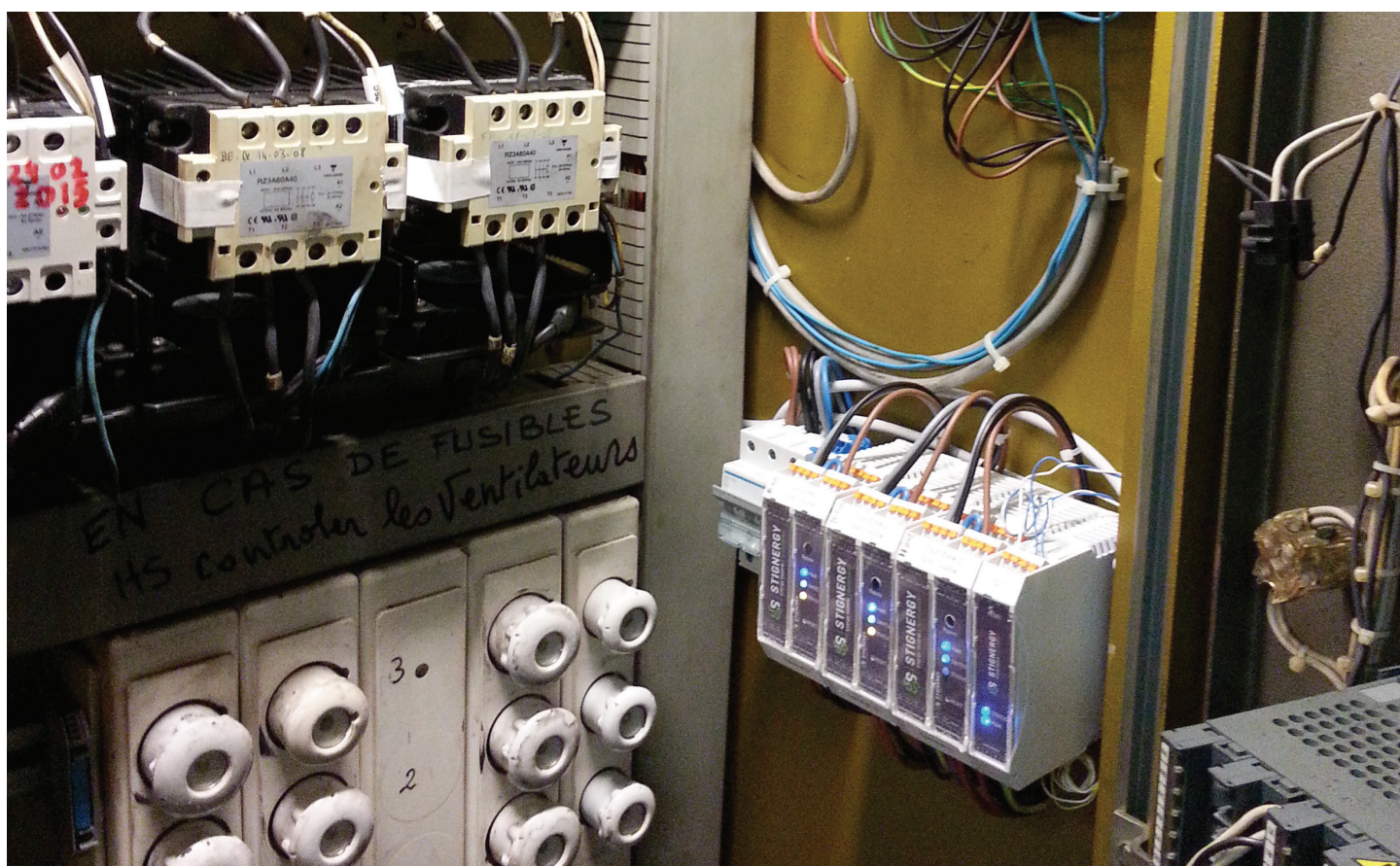


# L'EXPLOITATION INDUSTRIELLE RÉDUIT LES PICS DE PUISSANCE

Un système de gestion énergétique < intelligent > permet aux exploitations industrielles de réduire les pics de puissance soutirée depuis le réseau électrique ainsi que la consommation d'énergie électrique inutile de leurs installations. Un site d'une industrie métallurgique de 250 employés à Vallorbe (VD) est parvenu à économiser 20.000 Fr. sur ses coûts d'électricité dans le cadre d'un projet pilote de démonstration, suite aux premiers résultats d'optimisations, des améliorations apportées permettraient d'économiser 50.000 Fr. Le système de gestion de l'énergie SEMS appuie le tournant culturel des moyennes et grandes entreprises vers l'efficacité énergétique.



