

TRAVAUX D'ETUDE RECHERCHE

Année universitaire 2010-2011

Session OND 2010

TER n°1223

COMMANDITAIRE

OPTEOR TERTIAIRE NORD PAS DE CALAIS – VINCI ENERGIES

SUJET

AUDIT ENERGETIQUE DE BATIMENTS TERTIAIRES

ELEVES INGENIEURS - DOMAINE

BRUNET Jean-Maxime, BTP
DUFOUR Sébastien, ESEA

JURY DE SOUTENANCE

Président de jury	Mr Philippe BIELA, Responsable Département Energies-Electricité-Automatique
Représentant(s) de l'entreprise	Mr Laurent CARRE, Chef d'entreprise Mr Julien REANT, Ingénieur Responsable d'affaires
Professeur(s) superviseur(s)	Mr Christophe SAUDEMONT, Enseignant-Chercheur

RESUME

Après une formation sur l'Efficacité Energétique dans le groupe VINCI Energies, nous avons été chargés de conduire un Audit Energétique sur le bâtiment du Furet du Nord, Lille.

Après un relevé méticuleux des données de consommation d'électricité, de gaz et d'eau du bâtiment nous avons pu analyser celles-ci afin d'établir un profil énergétique du site et un diagnostic de ses performances.

Dans un second temps, cet examen de l'existant nous a permis de monter des dossiers d'améliorations accompagnés de devis visant à optimiser les procédés ou utilités du Furet du Nord ainsi que leur mode d'exploitation.

Ces propositions présentant un temps de retour sur investissement court sont d'efficaces solutions pour réduire durablement l'empreinte énergétique du bâtiment ainsi que son coût global dans une optique d'amélioration continue.

Cette étude a pour objectif de convaincre Le Furet du Nord que l'optimisation énergétique est bien avantage concurrentiel permettant d'associer les objectifs financiers d'une entreprise à ses convictions environnementales.

Au moment où le développement durable devient un axe primordial dans la stratégie des entreprises, une telle expérience en entreprise nous ouvre les portes d'un secteur en plein envol.

Remerciements

Nous tenons tout particulièrement à remercier M. Laurent CARRE, directeur de la société OPTEOR, pour nous avoir acceptés en tant qu'ingénieurs stagiaires au sein d'une équipe responsable d'affaires de son entreprise, nous permettant ainsi de participer à la réalisation concrète de projets en efficacité énergétique.

Nos remerciements s'adressent tout autant à M. Julien REANT, Responsable d'affaires, qui nous a non seulement offert la chance de réaliser cette expérience, mais surtout nous a donné sa confiance en nous affectant sur une étude importante à responsabilités.

Nous remercions vivement Messieurs Fabrice ROBIN, Responsable Méthodes, Philippe MERCIER et Guillaume DELIN, Christophe ROUSSEAU et Benoît ANTHOINE, Gestionnaires de contrats, pour l'aide qu'ils ont pu nous fournir pendant notre mission.

Notre gratitude va également à M. Salvatore GORA, Gestionnaire de contrats et M. Sébastien SMITH, Responsable Projets, pour nous avoir permis d'intervenir dans les études qui leur étaient confiées.

Nous aimerions remercier les équipes de techniciens OPTEOR et plus particulièrement Charlie et Dominique pour leur sympathie et leur professionnalisme.

Finalement, nous remercions l'ensemble du personnel d'OPTEOR pour leur accueil ainsi que leur disponibilité tout au long de notre travail et particulièrement pour les compétences qu'ils nous ont transmises.

Sommaire

Remerciements	2
Sommaire	3
Avant propos.....	5
Introduction	6
IV. Présentation de l’entreprise, du Groupe VINCI jusqu’à OPTEOR Lesquin.	7
I.1) Le Groupe VINCI.....	7
I.2) VINCI Energies	8
I.3) VINCI Facilities.	9
I.4) OPTEOR.....	10
I.5) OPTEOR Lesquin.....	12
V. L’Audit énergétique du Furet du Nord, un bâtiment emblématique au cœur d’un contrat liant trois multinationales	13
II.1) VINCI Energies et la BNP PARIBAS Real Estate Property Management dans un contrat de Maintenance Multi-technique de bâtiments VIRGIN.	13
II.2) Le Furet du Nord, la fierté d’une région.	14
II.3) L’Audit énergétique, une pratique nécessaire et fructueuse.	15
VI. Le TER d’Audit énergétique en clientèle, de la formation aux résultats.	16
III.1) L’efficacité énergétique, une spécialité de VINCI Energies demandant une certaine formation.	16
A. Formation aux audits énergétiques.....	16
B. Analyse des consommations de pôle emplois.	17
III.2) Le Furet du Nord, un bâtiment prestigieux d’une certaine complexité énergétique...	21
III.3) L’analyse des données.	24
A. Listing des équipements.	24
B. Etude des factures énergétiques.....	26
C. Diagnostic de performance énergétique du bâtiment.	33

III.4) Les propositions d'améliorations	37
A. Les améliorations étudiées.	37
B. Améliorations retenues.	58
III.5) L'efficacité énergétique, progrès écologique aux retombées économiques.	59
VII. Capitalisation.....	61
IV.1) Rapport d'étonnement	61
IV.2) Le TER dans notre formation d'ingénieur généraliste HEI.....	61
Conclusion.....	62
Bibliographie.....	63

Avant propos

Dans sa quête perpétuelle, qu'est l'amélioration de son niveau de vie, depuis toujours, l'Homme n'a cessé d'accroître sa consommation énergétique, lui permettant ainsi d'accéder à des commodités qui lui sont devenues, au fil du temps, nécessaires voire même indispensables.

Dans un souci d'une part technique mais également économique, il a privilégié l'utilisation d'énergies fossiles afin de subvenir à ses besoins. Ces siècles de croissance tant économique que démographique, allant de pair avec une augmentation de la demande en énergie, l'ont peu à peu mené à une dépendance critique, vis-à-vis de ces ressources épuisables. Une évolution de nos priorités, plaçant l'environnement au cœur des préoccupations de nos sociétés est aujourd'hui primordiale.

L'essor actuel de notre attrait écologique, au travers du développement durable, de la défense de la biodiversité, du tri et du recyclage de nos déchets et d'une certaine optimisation de notre consommation énergétique, sont les prémisses d'une transition visant à élargir nos ressources énergétiques à des denrées renouvelables et à maîtriser notre consommation d'énergie afin de vivre davantage en accord avec la Nature plutôt qu'à ses dépens.

Cette évolution dans notre utilisation des ressources, tant sur la nature de celle-ci que sur notre mode de consommation, va certainement demander plusieurs générations, cependant elle s'avère capitale au regard de la croissance démographique planétaire actuelle.

En France cet élan écologique nous a amené, en tant qu'Etat membre de l'Union Européenne, à ratifier le paquet Énergie Climat en décembre 2008 puis le Grenelle de l'Environnement en août 2009, qui fixent comme objectif, à l'horizon 2020, de réduire notre consommation globale d'énergie de 20 %.

Ce nouvel engouement pour l'efficacité énergétique a permis, outre les bienfaits environnementaux nécessaires, de mettre en lumière, pour les entreprises, un moyen efficace de réduire les coûts d'exploitation de leurs bâtiments. L'optimisation énergétique est donc devenue un avantage concurrentiel permettant d'associer les objectifs financiers d'une entreprise à ses convictions écologiques.

Introduction

Conscients que la problématique, qui est de subvenir, de manière durable, aux besoins énergétiques croissants de la planète, est un enjeu majeur du XXI^{ème} siècle, nous avons tous deux à cœur de nous pencher sur un sujet crucial de ce thème, l'optimisation de nos consommations énergétiques.

Ce Travail d'Etudes Recherche nous a donné l'opportunité d'associer nos compétences spécifiques dans le bâtiment et les énergies ainsi que nos capacités de communication et notre esprit d'initiative et d'innovation, pour les mettre au service d'un sujet passionnant en totale adéquation avec notre projet professionnel personnel.

Nous avons décidé de débiter ce rapport par la présentation du contexte de notre étude, pour en suite en exposer les objectifs et son déroulement.

En suite sont synthétisés nos résultats ainsi que nos propositions d'améliorations, accompagnés d'une étude de rentabilité.

Sont fournis en conclusion les intérêts tant environnementaux que financiers qu'apportent ces améliorations.

IV. Présentation de l'entreprise, du Groupe VINCI jusqu'à OPTEOR Lesquin.

I.1) Le Groupe VINCI

Issu du rapprochement, en 2000, des groupes SGE⁽¹⁾, créés en 1899, et Grands Travaux de Marseille (GTM⁽²⁾), créés en 1891, VINCI est devenu aujourd'hui le premier groupe mondial de construction et de services associés.

Organisé de manière décentralisée VINCI, s'appuie sur des corps de métiers divers. Son savoir-faire et sa réactivité dans ses deux pôles de compétences, Concessions et Contracting, associés à un réseau mondial d'implantations, font de VINCI un acteur mondial majeur de ces domaines. Ces pôles sont subdivisés en différents réseaux de compétences et d'entreprises qui sont VINCI Autoroutes et VINCI Concessions pour le pôle Concessions et Eurovia, VINCI Construction et VINCI Energies pour Contracting.

✦ VINCI Autoroutes

VINCI Autoroutes compte plus de la moitié du réseau concédé français, avec près de 4 400 km, c'est le premier opérateur autoroutier en Europe. Entre la construction de sections nouvelles et l'amélioration ou la modernisation d'anciennes, VINCI Autoroutes se place comme le principal maître d'ouvrage national. Concerné par la problématique du développement durable, VINCI Autoroutes prévoit d'investir près de 750 millions d'euros, dans le cadre du "paquet vert autoroutier", dans l'amélioration de l'impact environnemental de leurs réseaux. Son effectif est de 8 700 salariés.



✦ VINCI Concessions

Depuis ses origines, la gestion d'infrastructures fait partie intégrante de la stratégie de VINCI. A la fois développeur de nouvelles concessions et actionnaire d'un portefeuille unique de concessions en exploitation, VINCI Concessions reflète admirablement cette stratégie. Son savoir-faire dans la conception, le financement, la construction, l'exploitation et la maintenance, font de VINCI Concessions un partenaire privilégié des pouvoirs publics dans différents pays, pour le développement de projets d'infrastructures de transport et d'équipements publics. Satisfaire au mieux les besoins de mobilité et d'urbanisation croissante en créant et en remettant à niveau les infrastructures nécessaires est la mission de VINCI Concessions, qui compte 8 100 salariés.



✦ Eurovia

Parmi les leaders mondiaux des travaux d'infrastructures de transport et d'aménagement urbain, Eurovia est essentiellement implanté en Europe. Comptant près de 42 000 collaborateurs répartis sur plus de 870 sites, Eurovia a développé un ensemble intégré d'expertises dans les domaines de l'infrastructure de transport et l'aménagement urbain, la production industrielle, la maintenance et les services. Les



futurs besoins en infrastructures de transports dans les pays en développement, ainsi que les besoins de rénovation des équipements existants dans les pays développés, additionnés à l'urbanisation croissante des territoires et à la montée en puissance des besoins de mobilité, génèrent un flux permanent d'aménagement urbain et ainsi de bonnes perspectives pour Eurovia.

✦ VINCI Construction

En réunissant un ensemble sans équivalent de compétences dans les métiers du bâtiment, du génie civil, des travaux hydrauliques et des services, VINCI Construction se place comme le major mondial de la construction. La force de VINCI Construction repose sur trois composantes complémentaires, un réseau de filiales locales très bien implantées, des métiers de spécialité à haute technicité et d'importantes compétences dans le management de projets complexes. Ces spécificités font de VINCI Construction le porte-drapeau de l'esprit d'entreprendre du Groupe et de son schéma de management organisationnel. VINCI Construction regroupe près de 72 000 collaborateurs à travers le monde.



✦ VINCI Energies

Apportant à ses clients une gamme de services à forte valeur ajoutée dans les domaines de l'énergie et des systèmes d'information, VINCI Energies est un acteur de premier plan sur ses marchés en Europe. Intervenant dans la conception, la réalisation, la maintenance et l'exploitation dans certains domaines de l'infrastructure, de l'industrie et du tertiaire (comme les réseaux d'énergie, le génie climatique, la gestion technique de bâtiments, la maintenance multi-technique et multiservices) VINCI Energies est un véritable trait d'union entre les utilisateurs et les constructeurs de matériel.



I.2) VINCI Energies

Après avoir accompli en France une croissance externe sans équivalent dans son secteur, VINCI Energies développe fortement ses activités dans les pays frontaliers et accompagne ses clients dans plus de 60 pays à travers le monde. Son chiffre d'affaires en 2009 est de plus de 4,3 milliards d'euros. La diversité des offres de VINCI Energies associée au maillage dense de ses 800 entreprises réparties sur toute l'Europe, permet d'offrir des solutions à la fois locales et globales.



Implantations VINCI Energies

VINCI Energies propose ainsi à ses clients de les accompagner dans leurs différents projets, en développant des marques fédératrices d'expertises et de maintenance multi-techniques et multiservices comme : **Opteor**, Graniou et Omexom.

Aujourd'hui tous les marchés sur lesquels interviennent les entreprises de VINCI Energies sont porteurs dans la durée, malgré une contraction de son chiffre d'affaires en 2009 et la prévision que ce constat se répète en 2010, la réactivité, l'adaptabilité et l'organisation des entreprises du groupe lui ont permis de maintenir ses marges.

Pour les infrastructures d'énergie, la production, le transport, la distribution et la transformation d'électricité, ainsi que les énergies renouvelables, l'ouverture du marché de l'électricité en France et les exigences du Grenelle de l'environnement ont engendrés une forte augmentation des investissements et une croissance de ce secteur d'activités.

L'éclairage public nécessite lui un renouvellement perpétuel des parcs existants et leur remplacement par des technologies moins énergivores.

Dans le secteur de l'industrie, les investissements en termes d'optimisation des outils et process, de sécurité et d'économie d'énergie et de qualité environnementale associés au bilan carbone des trajets longue distance favorisent à nouveau le développement local.

Pour le tertiaire les besoins croissants d'équipements et de modernisation et les exigences d'efficacité énergétique, génèrent des investissements considérables que ce soit en construction neuve de bâtiments ou en rénovation.

I.3) VINCI Facilities.

L'acquisition par VINCI auprès d'APAX Partners de la société FACEO, sous couvert de l'accord des autorités de la concurrence, a marqué le début de VINCI Facilities, société nouvellement créée au sein du pôle Energies de VINCI pour regrouper l'essentiel des activités de facility management du groupe. L'opération est instaurée depuis le début de l'exercice 2011.

Le marché du facility management s'est créé à partir d'une demande d'externalisation par les entreprises des services de maintenance technique de leurs bâtiments tertiaires et industriels ainsi que de leurs services généraux. Des acteurs spécialisés se sont développés sur ce marché en intégrant progressivement l'ensemble des compétences requises. Le facility management qualifie généralement l'exercice par un acteur de plusieurs services groupés pour le compte d'un client ; on parle alors de «multiservice» (services généraux) ou de «multi technique» (gestion des lots techniques : électricité, communication, génie climatique...).

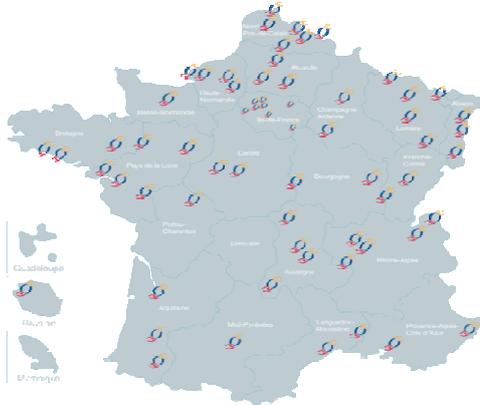
VINCI répond ainsi, aux côtés de ses prestataires locaux, à la demande croissante de ses grands clients publics et privés visant à confier à un opérateur unique la conception et la maîtrise de la maintenance technique et des services à l'occupant de leurs infrastructures tertiaires et de leurs bâtiments industriels dans un souci d'optimisation de la qualité et des coûts.

VINCI Facilities permet également au groupe d'enrichir son offre de services sur les grands projets de PPP⁽³⁾ dans le domaine tertiaire.

Les activités de facility management de VINCI représenteront un chiffre d'affaires annuel récurrent supérieur à 1,3 Md d'euros.

I.4) OPTEOR

Opteor est une entreprise appartenant au groupe VINCI ENERGIES. Elle se positionne sur le secteur de la maintenance des installations des bâtiments tertiaires et industriels. Opteor, avec ses 60 entreprises et 2500 collaborateurs en France et en Belgique, a un chiffre d'affaires de 200 M€, avec une répartition de 45% dans l'industrie et 55 % dans le tertiaire.



60 entreprises

2500 collaborateurs

200 M€ de chiffre d'affaires

Activités d'Opteor au niveau de l'industrie.

Opteor intervient dans toutes les filières industrielles :

- Contrat de maintenance

Avec les contrats de maintenance, Opteor se positionne en partenaire des industriels afin de fiabiliser les équipements et optimiser les coûts de maintenance.

- Conseil et ingénierie

Pour améliorer la performance et faire évoluer les organisations, Opteor accompagne ses clients par des audits, du conseil et le déploiement de plans d'actions afin de fiabiliser les outils et adapter la maintenance aux nouveaux process et aux nouvelles réglementations sécurité et environnement.

- Maintenance des machines outils

Du dépannage au contrat de maintenance à objectifs de résultats, Opteor intervient sur l'ensemble du parc machine de ses clients.

Son expertise en commande numérique, mécanique et électricité lui permet de proposer des prestations spécifiques ou globales (dépannage, modifications, contrôle géométrique, maintenance conditionnelle, rétrofit, contrat de maintenance global, ...).

Solutions proposées par Opteor

- Mécanique

Les techniciens interviennent sur site pour le remplacement de pompes, de robinetterie ou de machines spéciales. Les ateliers de réparation leurs permettent de prendre en charge vannes, soupapes et machines outils.

- Électricité

Leur savoir-faire en électricité/instrumentation est reconnu pour la maintenance des analyseurs, des cartes électroniques et des postes HT.

- Métallerie

Opteor intervient en chaudronnerie, tuyauterie, serrurerie et ensembles mécano-soudés sur les sites de nos clients et dans nos ateliers.

Activité d'Opteor au niveau du Tertiaire

Contrats de maintenance

Pour s'adapter aux besoins de ses clients, Opteor propose différentes offres de maintenance :



• Maintenance multisite

Pour ses clients aux implantations nombreuses et diffuses, Opteor met à disposition un réseau dense d'entreprises de proximité ainsi que des solutions de maintenance mono et multi technique.

• Maintenance « modulable »

Propriétaires, promoteurs, gestionnaires, tous les professionnels de l'immobilier d'entreprise sont confrontés à un taux d'occupation de leur patrimoine variable dans le temps.

Pour répondre à leur besoin de flexibilité, Opteor a développé une offre innovante afin d'accompagner la vie de l'immeuble en modulant les interventions de maintenance en fonction de critères définis par le client et liés au taux d'occupation.

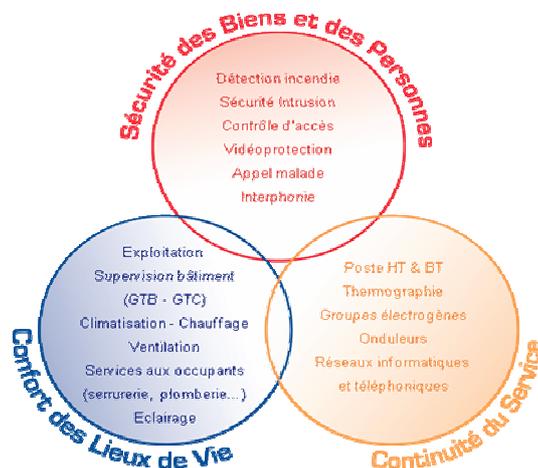
• Optimisation énergétique

La performance énergétique est au cœur des préoccupations de la gestion immobilière. Les clients souhaitent améliorer les conditions de travail de leurs occupants, tout en réduisant les dépenses énergétiques et en satisfaisant aux exigences de développement durable.

Pour répondre à ces besoins, Opteor intègre à ses contrats une démarche d'optimisation énergétique :

- Un audit approfondi, avec des préconisations priorisées et chiffrées.
- Une optimisation de l'existant avant d'envisager des investissements.
- Une baisse des consommations et un maintien dans le temps de la performance.

