

# Optimisation énergétique & Big Data

Clément Savineau, Itziar Domato  
Tuteur enseignant : Ghislain Nouvel  
Tuteur industriel : Thomas Gilly

**Résumé**—Le sujet de projet industriel proposé par la société GA-MM permet de constater les économies d'énergies potentiellement réalisables. Pour cela, la plateforme de développement SkySpark a été mise à notre disposition pour faire du campus Beaulieu un démonstrateur de cette technologie. Ce projet a été mené grâce à l'établissement d'une liste de tâches à réaliser. Les économies d'énergies réalisables sur le campus n'ont pu être réellement chiffrées, mais des outils performants ont été mis en place pour l'analyse des consommations.

**Mots clés**—SkySpark, économie d'énergies, consommation, analyser, données

**Abstract**—The subject of the industrial project proposed by the company GA-MM tend to prove potential energy saving. To do so, SkySpark has been given to us to make a technology demonstrator with the Beaulieu campus. The projet has been lead thanks to a todo list. Energy saving doable on the campus couldn't be numbered, but performant tools have been made to analyse consumptions.

**Mots clés**—SkySpark, energy saving, consumption, analyse, data

## I. INTRODUCTION

Dans une politique de transition énergétique mettant en avant le développement durable, réaliser des économies d'énergie est devenu un objectif international. Ainsi, le Gimélec, l'ACR et la FFIE, avec le soutien du GESEC, ont publié un premier référentiel\* sur les actions d'efficacité énergétique. Dans ce rapport, ils ont chiffré les économies réalisables avec le temps de retour sur investissement correspondant, créant trois classes de différents niveaux. Le premier niveau consiste ainsi à la réalisation de 15% d'économie d'énergie grâce uniquement au comptage, l'analyse, l'affichage et le reporting des consommations.

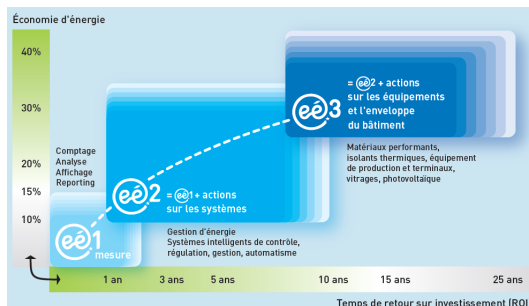


FIGURE 1. Classes d'actions d'efficacité énergétique

Afin de chiffrer les consommations d'énergie, de nombreux capteurs de mesures ont ainsi été intégrés dans les bâtiments.

Ces capteurs donnent alors naissance à une grande quantité de données, faisant entrer les systèmes d'information du bâtiment dans l'air du Big Data. C'est de par le besoin de traitement de ces données que de nombreux logiciels ont vu le jour. Le but de ces analyses est de comprendre le fonctionnement du bâtiment, en faisant le lien entre différentes données telles que l'occupation ou la température. Afin de compléter ces données, il est de plus intéressant d'avoir une connaissance concrète du bâtiment. De ce comportement il est possible d'en déduire une attitude habituelle ou anormale et donc d'en extraire les dysfonctionnements. En corrigeant ces irrégularités, de réelles économies d'énergie seraient alors réalisables. Ce système peut ainsi se synthétiser par la boucle suivante.

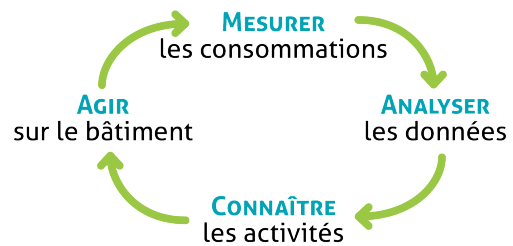


FIGURE 2. Boucle d'optimisation énergétique

L'enjeu de ce projet industriel est de prouver que l'analyse de toutes ces données aboutie à des économies concrètes. Pour réaliser ces analyses, nous utilisons la plateforme de développement et d'analyse SkySpark distribuée par la société GA-MM qui est notre partenaire industriel. Ce projet est un réel enjeu économique pour l'entreprise, car elle lui permettra de prouver la fiabilité de SkySpark auprès de sa clientèle. Pour prouver le retour d'investissement de ce logiciel, l'étude des bâtiments du campus de Beaulieu (Rennes) a été choisie. Ce campus servira ainsi de démonstrateur pour la société GA-MM. De plus, le campus de Beaulieu bénéficiera alors d'une meilleure connaissance de ses consommations et pourra alors améliorer ses installations afin de réaliser des économies.