Le Terminal SEMS (le petit boîtier blanc en bas avec le fond jaune du tableau électrique) est installé dans l'armoire de commande d'un consommateur industriel. Photo : UMV

La commune de Vallorbe dans le Jura vaudois, s'est notamment fait connaître par sa longue tradition industrielle dans le domaine de la métallurgie. En 1285, le premier bas fourneau à fer a été mis en service dans la vallée de l'Orbe. Au 19<sup>e</sup> siècle, un grand nombre d'exploitations liées à l'industrie du fer étaient déjà en activité. Les Usines Métallurgiques de Vallorbe SA (UMV) sont les témoins de cette tradition. L'exploitation industrielle de transformation du métal, fondée en 1899, fabrique des outils de précision pour les bijoutiers et les horlogers ainsi que des outils pour l'usinage du bois et du métal sous le nom de marque « vallorbe swiss ». Les 250 employés des UMV réalisent un chiffre d'affaires de 37 millions de Fr. (2016). Avec sa gamme de produits, l'entreprise subit actuellement une grande pression sur les marges. Le Franc suisse, toujours assez fort, exerce une pression supplémentaire sur l'entreprise qui exporte dans le monde entier.

Les coûts de l'électricité sont d'environ 950.000 Fr. par an (2016) représentent un important facteur de charges. Environ 500 machines et appareils électriques de l'installation du site de l'usine de Vallorbe sont raccordés au réseau électrique. Ces appareils comptent des fours pour le durcissement de l'acier et des compresseurs pour la production d'air comprimé mais également de la ventilation, des pompes et des serveurs informatiques. En septembre 2015, les UMV ont mis en place le Smart Energy Management System (SEMS) dans le but de réduire la facture d'électricité de deux manières :



Dans l'installation du site des Usines Métallurgiques de Vallorbe SA à Vallorbe, le système de gestion de l'énergie SEMS de Stignergy a été testé dans le cadre d'un projet pilote de démonstration. Photo : UMV

dans un premier temps, le SEMS réduit les pics de puissance de l'installation par une gestion dynamique qui cible les charges produites par les fours, les compresseurs et le système de ventilation. Cela réduit la facture d'électricité car le pic mensuel de la puissance soutirée influence considérablement le montant total des coûts de l'électricité indépendamment de la quantité d'énergie électrique consommée (cf. zone texte). De plus, le SEMS permet le fonctionnement des consommateurs sous contrôles selon les besoins, ce qui réduit la consommation de l'énergie électrique.

## LA POINTE DE PUISSANCE A UN PRIX

Contrairement aux ménages, les consommateurs des installations industrielles et commerciales ne sont pas facturés par leurs fournisseurs d'électricité pour seulement la quantité de kilowattheures consommés, mais aussi pour la puissance soutirée. Dans la tarification Haute Tension, le distributeur souhaite rentabiliser l'investissement matériel auquel il a consenti pour fournir à son client l'énergie demandée. Le client A qui consomme 1'000 kWh, à raison de 1'000 kW durant 1 heure, pose plus de contraintes que le client B qui consomme 1'000 kWh à raison d'1 kW durant 1'000 heures. Le distributeur mesure donc la puissance maximale appelée par l'installation durant le mois de facturation, pour lui en imputer le coût. Le compteur enregistre la consommation d'énergie tous les quarts d'heures. En divisant l'énergie consommée par le temps écoulé (15 minutes), il détermine la puissance moyenne appelée durant ce quart d'heure. C'est le maximum de ces puissances moyennes qui sert de base à la facturation. Plus cette pointe est élevée, plus la facture est salée.