Une maîtrise des expertises techniques



Les expertises OPTEOR sont reconnues par de nombreuses certifications :

QUALICLIMAFROID

QUALIFELEC

QUALIBAT

APSAD

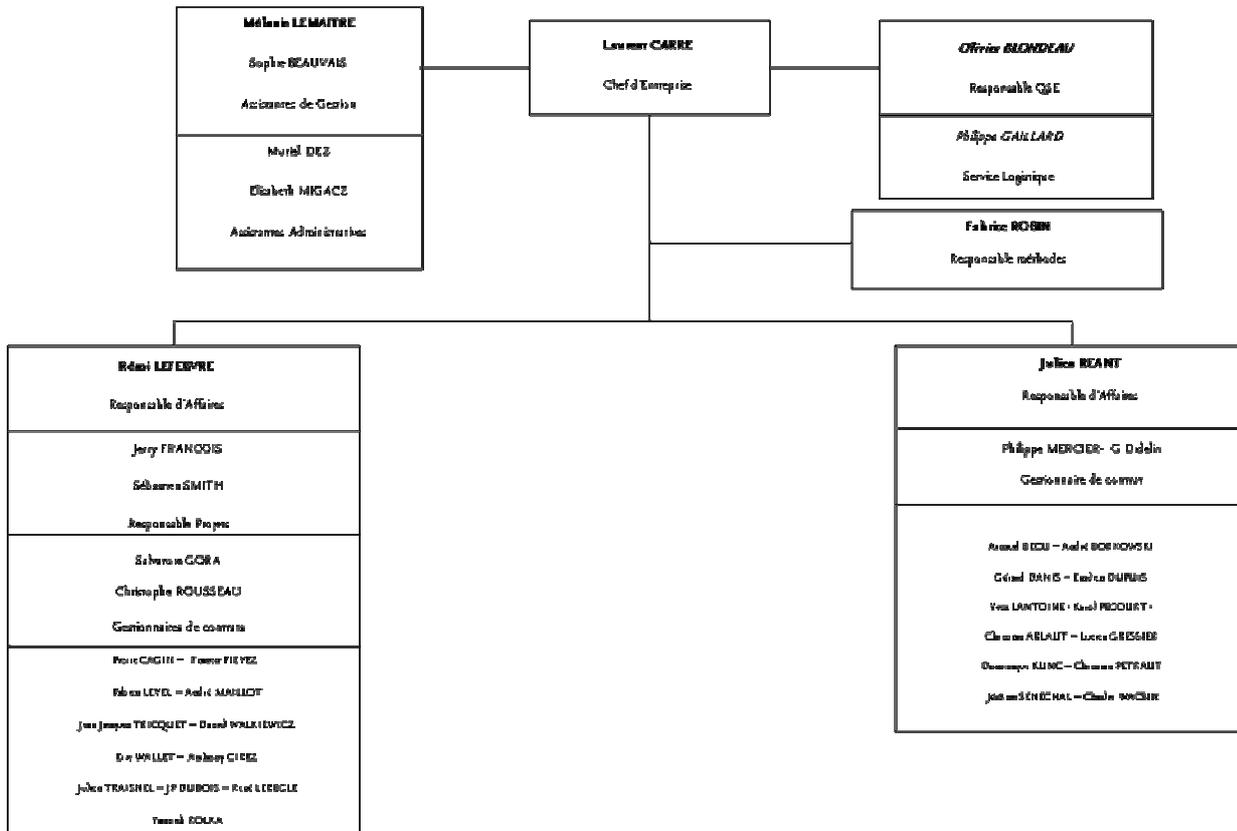
ISO 14001

ISO 9001 v.2000

HQE EXPLOITATION

I.5) OPTEOR Lesquin

Organigramme de l'agence :



Nous avons réalisé notre travail d'étude et recherche sur demande de M. Réant. Durant notre TER nous avons eu l'opportunité de travailler avec son équipe et d'identifier le rôle de chacun.

Le responsable d'affaire est responsable « de A à Z » de ses contrats : du commercial à l'encadrement de la réalisation et à la gestion financière. Il est là pour organiser le travail de son équipe et réagir efficacement en cas de problème.

Le gestionnaire de contrat est le garant du service client dans le respect des engagements contractuels de l'entreprise. Il manage ses équipes avec la volonté d'optimiser le coût global de maintenance de ses clients. Il a une large autonomie dans la gestion technique, commerciale et humaine de ses contrats. C'est l'interlocuteur quotidien du client.

Poste fondamental dans une prestation de services, le technicien maîtrise parfaitement l'expertise OPTEOR en génie électrique ou génie climatique. Son sens du relationnel et une large autonomie dans son travail sont des atouts indispensables pour la satisfaction du client.

V. L'Audit énergétique du Furet du Nord, un bâtiment emblématique au cœur d'un contrat liant trois multinationales

II.1) VINCI Energies et la BNP PARIBAS Real Estate Property Management dans un contrat de Maintenance Multi-technique de bâtiments VIRGIN.

VINCI Energies et la BNP PARIBAS Real Estate Property Management dans un contrat de Maintenance Multi technique de bâtiments VIRGIN.

L'attribution du site du Furet du Nord à Lille, comme sujet de notre travail d'études recherches nous est apparu comme un gage de confiance de la part de notre employeur et comme une opportunité intéressante d'évaluer nos acquis de la formation aux audits énergétiques Vinci Energies et nos capacités en tant que futurs ingénieurs généralistes.

Par ailleurs, le contexte de l'obtention de la maintenance du Furet du Nord à Lille par l'entreprise OPTEOR nous honore en raison de l'audit de ce bâtiment à effectuer.

Le bâtiment Furet du Nord situé sur la Grand Place de Lille est le plus connu des onze librairies de ce nom, implantées dans la région Nord-Pas de Calais.

Même si cette enseigne a été rachetée en juillet 2008 par des caisses régionales du Crédit Agricole, notamment la caisse régionale Nord de France, au géant Butler Capital Partners, la maintenance du magasin à Lille reste associée à celle du siège social VIRGIN et de 29 magasins VIRGIN MEGASTORE, dans un contrat de prestation de service de maintenance multi technique, passé entre la BNP Paribas REPM et OPTEOR, filiale de VINCI Energies.

En effet, BNP Paribas Real Estate est la branche immobilière du Groupe et son pôle Property Management a en gestion près de 28,5 millions de m² d'immobilier d'entreprise à travers le monde, dont 13 sur le territoire français.

C'est dans un objectif commun qui est de valoriser les actifs immobiliers, assurer la pérennité du patrimoine et maîtriser les charges d'exploitation pour les propriétaires d'immobilier d'entreprise, que la BNP Paribas REPM et OPTEOR se sont associés autour du contrat VIRGIN Stores, qui englobe le Furet du Nord.

L'audit énergétique que nous avons mené se présente en quelque sorte comme un atout marketing d'OPTEOR, pour la prolongation, voire l'extension d'un contrat se terminant prochainement.

Travailler dans le cadre d'un accord liant trois multinationales tels que VINCI, BNP Paribas REPM et VIRGIN était une valeur ajoutée à notre mission, source de fierté et d'une grande motivation pour nous.

De plus, l'attrait grandissant des entreprises pour les actions d'optimisation énergétique, dans le cadre d'une stratégie encline au développement durable, place cette étude, réalisée gracieusement par OPTEOR, comme un avantage concurrentiel dans le renouvellement du contrat de maintenance de ces sites.

II.2) Le Furet du Nord, la fierté d'une région.

La librairie Le Furet du Nord est née de la transformation d'un magasin de fourrure converti en librairie, en 1936. Le Furet s'installe en 1959 sur la Grand Place de Lille, l'établissement mélange alors les avantages de la petite librairie, avec conseil personnalisé, ambiance studieuse, et ceux de la grande distribution. En effet, dès 1960, cette librairie devient la première, en France, à laquelle on accède en libre-service. Le Furet de Lille est le principal magasin des onze qui portent cette enseigne dans la région.



Il propose 150 000 références de livres dans un espace de 7000 m². Cette librairie propose également la papeterie, les fournitures scolaires, des CD et DVD et un espace multimédia.

Au premier des 8 niveaux de ce bâtiment, se trouve l'Espace Rencontres, à la fois lieu de détente et de lecture, cet emplacement accueille régulièrement auteurs et artistes invités à rencontrer leur public.

Accueillir ses clients et proposer une gamme de produit toujours plus diverse dans un bâtiment datant de l'avant-guerre qui ne permet aucun agrandissement est un défi pour le Furet du Nord, qui a, par moment, amené ses gestionnaires à améliorer le confort de ses clients et de ses employés, en surévaluant leurs besoins et en ne tenant pas compte des dépenses énergétiques.

Le Furet du Nord accueille en moyenne 12 000 visiteurs par jour.

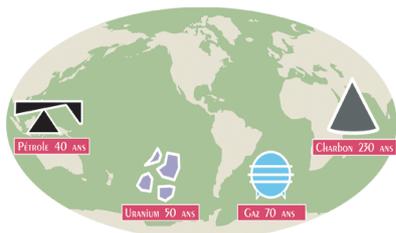
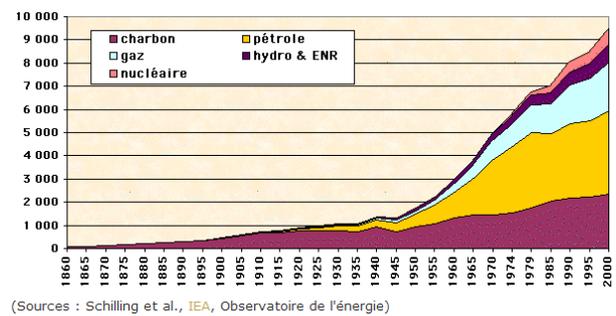


Hall d'entrée du Furet du Nord

II.3) L'Audit énergétique, une pratique nécessaire et fructueuse.

Dans un contexte d'augmentation de la demande énergétique et d'une diminution des réserves en ressources fossiles, l'optimisation de notre consommation d'énergie est cruciale.

La consommation mondiale est aujourd'hui largement dominée par le charbon, le pétrole et le gaz, 80% des 11 milliards de tep (tonnes équivalent pétrole) consommés par an, sur la planète, sont des énergies fossiles.



DES RÉSERVES D'ÉNERGIES POUR COMBIEN DE TEMPS ?

Outre l'épuisement des réserves, ces combustibles émettent, lors de leur utilisation, du dioxyde de carbone, principal gaz à effet de serre et responsable du réchauffement inquiétant de la planète.

En France 275 millions de tep sont consommés chaque année, soit 4,3 tonnes par personne.

Les sources en France sont le nucléaire à 41%, le pétrole à 34%, le gaz à 15%, le charbon à 5% et les énergies renouvelables, principalement la biomasse, se partagent les 5 autres pour cent. Leur coût et la difficulté de prévoir leur production sont encore des freins importants au développement des énergies renouvelables. Dans cette idée où la consommation d'énergie doit être surveillée pour espérer un avenir, notons que le secteur du bâtiment représente près de 47% de ces consommations finales et rejette pas loin de 25% de gaz à effet de serre émis dans le monde.

La consommation moyenne des bâtiments en 2005 était comprise entre 300 et 400 kWh/m², elle peut être réduite de 70% avec les compétences actuelles. L'efficacité énergétique dans le bâtiment est donc une facette primordiale du développement durable.

Ce fait, constaté lors d'une prise de conscience quasi mondiale, le Protocole de Kyoto en 1997, faisant suite aux engagements du sommet de la Terre de Rio en 1992, pousse aujourd'hui les Etats à encourager ces améliorations.

Les mesures imposées par la Loi Pope (Programme sur les Orientations de la Politique Énergétique), le Grenelle de l'environnement, la directive sur la performance énergétique des bâtiments, les labels et normes créés, sont de sérieuses incitations à réduire les déperditions et consommations énergétiques.

D'autre part, l'optimisation énergétique est directement impactée par l'inflation des coûts de ces énergies. En effet, le prix du gaz a augmenté de 30% en 2 ans, sur la même période le prix de l'électricité sur le marché libre a flambé : + 70%. Néanmoins, les tarifs régulés ont permis à la majorité des entreprises de limiter la hausse, mais ils risquent de disparaître à l'horizon 2010 en raison de l'harmonisation européenne. La facture énergétique pèsera de plus en plus dans les comptes des entreprises, pour rester compétitif il faudra être capable de la maîtriser.

Cet aspect économique est bien souvent décisif dans les entreprises, comme le dit si bien Gérard Mestrallet (PDG de GDF SUEZ) « le kWh le moins chère est celui qui n'est pas consommé ».

Enfin, la responsabilité sociale des entreprises (RSE) est l'objet de toutes les attentions aujourd'hui, elles se doivent donc de montrer leur engagement en termes de développement durable par des actions concrètes aux effets perceptibles.

VI. Le TER d'Audit énergétique en clientèle, de la formation aux résultats.

III.1) L'efficacité énergétique, une spécialité de VINCI Energies demandant une certaine formation.

Ce Travail d'Etudes Recherche a débuté par une présentation de l'entreprise OPTEOR, qui nous a été donnée par Monsieur CARRE, directeur du site de Lesquin, missionné dans toute la région Nord, Pas-de-Calais.

Après avoir écouté les raisons pour lesquelles nous avons choisi un tel sujet et l'importance du TER dans notre cursus d'ingénieur généraliste, Monsieur CARRE nous a orienté vers l'étude de documents de formation aux audits énergétiques.

A. Formation aux audits énergétiques.

Cette formation a été suivie par l'ensemble des cadres d'OPTEOR, travaillant sur l'efficacité énergétique de sites industriels ou tertiaires, elle est composée de sept modules :

- ✦ Le contexte économique et réglementaire.
- ✦ Approche et offre de VINCI Energies.
- ✦ Analyser les besoins énergétiques.
- ✦ Appréhender la méthode d'audit énergétique.
- ✦ La conduite d'un audit.
- ✦ Les solutions techniques.
- ✦ Les types de contrats de maintenance.

Ces documents peuvent être regroupés en deux thèmes, la vision de VINCI Energies sur l'efficacité énergétique et la démarche d'OPTEOR dans ce domaine.

Dans l'environnement énergétique présenté précédemment, VINCI Energies voit en l'efficacité énergétique un secteur prometteur en pleine croissance. Les offres de VINCI dans ce domaine s'étendent de l'audit simple au contrat de performance énergétique, visant à réduire la facture énergétique, à minimiser l'empreinte environnementale tout en garantissant le confort des utilisateurs. Un résumé de ces différentes offres et de leurs objectifs constitue l'annexe 1, Approche et offre de VINCI Energies.

Cette formation nous a appris les méthodes proposées par VINCI Energies et plus particulièrement OPTEOR afin de réaliser un audit énergétique. Nous avons également pu situer l'audit dans les programmes de maintenance multi technique que peut proposer OPTEOR à ses clients.

La marche à suivre dans un audit énergétique est expliquée dans l'annexe 2, Audit énergétique.

Une partie importante dans le déroulement d'un audit est l'analyse des données et plus particulièrement des consommations rapportées aux besoins, un résumé des points importants à respecter est donné dans l'annexe 3, Analyse des besoins énergétiques.

Nous avons pu rendre compte de notre compréhension de cette formation à Monsieur CARRE, lors d'une réunion, celle-ci représente le passage de la partie théorique à la partie pratique de notre formation aux audits énergétiques.

B. Analyse des consommations de pôle emplois.

Opteor a un contrat national de maintenance multitechnique avec le pôle emplois. L'agence de Lesquin est en charge des sites de la région Nord-Pas de Calais, soit 99 agences. La création du pôle emplois est récente, c'est une fusion des agences ASSEDIC et ANPE. Opteor s'occupe des agences ASSEDIC depuis 2004 mais des ANPE que depuis cette année.

Le travail qui nous a été demandé était de recenser les relevés de consommation de ces agences et de les rentrer dans le fichier suivi de consommation de chacune d'elles s'il existait (de le créer dans le cas contraire) et comparer la consommation énergétique des agences entre elles afin de faire apparaître les anomalies.

Pour effectuer ce travail il nous a fallu :

- ✦ Trier les relevés exploitables.

En effet, parmi les 99 agences du pôle emploi certaines n'avaient pas de relevés ou ceux-ci n'étaient pas exploitables car incohérents ou incomplets.

Voici un exemple de relevé non exploitable:

ARRAS BELLEVUE								
	Electricité					Eau	Gaz	N° GMAO
	HCE	HCH	HPE	HPH	TOTAL			
janv	72236		186533		258769			82317
fév	68467				68467			89464
mars					0			
avril	79558				79558			101457
mai	16558	31348	56192	85901	189999			107277
juin					0	5429		112959
juillet				92098	92098	5432	41675	120470
août					0			
septembre				98546	98546	1095	41675	133877
octobre			2659		2659	1106	42146	141869
novembre					0			
décembre					0			

- ✦ Classer les relevés par site.
- ✦ Calculer la consommation mensuelle de chaque site en eau, gaz et électricité.
- ✦ Rechercher et attribuer à chaque site sa surface et ainsi calculer leurs consommations surfaciques.
- ✦ Effectuer des moyennes annuelles de ces consommations surfaciques pour les relevés d'eau et des moyennes surfaciques été et hiver pour l'électricité et le gaz (ces énergies étant sur une tarification saisonnière).
- ✦ Regrouper les moyennes de consommation surfacique de tous les sites dans un même document afin d'effectuer une analyse comparative de ces résultats.

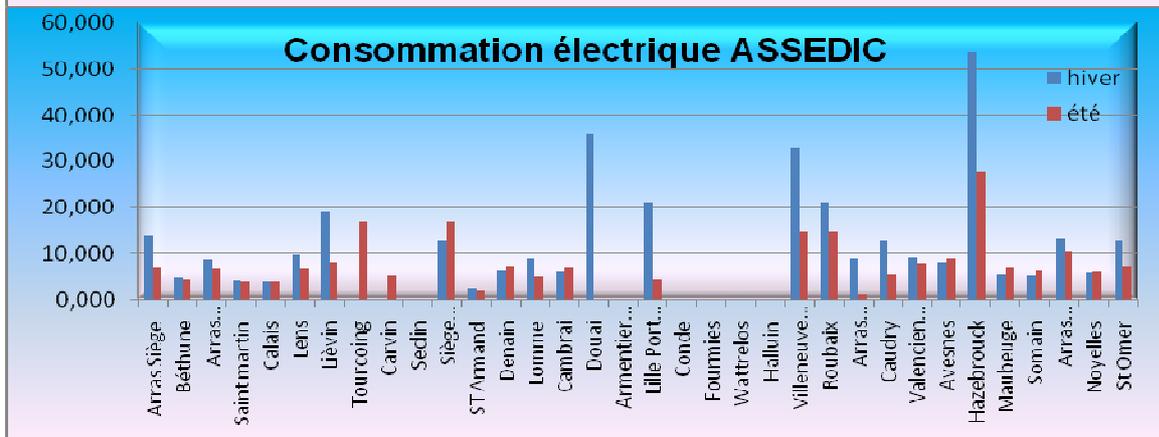
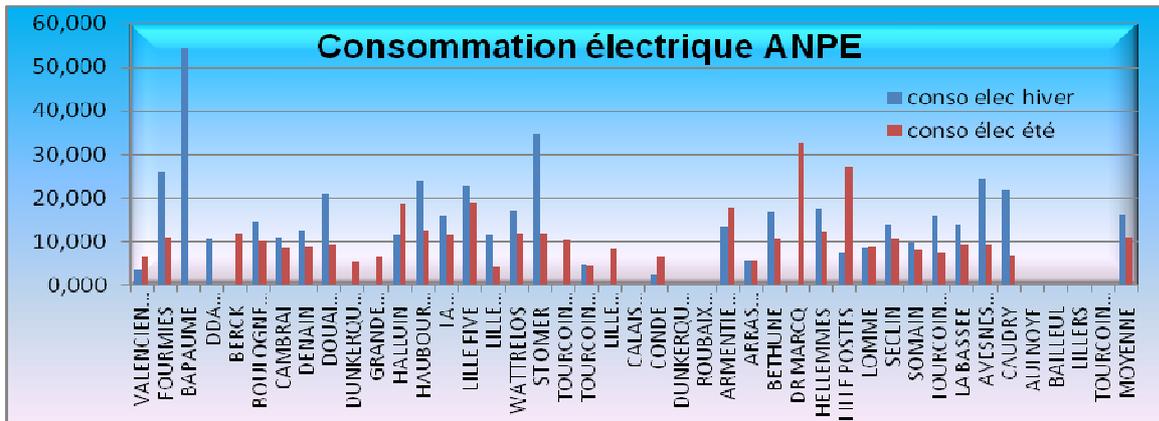
Consommation surfacique moyenne annuelle par type d'énergie :

Site ASSEDIC		Moyenne
consommation électrique moyenne	hiver	13,357
	été	8,278
consommation gaz moyenne	hiver	1,811
	été	0,393
consommation eau moyenne		0,018

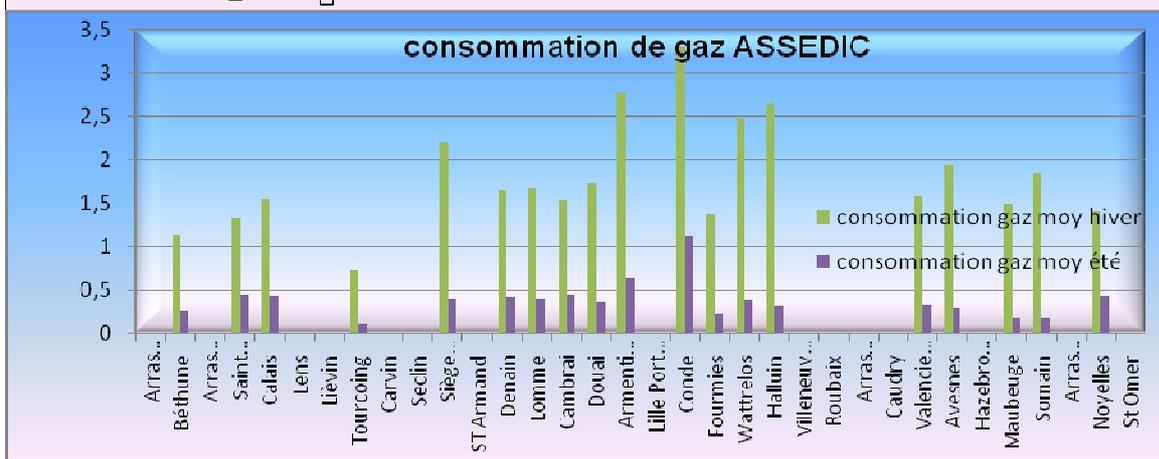
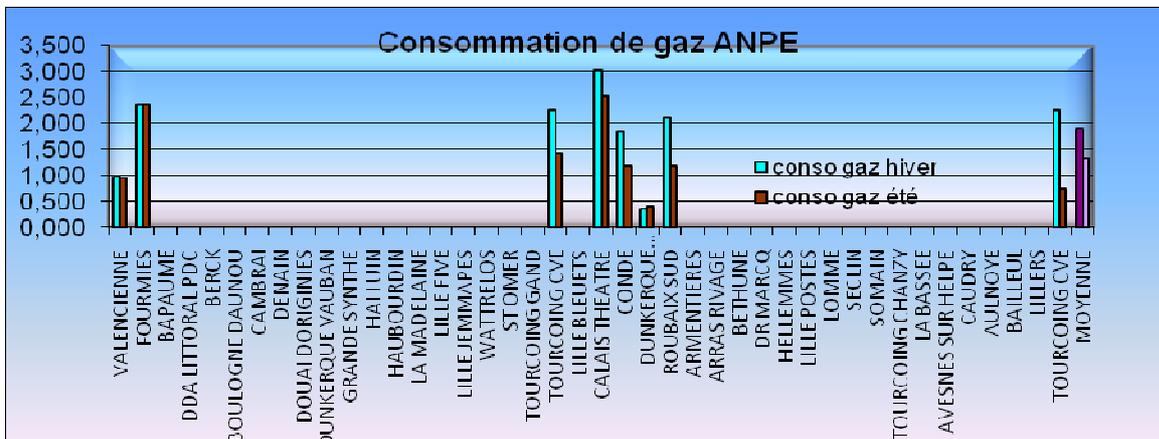
Site ANPE		MOYENNE
consommation électrique moyenne	hiver	16,134
	été	11,081
consommation gaz moyenne	hiver	1,898
	été	1,343
consommation eau moyenne		0,021

✦ Illustrer ces différents tableaux par des histogrammes.