A l'aboutissement complet de ces quatre mois de projet, nous cherchons à savoir si SkySpark, en tant qu'outil d'aide à la décision, permet de prouver qu'une économie d'énergie de 15% est possible sur le campus de Beaulieu.

## II. MATÉRIEL & MÉTHODOLOGIE

Pour mener ce projet ambitieux, GA-MM a choisi de nous fournir la plateforme de développement et d'analyse SkySpark pour réaliser le traitement des consommations du campus Beaulieu. La société GA-MM s'est impliquée en tant que

fournisseur français de SkySpark car il a su y trouver un fort intérêt pour la gestion active des bâtiments. En effet, le projet SkySpark est l'aboutissement de l'engagement du fondateur de Niagara, logiciel pour la gestion technique du bâtiment. Comme Niagara, SkySpark intègre alors l'implémentation de Haystack permettant d'uniformiser les intitulés des objets utilisés. Ce choix prouve la volonté d'avoir un outil générique d'analyse des consommations.



FIGURE 3. Logo de l'outil SkySpark

Les avantages de cette plateforme sont en effet nombreux et s'appuient sur sa puissance de traitement. SkySpark est un outil très performant et rapide pour l'analyse des données, quel que soit leur nombre. Il intègre la possibilité d'ajouter n'importe quel type de donnée, qu'il s'agisse de températures, d'états de vannes, de taux d'humidité ou de consommations. Ce traitement de données s'accompagne d'un affichage rapide et ergonomique des données, sous formes de courbes, d'histogrammes ou même de diagrammes en camembert. Étant une plateforme web, SkySpark est disponible sur n'importe quel système d'exploitation, et ne nécessite pas une installation poussée ou complexe. L'outil est composé de différentes applications (Energy, History, KPI, Sparks...) codées en Fantom, langage orienté objet proche du java. De plus, le langage de requêtes Axon a été créé pour écrire les scripts d'analyse des données.

Ce projet avec la société GA-MM fait suite à un précédent projet industriel ainsi qu'à un stage. Un premier binôme, composé de Yannis Calt et de Mathieu Bail, a en effet déjà travaillé sur l'architecture des données de ce projet et sur la compréhension des langages de programmation en 2013. Dans l'optique de continuer sur ce projet, un stage de deux mois a ensuite été réalisé, au sein de GA-MM, par Clément SAVINEAU, membre du binôme actuel. De même, ce projet va s'achever avec un stage de fin d'étude de six mois, permettant de développer des points n'ayant pu l'être pendant cette année scolaire.

Lors du projet réalisé en 2013, le binôme d'étudiants avait travaillé sur l'importation des données et le choix de la structure du projet. Pour cela, ils ont eu accès aux consommations électriques et d'eau des bâtiments des campus de Rennes (Beaulieu, Duchesse Anne, Hoche, Jean-Mace, Kleber, Sevigne, Thabor et Villejean). Ces bâtiments ont en effet été équipés de capteurs de consommation, mais n'ont pas de données supplémentaires (capteur de présence, de luminosité, de température...).

Pour mener le projet à bien, nous nous sommes assignés une liste de tâches à accomplir. Chaque tâche se concrétise par une action ou un résultat que nous validons au fur et à

mesure avec notre tuteur enseignant.

- Redéfinir l'architecture du projet : L'architecture choisie lors du projet 2013 a montré ses limites de par sa construction. Il a alors été choisi de changer la structure de cette architecture afin d'améliorer les analyses. Le but est alors de pouvoir avoir les consommations individuelles de chaque bâtiment sélectionné et non des campus complets. De ce fait, afin de ne pas se surcharger avec les 70 bâtiments du campus Beaulieu, une sélection de bâtiments doit être faite.
- Créer des seuils et des règles de calculs de consommations : L'étude des données permet de définir des seuils maximum à appliquer aux consommations. Il faut alors créer des règles permettant de détecter le dépassement de ces seuils et en calculer le coût de dépassement. Après une analyse plus approfondie, ces dépassements peuvent être identifiés à un comportement anormal des installations du bâtiment et donc correspondre à des économies d'énergies réalisables.
- Réaliser des KPI : Les Indicateurs Clés de Performance ou Key Performance Indicators en anglais (KPI), permettent de comparer des données entre elles de façon synthétique, dans notre cas des consommations de bâtiments. Il s'agit d'indicateurs mesurables d'aide décisionnelle.
- Corrélation avec les emplois du temps : Pour obtenir des données supplémentaires (outre les consommations électriques), l'idée est d'extraire des données d'occupation des bâtiments à partir des agendas fournis par l'université par le biais d'ADE. Ces données pourront alors être comparées aux données de consommations et aboutir à des règles de détection de surconsommations.

