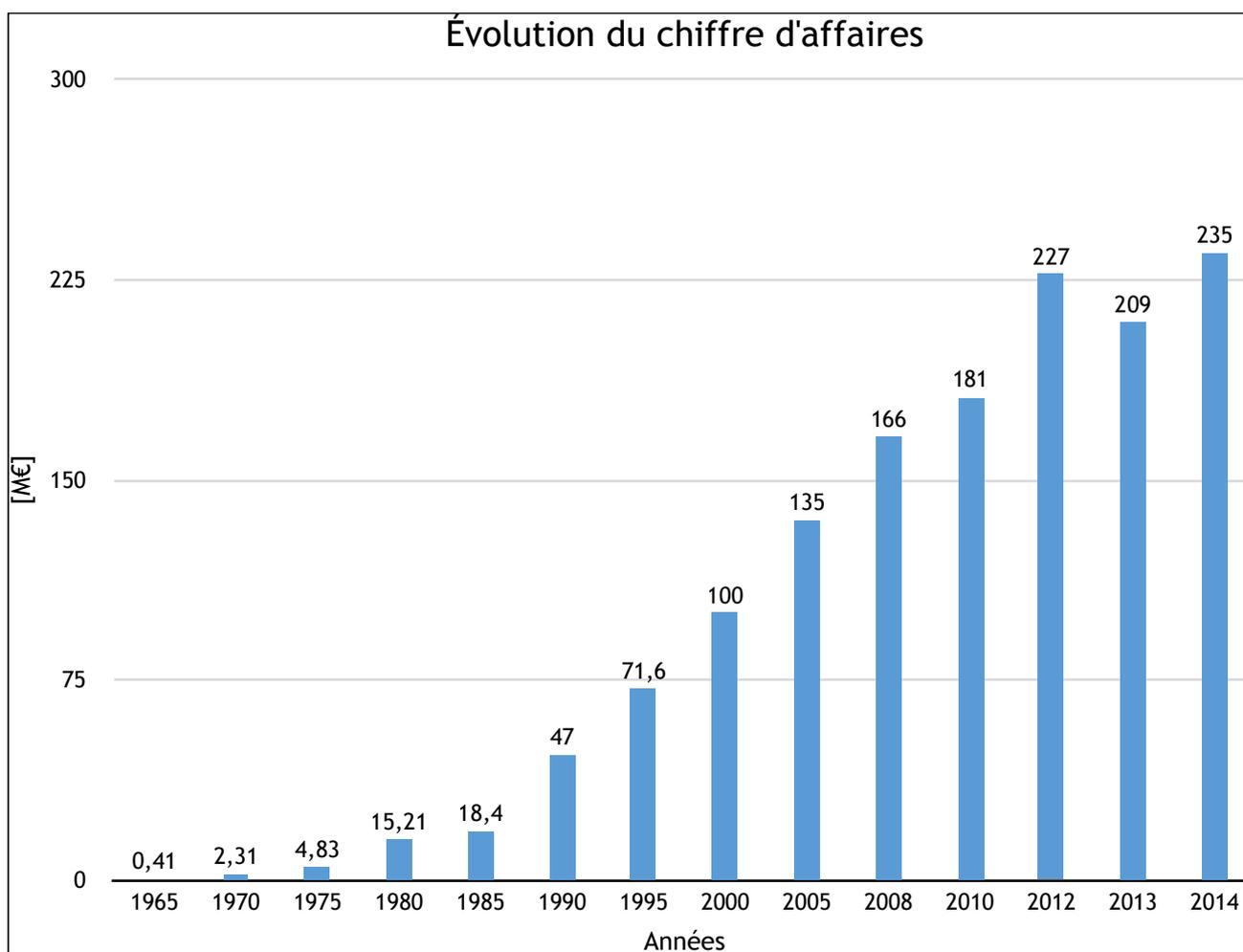
Annexe 5 : Organigramme du service Gestion Patrimoniale