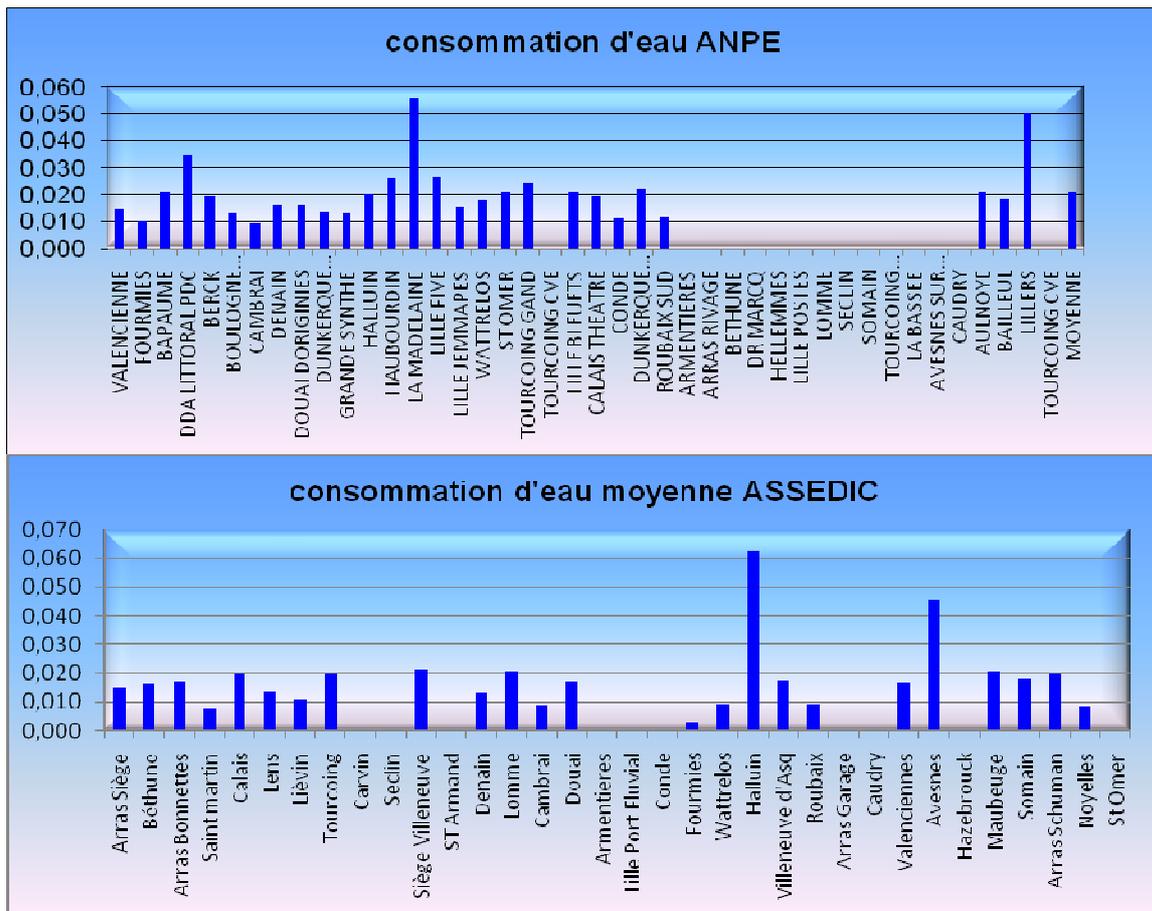
Consommation surfacique d'électricité moyenne par site



Consommation surfacique de gaz moyenne par site



Consommation surfacique d'eau moyenne par site



Analyse de résultats :

On remarque de grandes différences de consommation entre les sites. Cependant, dans l'ensemble, on note que les anciens sites de l'ANPE sont plus consommateurs en énergie que ceux des ASSEDIC et cela sur les trois types d'énergie.

		consommation ANPE/ASSEDIC
consommation électrique moyenne	hiver	21%
	été	34%
consommation de gaz moyenne	hiver	5%
	été	242%
consommation moyenne d'eau		17%

La différence de consommation en gaz durant la période d'été semble aberrante. Cela s'explique par le fait que pour ces sites nous avons que peu de relevés et que pour évaluer la consommation mensuelle nous avons dû faire des interpolations, mais aussi que les chaudières étaient coupées assez tard dans l'année.

Les consommations de certains sites dépassent largement la moyenne. Pour quelques un d'entre eux nous avons pu expliquer ces différences en questionnant les personnes en charge de la maintenance de ces sites.

Pour les ASSEDIC :

- Fourmies : Une très grosse consommation a été repérée en mars 2010, il semblerait que durant cette période la chaudière était déréglée ce qui a entraîné une surconsommation.
- Hazebrouck : durant l'année 2009 du personnel avait été rajouté dans des bungalows très consommateurs en énergie et des travaux ont été réalisés durant le mois de janvier 2010.
- Lille Port Fluvial : les locaux sont chauffés à l'électricité et sont mal isolés.
- Villeneuve d'Ascq : On remarque que la consommation de 2009 était anormalement élevée, deux fois plus grande qu'en 2010, mais aucune explication nous a été donnée.
- Condé : la forte consommation de gaz s'explique par la présence d'une vieille chaudière qui demanderait à être changée.
- Halluin : Une fuite a été repérée fin juillet, hors c'est durant ce mois que la consommation a été extrêmement forte, $0,17 \text{ m}^3/\text{m}^2$.
- Avesnes : Très forte augmentation de la consommation électrique au mois de juin, mais celle-ci n'a pas été expliquée par le client.

Pour les ANPE :

- Bapaume et St Omer : la forte consommation électrique s'explique par la présence d'un chauffage à l'électricité.
- Calais théâtre : ce bâtiment est vieux et très mal isolé.

Cette analyse nous a permis de voir que sans résultat ni relevé précis il est très difficile de progresser dans une étude, mais aussi qu'il était laborieux d'obtenir des informations et que bien souvent les gens n'ont pas le temps ou l'envie de vous répondre.

Nous avons pris en compte cela pour notre mission et lors de chaque une de nos demandes d'informations nous avons essayé d'être le plus précis possible dans nos questions et le plus pragmatique possible afin de faciliter au mieux la réponse.

III.2) Le Furet du Nord, un bâtiment prestigieux d'une certaine complexité énergétique.

Le Furet du Nord est présent sur la place du Générale De Gaulle depuis 1959, ce bâtiment cinquantenaire a connu de nombreuses rénovations, comme en 1970 où le sous-sol fut aménagé et où il y eut l'installation de la fosse aux lions.

Afin d'étudier la thermique de ce bâtiment nous avons voulu récupérer les plans de ce site. Nous nous sommes donc adressé à l'architecte en charge du suivi de la librairie afin de récupérer les plans architectes, la nature des matériaux utilisés ainsi que les notes de calculs du dimensionnement du chauffage et de la climatisation. Nous espérons récupérer ces documents qui auraient pu être très utiles dans notre étude thermique.

Malheureusement, seuls des plans sans cotation ont été mis à notre disposition. Par conséquent, certains points de notre étude thermique reposent sur différentes estimations, issues d'expériences et d'analyses sur des bâtiments similaires.

Pour visualiser le bâtiment du Furet du Nord dans sa globalité et ainsi estimer correctement les déperditions énergétiques liées à l'enveloppe de ce bâtiment nous avons réalisé une modélisation graphique en 3 dimensions du site étudié.

Ce travail a été effectué à l'aide du logiciel Google SketchUp ainsi que des plans du Furet fournis par l'architecte.

Nous avons dans un premier temps modélisé le bâtiment dans son ensemble en affectant à chaque paroi l'image du matériau qui la compose.



Modélisation graphique 3D du Furet du Nord

Nous avons ensuite calculé le flux thermique traversant chaque matériau et ainsi les déperditions de chaque paroi.

	Tmoyenne	ΔT	densité de flux mur 45 cm(W/m ²)	densité de flux fenêtre (W/m ²)	densité de flux murs 60cm (W/m ²)	Densité de flux toitures horizontales (W/m ²)	Densité de flux puits de lumière(W/m ²)	Densité de flux murs 30 cm (W/m ²)	mûrs en tôle (W/m ²)	pont thermique mur climats (W/m ²)
janvier	0,70	19,30	36,04	52,12	27,03	12,88	63,71	54,05	8,494	106,17661
février	3,95	16,05	29,96	43,34	22,47	10,71	52,97	44,94	7,063	88,284483
mars	7,12	12,88	24,04	34,77	18,03	8,59	42,50	36,06	5,667	70,834677
avril	12,21	7,79	14,54	21,03	10,91	5,20	25,71	21,81	3,428	42,845
mai	14,02	5,98	11,16	16,14	8,37	3,99	19,73	16,74	2,630	32,875806
juin	16,70	3,30	6,16	8,91	4,62	2,20	10,88	9,24	1,451	18,140833
juillet	18,72	1,28	2,40	3,47	1,80	0,86	4,24	3,59	0,565	7,0612903
août	19,52	0,48	0,90	1,30	0,68	0,32	1,59	1,35	0,212	2,6524194
septembre	16,45	3,55	6,63	9,59	4,97	2,37	11,73	9,95	1,563	19,543333
octobre	11,91	8,09	15,11	21,85	11,33	5,40	26,71	22,66	3,561	44,514516
novembre	10,87	9,13	17,04	24,65	12,78	6,09	30,13	25,57	4,017	50,217976
décembre	3,05	16,95	31,63	45,75	23,72	11,30	55,92	47,45	7,456	93,198387
moyenne	11,27	8,73	16,30	23,58	12,23	5,82	28,82	24,45	3,84	48,03
Classement										

Tableau récapitulatif des flux thermiques.

SURFACES	mur brique 45cm	fenêtre façade	toiture	fenêtre toiture	mur 30cm	mur 60	mur tole	surface partie courbée
façade gde place	277,56	157,48	112,89	12,558				
lattéral	134	12			104,9	30	115,1	
façade rue jean roisin					141			87,75
toitures			970					

Recensement des surfaces de différents matériaux de l'enveloppe du Furet du Nord.

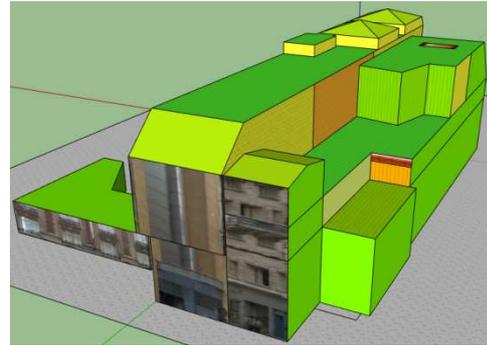
	Déperditions en façade (kwh)		Déperditions en toiture	Lattéral (kWh)	
	mûrs	fenêtres		mûrs	fenêtres
janvier	15 465	6 594	10 374	9 142	465
février	11 614	4 586	7 791	6 866	349
mars	10 317	4 074	6 921	6 099	310
avril	6 039	2 385	4 051	3 570	182
mai	4 788	1 891	3 212	2 831	144
juin	2 557	1 010	1 715	1 512	77
juillet	995	393	668	588	30
août	386	153	259	228	12
septembre	2 755	1 088	1 848	1 628	83
octobre	6 484	2 560	4 349	3 833	195
novembre	7 078	2 795	4 748	4 184	213
décembre	13 574	5 361	9 106	8 024	408
	114 942	55 043		50 974	

toiture	25%
mûrs	59%
fenêtres	16%

TOTAL	(kWh)	220960,163
	(kWh/m ²)	31,121

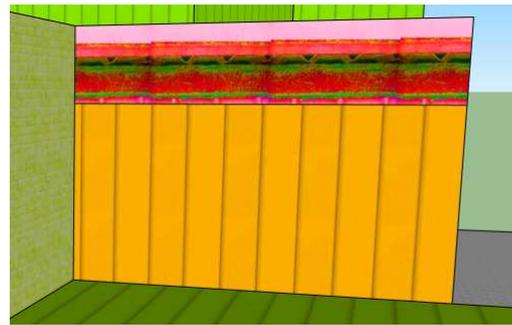
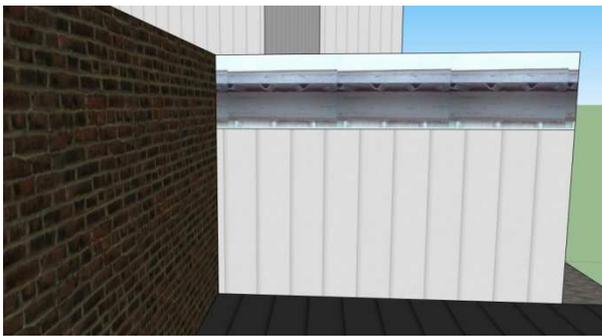
Tableaux récapitulatifs des déperditions thermiques du bâtiment.

Selon ces flux thermiques nous avons affecté aux différentes parois une couleur illustrant leur conductivité.

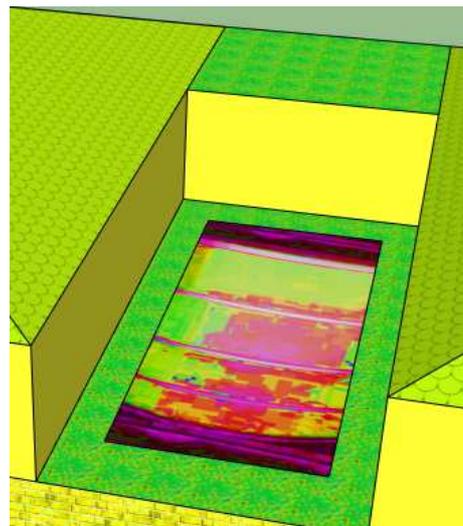


Dans un troisième temps nous nous sommes intéressés aux anomalies que nous avons relevées sur le site et dont les techniciens chargés de la maintenance du Furet nous avaient fait part.

Ces particularités sont toutes deux des ponts thermiques liés à un manque d'isolation, elles se situent en toiture au 6^{ième} étage et sur l'arrête d'un mur au 4^{ième} étage.



Représentation graphique du pont thermique présent sur un mur du 4^{ième} étage.



Représentation graphique du pont thermique que représente-le puis de lumière en toiture.

Nous avons par la suite proposé des améliorations en termes d'isolation pour cette dernière anomalie.

III.3) L'analyse des données.

A. Listing des équipements.

Les différentes visites du site du Furet du Nord nous ont permis de constituer une base de données fournie des équipements en place dans ce bâtiment. Nous avons relevé la nature, la marque et la référence des différents équipements du Furet du Nord afin de compléter le listing primaire.

Dans un second temps nous avons classé ces équipements par fonction et pôles de consommation, afin de regrouper nos recherches de caractéristiques.

Pour renseigner l'ensemble des climatiseurs, ventilateurs, extracteurs d'air et produits dérivés, nous avons été amenés à effectuer une visite avec un technicien spécialisé d'OPTEOR et de lui demander d'effectuer certains relevés supplémentaires, dans la mesure où des valeurs n'étaient pas accessibles avec les outils mis à notre disposition lors de cette visite.

Cependant les valeurs de puissances indiquées sur ces appareils sont les puissances frigorifiques et calorifiques et non absorbées. Elles ne nous donnent pas directement l'énergie consommée par ces machines.

Nous avons donc eu un entretien téléphonique avec Madame Anne-Lise PEIGNE, technico-commerciale de DAIKIN AIRCONDITIONING France, fournisseur de climatiseur équipant le Furet et nous avons été amené à rencontrer Monsieur Dimitri FLAHAUT, technico-commercial de FRT, Froid Régulation Traitement d'air, bureau d'études et fournisseur de climatiseurs d'OPTEOR, pour que ces spécialistes nous donnent davantage de renseignements sur ces équipements. Le Furet du Nord compte deux types de climatiseurs différents, des Inverters, les DAIKIN installées en 2008 et des climatiseurs réversibles classiques, les AIRWELL, plus anciennes.



Climatiseur Inverter DAIKIN



Climatiseur AIRWELL

Après un rappel du fonctionnement des machines frigorifiques et une explication de l'avantage de la technologie Inverter sur les climatiseurs classiques, Mr FLAHAUT nous a fournis certains documents nous permettant de connaître les coefficients de performance (COP) des climatiseurs.

En fonctionnement production frigorifique ce coefficient est appelé EER, nous avons donc la relation suivante :

$$P_{\text{absorbée}} = P_{\text{frig}}/\text{EER}$$

Ces climatiseurs étant réversibles ils assurent également le maintien d'une température agréable dans le bâtiment, en hiver. En production de chaleur le coefficient est bien le COP, nous avons alors :

$$P_{\text{absorbée}} = P_{\text{cal}}/\text{COP}$$

Pour connaître la quantité d'énergie annuelle consommée par ces climatiseurs nous devons multiplier cette puissance absorbée par le temps de fonctionnement des appareils.

Pour d'autres équipements cette durée est assez facile à trouver, grâce aux heures d'occupation des lieux, mais pour les climatiseurs nous avons été amenés à faire une approximation.

Nous avons dans un premier temps basé ces estimations sur le temps de fonctionnement annuel de ces modèles de climatisation indiqués dans les catalogues constructeurs. Ces valeurs étant bien souvent sous-estimées, nous y avons rajouté 10%.

Afin de mieux estimer la consommation électrique des différents pôles, lors d'une seconde visite sur site avec un technicien OPTEOR spécialisé dans les armoires électriques et l'éclairage, nous avons relevé l'ampérage acheminé à chaque étage et aux différents groupes de climatisation.

Cette visite nous a permis de relever avec précision la consommation en électricité de chaque niveau, réduisant ainsi grandement notre erreur relative dans nos estimations de consommation par équipement, notamment pour les climatiseurs.

Dans le but d'identifier précisément les heures d'utilisation de ces différents postes de consommation d'énergie, nous avons effectué une enquête auprès du personnel de maintenance et de surveillance du Furet du Nord.

Nous avons ainsi identifié certains usages abusifs, ainsi que plusieurs points d'optimisation. Comme souvent, les méthodes d'utilisation sont un aspect à ne pas négliger dans l'amélioration de l'efficacité énergétique d'un site.

Même si le gâchis d'énergies se réduit de plus en plus grâce à une prise de conscience de la population, un rappel de bonne utilisation nous paraît tout de même nécessaire, compte tenu des constatations faites lors de nos visites.

Par exemple, en moyenne, sur la soixantaine d'ordinateurs que compte le Furet du Nord, 20 restent allumés toute la nuit et 20 n'ont pas une veille économique. Une meilleure utilisation de ces appareils peut, dans un premier temps réduire la facture d'électricité du Furet, mais également prolonger la durée de vie de ces appareils.

Cette enquête nous a permis d'évaluer la fréquentation du bâtiment et de connaître ses horaires d'ouverture. Elle a été très instructive puisque nous avons pu noter que le nettoyage était la seule tâche effectuée entre 6h30 et 8 heures chaque matin. Nous nous sommes donc tournés vers ce créneau horaire pour envisager une optimisation de l'éclairage.

Pour évaluer la répartition des consommations d'eau, de gaz et d'électricité par équipement nous avons dû choisir certains critères à renseigner. Après avoir classé les équipements par fonction, nous avons identifié la ou les énergie(s) consommée(s) par chacun. Ceci nous donnant les valeurs à relever afin de connaître leur consommation énergétique.

Certaines consommations étant négligeables ou impossibles à estimer compte tenu du temps et des équipements mis à notre disposition, nous les avons regroupées dans un pôle nommé divers. Celui-ci englobe notamment, les téléviseurs et consoles de jeux vidéos du niveau 1, les imprimantes du niveau 6 et l'électroménager mises à disposition du personnel. Sur ces équipements aucune amélioration n'était possible.

Afin d'analyser correctement les consommations énergétiques dues aux équipements du bâtiment du Furet du Nord, tout en respectant les règles d'un audit énergétique VINCI Energie, nous avons réalisé le tableau de bord de nos consommations d'énergie.

Ce document se compose de trois parties qui sont :

- La répartition par énergie.
- La répartition par étage.
- La répartition par pôle de consommation.

La première partie consiste à trier les équipements énergivores par le type d'énergie qu'ils consomment, cette analyse permet d'évaluer le pourcentage que représente chaque énergie dans la consommation globale en termes d'énergie, mais aussi en coût.

La seconde est une répartition géographique de ces équipements, cela permet de mieux visualiser les emplacements nécessitant une intervention ainsi que le possible sur dimensionnement de l'alimentation électrique à certains étages.

La troisième partie du tableau de bord est un regroupement des équipements par activité, afin d'estimer l'importance d'une fonction par rapport à une autre dans la facture énergétique.

Ces différentes analyses permettent d'établir le profil énergétique du Furet du Nord fournis en annexe.

De ces différents relevés, recherches et analyses nous avons pu évaluer la répartition de la consommation énergétique annuelle du Furet du Nord en réalisant un diagnostic de son potentiel énergétique.

B. Etude des factures énergétiques.

Les factures énergétiques sont primordiales dans la réalisation d'un audit, elles sont les racines de notre étude. L'étude de celles-ci permet d'identifier la consommation énergétique globale du site, de confirmer les hypothèses de fonctionnement qui ont été prises pour chaque équipement ainsi que les anomalies si anomalies il y a.