Ces tâches constituent une première partie du projet. En effet, des résultats de ces livrables en découlent une phase d'interprétation, qui permettra d'extraire et chiffrer les économies réalisables recherchées.

### III. RÉSULTATS DES LIVRABLES

La première tâche fixée consistait à finaliser l'organisation de l'architecture du projet dans SkySpark. Ce travail a été initié en amont lors du stage de Clément Savineau. Ainsi, chaque campus de Rennes correspond à un « campus », chaque bâtiment correspond à un « site », et chaque compteur électrique ou d'eau correspond à un « équipement ». En effet, auparavant, les campus étaient assimilés à des « sites » et les bâtiments à des « building » (voir Figure 4). Cette nouvelle organisation permet de profiter au mieux des fonctionnalités disponibles dans l'application Energy (voir Figure 5). Il y a eu par la suite une réflexion sur le choix des bâtiments. En effet, il est plus logique de commencer nos travaux sur un échantillon de bâtiments avant d'étendre ceux-ci sur l'ensemble du campus, une fois les résultats validés. C'est ainsi que nous avons choisi d'étudier les bâtiments 3, 4, 5, 6, 7, 11, 41 et 42 du campus de Beaulieu. Ce choix s'appuie principalement sur la connaissance des activités et du fonctionnement des bâtiments.

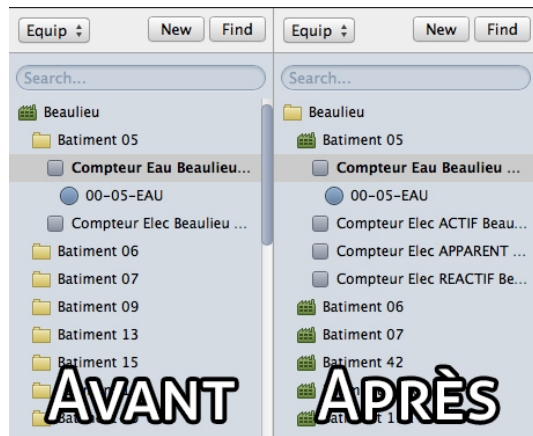


FIGURE 4. Avant et Après la modification d'architecture



FIGURE 5. Avant et Après l'affichage des consommations de la semaine du 25 janvier 2015

L'analyse des consommations des années passées a permis de définir pour chaque bâtiment, en fonction des saisons, différents seuils pour le week-end, les vacances, la journée et la nuit. Le but de ces seuils est d'alerter l'utilisateur quand ceux-ci sont dépassés et ainsi d'entamer une réflexion sur la cause normale ou anormale de ces dépassements afin d'éviter les dépenses d'énergie inutiles. En évitant ces gaspillages, des économies peuvent alors être réalisées. De plus, nous avons incorporé des alertes types pour signaler les consommations d'eau le week-end et la nuit. Ces détections peuvent alors révéler de potentielles fuites d'eau.

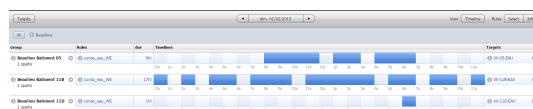


FIGURE 6. Détection de consommation d'eau pour le dimanche 1er février 2015

Grâce à l'application KPI de SkySpark, nous avons pu réaliser des indicateurs clés de performance. Ces derniers permettent de visualiser le bilan des consommations sur une période demandée. Nous avons alors intégré un indicateur pour la consommation électrique en kWh ainsi qu'en kWh/m<sup>2</sup>. Ces KPI permettent entre autre de comparer les sites entre eux et de visualiser quels bâtiments consomment le plus.

L'indice de consommation par surface est important car le bilan de consommation d'un bâtiment peut être très élevé dû à la grande taille de l'établissement, mais ramenée au m<sup>2</sup>, la consommation peut en être raisonnable. Enfin, nous avons pu calculer le coût de cette consommation en euros. Cet indice de prix permet quand à lui de chiffrer les consommations de manière financière, puisqu'il s'agit d'un indicateur demandé par les usagers.