En 2014, avant la mise en service du système de gestion de l'énergie SEMS, les UMV avaient une pointe de puissance quart horaire située entre 2286 (juin) et 2538 kW (octobre) selon le mois. Pour ces pointes de puissances, les UMV ont dû déboursier au fournisseur d'énergie local VO Energies 23.300 Fr. (juin) et 26.000 Fr. (octobre). Ces montants indiquent : si une entreprise parvient à réduire la pointe de puissance quart horaire, elle économise tout simplement de l'argent. BV

### Un amortissement en trois ans

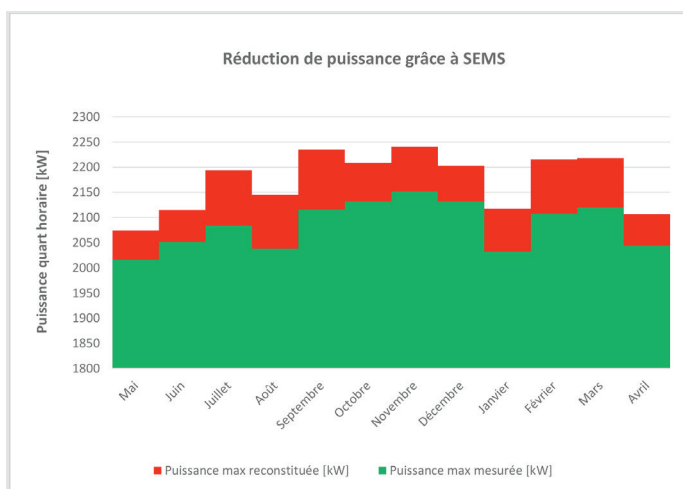
Une évaluation d'une période de douze mois, de mai 2016 à avril 2017, montre que grâce au SEMS, les UMV ont pu économiser un montant de 20.000 Fr. sur les coûts d'électricité. Environ la moitié des économies réalisées revient à la réduction de la puissance de la pointe mensuelle qui a pu être réduite de 3 à 5 % au cours des mois (cf. tableau). L'autre moitié provient de la réduction de la consommation de l'énergie électrique (-1,6 % de la consommation annuelle de 7,5 GWh). En se basant sur les dépenses totales des UMV pour l'électricité, 950.000 Fr., ces économies, 20.000 Fr., représentent un bonus financier de 2 %.

« Nous sommes très satisfaits du SEMS, il est fiable et répond à nos attentes dans le cadre du projet pilote de démonstration », affirme Richard Fayolle, responsable du projet chez les UMV. Avec un investissement de 60.000 Fr., le système de gestion de l'énergie SEMS est amorti dans une période d'environ trois ans grâce aux économies réalisées. Un second effet du SEMS est que son intégration a sensibilisé le personnel à la question de l'efficacité énergétique, affirme le responsable de la qualité des UMV : « Le SEMS présente clairement la consommation de l'énergie électrique et les résultats des mesures d'efficacité aux employés. C'est ce qui a provoqué un véritable tournant culturel en faveur des économies d'énergie chez nos collaboratrices et collaborateurs. »

### Un Terminal SEMS par appareil des 16 gros consommateurs

Le système de gestion de l'énergie SEMS installé à Vallorbe s'étend uniquement sur un nombre relativement bas de consommateurs électriques en service dans les UMV : parmi les 500 machines et appareils électriques, 16 appareils gros consommateurs d'électricité ont été sélectionnés. Il s'agit de fours, de compresseurs et d'un système de ventilation équipé d'un filtre des toxines dans l'air. L'ensemble de ces appareils représentent 70 % de la puissance nominale lors des pics de puissances (env. 1.600 sur 2.300 kW). Seuls les appareils disposant d'une certaine flexibilité pendant leurs fonctionnements, c'est-à-dire que leurs cycles électriques de fonctionnements peuvent être interrompus, modifiés, régulés ou encore décalés, sont pris en considération. Les serveurs informatiques, par exemple, n'ont pas été pris en compte, devant être alimentés sans interruption en électricité, ils n'offrent aucune flexibilité pour garantir leurs bons fonctionnements. La puissance totale de 1.600 kW des 16 appareils sélectionnés