Nous avons récupéré ces factures assez tardivement, car elles ne sont pas directement traitées par le Furet. La demande a été faite à monsieur Thibault, le directeur du Furet, qui l'a transmise au siège des magasins LE FURET DU NORD à Lomme.

a) Les outils mis en place afin d'effectuer une étude précise de la consommation énergétique.

Avant de commencer à étudier ces factures il nous a fallu trouver comment il était possible de comparer le plus rigoureusement possible les consommations en énergie alors que les conditions d'utilisation, notamment climatiques, n'étaient pas les mêmes.

Pour repérer si des changements dans l'utilisation du site avaient eu lieu lors de cette période nous avons questionné le technicien de maintenance, Mr Dubusq, qui nous a répondu par la négative. Nous avons également examiné toutes les interventions qu'OPTTEOR a réalisées sur le bâtiment depuis la prise en charge de la maintenance en janvier 2009 afin de repérer les anomalies qui auraient été susceptibles de fausser les consommations mais celles-ci étaient sans influence sur les consommations énergétiques.

Il était indiqué dans les documents de formation que pour comparer des consommations annuelles entre elles sans que celles-ci soit faussées par les différences climatiques il fallait calculer la rigueur de chacune de ces années en utilisant les DJU⁽⁴⁾ (Degrés Jours Unifiés).

Calcul des DJU⁽⁴⁾, pour le chauffage :

Pour chaque 24 heures, le nombre de degrés jours unifiés (DJU⁽⁴⁾) est déterminé en faisant la différence entre la température de référence, 18°C, et la moyenne de la température minimale et la température maximale de ce jour, c'est-à-dire 18 °C moins la moitié de la somme de la température maximale et de la température minimale. On relève généralement les DJU⁽⁴⁾ sur la période de chauffe de 231 jours, du 1^{er} Octobre au 20 Mai.

$$dju=18 - (Tmin+Tmax)/2$$

Si Dju<0 alors on prend dju= 0

Calcul des DJU⁽⁴⁾, pour la climatisation:

Pour chaque 24 heures, le nombre de degrés jours unifiés (DJU⁽⁴⁾) est déterminé en faisant la différence entre la moyenne de la température minimale et la température maximale de ce jour et la température de référence, 18°C, c'est-à-dire la moitié de la somme de la température maximale et de la température minimale moins 18 °C.

$$dju= (Tmin+Tmax)/2-18$$

Si Dju<0 alors on prend dju= 0

Cela permet ensuite de voir qu'elle était la rigueur durant la période étudiée. Pour cela on compare la valeur des DJU⁽⁴⁾ relevé sur la période avec la valeur des DJU⁽⁴⁾ trentenaires, calculés sur une moyenne de trente ans durant cette même période. On parle de la rigueur.

$$\text{Rigueur} = \text{DJR} / \text{DJT}$$

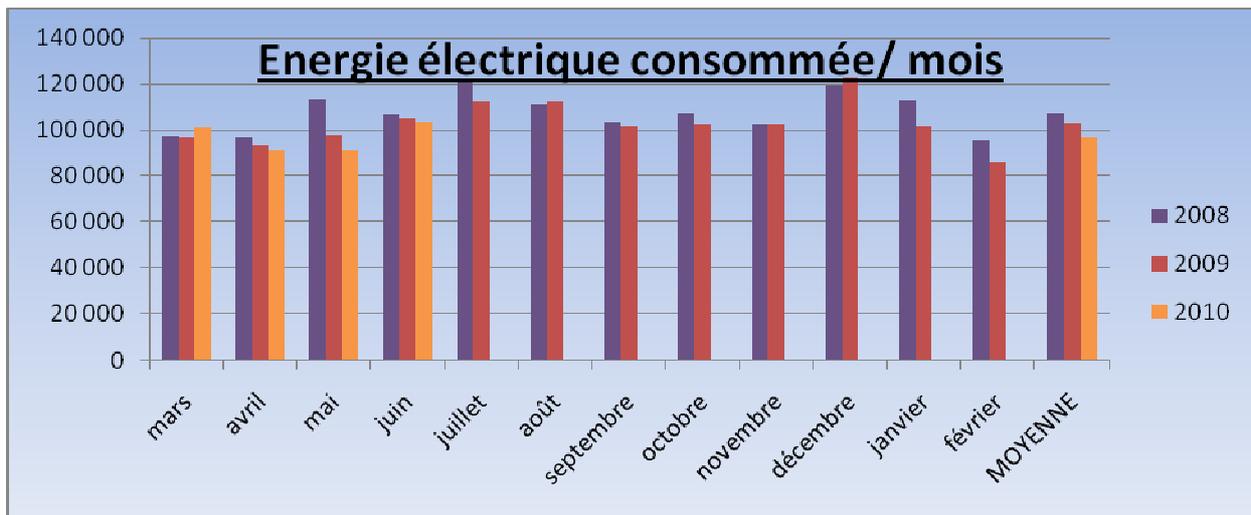
Ensuite pour comparer les consommations des différentes années sur une même période il suffit de mettre toutes les consommations en rigueur 1 en faisant un produit en croix.

b) Etude des factures électriques.

L'électricité étant l'énergie la plus utilisée sur le site du Furet, nous avons donc tout naturellement commencé par étudier cette source d'énergie. Le contrat électrique du Furet du Nord est un contrat au Tarif vert A8 avec une puissance souscrite de 340 kW pour toutes les périodes tarifaires.

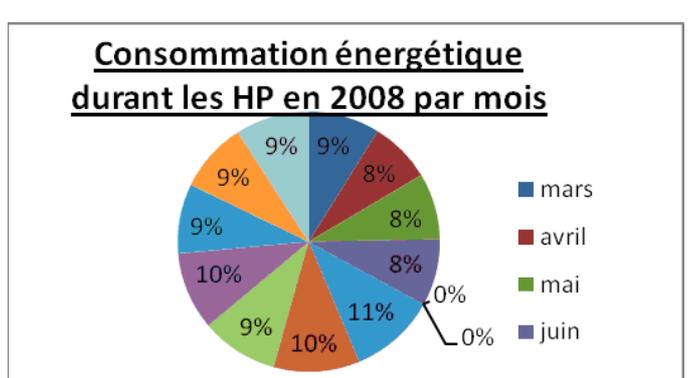
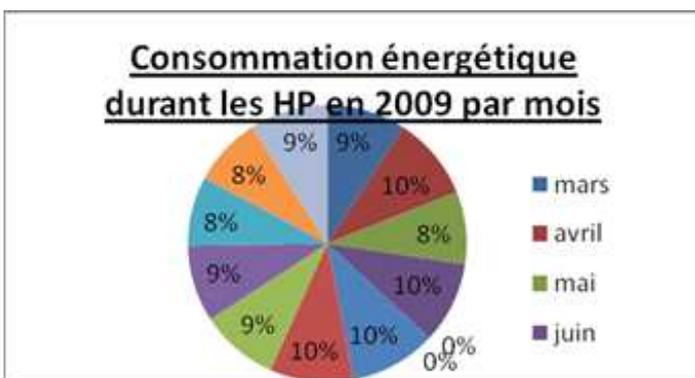
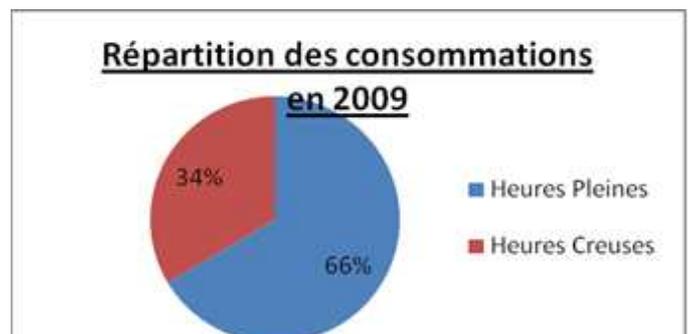
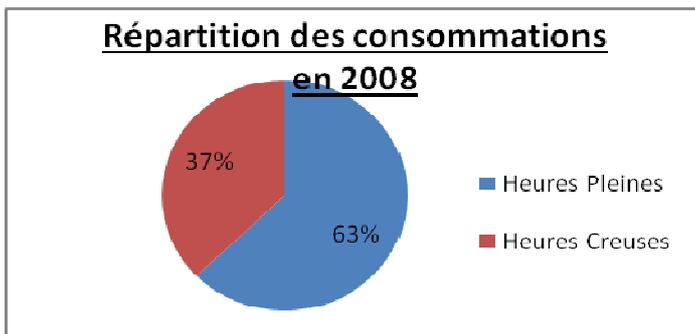
	2 008				2 009				2 010			
	HP	HC	P	TOTAL	HP	HC	P	TOTAL	HP	HC	P	TOTAL
mars	59 180	38 048		97 228	64 948	31 860		96 808	54 206	46 746		100 952
avril	50 793	46 002		96 795	66 609	26 717		93 326	58 086	32 942		91 028
mai	64 436	48 684		113 120	60 591	37 341		97 932	46 541	44 764		91 305
juin	60 953	45 497		106 450	73 012	31 792		104 804	60 787	42 585		103 372
juillet		121 337		121 337		112 320		112 320				0
août		111 100		111 100		112 289		112 289				0
septembre	76 380	26 949		103 329	74 906	26 750		101 656				0
octobre	78 446	28 793		107 239	72 502	30 007		102 509				0
novembre	67 467	34 770		102 237	68 042	34 130		102 172				0
décembre	58 394	39 822	21 397	119 613	58 798	42 422	21 575	122 795				0
janvier	49 346	45 312	18 141	112 799		99		101 638				0
février	41 811	38 259	15 248	95 318	88 188	76 771	22 482	85 902				0
MOYENNE	60 721	39 214	18 262	107 214	69 733	46 875	22 029	102 846	54 905	41 759		96 664

Dans un premier temps nous avons dû rassembler toutes les consommations dans un tableau de synthèse afin de pouvoir ensuite comparer ces relevés.



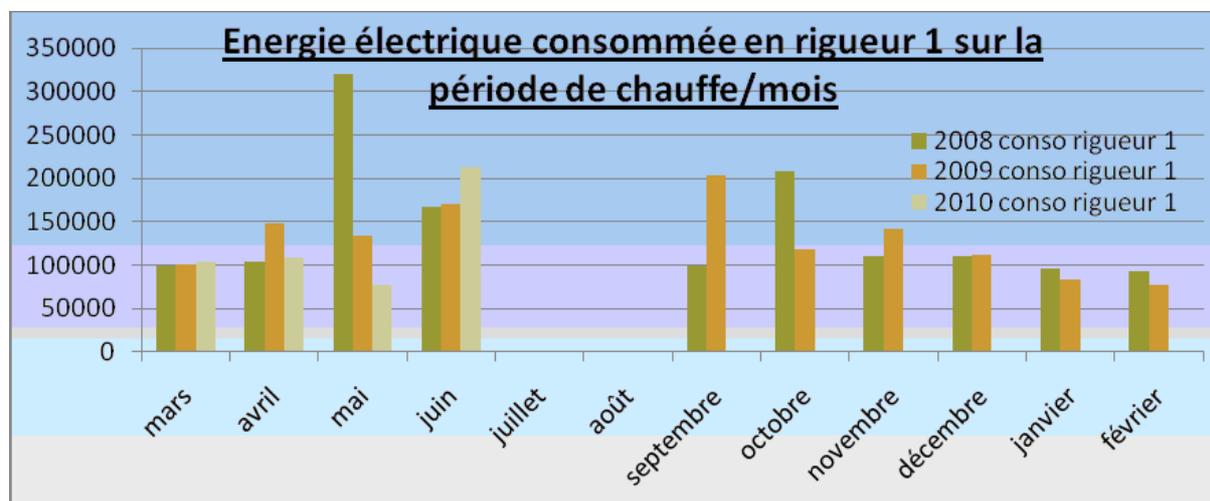
On peut voir que la consommation d'énergie électrique est relativement stable d'une année à l'autre et que celle-ci est quasi identique tout au long de l'année. La consommation moyenne est de l'ordre de 105000 kWh par mois.

Nous avons voulu aussi savoir qu'elle était la répartition de la consommation entre les heures pleines, heures auxquelles le magasin est ouvert et les heures creuses, en dehors des heures d'ouverture. Pour analyser cela nous n'avons pas pris en compte les consommations des mois de Juillet et Août car lors de cette période il n'y a pas de différence dans la tarification.



Par l'étude de ces diagrammes on remarque que la consommation en heures creuses n'est pas négligeable car elle représente en moyenne 35 % de la consommation énergétique totale, ce qui semble être une consommation assez élevée.

Cependant le samedi est compris dans les heures creuses, ce qui explique cette forte consommation. Une fois ce jour retiré, les heures d'inoccupation du magasin ne représentent plus que 19% de la consommation totale. Cette consommation est due au fonctionnement en continu des climatisations Airwell, de la chaudière, ainsi que des systèmes de sécurité incendie et anti-intrusion.



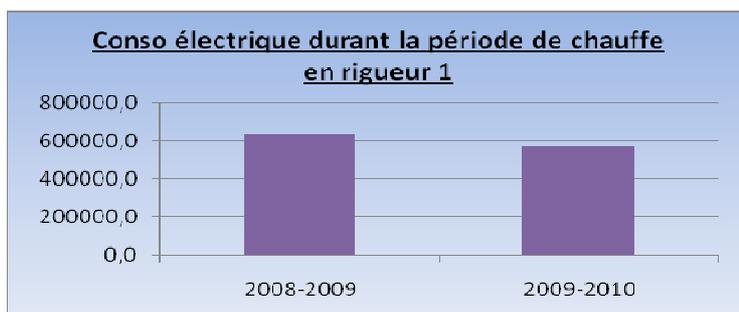
Ces diagrammes confirment aussi que la consommation électrique est constante tout au long de l'année.

KWH	2008			2009			2010		
	conso réelle	Rigueur	conso rigueur 1	conso réelle	Rigueur	conso rigueur 1	conso réelle	rigueur	conso rigueur 1
mars	97 228	0,98	99 250	96 808	0,96	100 755	100 952	0,97	104 433
avril	96 795	0,93	104 032	93 326	0,63	148 290	91 028	0,84	108 245
mai	113 120	0,35	320 274	97 932	0,73	133 579	91 305	1,19	76 663
juin	106 450	0,64	166 818	104 804	0,61	170 729	103 372	0,49	212 639
juillet									
août									
septembre	103 329	1,04	99 064	101 656	0,50	203 312			
octobre	107 239	0,52	207 529	102 509	0,87	118 144			
novembre	102 237	0,93	110 388	102 172	0,72	142 239			
décembre	119 613	1,09	109 727	122 795	1,09	112 379			
janvier	112 799	1,18	95 462	101 638	1,21	84 081			
février	95 318	1,02	93 798	85 902	1,10	77 969			
MOYENNE									

Lorsque l'on passe les consommations d'électricité en rigueur 1 de grosses différences apparaissent. On remarque que ces pics sont présents des mois où la rigueur est très faible, cela s'explique par le fait que nous tenons compte de l'influence des conditions climatiques sur le chauffage et non sur le refroidissement, nous ne prenons pas en compte l'énergie consommée pour refroidir le site durant cette période.

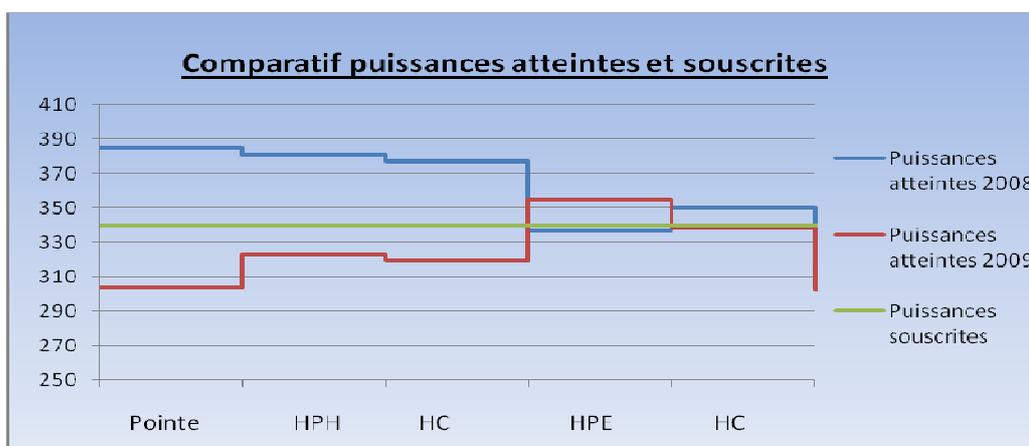
Cependant si nous travaillons seulement sur la période dite de chauffe, du 1^{er} Octobre au 20 Mai, ces pics disparaissent. On obtient alors le résultat suivant :

	Conso Electrique durant la période de chauffe				
	conso réelle	DJU	rigueur	conso rigueur 1	Tendance (%)
2008-2009	615796,0	2448,2	0,97	637893,4	
2009-2010	593620,0	2629,6	1,04	572490,2	-10



On observe une baisse de 10 % de la consommation électrique entre ces deux saisons. Cela s'explique par le remplace des rideaux d'air chaud⁽¹⁰⁾ électriques à la sortie du magasin durant l'année 2009.

Aux vues des factures électriques on peut conclure que la puissance souscrite est appropriée car les dépassements ne représentent que 0,8 % de la facture totale alors qu'ils apparaissent dans le feuillet de gestion. Il nous faudrait cependant connaître la durée de ceux-ci pour confirmer ce bon dimensionnement.



c) Etude des factures de gaz.

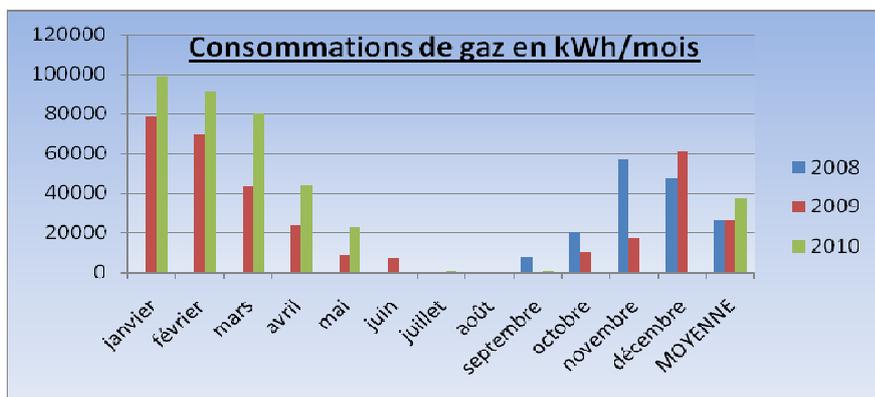
Sur ce site le gaz n'est utilisé que par la chaudière qui elle-même n'alimente que les rideaux d'air chaud⁽¹⁰⁾ à l'entrée du magasin, car la centrale d'air qui est aussi raccordée sur la chaudière a été mise hors-gel.

Le contrat de gaz pour le Furet du Nord est une formule référence à la consommation.

Voici le relevé des consommations en gaz :

m ³	2008	2009	2010
janvier		7735	9925
février		6884	9190
mars		4178	7959
avril		2291	4300
mai		846	2262
juin		691	0
juillet		0	2
août	0	0	0
septembre	708	0	17
octobre	2015	1029	
novembre	5390	1759	
décembre	4696	6143	
MOYENNE	2602	2630	3739
SOMME		31556	

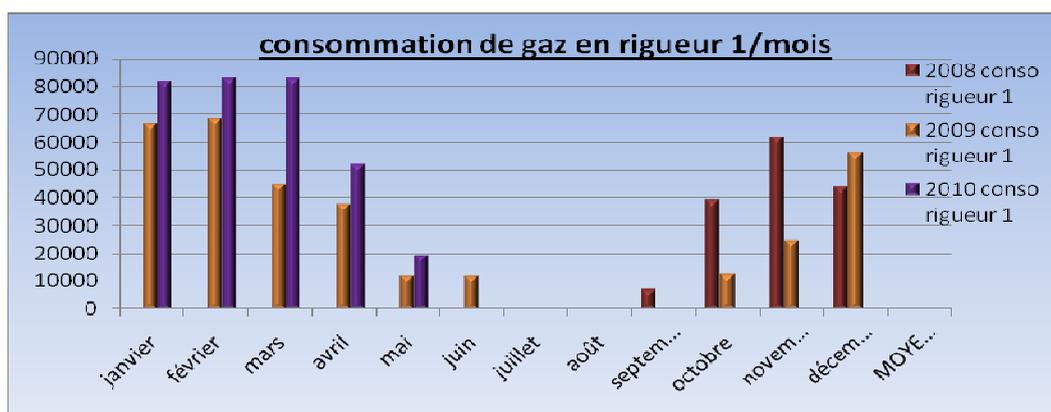
KWH	2008	2009	2010
janvier		78642	98813
février		69466	91202
mars		43021	80163
avril		23744	43585
mai		8792	23088
juin		7182	0
juillet		0	21
août	0	0	0
septembre	7261	0	175
octobre	20293	10552	
novembre	57057	17374	
décembre	47556	61252	
MOYENNE	26433	26685	37450
SOMME		320225	



Sur cet histogramme, on remarque une grande différence de consommation de gaz entre les différentes années, ainsi qu'une certaine proportionnalité dans les consommations.

Il nous faut donc comparer ces consommations en les ramenant à une rigueur 1 afin de voir si ces différences s'atténuent.