Annexe 6 : Schéma de la chaufferie

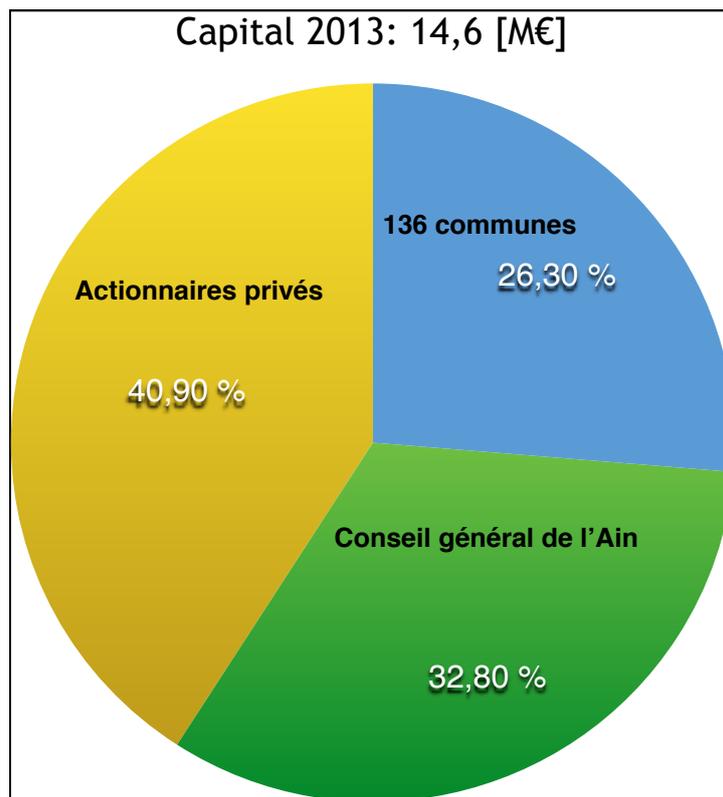
Annexe 1: Situation du patrimoine par départements au 31/12/2013



