



Financé par



Efficiency
Valuation
Organization



M&V FOCUS – publication #1

Chercher au-delà des suspects habituels

Par Colm Gallagher*

La plupart des praticiens de M&V ont généralement un ensemble de variables indépendantes pré-identifiées qu'ils utilisent lors de la modélisation des différents systèmes d'énergie. Par exemple, lors de la réalisation d'une opération de M&V sur un projet d'optimisation de l'eau glacée dans un bâtiment tertiaire, la température de l'air extérieur sera le plus souvent suffisante pour modéliser la consommation énergétique du système, cette approche ayant été appliquée maintes et maintes fois avec une efficacité prouvée. La même chose peut être dite pour les bâtiments résidentiels. En revanche, les nombreux bâtiments industriels posent un problème assez important. Les systèmes énergétiques complexes dans ces bâtiments sont influencés par de nombreuses variables différentes les unes des autres. Cela signifie qu'il est souvent difficile de modéliser avec précision la consommation qui vous intéresse en utilisant les variables indépendantes habituelles. En conséquence, des approches plus simplistes peuvent nuire à la précision d'un projet.

C'est une question qui fait l'objet d'une attention accrue en raison de la Directive sur l'Efficacité Énergétique. La Directive définit un objectif d'économies grâce à l'efficacité énergétique de 20 % que les États membres de l'UE devront atteindre d'ici 2020. Pour atteindre cet objectif, il faudra mettre en œuvre de manière efficace plusieurs actions d'amélioration de la performance énergétique (AAPE) dans tous les secteurs. Les bâtiments industriels constitueront la plus grande partie des économies. La M&V a un rôle critique à jouer dans la vérification précise des performances de ces AAPE. Cela a eu pour effet de mettre les pratiques de M&V sous le feu des projecteurs et, subséquemment, les difficultés de la M&V dans les applications industrielles sont apparues au premier plan. Ajoutez à cela la réticence des utilisateurs finaux à investir dans la M&V, et vous faites face à un défi. Comment la M&V peut-elle être appliquée avec un minimum de ressources tout en obtenant une précision acceptable ?

Au Groupe de Recherche sur l'Efficacité Intelligente de l'University College de Cork, nous pensons que la réponse réside dans les nombreuses données déjà disponibles dans les bâtiments industriels. L'ISO 50001 a permis à la plupart des installations certifiées de disposer d'un système de monitoring et de ciblage (M&C). De plus, la tendance actuelle des pratiques de l'industrie 4.0 dépend des données, ce qui signifie que davantage de compteurs seront installés à mesure que nous progressons vers ce

nouveau niveau de maturité industrielle. Les données dont nous disposons contiennent des connaissances précieuses pour l'installation surveillée. Le défi consiste à libérer le pouvoir de ces données sans faire de la M&V une tâche gourmande en ressources. Nous pensons que les techniques de machine learning joueront un rôle clé dans la résolution de ce problème. Ceci offre une opportunité excitante sur laquelle les praticiens de M&V peuvent capitaliser.

Le machine learning, un sous-domaine de l'intelligence artificielle, comprend des techniques suffisamment puissantes pour extraire des connaissances précieuses contenues dans des ensembles de données. L'application de ces techniques dans le contexte de la M&V est actuellement à l'étude dans le but de surmonter les défis rencontrés lors de la transition vers la M&V 2.0. Ces dernières années, les recherches publiées dans ce domaine sont très axées sur les secteurs des bâtiments résidentiels et tertiaires, tandis que le secteur industriel est à la traîne.

Dans le but d'améliorer les pratiques applicables aux bâtiments industriels, nous avons choisi d'élargir le périmètre d'analyse typique et d'inclure les grands ensembles de données disponibles dans l'analyse. Ces ensembles de données contiennent toutes les données enregistrées par le système M&C et aucune donnée n'est supprimée jusqu'à ce que la signification statistique de chaque variable soit quantifiée. Une augmentation significative de la quantité de données dans l'analyse veut dire que les approches typiques sont inefficaces et gourmandes en ressources. L'un de ces problèmes est lié à l'identification de variables indépendantes permettant de construire un modèle énergétique de la base de référence. À cette fin, un algorithme de sélection de caractéristiques automatisé et efficace sur le plan informatique a été mis au point pour garantir la révision de centaines de variables potentielles, permettant ainsi d'inclure uniquement les plus bénéfiques dans l'analyse finale. Il n'y a pas de limite au nombre autorisé de variables indépendantes, ce qui permet d'inclure toutes les variables statistiquement significatives dans l'analyse.

