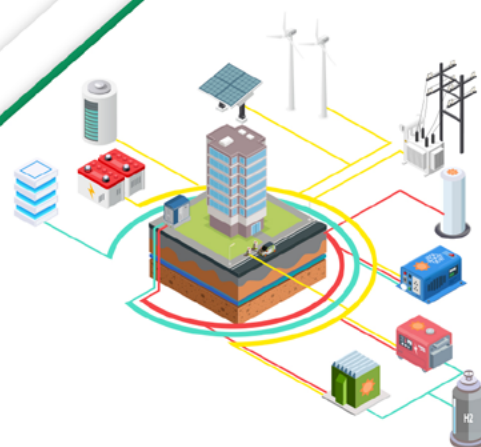


NEWSLETTER N°1

LANCEMENT DU PROJET IMPROVEMENT

IMPROVEMENT Intégration de climatisation,
chauffage et micro-grids eco-friendly dans les
bâtiments publics

Cofinancé par le programme Interreg Sudoe de
l'Union européenne, numéro de subvention SOE3/
P3/E901





RÉUNION DE LANCEMENT DU PROJET IMPROVEMENT À CORDOUE

Le projet « **INTÉGRATION DE CLIMATISATION, CHAUFFAGE ET MICRO-GRIDS ECO-FRIENDLY DANS LES BÂTIMENTS PUBLICS** », IMPROVEMENT, cofinancé par le programme **INTERREG SUDOE** dans le cadre de l'axe prioritaire 3, Économie faible en carbone, a été lancé officiellement le 15 janvier 2020 au siège de l'Université de Cordoue.

Le projet **IMPROVEMENT** est formé par un consortium de neuf organismes : Outre le Centro Nacional del Hidrógeno (CNH2), chef de file du projet, il y a le Laboratório Nacional de Energia e Geologia du Portugal (LNEG), l'École Nationale Supérieure de Mécanique et d'Aérotechnique (ENSMA), l'Universidad de Córdoba, l'Universidad de Castilla-La Mancha, l'Université de Perpignan Via Domitia, l'Instituto Superior Técnico de Lisbonne, l'Agencia Andaluza de la Energía, et la Dirección General de Energía, Consejería de Hacienda y Financiación Europea de la Junta de Andalucía. En plus de ce consortium, il y a huit bénéficiaires associés de trois pays de la Région SUDOE : Green Power Technologies S.L, NEC RENOVABLES S.L, Hospital Comarcal de la Axarquía, Ingeniería Solar; Agence Régionale Énergie Climat Occitanie, Agência Regional de Energia e Ambiente do Algarve, Asociación Plataforma de Construcción Sostenible et Comunidade Intermunicipal do Algarve.

Objectif principal du projet

L'objectif principal du projet est le développement des éléments nécessaires pour le déploiement d'une

nouvelle génération de micro-réseaux renouvelables pour la fourniture d'énergie thermique (chauffage et climatisation) et électrique. Cette technologie permettra d'améliorer la qualité et la continuité de l'approvisionnement en électricité, ce qui est fondamental dans des bâtiments avec une prédominance d'équipements de haute technologie qui impliquent une grande consommation énergétique en électricité, chauffage et climatisation. À titre d'exemple, on peut citer notamment les hôpitaux, les centres de recherches et les stations de transports.

Plus d'informations

Le développement du projet est axé sur un micro-réseau basé sur un système avancé de gestion de l'énergie, avec un stockage hybride hydrogène/batteries/supercondensateurs. De plus, des techniques de contrôle fondées sur la commande prédictive (MPC, pour model predictive control en anglais) seront appliquées au système pour garantir la bonne intégration des systèmes d'énergie renouvelable et l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments publics en vue de leur transformation en bâtiments dont la consommation d'énergie est quasi nulle (NZEB).

Le **projet pilote IMPROVEMENT** propose de mettre en œuvre et de valider les solutions développées sur deux sites pilotes. Le premier site pilote consiste en une plateforme expérimentale de micro-réseaux située dans les installations du CNH2, à Puertollano (Ciudad Real), où sont testées et intégrées les différentes solutions et techniques innovantes.

Le deuxième est situé à Lisbonne, sous la direction du Laboratoire nationale d'Énergie et de Géologie (LNEG), avec le soutien de l'Institut supérieur tech-

nique de Lisbonne (IST), qui intègre les systèmes de production de chaud et de froid renouvelables dans un micro-réseau pour la transformation d'un bâtiment public existant en un bâtiment à bilan énergétique nul.