KwH	2008			2009			2010		
	conso réelle	Rigueur	conso rigueur 1		Rigueur	conso rigueur 1		rigueur	conso rigueur 1
janvier	0,0	0,8		78641,7	1,2	66554,9	98813,3	1,2	81744,2
février	0,0	0,8		69466,4	1,0	68358,4	91201,6	1,1	82779,1
mars	0,0	1,0		43020,9	1,0	44774,9	80163,0	1,0	82927,3
avril	0,0	0,9		23743,9	0,6	37727,8	43584,8	0,8	51828,5
mai	0,0	0,4		8791,6	0,7	11991,8	23088,2	1,2	19385,8
juin	0,0	0,6		7182,3	0,6	11700,1	0,0	0,5	0,0
juillet	0,0			0,0		0,0	20,6		
août	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0		0,0
septembre	7260,5	1,0	6960,8	0,0	0,5	0,0	174,7	0,8	209,7
octobre	20293,1	0,5	39271,1	10552,4	0,8	12629,3	0,0	1,0	0,0
novembre	57057,1	0,9	61605,9	17574,2	0,7	24465,9	0,0	0,4	0,0
décembre	47556,4	1,1	43625,9	61251,9	1,1	56056,1	0,0	0,0	
MOYENNE									

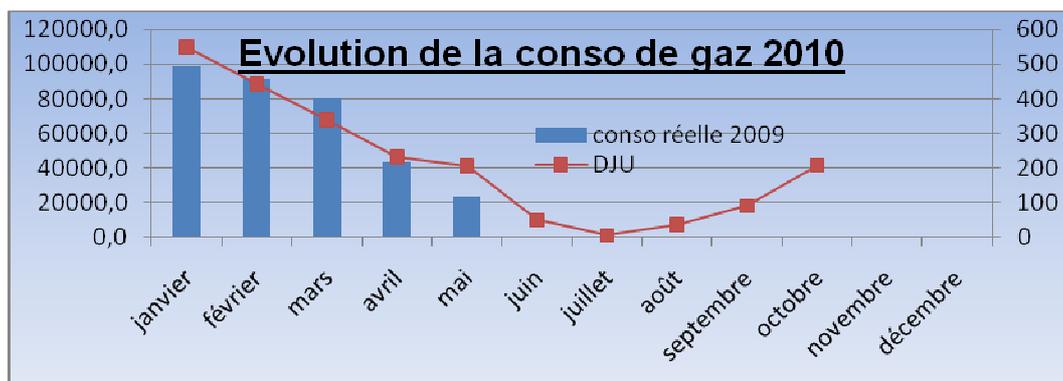
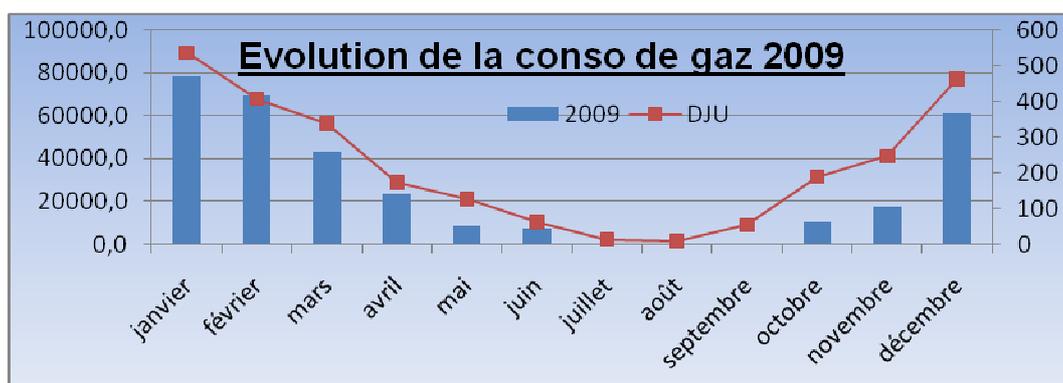
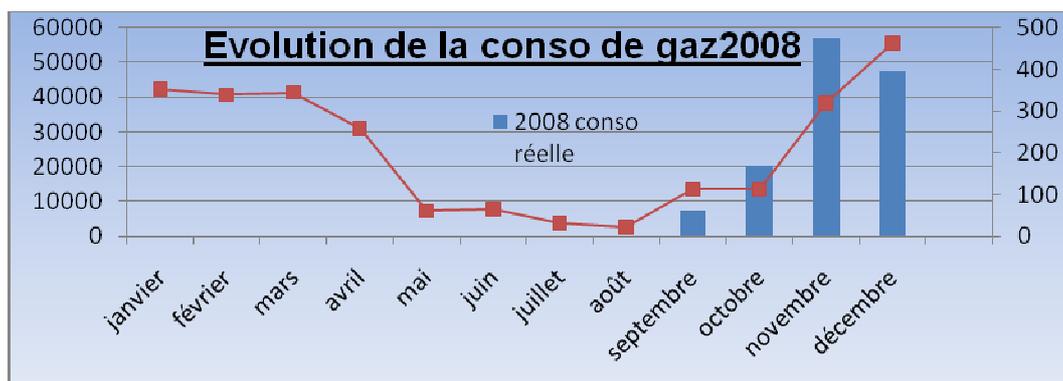


En ramenant les consommations de gaz à une rigueur 1 on peut voir que ces différences ont diminuées mais elles restent non négligeables.

Conso de gaz durant la période de chauffe					
	conso réelle	DJU ⁽⁴⁾	rigueur	conso rigueur 1	Tendance(%)
2008-2009	348571,2	2448,2	0,97	361079,4	
2009-2010	426229,4	2629,6	1,04	411057,8	13,841

En analysant la consommation sur la période proprement dit de chauffe, du 1^{er} Octobre au 20 Mai, on peut voir que la tendance de consommation est à la hausse avec + 14 % en 2009-2010. Cela peut être dû à une baisse du rendement de la chaudière ou à une consommation anormale durant une courte période. L'historique ne nous illustre aucune anomalie flagrante telle une fuite car il y'a trop d'irrégularité. Pour essayer de les repérer nous

avons mis sur un même graphique l'évolution des DJU⁽⁴⁾ et celle de la consommation de gaz afin de voir si leurs variations étaient toujours proportionnelles.



On remarque une anomalie de consommation lors du mois de novembre 2008, cependant cela n'explique pas les écarts saisonniers.

Suite à cette étude nous pouvons conclure que des consommations de gaz ont été faites inutilement en 2009 car la chaudière est restée allumée jusqu'en Juin. Les irrégularités dans les consommations peuvent s'expliquer par le fait que la chaudière fonctionne en sous-régime.

d) Etude des factures d'eau.

Sur le site du Furet du Nord l'eau n'est utilisée que pour le système de sécurité incendie (Sprinkleur⁽⁵⁾) et les sanitaires. Il y'a 5 compteurs d'eau pour chiffrer la consommation, chacun situé dans des zones distinctes.

Lorsque nous avons récupéré les factures nous avons remarqué que la facturation était basée sur des estimations, mise à part pour un seul compteur facturé séparément. Nous avons

commencé l'étude à partir du mois d'Octobre 2009 en supposant qu'un relevé a été fait à cette période, la facture du mois précédant étant de - 6784 €.

m ²	2009-2010
octobre	
novembre	733,93
decembre	
janvier	
février	802,375
mars	
avril	
mai	808,045
juin	
juillet	
août	1883,91
septembre	
SOMME	4208,26

Si l'on calcul la consommation moyenne d'eau en m³/m² on obtient un ratio de 0,593 alors que lors de l'étude des consommations des sites du pôle emploi nous avons des ratios moyens de l'ordre de 0,02 m³/m², soit 30 fois inférieur à celui du Furet. On peut donc supposer que tous ces relevés sont encore des estimations, c'est pourquoi nous n'avons pas approfondie notre analyse sur la consommation en eau.

Il serait intéressant d'effectuer des relevés trimestriels sur une année afin de pouvoir avoir une idée précise des consommations réelles. De plus cela permettrait de voir la surestimation qui est faite dans la facturation par les Eaux du Nord afin de voir l'avance sur frais qui est réalisée et de leur demander de revoir leurs estimations.

C. Diagnostic de performance énergétique du bâtiment.

La loi du 13 Juillet 2005 a instauré officiellement l'obligation d'afficher la performance énergétique d'un bâtiment. Pour les bâtiments recevant du public, comme le Furet du Nord, cette loi s'applique depuis avril 2008. Cette information est donnée par le diagnostic de performance énergétique, DPE⁽⁶⁾.

Les objectifs du DPE⁽⁶⁾ sont simples, il fournit une information sur les consommations d'énergie, leurs coûts, ainsi que les émissions de gaz à effet de serre qui en incombent. Il est accompagné de recommandations d'améliorations sur les types de travaux à engendrer et des conseils génériques sur l'utilisation du bâtiment pour diminuer ces consommations. Une évaluation de la rentabilité de ces améliorations est aussi à fournir.

Le DPE⁽⁶⁾ comporte une illustration efficace de la performance énergétique du bâtiment, l'étiquette énergie et climat. Cette attribution d'une lettre selon la quantité d'énergie consommée à l'année et de gaz à effet de serre dégagé permet de situer les dépenses énergétiques du bâtiment par rapport aux autres sites semblables.

Le DPE⁽⁶⁾ permet d'autre part d'avoir une certaine transparence de la consommation d'énergie tant dans le secteur tertiaire qu'industriel, de mieux connaître le parc de consommation pour le gestionnaire des réseaux de transport et de distribution d'électricité et pour le producteur et bien entendu de mettre en place des actions visant à économiser de l'énergie et à diminuer les émissions de CO₂.

Afin d'effectuer ce diagnostic sur le bâtiment du Furet du Nord nous nous sommes basés sur les consommations énergétiques facturées par les fournisseurs d'énergie au Furet, sur les DJU⁽⁴⁾ calculés lors de notre étude et des valeurs de surface fournies par l'architecte en charge de ce bâtiment.

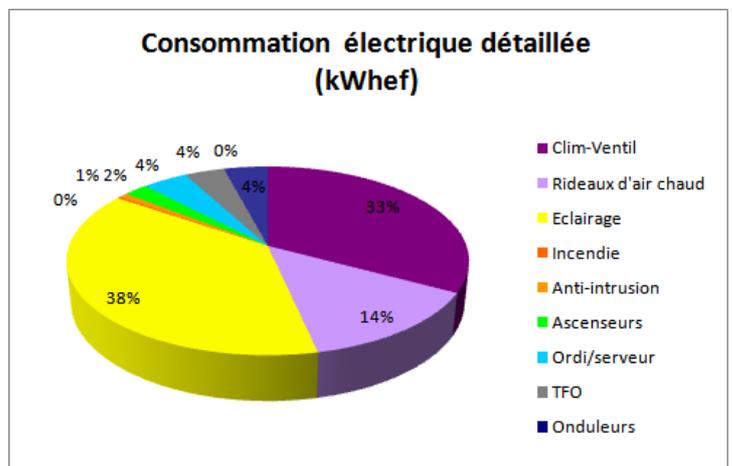
Nous en avons tiré un premier bilan :

Description du site				
Adresse : FURET DU NORD PLACE GÉNÉRAL DE GAULLE 59 000 LILLE	Site			
	Localisation	Lille	DJU	2536
	Station météo	Lesquin	Chauffage	nov. - avr.
	Altitude (m)	16	Nb jours ouvrés	304
	Nb de bâtiment(s)	1	Fréq. moy.	12 000
	Orientation	NNO-SSE	Climatisation GF	mai - sept.
	Usage	Tertiaire/Bureaux		
	Caractéristiques du bâtiment			
	SHON (m2)	7 100	Hauteur sous plafond (m)	2,5
	Volume chauffé (m3)	17750		
	Occupation bureaux	13,5 h/jour		
	Occupation magasin	10 h/jour		

Type d'énergie	Électricité (kWhcf)	Gaz (kWhPCI)	Conso ep	téq CO ₂	Coût total (€HT)	Coût unitaire moyen (€HT)
Facturation EDF	1 234 151	-	3 184 110	104	80 109	0,0649
Gaz	-	426250	4 249 712	128	19 607	0,046
Total énergie	1 234 151	426 250	7 433 822	232	99 716	-
	Conso (m3)					
Eau	1090	-	-	-	4208	3,86

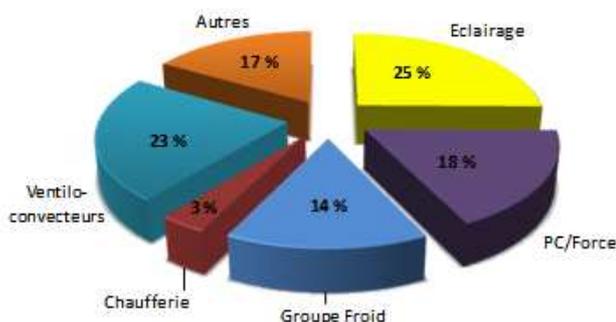
Nous avons ensuite dispatché ces consommations par type d'utilisation afin de visualiser l'importance de certains pôles de consommation et de comparer cette répartition à la moyenne des bâtiments tertiaires.

Poste		Conso (kWh)	Pourcentage
Chauffage	Clim-Ventil	405 707	33%
	Rideaux d'air chaud	169 161	13,7%
Eclairage	Eclairage	468 996	38%
Sécurité	Incendie	3 854	0%
	Anti-intrusion	9 708	1%
Ascenseurs	Ascenseurs	27 188	2%
Informatique	Ordi/serveur	52 510	4%
Pertes	TFO	46 375	4%
	Onduleurs	-	0%
Divers	Divers	50 652	4%
Total		1 234 151	100%



On remarque que la consommation d'électricité liée à l'éclairage est assez importante sur ce bâtiment. Compte tenu du peu d'ouvertures permettant à la lumière naturelle de rentrer, cette forte consommation est normale.

Cette répartition constatée au Furet du Nord n'est pas très éloignée de la moyenne des bâtiments tertiaires.

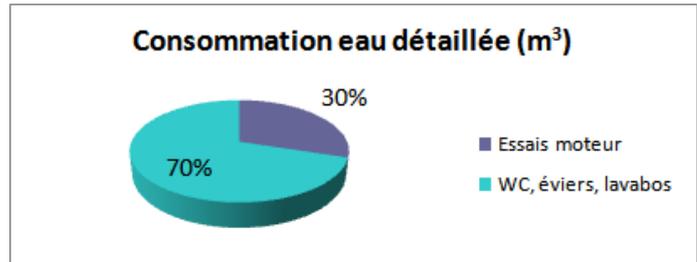


Au niveau des consommations de gaz, elles sont entièrement dédiées à l'alimentation de rideaux d'air chaud, donc au chauffage.

Poste		Conso (kWh)	Pourcentage
Chauffage	Chaudière	426 250	100%

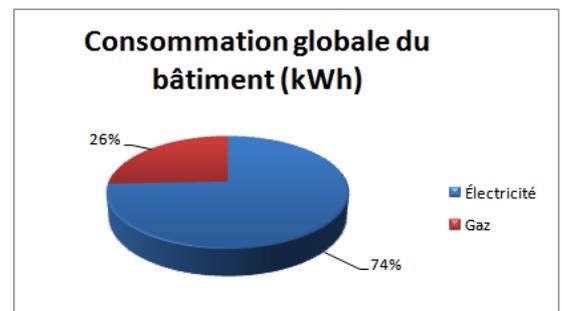
L'eau est quand à elle utilisée pour les sanitaires du personnel et pour l'installation de sécurité incendie Sprinkleur⁽⁵⁾. Les consommations d'eau suivent cette répartition.

Poste		Conso (m ³)	Pourcentage
Sprinkleur	Essais moteur	326	29,9%
Eau sanitaire	WC, éviers, lavabos	764	70%
Total		1090	100%



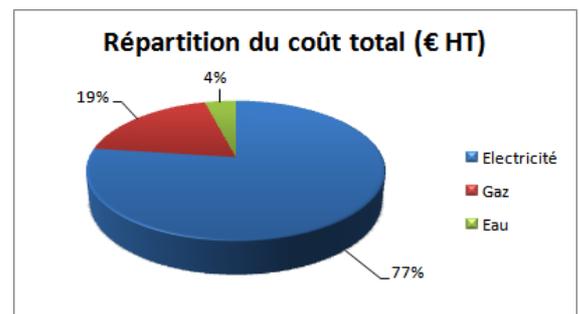
Cette dernière énergie ne se traduit pas en kWh, elle n'est donc pas comptabilisée dans la répartition énergétique globale du Furet.

Type d'énergie	Électricité	Gaz
Consommation globale du bâtiment (kWh)	1 234 151	426 250
Pourcentage	74%	26%
Total	1 660 401	



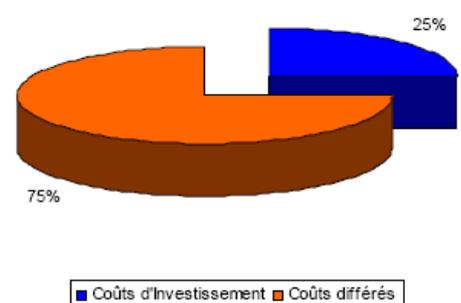
Afin d'avoir une vision plus commerciale de ces consommations nous avons traduit les relevés en dépenses par an. On voit ainsi apparaître notre troisième énergie, l'eau.

Année	Type d'énergie	Coût HT (€)	Pourcentage
2009	Electricité	80 109	77%
	Gaz	19 607	19%
	Eau	4 208	4%
	Total	103 924	100%



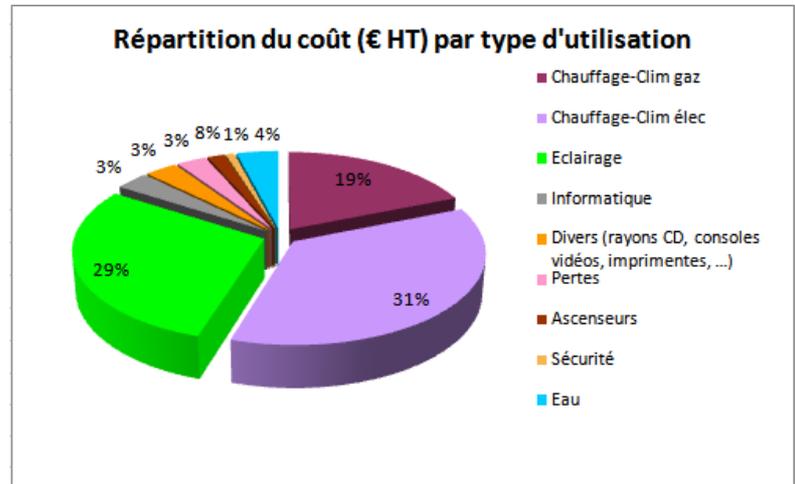
Coût global

Il était également intéressant de voir le coût annuel d'utilisation de chaque groupe d'équipements. En effet le coût global d'un appareil est bien souvent assimilé à son coût d'investissement, cependant le coût dû à ses consommations énergétiques, le coût différé, est bien souvent plus supérieur à celui-ci et justifie un investissement plus important dans une technologie moins énergivore.



Coûts d'Investissement Coûts différés

Poste	Conso (kWh _{ef})	Coût (€)	Pourcentage
Chauffage-Clim gaz	426 250	19 607	19%
Chauffage-Clim élec	574 868	37 315	36%
Eclairage	468 996	30 442	29%
Informatique	52 510	3 408	3%
Divers (rayons CD, consoles vidéos, imprimantes, ...)	50 652	3 288	3%
Pertes	46 375	3 010	3%
Ascenseurs	27 188	1 765	2%
Sécurité	13 562	880	1%
Eau	-	4 208	4%
TOTAL	1 660 401	103 924	100%



Ces différents graphiques nous permettent de visualiser clairement les coûts liés aux dépenses d'énergie et donc nous ont amené à accorder plus d'attention à certains pôles de consommation.

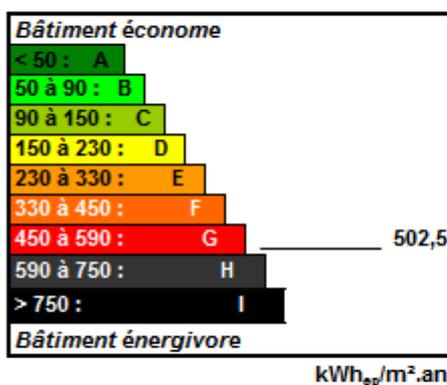
Ces quantifications énergétiques nous ont permis d'établir le DPE⁽⁶⁾ du Furet du Nord.

L'étiquette énergie se calcul à partir de la somme des énergies consommées en kWh énergie primaire. Afin de passer des énergies en kWh à des kWh_{ep}⁽⁷⁾, un certain coefficient est à attribuer à notre consommation et celui-ci dépend du type d'énergie considéré. Pour le gaz naturel la quantité en kWh PCI⁽⁸⁾ est égale à celle en kWh_{ep}⁽⁷⁾. Le passage en masse de CO₂ permet d'évaluer la quantité de gaz à effet de serre (GES) émis.

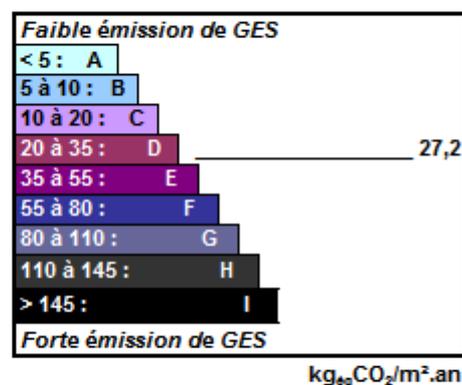
facteurs de conversion	
gaz naturel	
de kWh PCS à des kWh PCI	0,9
de kWh PCI à des kg CO2	0,234
électricité (hors énergie renouvelable)	
de kWh PCS ou PCI à des kWh _{ep}	2,58
de kWh PCI à des kg CO2	0,084
gaz propane	
de tonne à des kWh PCI	13800
de kWh PCI à des kg CO2	0,274
gaz butane	
de tonne à des kWh PCI	12780
de kWh PCI à des kg CO2	0,274
fioul domestique	
de litre à des kWh PCI	9,97
de kWh PCI à des kg CO2	0,3
pétrole, gazole	
de litre à des kWh PCI	9,97
de kWh PCI à des kg CO2	0,32

Nous obtenons donc :

ETIQUETTE Energie



ETIQUETTE Climat



Consommation réelle :

502,5 kWh_{ep}/m².an

Estimation

des émissions :

27,2 kg_{eq}CO2/m².an

Nous pouvons constater que l'étiquette énergétique du Furet du Nord est médiocre et que ses émissions de GES sont assez importantes, l'objectif de ce test réel est donc de proposer des améliorations concrètes afin de corriger cette étiquette et de réduire le dégagement de GES.