Dans un cas d'étude, plus de 500 variables d'une installation ont été entrées dans l'algorithme, ce qui a permis de sélectionner 10 variables comme étant bénéfiques pour la tâche de modélisation. Après l'identification des variables indépendantes les plus significatives, les algorithmes de modélisation les plus couramment appliqués à l'heure actuelle sont un facteur limitant important quand il s'agit d'obtenir de faibles incertitudes sur les économies. Faire progresser les algorithmes utilisés pour la modélisation énergétique dans les bâtiments industriels est la première étape pour évoluer vers les pratiques de M&V 2.0 dans le secteur industriel. Les secteurs des bâtiments résidentiels et tertiaires ont mis en évidence les avantages potentiels des algorithmes avancés d'apprentissage automatique et nous pensons qu'ils peuvent être encore plus utiles dans les installations industrielles complexes. Des algorithmes tels que les réseaux de neurones artificiels, les machines à vecteurs de support et les k-voisins les plus proches peuvent augmenter les performances d'un modèle par rapport à une approche ordinaire de régression linéaire des moindres carrés. Comme toujours, les ressources nécessaires à la réalisation d'opération de M&V doivent être réduites



Financé par



au minimum ; par conséquent, un moyen d'automatiser l'application de ces algorithmes est nécessaire.

Dans notre recherche, nous avons évalué la pertinence de l'apprentissage automatique pour résoudre les défis de la M&V en comparant les approches classiques de modélisation par régression linéaire qui utilisent les variables indépendantes typiquement appliquées, avec ces algorithmes de modélisation plus avancés appliqués à toutes les données disponibles. Dans un cas, nous avons constaté qu'une réduction de 51% sur l'erreur de modèle était réalisable après l'identification de l'algorithme et des paramètres optimaux.

Après des résultats initiaux prometteurs, notre équipe a développé une méthodologie qui fournit une approche normative pour l'application de ces techniques d'apprentissage automatique. La méthodologie est conçue pour minimiser les ressources nécessaires à la réalisation de la tâche de modélisation de la base de référence. Cette approche de M&V 2.0 est agnostique en termes de technologie et peut donc être mise en œuvre de manière automatisée par tout praticien. À ce jour, nous avons automatisé cette opération à l'aide du langage de programmation open-source R et testé l'approche avec une application dans des conditions réelles. Ce cas d'étude a quantifié les économies résultant de l'optimisation de la logique de contrôle d'un système CVC avec seulement 8,7 % d'incertitude associée aux économies finales à un intervalle de confiance de 95 %.

L'objectif général de cette recherche est de développer une solution logicielle basée sur le cloud qui implémente la méthodologie prise en charge par l'apprentissage machine et qui automatise le processus. Cela permettra une vérification des économies en temps réel grâce au déploiement efficace des modèles construits. Nous proposons ainsi une solution de M&V 2.0 fiable et précise pour les bâtiments industriels, chose manquante à l'heure actuelle. À mesure que nous dépassons nos objectifs d'efficacité énergétique pour 2020, l'accent mis sur une M&V précise devrait se poursuivre, un nouvel objectif d'efficacité énergétique étant fixé pour 2030 actuellement. Les conservateurs au Parlement européen soutiennent un objectif de 30%, tandis que les progressistes sont favorables à un objectif contraignant de 40%. Dans ce contexte, la M&V continuera de s'affirmer en tant qu'outil précieux dans la transition vers des économies à faibles émissions de carbone. La M&V 2.0 marque une évolution vers des pratiques moins gourmandes en ressources et plus précises. Nous visons à aider cette évolution avec nos recherches.

() Colm Galagher est candidat au doctorat au sein du Groupe de Recherche sur l'Efficacité Intelligente, University College de Cork, Université nationale d'Irlande, en Irlande. Pour plus d'informations sur les travaux de l'University College de Cork, veuillez consulter www.ucc.ie/en/ierg/. Vous pouvez également contacter l'auteur à l'adresse c.v.gallagher@umail.ucc.ie.*



Financé par



Traduction réalisée par Nathan Lee et Paul Calberg-Ellen (CMVP, formateur IPMVP), Biomasse Normandie, dans le cadre d'une mission confiée par l'ADEME Normandie. Texte original accessible à l'adresse :

<https://evo-world.org/en/news-media/m-v-focus/847-magazine-issue-1/1069-looking-beyond-the-usual-suspects>