Mois - Année	Puissance max mesurée [kW]	Puissance max reconstituée [kW]	Réduction de puissance [kW]	% de réduction de la puissance par rapport aux pics [%]	Puissance délestable effective au moment du pic [kW]	% de réduction de la puissance par rapport aux délestables [%]	Gains financiers [CHF]
Mai 2016	2'016	2'074	58	2.88%	773	7.50%	548
Juin 2016	2'052	2'115	63	3.07%	748	8.42%	595
Juillet 2016	2'084	2'194	110	5.28%	748	14.71%	1'040
Août 2016	2'038	2'145	107	5.24%	617	17.34%	1'010
Septembre 2016	2'116	2'235	119	5.62%	629	18.92%	1'124
Octobre 2016	2'132	2'208	76	3.59%	489	15.64%	723
Novembre 2016	2'152	2'241	89	4.13%	464	19.17%	840
Décembre 2016	2'132	2'203	71	3.32%	464	15.24%	668
Janvier 2017	2'032	2'118	86	4.22%	424	20.20%	810
Février 2017	2'108	2'215	107	5.09%	424	25.30%	1'014
Mars 2017	2'120	2'218	98	4.63%	464	15.24%	927
Avril 2017	2'044	2'107	63	3.07%	464	13.52%	593
<b>Total</b>							<b>9'892</b>



Grâce à SEMS, et avant les mesures d'améliorations, la pointe de puissance quart-horaire a pu être réduite de 3 % à 5 % selon les mois. Le graphique montre les pointes de puissances mesurées avec SEMS ainsi que la réduction des pointes de puissances (en rouge) réalisée grâce au SEMS. Sans SEMS, la pointe de puissance aurait été plus élevée (« pointes de puissances reconstitués »). Cette pointe de puissance reconstituée n'est pas une valeur mesurée mais une valeur calculée par une technique de reverse engineering. Tableau et graphique : Rapport final projet P+D

n'était pas disponible pour la réduction de la charge globale de l'installation, seuls 1.214 kW ont pu être utilisés à cette fin. Cela correspond à la moitié de la puissance de pointe mensuelle qui est d'environ 2.300 kW.

Lors de l'intégration du système de gestion de l'énergie SEMS, un Terminal SEMS a été intégré par appareil contrôlé dans les armoires de commandes des 16 appareils. Les paramètres de flexibilités et de contraintes ont été ensuite configurés à distance pour chaque appareil contrôlé par SEMS permettant de déterminer la manière de leurs pilotages dynamiques. Cela a pour objectif de réduire la puissance mensuelle globale de l'installation et de réaliser des économies d'énergie électrique.

Chaque Terminal SEMS mesure en temps réel l'état de charge de l'appareil qu'il contrôle, ensuite un ensemble de données est échangé entre tous les Terminaux SEMS chaque minute. Sur la base de ces données reçues, chaque Terminal SEMS prend une décision locale et de manière autonome concernant l'action à appliquer sur l'appareil qu'il contrôle. L'échange des données entre les Terminaux SEMS est assuré par des communications filaires dans chaque bâtiment et par des communications radio sans fil entre les différents bâtiments où sont installés les Terminaux SEMS. Toutes les données

de mesure et de décisions des commandes des Terminaux SEMS sont transmises à un serveur distant par le biais d'une passerelle appelée Gateway SEMS. Toutes ces données sont consultables grâce à une application web avec un accès sécurisé, le SEMS Live Dashboard. Ce tableau de bord permet de réaliser des analyses, de présenter des statistiques et d'afficher des graphiques des mesures. Les données et mesures collectées sont utilisées pour l'optimisation opérationnelle et énergétique. Il est ainsi, possible de consulter par exemple à quel moment le filtre d'un compresseur doit être remplacé.