Site	kwh	kWh/m <sup>2</sup>	kwh€
Beaulieu Batiment 11A	15,821 kWh	2.489	1,497 €
Beaulieu Batiment 41-42	2,192 kWh	1.457	207.479 €
Beaulieu Batiment 11D	2,824 kWh	.781	267.166 €
Beaulieu Batiment 07	5,713 kWh	.971	540.465 €
Beaulieu Batiment 03-04	3,008 kWh	.348	284.683 €
Beaulieu Batiment 06	3,095 kWh	.436	292.83 €
Beaulieu Batiment 05	2,810 kWh	.427	265.953 €

FIGURE 7. Indicateurs Clés de Performance de la semaine du 30 novembre 2014

Pour la gestion des agendas ADE, c'est-à-dire les emplois du temps, le but est de visualiser le taux d'occupation du bâtiment suivant les horaires. Cela peut, une fois corrélé avec les courbes de consommation, expliquer certains phénomènes et soulever des problèmes. Par exemple, une consommation importante alors que le bâtiment est vide. Ainsi, nous avons d'abord récupéré les agendas sous fichier ICS pour les convertir en CSV. Ce traitement a été réalisé en amont, sans l'utilisation de la plateforme SkySpark. Ensuite, l'importation des données d'emplois du temps sur la plateforme ont permis de créer un bargraphe d'occupation. Ce dernier peut alors être affiché en même temps qu'une consommation électrique et permettre de souligner l'impact de l'occupation sur l'énergie.



FIGURE 8. Corrélation emplois du temps et consommation électrique du jeudi 22 janvier 2015

#### IV. RÉSULTATS DES ANALYSES ET INTERPRÉTATIONS

En étudiant les courbes extraites de la corrélation entre les données électriques et les occupations, nous avons remarqué alors une forte consommation en dehors des horaires de cours. Ceci met en avant la présence d'étudiants dans les locaux de l'ESIR entre 12h et 14h et à partir de 18h30. Les consommations de la pause déjeuner correspondent à 10% de la semaine, il ne faut alors pas négliger les économies réalisables sur cette période. De même, grâce à cette étude, nous concluons que les consommations observées le matin avant l'occupation sont dues au service de ménage.

Grâce aux KPI, nous constatons a priori un dysfonctionnement dans les bâtiments 11A et 11B. En effet, même si

leur bilan de consommation n'est pas très élevé, la consommation par mètre carré est élevée. Il nous faudrait connaître l'usage et les équipements qui composent ces bâtiments, afin d'expliquer l'origine de ces surconsommations. Les bâtiments de l'ESIR présentent eux aussi le même comportement, mais nous sommes capables d'en expliquer la cause : l'utilisation de matériel informatique et le mauvais usage des éclairages. Ces observations ont pu être déduites grâce aux fonctions codées sur SkySpark.

Outre la programmation de règles et de KPI, SkySpark nous permet de visualiser rapidement les données de consommation d'un bâtiment, voire de plusieurs simultanément, suivant une période choisie (jour, semaine, mois...). Ainsi nous avons pu obtenir des courbes de consommation spécifique à une heure donnée. Ce travail permet d'observer les consommations des intervalles 12h-14h, 00h-01h ou autre, chaque jour de l'année. Cet affichage est utile pour comparer l'attitude du bâtiment à un même créneau horaire en fonction des saisons. De plus, il est possible de comparer ces courbes à celles des années précédentes afin de détecter les différences de fonctionnement et essayer d'en expliquer la cause.

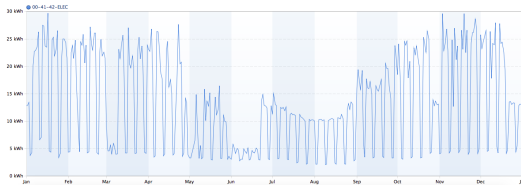


FIGURE 9. Consommation des bâtiments 41 et 42 de l'ESIR entre 12h et 13h pour l'année 2014

```
read(id=="@1bdb72c7-565bdc73")
.hisRead(2014)
.hisRollup(sum, 1h)
.findAll(r=> time(r->ts) >=
parseTime("12:00", "hh:mm")
and time(r->ts) <
parseTime("13:00", "hh:mm"))
.hisRollup(sum, 1day)
```

FIGURE 10. Requête permettant d'obtenir la figure précédente

Cette requête, dont le résultat est la courbe précédente (Figure 9), nous permet alors de voir que les bâtiments de l'ESIR consomment moins en juin qu'en juillet et août pour l'année 2014 entre 12h et 13h. Sachant que la période de juin à août est une période d'inoccupation, s'agit-il d'une surconsommation en juillet et août ou d'une sousconsommation en juin ? En comparant avec l'année précédente (voir Figure 11), nous réalisons qu'il y a bien une surconsommation en juillet et août 2014 et non une sousconsommation en juillet.