III.4) Les propositions d'améliorations

A. Les améliorations étudiées.

a) Améliorations sans investissements

Etude du contrat EDF

Le contrat que le Furet du Nord a actuellement avec EDF est un contrat Tarif vert de Type A8 Longue Utilisation avec une puissance souscrite de 340 kW.

Pour réaliser cette étude nous avons utilisé les références suivantes :

- Un fichier indiquant les prix EDF au 15 Août 2010 des différents tarifs vert.
- Pour pouvoir comparer les tarifs vert A5 et les tarifs vert A8 entre eux nous avons dû retoucher les relevés pour les périodes de tarification qui n'apparaissent pas dans les tarifs A5.
 - _ On suppose que la consommation en juillet et août est répartie de la façon suivante:
HC 38% /HP 62%
 - _ On suppose que 37 % de la consommation électrique des HC en tarif A8 passe en HP dans la tarification A5, le samedi n'étant plus compris dans les HC.

Comparaison des tarifs avec les consommations existantes:

	Tarif A5 MU		Tarif A5 LU		Tarif A5 TLU	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009
prime fixe	15871	15871	22603	22603	32518	32518
prix consommation	66281	63588	58631	56397	53925	52014
TOTAL prix HTC	82152	79459	81234	79001	86443	84531
ECONOMIES	-1170	-613	-252	-155	-5461	-5685

	Tarif A8 TLU		Tarif A8 MU		Tarif A8 LU	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009
prime fixe	32069	32069	14647	14647	22481	22481
prix consommation	53056	51400	67485	64703	58501	56365
TOTAL prix HTC	85125	83469	82132	79350	80982	78846
ECONOMIES	-4144	-4623	-1151	-504		

Comparaison des tarifs avec l'augmentation de la consommation due aux rideaux d'air chaud⁽¹⁰⁾ et la baisse due au remplacement de l'éclairage par des LEDs⁽⁹⁾ :

		Tarif A5 LU ac. rid d'air		Tarif A8 LU ac. rid d'air		Tarif A5 MU ac. rid d'air	
		2008	2009	2008	2009	2008	2009
prime fixe		22603	22603	22481	22481	15871	15871
prix consommation		67380	65039	66814	64679	76417	73601
TOTAL prix HTC		89984	87642	89295	87160	92288	89472
ECONOMIES		-688	-483			-2993	-2313
		Tarif A8 MU ac. rid d'air+néons		A8 TLU rid d'air+ néons		A5 TLU ac. rid d'air+ néons	
		2008	2009	2008	2009	2008	2009
prime fixe		14647	14647	32069	32069	32518	32518
prix conso		60913	58130	46973	45316	47807	45895
TOTAL prix HTC		75560	72778	79041	77385	80324	78413
ECONOMIES		-859	-212	-4341	-4820	-5623	-5848

Comparaison des tarifs avec l'augmentation due aux rideaux d'air chaud.

		Tarif A5 MU ac. rid d'air		Tarif A8 MU ac. rid d'air		Tarif A5 TLU ac. rid d'air	
		2008	2009	2008	2009	2008	2009
prime fixe		15871	15871	14647	14647	32518	32518
prix consommation		76417	73601	77786	75003	60769	58858
TOTAL prix HTC		92288	89472	92433	89650	93287	91376
ECONOMIES		-2993	-2313	-3137	-2491	-3992	-4216

		Tarif A8 LU ac. rid d'air		Tarif A8 MU ac. rid d'air		Tarif A8 TLU ac. rid d'air	
		2008	2009	2008	2009	2008	2009
prime fixe		22481	22481	14647	14647	32069	32069
prix consommation		66814	64679	77786	75003	60210	58554
TOTAL prix HTC		89295	87160	92433	89650	92279	90623
ECONOMIES				-3137	-2491	-2984	-3463

On peut voir que le contrat de tarification qui est en place est celui qui est le plus intéressant, ainsi que si l'on remplace les rideaux d'air chaud⁽¹⁰⁾ fonctionnant au gaz par des électriques et l'éclairage existant par des LEDs⁽⁹⁾.

Améliorations au niveau du matériel informatique.

Régler les paramètres de veille et incitation à éteindre les ordinateurs en fin de journée:

Rédiger une note d'information, rappelant que la mise en veille permet d'économiser de l'énergie et que les écrans de veille animés consomment de l'énergie.

Mettre en place des autocollants sur le contour des ordinateurs : Préservons notre planète éteignons nos ordinateurs après utilisation.

Pour cette étude nous avons pris comme références et hypothèses:

- Chaque jour de travail, sur 60 ordinateurs, 20 restent allués la nuit et 20 ont un mode de veille mal réglé
- L'incitation sera efficace à 90% pour la mise en veille, 40% pour éteindre les ordinateurs après utilisation
- Nous avons fixé un prix de 10 centimes d'euros pour l'impression d'un sticker ou d'une note.
- Temps moyen de fonctionnement inutile d'un ordinateur : 6 h/ordi/jour

Investissement	60 stickers	6,00 €
	10 notes d'information	1,00 €

conso inutile d'ordi (kWh/jour)	nombre d'ordi	Coût annuel (€/an)	investissement (€)	économie estimée (€/an)	TRI (jours)
1,5	0,0 ⁶	1770,1	7,0	1150,6	2,2

b) Améliorations avec investissements.

Remplacement des rideaux d'air chaud⁽¹⁰⁾ fonctionnant au gaz par des rideaux d'air chaud⁽¹⁰⁾ électriques.

La chaudière à gaz alimente les rideaux d'air chaud⁽¹⁰⁾ de l'entrée et une centrale d'air qui est mise en hors-gel, il semble donc absurde de laisser fonctionner la chaudière seulement pour alimenter les trois rideaux d'air chaud⁽¹⁰⁾ à l'entrée. Pour étudier l'intérêt de ce remplacement nous avons donc d'abord estimé le prix annuel de la chaudière, puis le prix du remplacement des rideaux d'air chaud⁽¹⁰⁾ et enfin les économies engendrées par ce remplacement.

Prix de revient annuel de la chaudière :

Pour cette étude nous avons pris comme références et hypothèses :

- La consommation annuelle de gaz de la chaudière a été prise sur la base de la consommation relevée entre les mois d'Octobre 2009 à Octobre 2010 (exclu)
- Le prix du gaz a été pris à 46 €/MWkh
- Les prix fixes correspondent au prix payé en taxe intérieure et en contribution tarifaire d'acheminement entre Octobre 2009 et Octobre 2010 exclu
- Le prix de la maintenance correspond à une hypothèse de notre part, validée par Mr Réant

Consommation de gaz entre Octobre 2009 et Octobre 2010 (exclu) : 426424,635 kWh

	Prix
Maintenance	1500
consommation en gaz	19616
prix fixe	648
Coût annuel de la chaudière	21763

Coût du remplacement des rideaux d'air chaud⁽¹⁰⁾ :

Pour cette étude nous avons pris comme références et hypothèses :

- les plans architectes pour dimensionner les côtes de l'entrée
- les fiches techniques des produits TEDDINGTON
- un devis de TEDDINGTON pour les produits choisis
- les devis établis par OPTEOR lors du remplacement des rideaux d'air chaud⁽¹⁰⁾ de la sortie en 2009

Type de rideau : C2000E18R

Nombre de rideaux à installer : 3

Prix unitaire : 3296 €

Le coût du remplacement des rideaux d'air chaud⁽¹⁰⁾ est donc de **9888 €**

Economies annuelles et temps de retour sur investissement (TRI) :

Pour cette étude nous avons pris comme références et hypothèses :

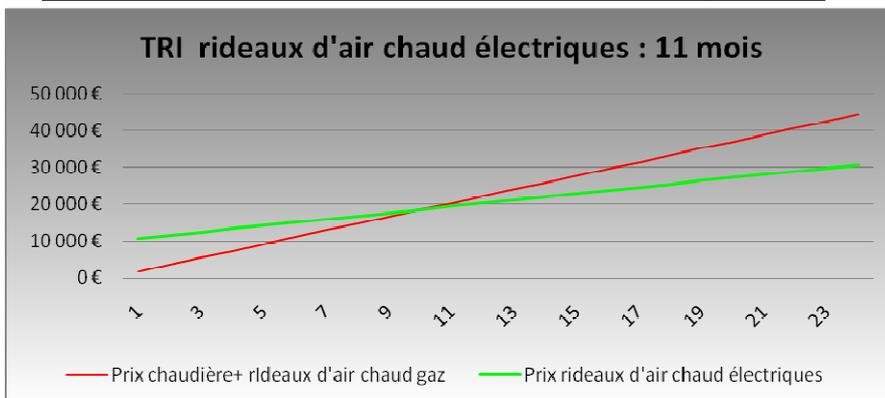
- Le prix du kWh électrique en heures pleines d'hiver, soit 7,662 c€
- Un temps de fonctionnement correspondant au temps annuel d'ouverture du magasin pendant la période de chauffe, en considérant que les rideaux d'air chaud⁽¹⁰⁾ ne fonctionnent que pendant cette période
- Une estimation de 200 € pour la maintenance des rideaux d'air chaud⁽¹⁰⁾ électriques

Remplacement des trois rideaux d'air chaud gaz	
type de rideaux	C2000E18R
Nombre de rideaux	3
puissance d'un rideau (kW)	18
prix unitaire	3 500
Temps de fonctionnement (H)	2470,5
puissance cumulée (kW)	54
conso électrique annuelle (kWh)	133407

Consommation électrique des rideaux d'air chaud gaz	
Puissance cumulée (kW)	2,25
consommation électrique annuelle (kWh)	5558,625

Dépenses annuelles (€)		
Nouvelle installation	conso électrique	10221
	maintenance rideau d'air chaud électrique	200
Ancienne installation	consommation gaz	20263
	consommation électrique	425
	Maintenance chaudière	1500
Economie annuelle (€)		11341

INVESTISSEMENT (€)	
Remplacement des rideaux d'air chaud	9888



	années	mois
TRI	0,87	10,5

$$\text{TRI} = \text{Investissement} + \text{Coût consommation annuelle}/12 * X$$

Remplacement des climatiseurs anciens par du matériel neuf.

Les climatiseurs qui traitent l'air du sous-sol et des 4 premiers étages sont récents, ils ont été installés en 2008, alors que ceux des 3 derniers étages sont anciens, plus de 10 ans. De plus, des rénovations pour les 3 derniers étages sont prévues prochainement. Nous avons donc comparé les consommations énergétiques de ces différents appareils afin de faire apparaître les écarts de consommation entre appareils anciens et récents et de calculer la rentabilité du changement des climatiseurs anciens.

Comparaison des consommations énergétiques entre climatiseurs récents et anciens:

Pour cette étude nous avons pris comme références et hypothèses :

- Pour les puissances nous avons utilisé les fiches techniques des différents produits où la puissance relevée sur les plaques constructeur
- Les temps de fonctionnement ont été estimés selon les fiches techniques des appareils DAIKIN où apparaissent la consommation annuelle et la puissance absorbée.
- Les surfaces ont été calculées en utilisant les plans architecte et un relevé sécurité sur l'effectif total autorisé par étage dans le magasin.

	Marque	surface (m ²)	puissance installée (kW)	Energie consommée (kWh)	ratio de puissance installée (W/m ²)	ratio d'énergie consommée (kWh/m ²)	Différence de consommation (%)
Niveaux - 1 à 1	DAIKIN	3077,0	161,9	182451,0	52,6	59,3	26
Niveaux 2-3 & 4	DAIKIN	934,0	36,1	42762,0	38,7	45,8	
Niveaux 4	AIRWELL-LG	418,0	15,6	31842,0	37,4	76,2	
Niveaux 5 et 6	AIRWELL	880,0	27,9	66960,0	31,7	76,1	

Après comparaison on note qu'il y a 26 % de différence de consommation entre les anciens (non-Inverter) et les récents (Inverter) climatiseurs. De plus, après recherches il est indiqué dans la plupart du temps que l'utilisation de climatisations Inverter permet d'économiser jusqu'à 40 % d'énergie par rapport à des climatiseurs standards. Notre estimation de 26 % d'économie est donc plausible.

Rentabilité de remplacer les anciennes climatisations par des neuves Inverter.

Pour cette étude nous avons pris comme références et hypothèses:

- Cet investissement doit être réalisé au moment du renouvellement des climatiseurs existants, on évite ainsi les dépenses dues au rachat du matériel à l'identique. On peut donc soustraire au coût d'investissement le prix d'achat des climatiseurs en place actuellement.
- Pour l'estimation du coût des climatiseurs nous avons utilisé le catalogue de produits du fabricant TOSHIBA avec les prix OPTÉOR.

• Nous avons estimé les prix de la main d'œuvre avec un gestionnaire de contrat qui réalise des devis quotidiennement.

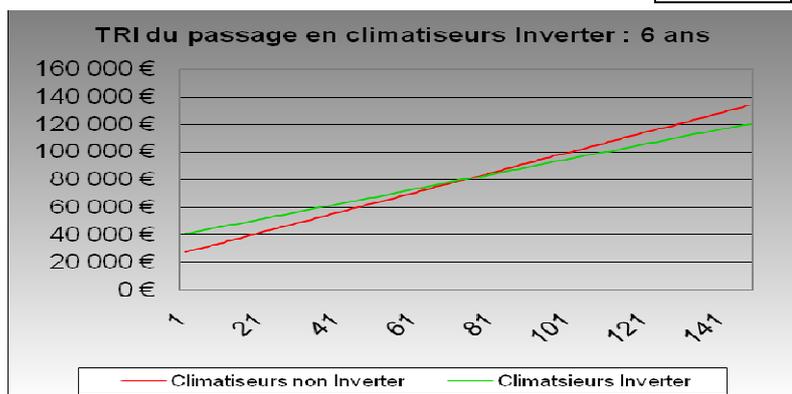
• Nous estimons que le remplacement des anciens climatiseurs par du matériel neuf permettra de faire 25% d'économie sur les consommations de ces appareils.

Investissement :

Type de climatisation	Quantité	Puissance (kW)	Prix (€)	
			Climatisation non-Inverter	Climatisation Inverter
gainable	4	14	19200	28000
plafonnière	2	7	5200	8000
murale	1	5	1800	2700
murale	1	2	1300	2100
		TOTAL	27500	40800

Economies :

MATERIEL CONCERNE		Pabs (kW)	conso actuelle (kWh/an)	Energie éco (kWh/an)	Conso estimée (kWh/an)	
	Armoire de climatisation	AIRWELL	12,63	30 312	7 578	22 734
	Climatisation gainable GA 500	AIRWELL	11,05	26 520	6 630	19 890
	Clim gainable ac unité exté Maneurop SL 572 AR	AIRWELL	5,8	13 920	3 480	10 440
	Climatisation gainable GA 500	AIRWELL	11,05	26 520	6 630	19 890
	Clim plafonnières	AIRWELL	2,28/2,82	6 000	1 500	4 500
	Clim gainable ac unité exté	CARRIER	4,39/4,35	10 488	2 622	7 866
	Caisson de clim	CIAT	3	7 200	1 800	5 400
	Clim	HITACHI	3,06	7 344	1 836	5 508
	Clim	LG	1,74	4 176	1 044	3 132
	Groupe extérieur clim LG	LG	3	1 530	383	1 148
TOTAL				134 010	33 503	100 508



		années	mois
Economies	kWh	33503	2792
	€	2175	181
TRI		6	73

Adaptation du temps d'éclairage en fonction des besoins

Le Furet du Nord, est un bâtiment globalement consacré à la vente. La mise en valeur des produits de cette librairie demande une grande puissance d'éclairage qu'il n'est pas envisageable de diminuer. Cependant ce sur éclairage n'est utile et donc nécessaire, qu'uniquement pendant les heures d'ouverture à la clientèle, c'est-à-dire de 9h30 à 19h30 les jours déterminés. Or les lumières sont toutes allumées à 6h00 lors de l'ouverture au personnel de nettoyage du magasin, une diminution de la puissance d'éclairage à ce moment là est possible. La mise en rayon s'effectue au plus tôt à 8h30, par souci de confort du personnel, la totalité des éclairages serait rallumée pour cette tâche. Il est évident que cette diminution de l'éclairage ne doit pas gêner le personnel d'entretien dans son travail, nous nous sommes donc référé aux normes imposées par l'association française d'éclairage et l'article R4223-4 du code du travail qui imposent un minimum de 200 lux d'éclairage. On reste bien au-dessus de cette valeur.

		Diminution de 50 % due à l'intervention
nombre de lux réel	642	321

L'étude des schémas électriques de ce bâtiment a confirmé la faisabilité de cette proposition. En effet chaque tableau électrique compte deux regroupements d'éclairage, il est donc aisé de couper une partie de celui-ci, celle tournée vers les rayons, par la pose d'horloges et de connecteurs.

Comparaison des consommations énergétiques entre éclairage actuel et éclairage avec optimisation du temps de fonctionnement :

Pour cette étude nous avons pris comme références et hypothèses:

- Une enquête auprès des employés du Furet nous a permis de juger de la nécessité ou non d'un éclairage maximum lors de la réalisation de leur travail.
- Pour les puissances, la luminosité, le prix et le temps d'utilisation de l'éclairage actuel, nous nous sommes référés aux renseignements donnés par le personnel de maintenance.

ACTUELLE						
DESIGNATION	PUISSANCE (W)	Luminosité (lm)	Durée de vie	Tps fonctionnement inutile (h/an)	Quantité rayons	Energie conso (kWh/an)
TUBES						
Fluorescent T5	54	650	20000 h	757,5	90	3681,45
Fluorescent T8	58	4000	20000 h	757,5	315	13839,525
SPOTS						
Spot Dichroïde	35	210	2000h	757,5	80	2121

La totalité de cette consommation énergétique annuelle serait évitée avec la pose d'un système de régulation permettant de décaler de 2 heures par jour l'heure d'allumage des rayons. L'économie d'énergie que représente cette amélioration est de 19 642 kWh par an.

Rentabilité de cette pose d'horloge :

La pose d'horloges afin de réduire le temps de fonctionnement de l'éclairage des rayons de deux heures par jour diminue non-seulement la facture énergétique due à la consommation de ces appareils, mais ralentit également la fréquence de remplacement de ces lampes.

Pour cette étude nous avons pris comme références et hypothèses:

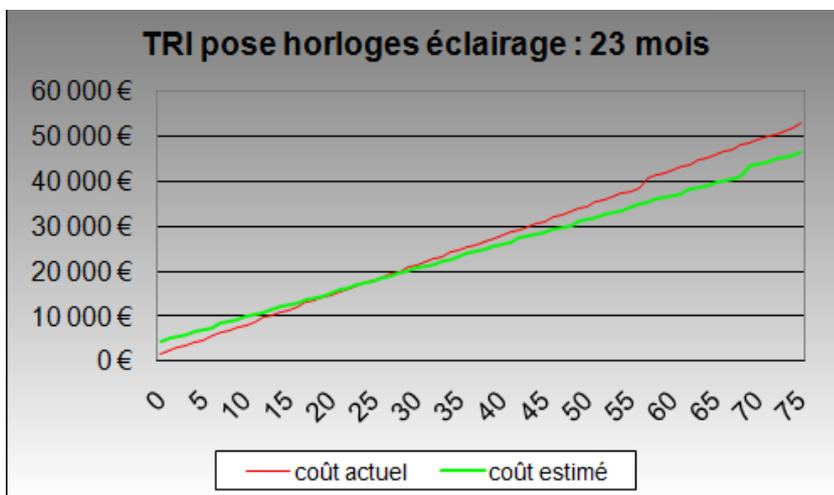
- Nous avons considéré que cette action se faisait au moment d'un relamping⁽¹¹⁾ de l'éclairage des rayons, ainsi l'influence de cette amélioration sur la durée de vie du matériel est plus facilement quantifiable.
- Le coût de l'éclairage actuel a été estimé avec les prix OPTÉOR pour ce matériel.
- Nous n'avons pas pris en compte le coût de main d'œuvre pour effectuer cette modification, partant du principe qu'elle sera réalisée par l'employé de maintenance du Furet du Nord, payé dans les deux cas de la même façon.
- Les coûts liés à cette améliorations ont été calculés à partir de grilles de prix et de main d'œuvre OPTÉOR.

Investissement :

Etages	Nbre tbl élec	coût intervention (€/h)	Durée intervention	Investissement (€)
-1	1	main d'œuvre	1	200
0	1	matériel	1	200
1	3	marge entreprise	3	600
2	1		1	200
3	1		1	200
4	2		2	400
5	2		2	400
6	2		2	400
7	1	200	1	200
			TOTAL	2800

Economies :

ACTUELLE				
DESIGNATION	PUISSANCE (W)	Prix	Energie conso (kWh/an)	Economies (€/an)
TUBES				
Fluorescent T5	54	3,77 €	3681,45	238,9629195
Fluorescent T8	58	3,41 €	13839,525	898,3235678
SPOTS				
Spot Dichroïde	35	4,49 €	2121	137,67411
TOTAL			19 642	1274,960597



		années	mois
Economies	kWh	19 642	1 636
	€	1 275	106
TRI		2	23

Relamping⁽¹¹⁾ mélioratif avec la technologie LED⁽⁹⁾

Le Furet du Nord, de par la conception du bâtiment, avec peu d'ouvertures et son utilisation en tant que surface de vente, nécessite un grand nombre d'éclairage. Cela explique en partie le fort pourcentage représenté dans les dépenses énergétiques. Cependant, les récents progrès technologiques dans le domaine de l'éclairage et notamment des LED⁽⁹⁾, offrent la possibilité de produire autant de lumière avec des puissances bien moindres. Une conférence relatant le choix de la RATP d'un fournisseur spécifique de LED⁽⁹⁾, après une longue étude de marché, nous a incités à nous intéresser aux produits de ce fabricant en particulier. Les éclairages proposés sont donc des LED⁽⁹⁾ STEP, qui ont la particularité d'avoir une durée de vie de 50 000 heures.