## FONCTIONNEMENT DU SEMS

Le Smart Energy Management System (SEMS) de la société Stignergy SA est constitué essentiellement d'unités de mesure, de contrôle et de pilotage installées sur les gros consommateurs électriques d'une exploitation industrielle. Les Terminaux SEMS mesurent en continu le courant, la tension, l'angle de phase, la fréquence, la consommation, la puissance et les harmoniques pour chaque consommateur contrôlé. Ces Terminaux échangent ces mesures et d'autres données liées à l'état de charge entre eux chaque minute. Sur la base de ces mesures et données échangées, à la fin de la minute et grâce à un algorithme embarqué dans chaque Terminal, ce dernier prend une décision locale pour piloter les cycles électriques de l'appareil ou le processus qu'il contrôle.

Le but de l'opération : les consommateurs électriques sont contrôlés en vue d'éviter autant que possible les pointes de puissances mensuelles globales de l'installation. Ainsi, le résultat de l'ensemble des décisions prises par chaque Terminal SEMS participe à la réduction des pointes de puissances globales de l'installation. Cela est possible en contrôlant les gros consommateurs d'électricité en réorganisant leurs demandes de puissances afin d'éviter des démarrages et des charges de puissances simultanées (« report de charge ») et ceci sans dégrader ou perturber leurs services qu'ils fournissent. Pour cela, il est impératif que les consommateurs contrôlés par SEMS offrent une certaine flexibilité, telle que : une inertie thermique (chaud ou froid), la variation du courant d'un moteur ou d'un compresseur par le biais de variateurs de fréquences.

Le grand avantage du SEMS : le système fonctionne de manière dynamique et auto adaptatif, aucun programme informatique spécifique ne doit être développé pour la réduction des pointes de puissances. Pendant une « phase d'apprentissage » d'un mois, les Terminaux SEMS apprennent par eux-mêmes la manière de consommations électriques des appareils raccordés et créent des profils de charges contenant des paramètres de flexibilités et de contraintes des appareils et processus qu'ils contrôlent. Un algorithme embarqué dans chaque Terminal SEMS et est basé sur une technique d'intelligence artificielle collective, prends des décisions et définit quel type de commandes à appliquer au bon moment quand des pics de puissances se présentent dans l'installation afin de les éviter. Ainsi, le système SEMS fonctionne de manière autonome et dynamique. Aux UVM à Vallorbe par exemple, la production peut s'effectuer en deux ou trois équipes de travail en fonction de la quantité des pièces à produire, le système SEMS détecte dynamiquement et de manière autonome la charge à réduire sans aucune programmation en préalable. BV



### Six ans entre l'idée et sa commercialisation

La société Stignergy SA est basée à Y-Parc, le Technopole d'Yverdon-les-Bains. Stignergy est une startup issue de la Haute École d'Ingénierie et de Gestion du canton de Vaud (HEIG-VD) où a été conçu le premier prototype du Smart Energy Management System (SEMS). L'initiateur du concept de SEMS est l'ingénieur électronicien Sami Najjar, un citoyen suisse d'origine tunisienne. Suite à une expérience au sein de la multinationale britannique de télécommunication Cable&Wireless il a rejoint un institut de recherche et développement de la HEIG-VD pour le développement de SEMS. Après deux ans de recherche et de développement à la HEIG-VD, il présente le prototype du SEMS pour créer Stignergy en fin 2012. Après deux ans d'industrialisation, de certification CEM et l'installation de 2 deux projets pilotes du SEMS, le système innovant de gestion de l'énergie est prêt pour la commercialisation. Un projet pilote de démonstration, avec le soutien de l'Office fédéral de l'énergie, fut l'occasion de tester la performance du SEMS, de fin 2015 à début 2017 dans l'installation du site des UMV à Vallorbe. Entre-temps, le système de gestion de l'énergie SEMS a été installé dans sept autres entreprises : 4 usines de l'industrie métallurgique et mécanique, un hôtel de 4 étoiles (avec une cuisine et une buanderie), un restaurant et une carrière d'extraction de granulats du lac de Neuchâtel pour la fabrication du béton.