En outre, l'Université de Cordoue est chargée de développer un système de contrôle de la puissance pour les micro-réseaux à hautes exigences de qualité énergétique appuyé sur un réseau de capteurs intelligents IoT (Internet of things). Parallèlement, l'Université de Cordoue collabore avec l'Université de Castille-La Manche qui développe de l'électronique de puissance spécifique.

La direction générale de l'Industrie, de l'Énergie et des Mines du ministère régional des Finances et du Financement européen participe au consortium et analyse le cadre réglementaire en proposant les recommandations nécessaires pour faciliter son adoption dans la région. Quant à l'Agence andalouse de l'énergie, qui étudie l'applicabilité et les conditions des solutions proposées, participe à leur validation, une fois développées, et élabore des plans spécifiques pour mettre en œuvre les résultats du projet à travers la Red de Energía de la Junta de Andalucía (REDEJA).



D'autre part, l'École Nationale Supérieure de Mécanique et d'Aérotechnique et l'Université de Perpignan Via Moitia UPVD sont chargées du développement du système de gestion d'énergie pour les micro-réseaux avec un stockage hybride sous des critères de dégradation minimale et de primauté des énergies renouvelables, moyennant la mise en œuvre d'algorithmes avancés incluant les prix de l'énergie, la production d'énergie et des outils de prévision de la consommation énergétique.



VISITE TECHNIQUE À L'HÔPITAL DE LA AXARQUÍA, À MALAGA.

Le lendemain, le 16 janvier 2020, a été consacré à la visite des installations de l'hôpital de La Axarquía, qui participe au projet en tant que bénéficiaire associé. Les techniciens de la région sanitaire de Malaga-Axarquía ont souligné l'importance de ce projet pour le développement des énergies renouvelables en Andalousie.

L'hôpital de Malaga, qui fait partie de REDEJA (Red de Energía de la Junta de Andalucía), fera une simulation des meilleures solutions développées au cours du projet afin de transformer l'établissement en un bâtiment à bilan énergétique nul, en utilisant des composants passifs (marquises, fenêtres à haute performance énergétique, isolation, orientation adéquate) et actifs (climatisation efficace, plancher chauffant, etc.) et en intégrant les systèmes avancés de gestion et stockage d'énergie mis au point dans le cadre du projet européen **IMPROVEMENT**.

SITE PILOTE DU CENTRE NATIONAL D'EXPÉRIMENTATION DES TECHNOLOGIES DE L'HYDROGÈNE ET DES PILES À COMBUSTIBLE

Le **site pilote CNH2** se divise en deux parties principales : d'une part le micro-réseau électrique et d'autre part un système thermique.

Comme nous le savons, en raison de la crise sanitaire, le développement des sites pilotes a été compliqué en 2020 étant donné qu'il était difficile d'être présent dans les différents laboratoires.

Malgré cela, nous avons pu faire des progrès sur le micro-réseau électrique, à savoir que nous avons développé les différents algorithmes de contrôle qui rendront le micro-réseau intelligent.

Une fois que nous avons pu commencer à nous dé-

placer au centre où sont installés le site pilote et le micro-réseau électrique, nous avons effectué plusieurs tests pour vérifier le bon fonctionnement des différents équipements d'électronique de puissance (inverseurs, convertisseurs, etc.) et leur intégration dans le micro-réseau.

En ce qui concerne le système thermique, nous avons avancé de manière plus conceptuelle, en analysant et en révisant les exigences nécessaires pour compléter ce système avec le micro-réseau électrique. Concrètement, nous avons cherché différents fournisseurs de matériaux à changement de phase (MCP) et une entreprise capable de réaliser l'installation du système de récupération de la chaleur géothermique.



INTERVIEW TROIS QUESTIONS AUX ASSOCIÉS

Felix García Torres PhD, Responsable du laboratoire de micro-réseaux jusqu'à août 2021

Le Docteur Félix García Torres a obtenu son diplôme d'ingénieur industriel spécialisé dans l'électricité en 2004, à l'Université de Séville. Il a ensuite obtenu son doctorat à la même université en 2015, avec la thèse « Contrôle avancé de micro-réseaux d'énergie renouvelable avec stockage d'énergie hybride ». Son parcours professionnel a toujours été lié à la recherche en lien avec les énergies renouvelables et le stockage d'énergie. Il a commencé à travailler à l'Université catholique de l'Ouest à Angers (France) en réalisant un système SCADA pour un micro-réseau de production de chaleur et d'électricité en 2004, puis il a intégré le Laboratoire d'énergies renouvelables de l'Institut d'automatique industrielle du Conseil supérieur de recherches scientifiques (CSIC), où il a travaillé sur différents projets comme le projet stratégique intramural du CSIC pour la production d'hydrogène à partir de solutions aqueuses de saccharose et le Développement de Possible House, à la Place OIKOS-Agua y Energía de l'Exposition Spécialisée Zaragoza 2008.