Comparaison des consommations énergétiques entre éclairage actuel et éclairage LED⁽⁹⁾:

Pour cette étude nous avons pris comme références et hypothèses:

- Pour les puissances et la luminosité de l'éclairage actuel nous avons récupéré un échantillon de chaque type d'éclairage auprès du personnel de maintenance.
- Le temps de fonctionnement de la surface de vente est précis, puisque toutes les lumières sont allumées (6h00) et éteintes (19h30) en même temps actuellement. Ces renseignements proviennent d'une enquête réalisée auprès du personnel de sécurité et de maintenance.
- Les caractéristiques techniques des LED⁽⁹⁾ proposées sont référencées dans le catalogue professionnel 2011, N2ED de STEP, récupéré lors de la conférence à ce sujet.

ACTUELLE						
DESIGNATION	PUISSANCE (W)	Luminosité (lm)	Durée de vie	Temps de fonctionnement (h/an)	Quantité	Energie conso (kWh/an)
TUBES						
Fluorescent T5	14	1350	20000 h	4050	209	11850,3
Fluorescent T5	54	650	20000 h	4050	106	23182,2
Fluorescent T8	58	4000	20000 h	4050	945	221980,5
SPOTS						
Spot Dichroïde	35	210	2000h	4050	223	31610,25
LAMPES						
Fluocompact équivalent 100W	26	1800	6000 h	4050	236	24850,8
SPOTS						
Spot Halogène	75	730	3000 h	4050	409	124233,75

N2ED à base de LED						Economie d'Énergie
Référence N2ED	PUISSANCE (W)	Luminosité (lm)	Durée de vie	Temps de fonctionnement (h/an)	Energie conso (kWh/an)	
30T055						
31T060	8	618	50000 h	4050	3434,4	85%
31TH150	24	2800	50000 h	4050	91854	59%
1S225-1	3	165	50000 h	4050	2709,45	91%
27L011	11		50000 h	4050	10513,8	58%
1S222-1	18	165	50000 h	4050	29816,1	76%

Après comparaison, la différence de consommation d'énergie électrique est importante (74%) entre l'éclairage existant est un éclairage à LED⁽⁹⁾. A noter que les solutions à LED⁽⁹⁾ proposées par l'entreprise STEP nous ont été communiquées par le biais d'un devis en réponse à notre demande. Les éclairages destinés à remplacer l'existant ont donc été choisis par le bureau d'études de cette entreprise et sont appropriés en termes de rendu visuel. Ce devis est fourni en annexe 8.

Rentabilité de ce relamping⁽¹¹⁾ mélioratif :

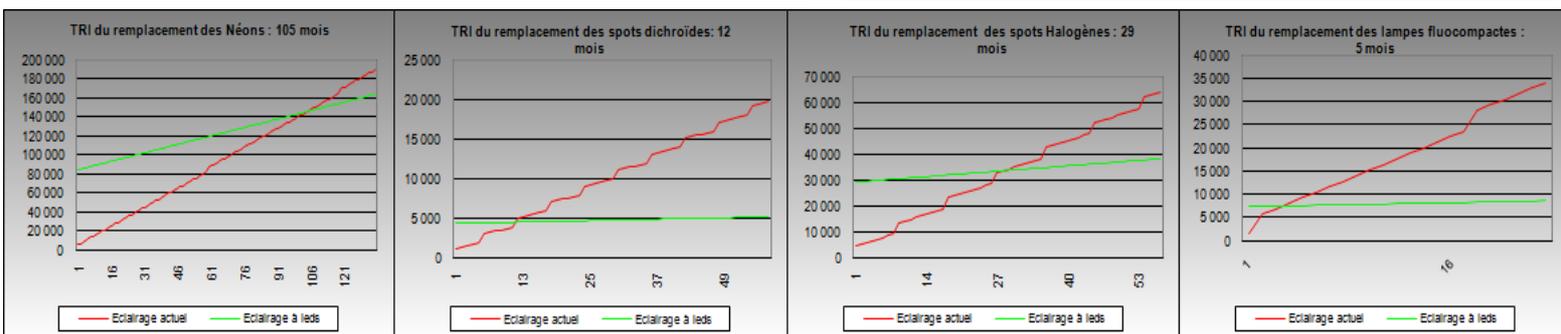
Le TRI tient compte du coup de relamping⁽¹¹⁾ selon la durée de vie du matériel et de l'énergie consommée. Pour cette étude nous avons pris comme références et hypothèses:

- Cet investissement doit être réalisé au moment où l'on doit changer l'éclairage existant, on soustrait donc, au coût d'achat des LED⁽⁹⁾, les dépenses dues au renouvellement du matériel à l'identique.
- Le coût de l'éclairage actuel a été estimé avec les prix OPTTEOR pour ce matériel.
- Nous n'avons pas pris en compte le coût de main d'œuvre pour effectuer cette modification, partant du principe qu'elle sera réalisée par l'employé de maintenance du Furet du Nord, payé dans les deux cas de la même façon.
- Le prix des LED⁽⁹⁾ nous a été communiqué par devis, ce sont des prix négociés compte tenu de la taille de la commande, cependant ils peuvent être renégociés.

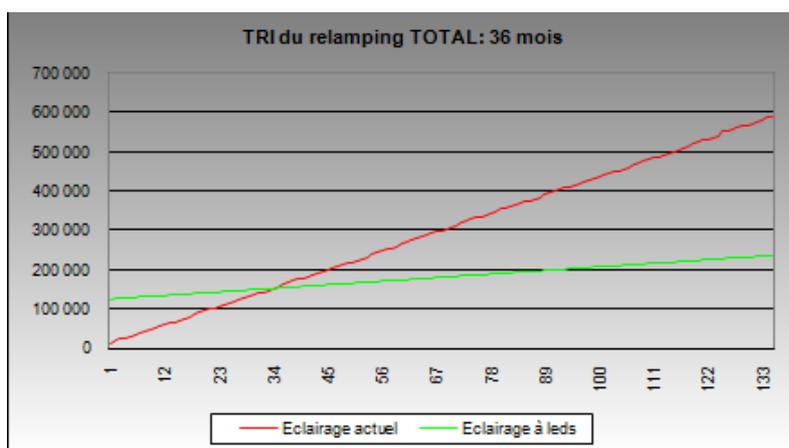
Investissement :

ACTUELLE			
DESIGNATION	Durée de vie	Quantité	Prix
TUBES			
Fluorescent T5	20000 h	209	4,04 €
Fluorescent T5	20000 h	106	3,77 €
Fluorescent T8	20000 h	945	3,41 €
SPOTS			
Spot Dichroïde	2000h	223	4,49 €
LAMPES			
Fluocompact équivalent 100W	6000 h	236	6,04 €
SPOTS			
Spot Halogène	3000 h	409	9,02 €

N2ED à base de LED			
Référence N2ED	Durée de vie	Prix OPTTEOR	Prix public
TUBES			
30T055			
31T060	50000 h	51,35 €	171,70 €
31TH150	50000 h	54,42 €	108,48 €
SPOTS			
1S225-1	50000 h	19,52 €	30,98 €
LAMPES			
27L011	50000 h	30,77 €	
SPOTS			
1S222-1	50000 h	71,11 €	



Economies	kWh	années	mois
	€	283 164	23 597
	18 787	1 566	
TRI		3	36



Pose d'interrupteurs dans les réserves

L'éclairage des réserves est commandé à l'aide d'interrupteurs souvent inaccessibles. Lors de nos différentes visites nous avons pu constater que l'éclairage de ces zones peu fréquentées était quasiment permanent. La pose d'interrupteurs dans celles-ci permettrait un usage mieux adapté de l'éclairage et faciliterait le travail du personnel.

Les économies engendrées par une telle action dépendent de l'éco-responsabilité du personnel. Par conséquent, il est nécessaire d'accompagner cette amélioration d'une campagne de sensibilisation environnementale visant à inciter celui-ci à éteindre les lumières d'une réserve lorsqu'il en sort.

Estimation de l'efficacité de l'incitation à l'éco-responsabilité :

Les interrupteurs dans les réserves sont présents mais peu accessibles, par conséquent, à partir du moment où les lumières sont allumées elles ne sont plus éteintes de la journée. Nous estimons donc un temps de fonctionnement moyen des néons dans les réserves du Furet de 2025 heures par an, soit la moitié du temps de présence des employés.

Nous estimons que 75% du personnel du Furet du Nord sera réceptif aux recommandations visant à éteindre les lumières en sortant de la réserve. Avec la pose d'un interrupteur à l'entrée de chaque réserve ciblée, cette action devient beaucoup plus facile à réaliser. Nous jugeons d'après nos observations sur site, que le temps moyen passé par un employé dans ce lieu est de 5 min (1/12^{ième} d'heure) et que dans chaque réserve 20 allers-retours sont effectués par jour.

Rentabilité :

Pour cette étude nous avons pris comme références et hypothèses:

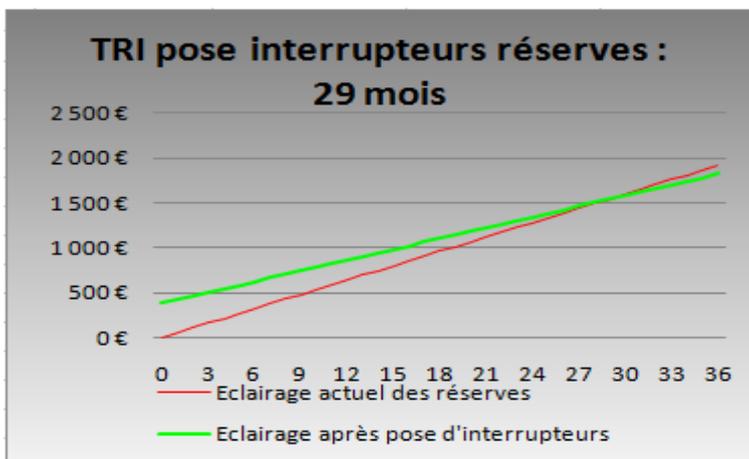
- Les coûts liés à cette améliorations ont été calculés à partir de grilles de prix et de cout de main d'œuvre OPTÉOR.

Investissement :

Investissement		Prix (€)
Impression de	16 affiches	0 €
Interrupteurs		10 €
petite fourniture	cables, goulottes,	30 €
main d'œuvre		55 €
TOTAL		385 €

Economies :

	Nbr de néons ds réserves	Nbr interrupteurs à poser	P cumulée (kW)	Tps de fonctionnement	E conso (kWh/an)	Nvo tps fonctionnement	Nvo E conso (kWh/an)	E économisée (kWh/an)
niveau -1								
niveau 0								
niveau 1	15	1	1	2 025	1 762	1 518	1 320	442
niveau 2	4	1	0	2 025	470	1 518	352	118
niveau 3	12	1	1	2 025	1 409	1 518	1 056	353
niveau 4	4	1	0	2 025	470	1 518	352	118
niveau 5	41	3	2	2 025	4 815	1 518	3 609	1 207
niveau 6	8	1	0	2 025	940	1 518	704	235
niveau 7								
TOTAL	84	8	5		9 866		7 393	2 473



		années	mois
Economies	kWh	2 473	206
	€	160	13
TRI		2,4	29

Pose de capteurs de présence dans la zone de passage et les toilettes au niveau -1.

Nous avons choisi de réaliser l'étude de la pose de capteurs de présences dans les zones de passages et les toilettes, qui actuellement restent allumées toute la journée, en l'illustrant par une étude de rentabilité sur une zone précise : le couloir et les toilettes du niveau -1.

Les conclusions de cette enquête peuvent être étendues à toutes les zones de passages qui restent allumées, cependant les coûts diminueront si la quantité de capteurs à poser augmente.

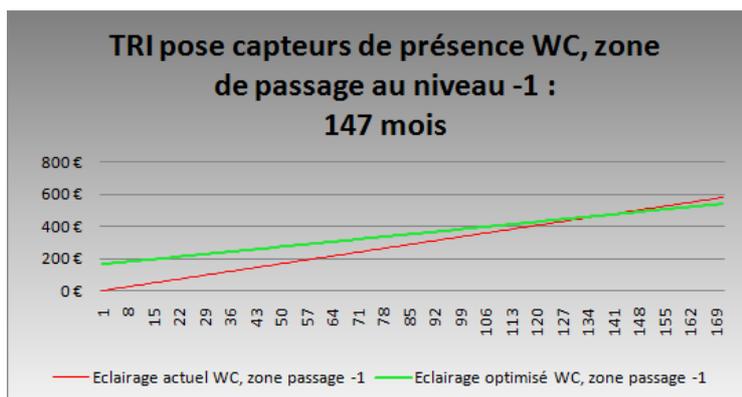
Cette petite zone compte 6 lampes fluo-compactes 26W (3 dans les toilettes et 3 dans le couloir), elle nécessite 2 capteurs.

Réglages du matériel choisis :

	Temporisation choisie (h)	nbr passages (u/jour)	Nvo Tps fonctionnement (h/jour)
couloir	0,016666667	560	9,333333333
toilettes	0,05	160	8
TOTAL			8,7

Rentabilité :

Investissement		prix (€)
capteur		50 €
petite fourniture goulottes, cables,...		10 €
main d'œuvre		55 €
TOTAL		165 €



		années	mois
Economies	kWh	222	18,5
	€	14,4	1,2
TRI		2,4	29

Equiper les ascenseurs de système de récupération d'énergie en phase descendante

Le Furet du Nord compte 2 ascenseurs et un escalator. Ce pôle de consommation assez restreint en équipements représente à lui seul près de 27 200 kWh/an, soit 2% de la consommation globale du bâtiment.

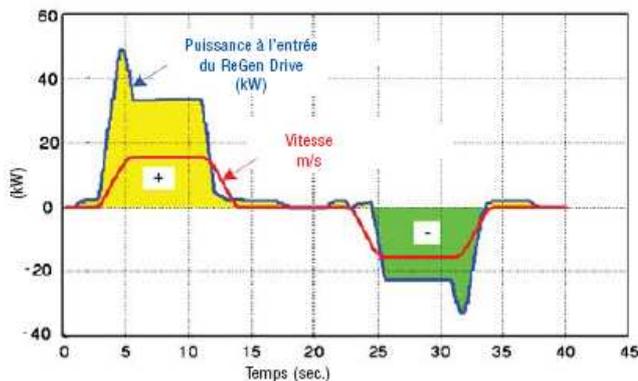
Comparaison des consommations énergétiques sans et avec ce système :

Pour cette étude nous avons pris comme références et hypothèses :

- L'énergie consommée par ces équipements a été estimée à partir de relevés ampère-métriques au niveau du TGBT⁽¹³⁾, lors de leur utilisation et en phase d'attente.
- Les temps de fonctionnements sont calculés à partir de relevés sur site à une période de moyen usage.

Charge / Vitesse	Ascenseur		Ascenseur	
	Entrainement non régénératif		Entrainement régénératif	
	Moteur à induction		Moteur à aimants permanents	
	Energie (kWh/an)	Cout (€/an)	Energie (kWh/an)	Cout (€/an)
1 600 kg / 1,6 m/s	6 000	390	2 000	130

Cette économie d'énergie est réalisable sur les deux ascenseurs que compte le Furet. La consommation énergétique renseignée dans le tableau ci-dessus est une moyenne entre celle de l'ascenseur accessible au public et celui réservé au personnel servant au transport des produits.



- Puissance délivrée au système d'entraînement durant le déplacement avec une cabine totalement chargée dans la direction montée.
- Puissance délivrée au réseau durant le déplacement dans la direction descendante.

Note 1 : L'énergie consommée est la différence entre la surface jaune et verte

Note 2 : L'énergie consommée dans la partie décélération avec un système d'entraînement non régénératif (en vert) est perdue.

Le coût de cet équipement de récupération d'énergie ReGen⁽¹²⁾ d'OTIS ne nous a pas été communiqué par OTIS, compte tenu qu'OPTEOR n'est pas responsable de la maintenance de ces appareils.

Améliorations sur les systèmes de secours.

Diminution de la consommation énergétique de l'éclairage de secours :

Pour cette étude nous avons pris comme références et hypothèses :

- éclairages existants sont des BAES⁽¹⁴⁾ d'une puissance de 4W et sont au nombre de 90.
- les consommations et prix des BAES⁽¹⁴⁾ à LEDs ont été pris sur le site LEGRAND.
- Pour fixer le prix des BAES⁽¹⁴⁾ de type éco 1 nous avons utilisé des devis OPTEOR.
- Pour fixer le prix des BAES⁽¹⁴⁾ de type éco 2 nous avons calculé la différence de prix (50 %) entre celui public et celui OPTEOR des BAES⁽¹⁴⁾ éco 1 et avons utilisé la même différence.
- Le temps de pose est considéré identique pour les deux types de BAES⁽¹⁴⁾.

modèle	gain conso	investissement	TRI
BAES D'EVACUATION ECO 2 A LEDs 45LM-1H PLASTIQUE IP43-IK07 SATI ADRESSABLE	2759	13500	75
BAES D'ÉVACUATION ECO1 STANDARD À LEDs 45LM-1H PLASTIQUE IP43-IK07 SATI	2208	9000	63

Sprinkleur⁽⁵⁾ : modification du circuit d'eau afin de la récupérer pendant les tests :

Initialement, nous avons exprimé cette idée en remarquant que la consommation d'eau due aux tests était importante. Après notre première visite avec le personnel du Furet, nous envisagions la possibilité de fonctionner en circuit fermé sur la bache de retenue d'eau du site. La capacité de celle-ci (30 m³) étant assez suffisante pour les temps d'essais nous voulions proposer pour ce faire, d'installer un réseau de canalisations secondaires qui serait ouvert pendant les tests.

Suite à une visite sur site avec un spécialiste des réseaux incendie nous avons appris que les pompes principales diesels étaient directement liées à l'eau de ville et que la bache servait juste à alimenter les pompes électriques qui servent juste à alimenter le réseau incendie le temps que les pompes diesels ce mettent en marche. Il nous a dit que la seule amélioration qui était réalisable sur l'installation était de récupérer l'eau qui alimente les cloches d'alerte incendie.

Investissement	Gain conso (L/semaine)	gain conso (m ³ /an)	économie annuelle (€)	TRI (ans)
1 000 €	20	1,04	4,03 €	248,4



Canalisations où la récupération d'eau est réalisable.

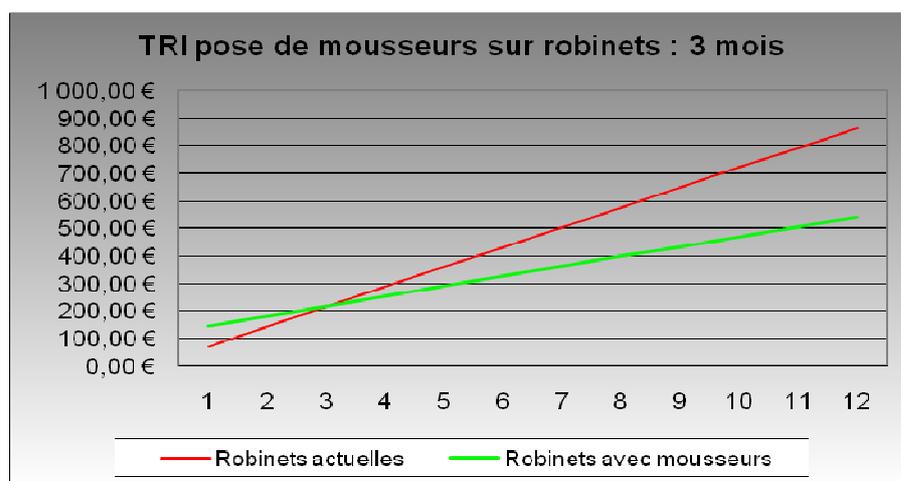
Améliorations au niveau de la consommation d'eau sanitaire.

Pose de mousseurs sur les robinets :

Pour cette étude nous avons pris comme références et hypothèses :

- Les utilisateurs se lavent les mains pendant 15 secondes après chaque passage aux toilettes.
- En ajoutant ces mousseurs la consommation est réduite de 12 l/min à 6 l/min.
- Le prix d'un mousseur est de 8 €.
- Le temps de pose d'un mousseur est estimé à 5 min, avec un prix de main d'œuvre de 30 €/h.
- Une fréquentation moyenne de 3 passages aux toilettes par personne et par jour.

	Investissement(€)	Temps de fonctionnement (min)	gain en conso (m ³)	économies (€)	TRI (mois)
mousseurs sur les robinets	110	18675	112,05	432,513	3



Supprimer la présence d'eau chaude dans les lavabos :

Pour cette étude nous avons pris comme références et hypothèses :

- gain de 11 kWh/(an*personne), d'après le module de formation Vinci énergies.
- 80 personnes sur le site.

gain (kWh/(pers.an))	économie estimée (€/an)

Supprimer la présence d'eau chaude aux lavabos	11	57
--	----	----

Installer des robinetteries temporisées :

Pour cette étude nous avons pris comme références et hypothèses :

- prix d'un robinet classique temporisé est de 45 € et il faut 0,75 heure pour l'installer.
- prix d'un robinet mitigeur temporisé est de 120 € et il faut 1,55 heure pour l'installer.
- Les prix et temps unitaires ont été relevés dans le BATIPRIX de 2010.