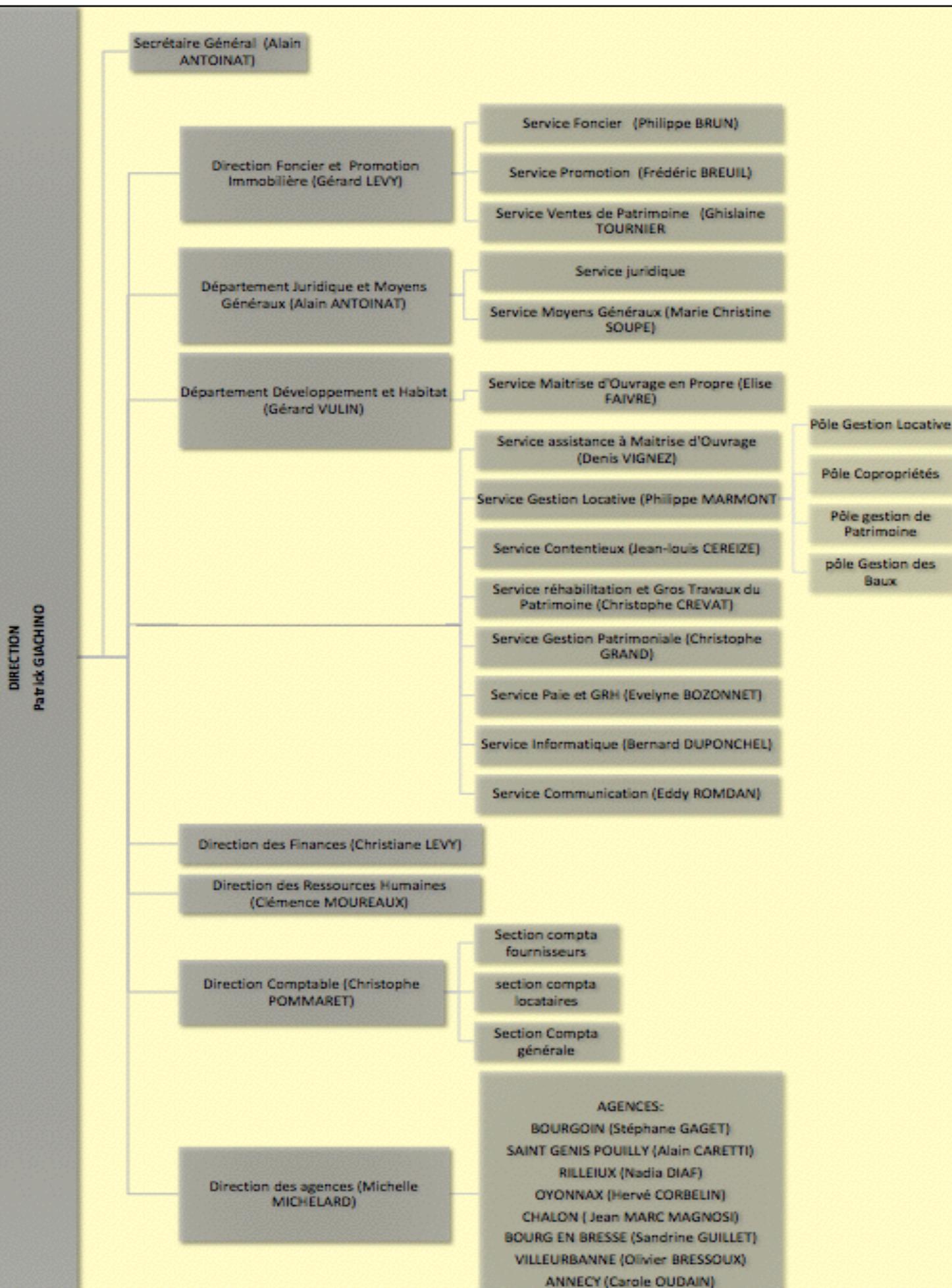
Annexe 2: Evolution du chiffre d'affaires