Il a travaillé pour la société spin-off de l'Université de Séville, GreenPower Technologies. À l'occasion de la création du Centre national de l'hydrogène, il a intégré en 2009 l'équipe initiale d'ingénieurs chargés de créer l'installation scientifique technique singulière du Centre national de l'hydrogène.

Pour quelles raisons le Centre national de l'hydrogène a-t-il décidé de participer au projet IMPROVEMENT ?

Le projet **IMPROVEMENT** est une initiative conjointe du Centre national de l'hydrogène (CNH2) et du groupe d'électronique industrielle et d'instrumentation de l'Université de Cordoue, dirigé par le Docteur Antonio Moreno et axé sur les applications électroniques avancées visant à améliorer la qualité de la fourniture. On a identifié le potentiel de coupler l'autonomie que pourrait fournir l'hydrogène au besoin d'une infrastructure avancée pour la gestion de

l'énergie dans les bâtiments, où les pertes de qualité et de continuité de l'approvisionnement peuvent provoquer des situations critiques.

Au cours des dernières années, de nombreux projets visant à améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments et à y intégrer les énergies renouvelables ont été développés. Toutefois, il y a encore peu de projets en lien avec la problématique de l'intégration des ressources énergétiques distribuées (RED) au sens le plus large, dans des milieux où les équipements de haute technologie, lesdites « charges critiques », prédominent.

Ce type de milieux sont toujours particuliers en raison de la très grande sensibilité de ces équipements aux perturbations électriques. En raison de considérations scientifiques dans les universités et les centres technologiques, ainsi que pour des raisons sanitaires dans les hôpitaux et des raisons de sécurité dans les installations militaires, les gares et les aéroports, la qualité de l'énergie et la continuité de l'approvisionnement doivent être considérées comme des aspects fondamentaux.

En outre, en tant que caractère différenciateur et caractéristique de l'espace du SUDOE, ce type d'installations se caractérise par une forte consommation d'énergie pour le chauffage en hiver et pour la climatisation en été.

Face au défi technologique d'améliorer l'efficacité énergétique de ce type de bâtiments et de couvrir leur consommation par des énergies renouvelables tout en maintenant la qualité et la continuité du service que requièrent ces équipements technologiques, trois axes d'action fondamentaux du projet IMPROVEMENT ont été dégagés :

- 1) Améliorer la performance thermique de ce type de bâtiments publics grâce à la production de chauffage et de climatisation et à l'intégration de techniques actives/passives pour des bâtiments dont la consommation d'énergie est nulle.
- 2) Améliorer la qualité de l'énergie et la fiabilité de l'approvisionnement dans les bâtiments publics avec des charges critiques en développant un système de contrôle de la puissance résistant aux défaillances pour les micro-réseaux avec un contrôle actif du neutre et en déployant un réseau de capteurs de qualité de l'énergie IoT.
- 3) Intégrer des systèmes avancés de gestion de l'énergie pour les micro-réseaux renouvelables avec un système de stockage d'énergie selon des critères de dégradation minimale, d'utilisation du système de stockage à un coût minimum et de maximisation de la consommation d'énergie propre.

Que va apporter ce projet à l'Espagne et au CNH2 ?

L'hydrogène est en soi un vecteur énergétique. Ainsi, on peut avoir la meilleure pile à combustible ou le meilleur électrolyseur, ou la façon la plus efficace de produire de l'hydrogène que si on ne cherche pas des solutions d'utilisation finale. Tant l'Espagne que le sud de la France ou le Portugal, qui constituent l'espace SUDOE, se caractérisent par leur haut potentiel solaire et éolien, de manière qu'ils ont toujours joué un rôle pionnier en matière d'énergies renouvelables.

Le projet **IMPROVEMENT** cherche justement à développer une technologie pionnière et clairement disruptive mais aussi proche du marché pour la création d'emplois, de richesse et de positionnement technologique dans le domaine de la transition énergétique, tout en cherchant à donner un rôle central à l'hydrogène en tant que système de stockage, étant donné que sa densité énergétique permet une longue durée d'autonomie énergétique en cas de coupure électrique sans qu'il soit nécessaire de disposer de grands espaces pour le stockage d'énergie, ce qui serait le cas si la solution était basée uniquement sur des batteries.