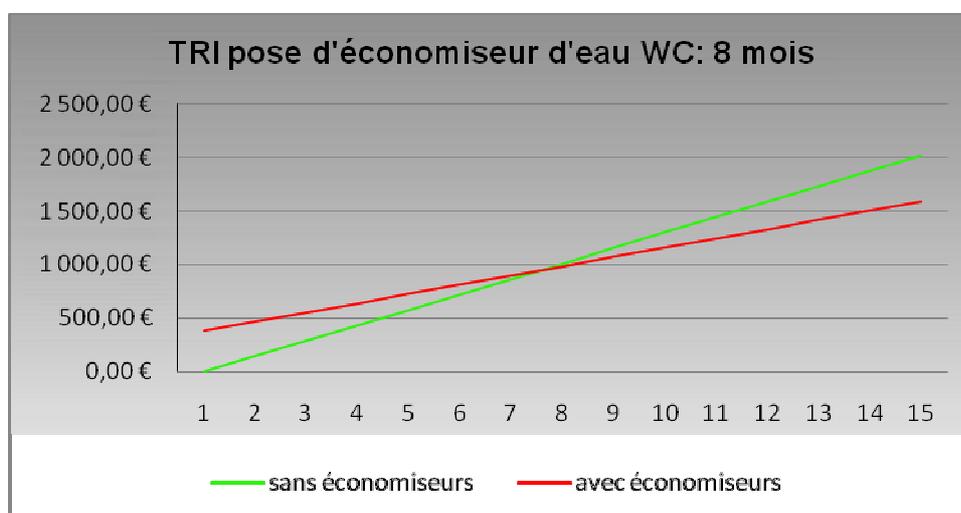
	Investissement (€)		
	Fournitures	Main d'œuvre	TOTAL
robinets temporisés	450	225	675
robinets mitigeur temporisés	1200	465	1665

Pose d'économiseur d'eau sur les WC :

Pour cette étude nous avons pris comme références et hypothèses :

- Les WC existants sont des WC 6 litres et on les remplace par des 6/3 litres.
- 80 % des utilisations des WC sont pour de courtes utilisations.
- Prix d'un économiseur d'eau est de 30 € et il faut 0,6 heures pour l'installer.

	Investissement (€)	Economie d'eau(m ³ /an)	Economies(€)	TRI (mois)
WC avec économiseur d'eau	480,0	179,3	692,0	8,3



Améliorations sur l'enveloppe du bâtiment.

Lors de nos visites sur le site nous nous sommes aussi intéressés à la thermique du bâtiment et avons donc essayé de remarquer là où des anomalies apparaissaient au niveau de l'enveloppe. Nous avons remarqué deux importants ponts thermiques. Le premier se situe au 5^{ème} étage, au niveau de la toiture terrasse où se trouvent les 18 groupes extérieurs de climatisation DAIKIN. Sur un pan de mur entier il n'y a pas d'isolant entre le mur et la tôle de la toiture horizontale ce qui entraîne de grosses déperditions. La seconde anomalie correspond aux puits de lumière et surtout celui se trouvant entre les bâtiments du 7^{ème} étage où les usagers se plaignent de la chaleur l'été.

Amélioration de la résistance thermique du puits de lumière.

Pour cette étude nous avons pris comme références et hypothèses:

- Nous avons considéré que ce puits de lumière existait depuis les travaux d'aménagement en 1992 et donc que les caractéristiques thermiques des plaques de polycarbonate le formant sont faibles.
- Nous n'avons pas tenu compte des apports énergétiques dus au soleil.
- Pour les prix et les caractéristiques thermiques des différents modèles de polycarbonate nous nous sommes appuyés sur ce que nous avons utilisé le catalogue du fabricant Akra-THERM et AIRSUN.

	Tmoyenne	ΔT	Densité de flux actuel puits de lumière (kWh/m ²)	Densité de flux ac plaques 10 mm + NANO GEL ⁽¹⁵⁾ (kWh/m ²)	Densité de flux avec plaques de 32 mm (kWh/m ²)
janvier	0,70	19,30	46,51	27,20	19,73
février	3,95	16,05	38,67	22,62	16,40
mars	7,12	12,88	31,03	18,15	13,16
avril	12,21	7,79	18,77	10,98	7,96
mai	14,02	5,98	14,40	8,42	6,11
juin	16,70	3,30	7,95	4,65	3,37
juillet	18,72	1,28	3,09	1,81	1,31
août	19,52	0,48	1,16	0,68	0,49
septembre	16,45	3,55	8,56	5,01	3,63
octobre	11,91	8,09	19,50	11,40	8,27
novembre	10,87	9,13	22,00	12,86	9,33
Décembre	3,05	16,95	40,82	23,87	17,32

	Comparaison pertes énergétiques		
	actuel	10mm+Nanogel ⁽¹⁵⁾	32 mm
déperditions annuelles (kWh/an)	1717	1004	728
Economie d'énergie (%/actuel)	-	42	58
Economie (€/an)	-	46	64

	e (mm)	L*I (m*m)	prix (€/u)
Plaques 32mm	32	2,5*1,25	156,79
Plaques 10mm+Nanogel ⁽¹⁵⁾	10	-	-

	Fourniture(€)	Pose (€)	Gain (€]	TRI
Plaques 32 mm	815,308	210	64	15,98
Plaques 10 mm+ Nanogel ⁽¹⁵⁾	10	-	46	-



Nous avons contacté l'entreprise AIRSUN pour obtenir le prix des plaques de 10 mm remplies au Nanogel⁽¹⁵⁾ mais n'avons pas encore reçu l'information. L'étude ci-dessus est juste une étude à titre indicatif et celle-ci ne reflète pas clairement la réalité. En effet, comme nous n'avons pas tenu compte du rayonnement du soleil nous arrivons à de très faibles déperditions et donc un TRI très long. Or, d'après ce qui nous a été dit lors de nos visites c'est en été que la mauvaise isolation de ce puits de lumière ce fait sentir, on peut donc supposer que l'apport d'énergie par rayonnement est très important par rapport aux déperditions thermiques et donc qu'en prenant en compte le rayonnement on trouverait un TRI beaucoup plus court.

Il serait judicieux de voir si des bandes anti-UV à rajouter sur des installations existantes peuvent être rajoutées par les techniciens OPTÉOR.

Ajout d'isolant.



Nous avons remarqué qu'il y avait de grosses déperditions thermiques au niveau de cette jonction entre la toiture et le mur.

En effet, dans la réserve se trouvant en-dessous la sensation de froid et de courant d'air est très perceptible. Il n'y a pas d'isolation à cette endroit et une ouverture qui était réservée au passage d'un ancien tuyau n'est pas obstruée, la réserve n'est donc plus séparée de l'extérieur que par une cloison en contre-plaqué.

Il serait donc judicieux d'améliorer l'isolation à cet endroit.

Améliorations au niveau du matériel informatique.

Remplacer les anciens écrans par des écrans plats:

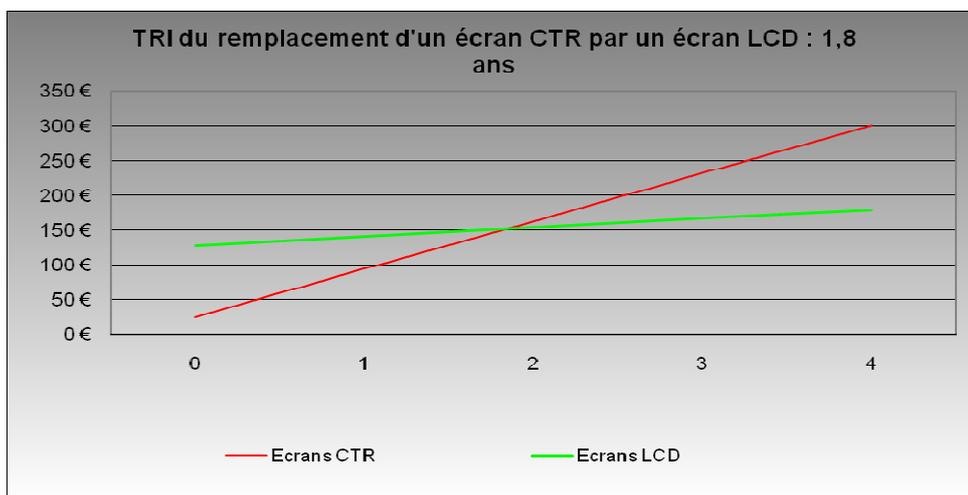
Le passage des écrans à tube cathodique aux écrans LCD permet de réduire la consommation en électricité. Les premiers sont passés de 14 millions d'unités à 7,3 millions entre 2005 et 2008 quand le nombre de LCD a quasiment doublé dans le même temps. D'après les projections des industriels, d'ici à 2012, l'essentiel du parc sera constitué d'écrans LCD. Pour une consommation à pleine plus élevée qu'en 2008, soit 2,3 TWh.

Pour cette étude nous avons pris comme références et hypothèses:

- Consommation d'un écran LCD 47 W
- Consommation d'un écran à tubes cathodiques 250 W
- Prix d'un écran à la fnac avec une baisse de 30 %.

Economie d'énergie (kWh/écran/an)	Economie par écran (€/h)	0,01
	Economie par écran (€/an)	55,90

TRI (ans)	1,8
-----------	-----



B. Améliorations retenues.

Mesures d'améliorations	Electricité (kWh)	GAZ (kWh)	Eau de ville (m3)	Economies (€HT)	Effort d'investissement (€HT)	Retour sur investissement (mois)
Remplacement des rideaux d'air chaud	-127848	426425	-	11342	9888	10,5
Relamping mélioratif avec la technologie LED	283 164	-	-	32 523	97569	36
Adaptation du temps d'éclairage en fonction des besoins	19 642	-	-	1 275	2800	23
Pose d'interrupteurs dans les réserves	2 473	-	-	160	385	29
Régler les paramètres de veille et incitation à éteindre les ordinateurs en fin de journée	27270	-	-	1770,1	7	0,05
Remplacer les anciens écrans par des écrans plats	861	-	-	55	128	28
Pose de mousseurs sur les robinets	-	-	112,05	110	432,513	3
Supprimer la présence d'eau chaude aux lavabos	880	-	-	57	-	-
Installation d'économiseur d'eau sur les WC	-	-	179,3	692	480	8,3
Installer des robinetteries temporisées	-	-	-	-	675	-
Amélioration de la résistance thermique du puits de lumière	989	-	-	1000,25	64	190
Ajout d'isolants aux endroits où il n'y en a pas	-	-	-	-	-	-
TOTAL	207431	426425	291	48984	112429	27,5
Remplacement des climatiseurs anciens par du matériel neuf	33503	-	-	2175	40800	72
TOTAL	240934	426425	583	51159	153229	35,9

III.5) L'efficacité énergétique, progrès écologique aux retombées économiques.

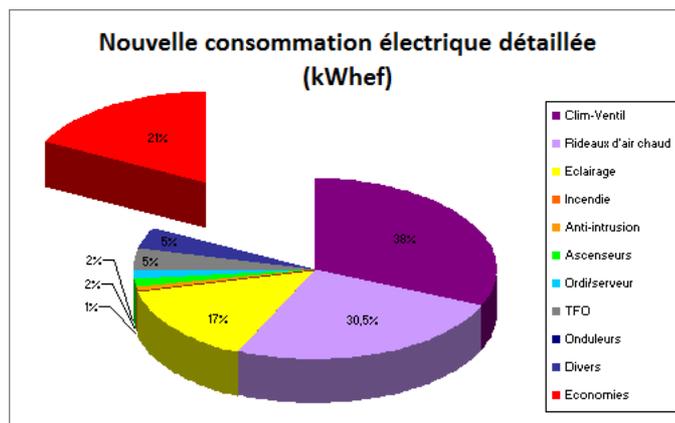
Ces diverses améliorations permettent de diminuer considérablement les consommations énergétiques du bâtiment ainsi que les coûts différés qui y sont associés.

Nous pouvons donc estimer les résultats de ces modifications sur le DPE⁽⁶⁾ du Furet du Nord.

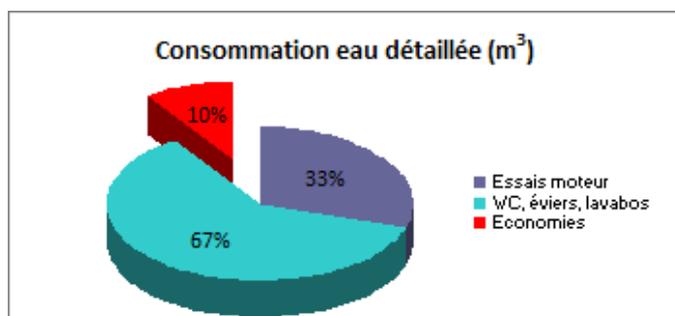
Type d'énergie	Électricité (kWh _{ep})	Gaz (kWh _{PCI})	Conso ep	téq CO ₂	Coût total (€HT)	Coût unitaire moyen (€HT)
Facturation EDF	974 179	-	2 513 382	82	63 234	0,0649
Gaz	-	-	-	0	-	0,046
Total énergie	974 179	-	2 513 382	82	63 234	-
	Conso (m³)					
Eau	977	-	-	-	3771	3,86

Nous avons ainsi une nouvelle redistribution de la consommation énergétique :

Poste	Conso (kWh)	Pourcentage	Nvelle Conso (kWh)	Pourcentage	
Chauffage	Clim-Ventil	405 707	33%	372 207	38%
	Rideaux d'air chaud	169 161	13,7%	297 009	30,5%
Eclairage	Eclairage	468 996	38%	166 190	17%
Sécurité	Incendie	3 854	0%	1 646	0%
	Anti-intrusion	9 708	1%	9 708	1%
Ascenseurs	Ascenseurs	27 188	2%	15 614	2%
Informatique	Ordi/serveur	52 510	4%	17 561	2%
Pertes	TFO	46 375	4%	46 375	5%
	Onduleurs	-	0%	-	0%
Divers	Divers	50 652	4%	45 086	5%
	Economies			259 972	21%
Total	1 234 151	100%	974 179	100%	

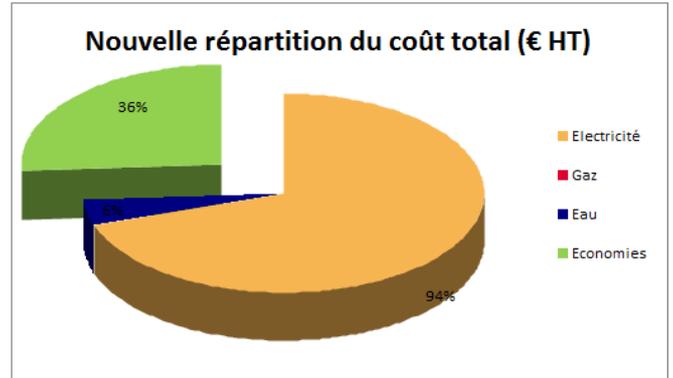


Poste	Conso (m ³)	Pourcentage	Nvelle Conso (m ³)	Pourcentage	
Sprinkleur	Essais moteur	326	33,4%	324,976	33%
Eau sanitaire	WC, éviers, lavabos	764	70,1%	652	67%
	Economies			113,024	10%
Total	1090	100,0%	976,976	100%	



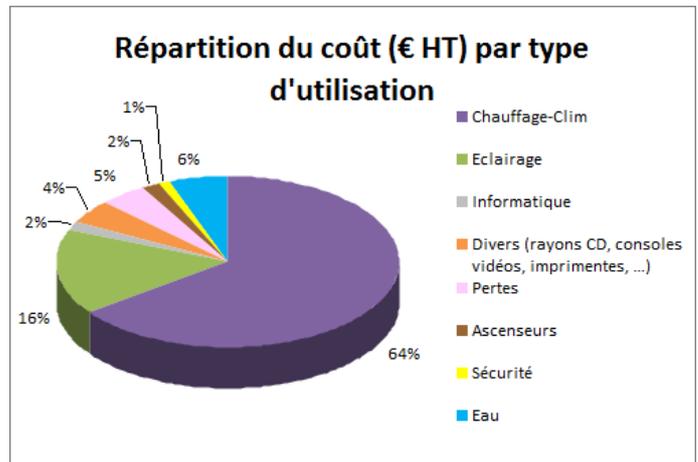
Nous pouvons noter que les dépenses en gaz, qui s'élevaient à 426 250 kWh en 2009, soit 20% de la consommation globale du bâtiment et 19 607 €, 19% du cout, sont supprimées.

Année	Type d'énergie	Coût HT (€)	Pourcentage	Coût HT (€)	Pourcentage
2010	Electricité	80 109 €	77%	63 234 €	94%
	Gaz	19 607 €	19%	0 €	0%
	Eau	4 208 €	4%	3 771 €	6%
	Economies			36 919 €	36%
	Total		103 924 €	100%	67 005 €



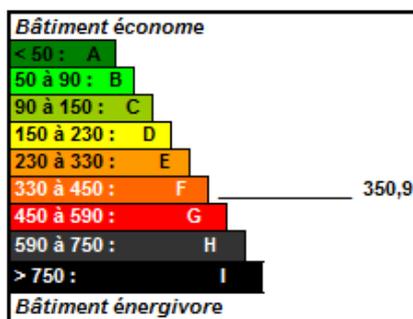
Nous avons donc une nouvelle répartition des couts liés à cette consommation :

Poste	Conso (kWhef)	Coût (€)	Pourcentage
	0	0 €	
Chauffage-Clim	669 216	43 439 €	65%
Eclairage	166 190	10 787 €	16%
Informatique	17 561	1 140 €	2%
Divers (rayons CD, consoles vidéos, imprimantes, ...)	45 086	2 927 €	4%
Pertes	46 375	3 010 €	5%
Ascenseurs	15 614	1 014 €	2%
Sécurité	11 354	737 €	1%
Eau	-	3 771 €	6%
TOTAL	971 396	66 824 €	100%



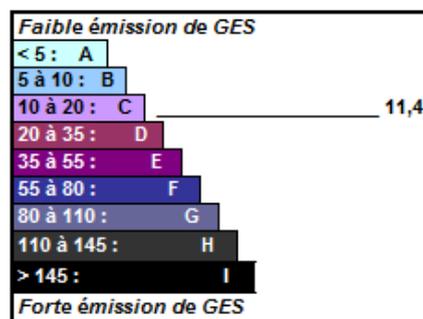
Les étiquettes énergie et climat sont elles aussi améliorées.

ETIQUETTE Energie



Consommation réelle : 350,9 kWh_{ep}/m².an

ETIQUETTE Climat



Estimation des émissions : 11,4 kg_{eq}CO₂/m².an

VII. Capitalisation.

IV.1) Rapport d'étonnement

Dans cette partie nous allons vous présenter les différents aspects de ce TER ayant suscités chez nous de la satisfaction ainsi que de l'étonnement.

Nous avons été agréablement surpris par l'accueil réservé lors de notre arrivée dans l'entreprise et tout au long de notre travail chez OPTEOR.

L'ambiance de travail dans cet établissement a également été très bonne et nous a permis de réaliser notre étude dans des conditions idéales.

Comme lors de toutes missions dans un cadre professionnel, nous avons été amenés à solliciter d'autres sociétés afin de nous fournir des documents nécessaires à notre étude. Nous avons par moment été surpris du temps écoulé afin de permettre la récupération de ces données.

IV.2) Le TER dans notre formation d'ingénieur généraliste HEI.

Nous avons eu la chance d'effectuer ce Travail d'Etudes Recherche chez OPTEOR, filiale du Groupe VINCI, multinationale présente dans le secteur du bâtiment et des Energies et en ce sens, ajouter une expérience en entreprise très enrichissante à notre formation.

Le développement durable sera un aspect prépondérant de notre travail tout au long de notre carrière et la découverte d'une partie importante de ce mode de vie, qui est l'efficacité énergétique, a été un apport de connaissances très intéressant pour nous.

La réalisation d'un audit énergétique, principale prestation de VINCI dans le secteur de l'efficacité énergétique, nous a donné l'opportunité d'avoir un aperçu de l'état actuel des avancées dans le domaine tertiaire.

Conclusion

Ces modifications portant sur les équipements, les installations et le mode d'utilisation de celles-ci, permettent au Furet du Nord, non seulement de faire des économies au bout de seulement 3 années mais réduisent grandement son empreinte énergétique.

Au moment où la préservation de la planète devient primordiale pour la plupart des gens et le développement durable un objectif mondialement reconnu, cette optimisation énergétique serait une preuve de l'implication du Furet du Nord dans cette prise de conscience planétaire.

Réaliser de telles progrès en termes d'efficacité énergétique illustrerait une stratégie d'entreprise tournée vers le développement durable et permettrait ainsi de présenter au grand public le Furet du Nord, non plus comme une librairie uniquement à l'écoute des envies de leurs clients mais comme une enseigne également concernée par les préoccupations du monde d'aujourd'hui et de demain.

Optimiser ses dépenses énergétiques sera quelque chose d'incontournable pour le bien être des générations à venir, être un précurseur dans cette optique placerait le Furet du Nord comme un exemple et ne serait que bénéfique pour l'image de ce commerce.

Bibliographie

Contexte général et méthode d'audit énergétique:

- _ Modules de formation Vinci énergie – www.energie-plus.com
- _ www.opteor.fr – www.hellopro.fr
- _ www.bertrandbarre.com – <http://www.developpement-durable.gouv.fr>
- _ fr.ekopedia.org – www.vinci.com
- _ fr.wikipedia.org – www.ademe.fr

Compréhension et diagnostic de la situation du bâtiment :

Listing des équipements :

- _ www.daikin.fr
- _ www.airwell.com
- _ www.grundfos.com

Calcul de DJU :

- _ www.meteociel.fr
- _ <http://forums.futura-sciences.com/habitat-bioclimatique-isolation-chauffage>
- _ <http://herve.silve.pagesperso-orange.fr/formtbl.htm>
- _ www.météofrance.fr
- _ <http://le-genie-climatique.positifforum.com>

Déperditions thermiques :

- _ <http://www.thermexcel.com/french/ressourc/deperdit.htm>
- _ <http://le-genie-climatique.positifforum.com>
- _ <http://www.joriside.fr>
- _ www.isolation.comprendrechoisir.com
- _ www.tce-sitek.com

Logiciel :

- _ <http://sketchup.google.com>
- _ display

Améliorations :

Eclairage :

- _ www.osram.fr
- _ www.philips.fr
- _ www.n2ed.fr

Rideaux d'air chaud :

- _ www.teddington.com

Puits de lumière :

- _ <http://www.polycarbonate-et-veranda.com>
- _ www.airsun.fr
- _ www.archiexpo.fr

Eclairage de sécurité/interrupteurs :

- _ www.Legrand.fr

Ascenseurs :

- _ www.otis.com