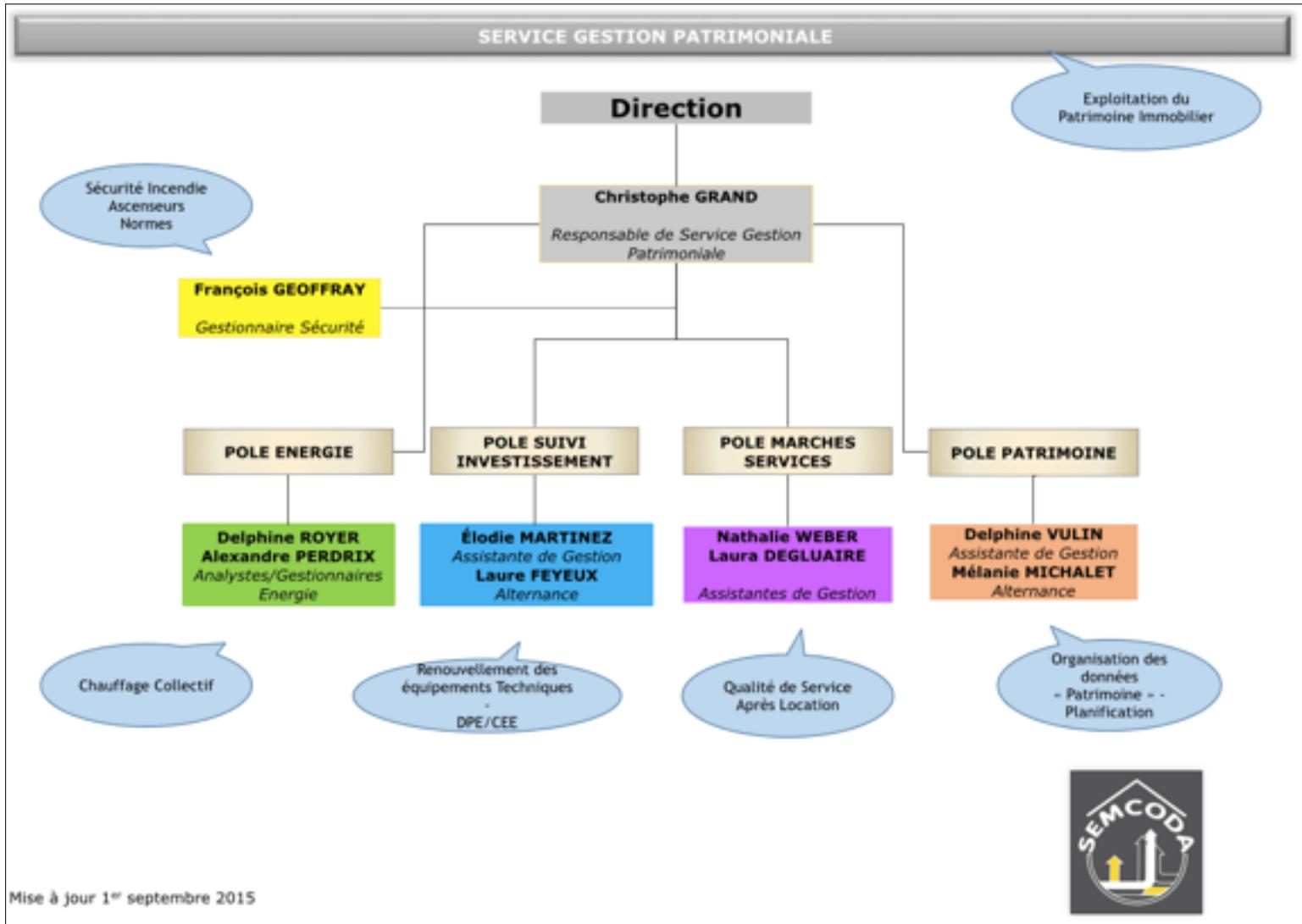
Annexe 3 : Capital 2013



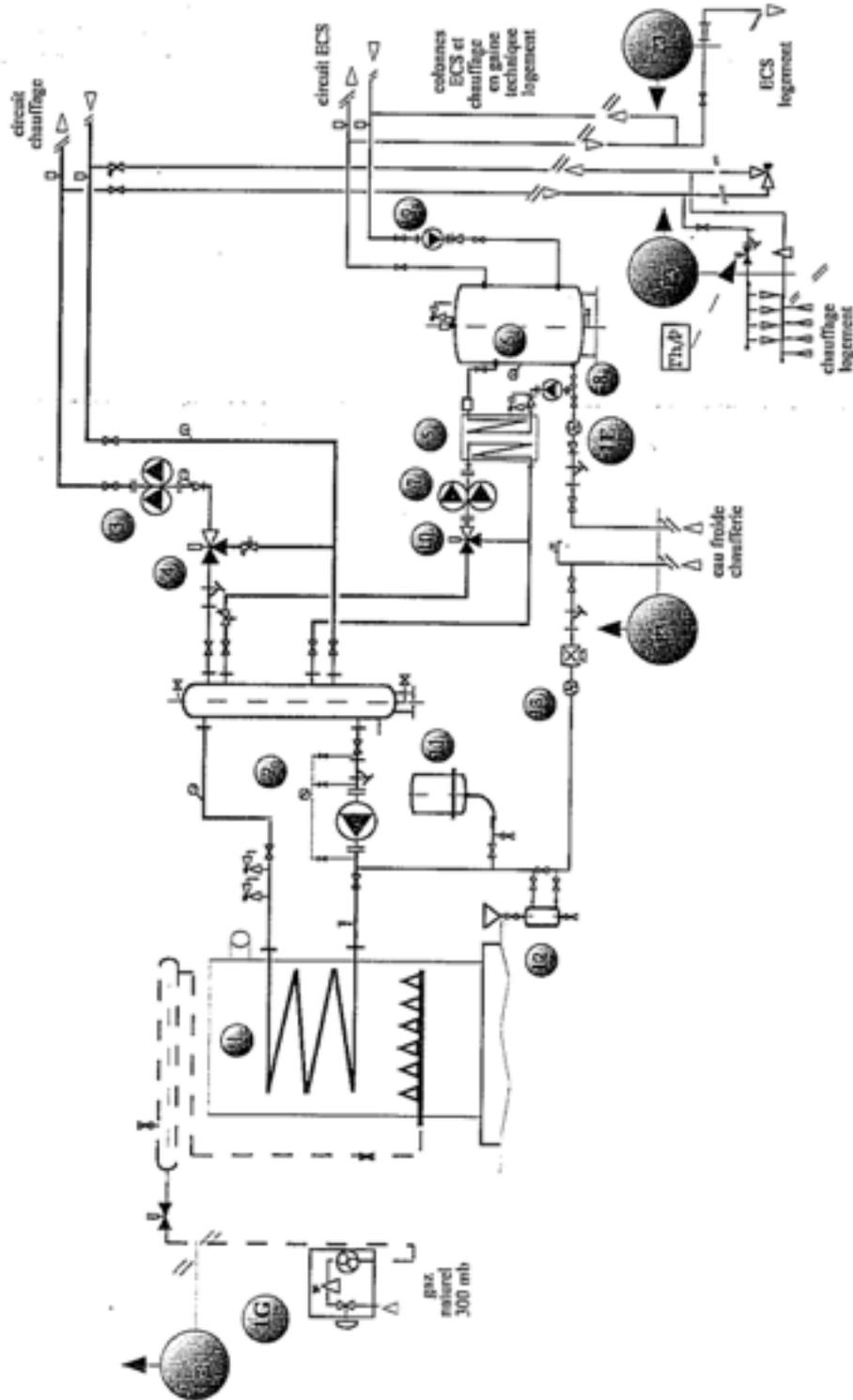
Annexe 4 : Organigramme S.E.M.CO.D.A.



Annexe 5 : Organigramme du service Gestion Patrimoniale



Annexe 6 : Schéma de la chaufferie



FIGURES

Figure 1 : Bâtiment collectif à ST SYMPHORIEN D'OZON (69).

Figure 2 : Pavillon à LALHEUE (71).

Figure 3 : Carte du patrimoine.

Figure 4 : Répartition du travail annuel en pourcentage.

Figure 5 : M. DUPORT, créateur de l'éco-régulateur - Source : *Google Images*

Figure 6 : Tableau comparant les différents systèmes d'économie d'énergie en fonction de l'investissement et du gain - Source: *documentation DJP Energy*

Figure 7 : Matrice comparant les économies annuelles et l'investissement de plusieurs moyens techniques pour la réduction d'économie d'énergie - Source : *documentation DJP Energy*

Figure 8 : Eco-régulateur installé en chaufferie à BRINDAS (69).

Figure 9 : Schéma général de l'éco-régulateur DJP - Source : *Documentation DJP Energy*

Figure 10 : Bâtiment collectif à CHAMPAGNE AU MONT D'OR (69), 23 logements.

Figure 11 : Préparateur ECS.

Figure 12 : Consommations Septembre 2012 à Janvier 2013.

Figure 13 : Consommations Février 2013 à Mai 2015.

Figure 14 : Tableau récapitulant les consommations de chauffage rapportées aux DJU.

Figure 15 : Corrélation climat / consommation.

Figure 16 : Tableau comparant les acomptes avant et après la modification de la cible.

Figure 17 : Graphique montrant les charges pour un logement en 2014 - Source : *Diaporama du conseil de concertation locative du 28 Mai 2015.*

Figure 18 : Rentabilité de l'éco-régulateur en années.

Figure 19 : Façade du bâtiment - Source : *Diagnostic SLTB*

Figure 20 : Etiquette énergétique initiale et finale - Source : *Diagnostic réalisé par SLTB*