Quelle est la situation actuelle des NZEB et de l'hydrogène en Espagne ?

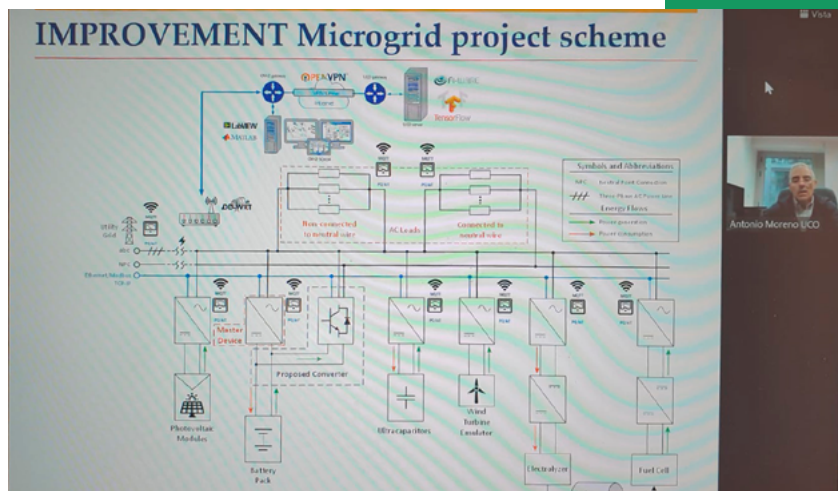
Il y a dans chaque bâtiment public un grand potentiel d'économie d'énergie qui n'est toutefois pas exploité comme il faudrait. Dans chaque bâtiment on consomme de l'énergie pour satisfaire aux besoins liés au chauffage, à la climatisation, à la disponibilité d'eau chaude sanitaire, à la ventilation, à l'éclairage, à la cuisine, à l'hygiène, à la conservation des aliments, à la bureautique, etc. La somme de ces consommations représente 20 % de la consommation énergétique finale en Espagne, un pourcentage qui tend d'ailleurs à augmenter.

Aujourd'hui, environ 75 % du parc immobilier de l'UE est inefficace sur le plan énergétique. Cela signifie qu'une grande partie de l'énergie utilisée est gaspillée. La rénovation des bâtiments existants pourrait réduire la consommation totale d'énergie de l'UE de 5 à 6 % et diminuer les émissions de dioxyde de carbone d'environ 5 %. Or, en moyenne, moins de 1 % du parc immobilier national est rénové chaque année (le taux varie entre 0,4 % à 1,2 % selon les États membres).

Collectivement, les bâtiments dans l'UE représentent 40 % de notre consommation d'énergie et 36 % des émissions de gaz à effet de serre, qui proviennent principalement des activités de construction, de rénovation et de démolition, ainsi que de l'utilisation des bâtiments.

L'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments a donc un rôle essentiel à jouer dans la réalisation

de l'objectif ambitieux de neutralité carbone à l'horizon 2050, établi dans le pacte vert pour l'Europe.



CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES ÉNERGIES RENOUVELABLES EN LIGNE/ROME, NOVEMBRE 2020

Photo de la présentation à la conférence internationale ICREN sur les énergies renouvelables.

L'Université de Cordoue a présenté le Projet IMPROVEMENT lors de la Conférence internationale sur les énergies renouvelables, le 25 novembre 2020.

Le 25 novembre 2020, l'Université de Cordoue a participé à la Conférence internationale sur les énergies renouvelables, ICREN 2020, où elle a présenté les résultats du projet Improvement dans une conférence plénière intitulée : IoTbased submetering for DSM- DR applications in Energy Smart Appliances. Cinq cents participants du monde entier ont pris part à cette conférence. Il s'agit d'une réunion annuelle qui est tenue dans différents pays, initialement en Europe, avec l'Asie, le Moyen-Orient, l'Afrique et l'Amérique latine comme régions cibles de la conférence.

Les travaux ont été menés à bien dans le cadre du projet Improvement « Intégration de climatisation, chauffage et micro-grids eco-friendly dans les bâtiments publics », financé par le programme Interreg SUDOE de l'Union européenne, numéro de subvention SOE3/P3/E901.