De même, grâce aux fonctionnalités de SkySpark, nous avons pu extraire une comparaison journalière d'une semaine de juillet de 2013 et de 2014. Cette double courbe nous a permis de valider la théorie précédente. Il y a donc un dysfonctionnement en 2014 qui a causé une consommation typique d'une semaine de cours et non d'inoccupation. Par

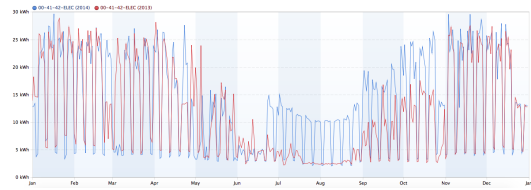


FIGURE 11. Consommation des bâtiments 41 et 42 entre 12h et 13h pour 2013 et 2014

conséquent, des économies sont possibles en trouvant la cause de ce différentiel et donc en réduisant les consommations des mois de juillet et août.

## V. DISCUSSION

A partir de ces quatre mois de travail, nous ne pouvons conclure que partiellement sur la problématique initiale du projet.

En effet, nous n'avons pu chiffrer grâce aux analyses de données réalisées qu'une économie d'énergie de 15% est envisageable sur le campus de Beaulieu. Cependant, nous avons extrait des pistes d'économies réalisables : grâce aux corrélations des emplois du temps avec les consommations, ces dernières pourraient être diminuées durant la pause déjeuner et l'après-cours. De même, grâce aux seuils établis, nous avons détectés des gaspillages qui peuvent être évités la nuit et le week-end. De plus, la rapidité de SkySpark nous a permis d'extraire des dizaines de courbes de données. Ces dernières nous ont permis d'analyser le comportement des bâtiments pour en dégager, par exemple, une surconsommation sur les deux mois estivaux. Ainsi, nous pouvons affirmer que l'analyse de données de consommations par SkySpark peut prouver les économies d'énergies potentielles.

Cet outil d'aide à la décision apporte toutes les fonctionnalités nécessaires à ce travail de traitement de données, confirmant le choix stratégique de la société GA-MM. Un outil comme SkySpark est indispensable pour avoir une analyse efficace des données d'un bâtiment, afin d'agir sur celui-ci, économiser de l'énergie et donc, des ressources financières. SkySpark se distingue par sa rapidité, son dynamisme et son adaptabilité aux demandes de l'utilisateur malgré un temps d'adaptation au langage spécifique de la plateforme. Ce temps d'adaptation pourrait être réduit grâce à une formation spécifique. C'est d'ailleurs dans cette logique que GA-MM souhaite développer en interne des règles et applications à mettre à disposition de ses clients. Ces derniers n'auraient ainsi plus qu'à sélectionner les fonctionnalités souhaitées et SkySpark leur serait livré avec une pré-programmation.

De plus, le nouvel outil "Intellastar", toujours distribué par la société GA-MM, permet une prise en main plus rapide de par son interface utilisateur plus intuitive. Ce logiciel n'est plus uniquement un outil d'aide à la décision, mais bien un centralisateur d'actions. Il permet alors d'analyser les données en implémentant SkySpark, mais contient aussi des fonctionnalités de maintenance, d'action, de pilotage à distance et de contrôle des équipements.

Les travaux sur le campus de Beaulieu nécessitent maintenant d'être poursuivis et développés sur un plus grand échantillon de bâtiments. Il serait intéressant d'installer de nouveaux types de capteurs pour la présence et la température. Cela permettrait alors d'obtenir davantage de résultats, de chiffrer concrètement les économies réalisables et d'évaluer le retour sur investissement. De plus, la présence d'un outil comme SkySpark sur le campus permettrait de surveiller les consommations. Le campus entrerait alors dans un cercle vertueux de mesure et de contrôle de ses consommations dans un but d'optimisation énergétique.

## VI. BIBLIOGRAPHIE

ORGANISME SKYFOUNDRY. SkySpark Documentation. <http://www.skyfoundry.com/doc/> [consultation quotidienne depuis le 09/10/2014]

SOCIETE GA-MM. "Mesurer, Analyser et Agir pour économiser". <http://www.ga-mm.com/> [consulté fréquemment depuis le 09/10/2014]

ORGANISME SKYFOUNDRY. Forum de discussion. <http://www.skyfoundry.com/forum/topic> [consultation quotidienne depuis le 23/10/2014]

GIMELEC. Classification des actions de l'efficacité énergétique. <http://www.gimelec.fr/Publications-Outils/Classification-des-actions-de-l-efficacite-energetique> [consulté le 10/02/2015]