Selon Sami Najjar, le SEMS est très avantageux pour les installations industrielles avec une pointe de puissance électrique de plus de 700 kW. Rien qu'en Suisse, il évalue le potentiel commercial à 15.000 entreprises. « Le projet P+D était très important pour nous car il a montré que notre système parvenait réellement à réduire les pointes de puissances mensuelles des entreprises industrielles sans perturber leurs processus de production. » Le plus important fournisseur d'énergie en Suisse romande, Romande Energie SA (Morges) donne également une évaluation positive. « Le système SEMS de Stignergy est une solution de gestion et de surveillance de la consommation de l'énergie robuste et innovante. Nous pouvons le proposer à nos clients qui souhaitent augmenter leur efficacité énergétique et profiter d'une gestion intelligente de leur consommation d'énergie », explique Cynthia Cavin de Romande Energie. Romande Energie n'est pas le fournisseur d'électricité des UMV, mais a été partenaire du projet P + D car elle souhaite développer de nouvelles activités dans le secteur de l'efficacité énergétique.

### Les avantages d'un système décentralisé

Le système de gestion de l'énergie SEMS étant une nouvelle technologie, les expériences accumulées au cours du projet P+D ont contribué significativement à son développement. L'expérience a montré qu'il n'est pas nécessaire d'équiper tous les consommateurs électriques d'une usine avec des Terminal SEMS. Lorsqu'à Vallorbe, chacune des trois zones chauffantes d'un four de trempe a été équipée d'un Terminal SEMS, aucun avantage n'a pu être constaté par rapport à un autre four sur lequel un seul Terminal contrôlait plusieurs zones de chauffes. L'intégration de SEMS dans l'installation du site des UMV a clairement montré que le système est très efficace quand la majorité des appareils contrôlés sont en mode de fonctionnement : pendant la seconde moitié de la période d'analyse, quatre fours ont dû être mis hors service pour des travaux de maintenance et de rénovation. Suite à cet arrêt, environ un tiers de la charge ainsi que la consommation et les pointes de puissance liées ont disparu, ce qui a impacté à la baisse les résultats de SEMS dans le bilan annuel. Cette modification a clairement montré les avantages de SEMS, à savoir que le SEMS fonctionne sans problème, même quand une partie des appareils/Terminaux est mis hors service.

Sans l'arrêt des quatre fours, des économies d'environ 29.000 Fr. auraient été réalisées pendant la période d'analyse (au lieu des 20.000 Fr. susmentionnés). Sami Najjar, CEO de Stignergy, est convaincu de la possibilité d'augmenter le

## LES PROJETS PILOTES ET DE DÉMONSTRATION DE L'OFEN

L'installation du système de gestion de l'énergie SEMS de Stignergy SA aux UMV compte parmi les projets pilotes et de démonstration soutenus par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN). L'OFEN encourage les projets pilotes et de démonstration favorisant l'utilisation économe et rationnelle de l'énergie ou le recours aux énergies renouvelables. L'OFEN soutient des projets pilotes, de démonstration et de projets phares à hauteur de 40 % des dépenses imputables. Des requêtes peuvent être déposées à tout moment.

[www.bfe.admin.ch/pilotdemonstration](http://www.bfe.admin.ch/pilotdemonstration)  
[www.bfe.admin.ch/leuchtturmprogramm](http://www.bfe.admin.ch/leuchtturmprogramm)

montant de ces économies à 50.000 Fr. par an grâce au remplacement des anciens fours par ceux de la nouvelle génération plus flexible en termes de régulation de la charge et grâce à d'autres optimisations, par exemple l'installation d'un variateur de fréquence pour une centrale de ventilation. Il s'agirait alors d'au moins 5 % du total des coûts d'électricité que l'entreprise pourrait économiser grâce au système de gestion de l'énergie SEMS sans altérer son processus de production.

- Vous trouverez le **rapport final** du projet sur <https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=36858>
- Dr. Michael Moser (michael.moser[at]bfe.admin.ch), directeur du programme de recherche de l'OFEN sur les réseaux, communique des **informations** sur le projet.
- Vous trouverez d'autres **articles spécialisés** concernant les projets phares et de recherche, les projets pilotes et les démonstrations dans le domaine des réseaux sur [www.bfe.admin.ch/CT/electricite](http://www.bfe.admin.ch/CT/electricite).