Plus d'informations :

Lien de la réunion : <https://premc.org/conferences/icren-renewable-energy/>

PUBLICATIONS TECHNIQUES DES ASSOCIÉS

Nous souhaitons partager avec la Communauté Improvement certaines des publications relatives au Projet Improvement

- 1. *Optimisation coopérative de micro-réseaux en réseau pour soutenir les services de flexibilité du réseau en utilisant la commande prédictive* dans IEEE Transactions on Smart Grid, vol. PP, no. PP, p. PP-PP, doi: 10.1109/TSG.2020.3043821.
Date de publication : 2020/12/14
Résumé :
Pour faire la transition vers des systèmes d'énergie

totalelement renouvelables il faudra augmenter le nombre de réserves à la disposition des opérateurs du système pour rendre flexible le processus de gestion de l'énergie. La capacité des micro-réseaux d'intégrer des ressources énergétiques distribuées, des charges et des systèmes de stockage d'énergie (SSE) constitue un puissant outil de flexibilité. Toutefois, le problème de contrôle associé aux micro-réseaux augmente plus il y a de dispositifs connectés. On propose une structuration des réseaux de distribution en réseaux de micro-réseaux, en mettant l'accent sur leur capacité de fournir des services de

flexibilité. On aborde la complexité de l'algorithme d'optimisation associé en utilisant la commande prédictive (MPC). L'algorithme est divisé en deux phases. La première est appliquée à la participation coopérative des micro-réseaux sur le marché du jour d'avant. La deuxième phase concerne l'interaction avec l'OS qui offre des services de flexibilité en échange d'un avantage financier. L'avantage financier est réparti de manière optimale entre les micro-réseaux connectés au réseau pour satisfaire au profil de puissance demandé par l'OS au moindre coût. Étant donné que l'algorithme de contrôle proposé comprend des variables aussi bien continues que binaires, son problème d'optimisation associé est formulé en utilisant le cadre du modèle logique/dynamique mixte (MLD), qui donne naissance à un problème de programmation quadratique mixte en nombres entiers (MIQP).

- 2. Javier Tobajas, Pedro Roncero-Sanchez, Antonio Moreno-Muñoz, Angel Saez, Ana Estanqueiro, Stéphane Grieu, Ladjel Bellatreche, Rui Costa Neto, Ana Rodríguez, Emilio Nieto, *Intégration de climatisation, chauffage et micro-grids eco-friendly dans les bâtiments publics* - Séminaire annuel d'automatisme, électronique industrielle et instrumentation - Annual Seminar on Automation, Industrial Electronics and Instrumentation (SAAEI 2020)

Date de publication : 2020/09/02

Résumé :

L'objectif de cet article est de présenter les grandes lignes du projet IMPROVEMENT (SOE3/P3/E0901), cofinancé par le programme Interreg SUDOE et le Fonds européen de développement régional (FEDER). Le principal objectif du projet est de relever le défi de l'intégration des énergies renouvelables et d'améliorer l'efficacité énergétique dans les bâtiments publics où, en raison de leur domaine d'activité, la qualité et la continuité de l'approvisionnement doivent être considérées comme des aspects fondamentaux (hôpitaux, centres de recherche, installations militaires, stations de transports). Ces bâtiments publics ont une forte consommation d'énergie pour l'électricité, le chauffage et la climatisation. C'est pourquoi le projet propose de les transformer en bâtiments dont la consommation d'énergie est quasi nulle (NZEB) moyennant l'intégration de micro-réseaux de génération combinée de froid, chaud et électricité avec contrôle actif du neutre et l'utilisation de systèmes hybrides de stockage d'énergie tant électrique que thermique.

- 3. Felix Garcia-Torres, Carlos Bordons, Javier Tobajas, Juan Jose Marquez, Joaquin Garrido-Zafra and Antonio Moreno-Munoz, *Optimal Schedule for Networked Microgrids under Deregulated Power Market Environment using Model Predictive Control*, dans IEEE Transactions on Smart Grid, vol. 12, no. 1, p. 182-191.

Date de publication : 2020/8/19

Résumé :

Les micro-réseaux sont considérés comme une technologie clé pour l'introduction de systèmes d'énergie renouvelable sur le marché de l'électricité. Toutefois, les micro-réseaux sont soumis à des conditions aléatoires comme les changements dans les prévisions énergétiques ou les défaillances des composants qui obligeront les micro-réseaux à encourir le coût des pénalités appliquées sur les marchés en temps réel. Afin de limiter ledit coût, on développe un système de management de l'énergie (SME) optimal pour la restructuration économique d'un réseau de micro-réseaux interconnectés avec un système de stockage d'énergie hybride (SSE) dans des conditions de défaillance qui est ensuite validé en utilisant la commande prédictive. L'algorithme est spécifiquement conçu pour que les pertes économiques dans des conditions de défaillance soient moindres en établissant un marché local d'énergie dans le réseau de micro-réseaux qu'en participant aux marchés intrajournaliers ou en temps réel.

- 4. F.Garcia-Torres, S.Vazquez, C.Bordons, I.Moreno-Garcia, A.Gil, P.Roncero-Sanchez, *Power Quality Management of Interconnected Microgrids using Model Predictive Control*, International Federation on Automatic Control World Congress 2020.

Date de publication : 2020/7/13

Résumé :

Dans cet article, la qualité de l'énergie des micro-réseaux interconnectés est gérée en appliquant une méthodologie de commande prédictive (MPC) qui manipule les convertisseurs de puissance des micro-réseaux afin de remplir les exigences. L'algorithme de contrôle est développé par les modes de fonctionnement des micro-réseaux : connectés au réseau, en îlot ou interconnectés. Les résultats et les simulations sont aussi appliqués à la transition entre les différents modes de fonctionnement. Pour montrer le potentiel de l'algorithme de contrôle, on mène une étude comparative avec les contrôleurs classiques basés sur la régulation proportionnelle intégrée et la modulation d'impulsions en durée (PI-PWM). Non seulement l'algorithme de contrôle proposé améliore la réponse transitoire par rapport aux méthodes classiques, mais il montre également un comportement optimal dans tous les modes de fonctionnement, en limitant le contenu des harmoniques du courant et de la tension y compris en présence de systèmes de tension et de courant triphasés non-équilibrés et avec harmoniques.

- 5. Félix García-Torres; Joaquin Garrido-Zafra, Aurora Gil-de-Castro, Rafael Savariego-Fernandez, Matias Linan-Reyes, Antonio Moreno-Munoz, *A novel Microgrid Responsive Appliance Controller*, dans

2020 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering et 2020 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (IEEEIC/I&CPS Europe)

Date de publication : 2020/6/9

Résumé :

Compte tenu de la myriade de dispositifs et de charges inclus dans les systèmes de management de l'énergie pour les bâtiments commerciaux (SME) axés sur le paradigme de l'industrie 4.0, il est important de garantir leur bon fonctionnement électrique. La qualité de l'énergie requiert ici une approche de suivi granulaire, jusqu'au point où chaque dispositif connecté au micro-réseau puisse déterminer si son approvisionnement en énergie est optimal. Autrement, il peut participer de manière coopérative à la prise de décisions pour éviter les défaillances et les coupures d'électricité sur le micro-réseau. Dans cet article, nous présentons un contrôleur innovant pour que les appareils intelligents soient réactifs au réseau, que ce soit de manière autonome ou assistée selon des politiques de réponse à la demande. Outre un TRIAC qui agit

comme un interrupteur AC, le principal avantage réside dans son capteur de qualité d'énergie intégré dans l'Internet des objets (IoT). Il mesure un large éventail de perturbations électriques et dépasse de loin les capacités d'autres solutions comme le Grid Friendly Appliance Controller, de manière qu'il est possible de personnaliser une batterie d'alarmes à volonté, par exemple conformément à la norme IEEE-1547. En outre, bien qu'il puisse fonctionner de manière autonome, sa mission principale est d'agir de manière coordonnée, que ce soit de façon coopérative ou sous la supervision du SME. On présente également la plateforme IoT à laquelle serait intégré le contrôleur. Enfin, on présente deux cas pratiques pour montrer ses capacités. L'intégration au micro-réseau de ces systèmes de mesure distribuée, avec connectivité sans fil et selon des protocoles de communication standard, constitue un pas de plus dans le développement de la Plateforme énergétique numérique et l'amélioration de la qualité de la consommation par l'utilisateur, ainsi que des systèmes d'appui à l'information pour les compteurs intelligents.

**Pour plus d'informations sur le PROJET
IMPROVEMENT
veuillez consulter notre site web :**

<https://www.improvement-sudoe.es/>

IMPROVEMENT - IMPROVEMENT- Intégration de climatisation, chauffage et micro-grids eco-friendly dans les bâtiments publics est un projet cofinancé par le Programme Interreg Sudoe de l'Union européenne, numéro de subvention SOE3/P3/E901

