



[Applying Energy Efficient measures for metal and metalworking SMEs and industry \(EE-METAL\)](#)

GA number 694638

Start Date: 1st March 2016 - Duration: 36

Coordinator: AIN

## Livrable D4.5

# Économies d'énergie réalisées grâce à l'utilisation de systèmes de monitoring de l'énergie dans les PME

Public

Lot de travaux	WP4
Tâche	4.2
Date d'échéance	28/02/2019
Date de soumission	28/02/2019
Bénéficiaire principal	MR
Version	1
Préparé par	Aurélien BARBY
Revu par	Conseil d'administration
Approuvé par	Conseil d'administration
Abstrait	Ce document vise à promouvoir l'utilisation des systèmes de monitoring de l'énergie (EMS/SCADA) en tenant compte de l'expérimentation menée dans 4 PME européennes de la métallurgie.



## ÉTAT DE CONSTRUCTION :

Version	Date	Auteur	Raison	Sections
1	28/02/2019	MR	Première version	Tous

## MODIFICATIONS À CETTE DIFFUSION :

Titre section	Numéro section	Résumé de l'amendement

## DISTRIBUTION:

Version	Date d'échéance	Emis à
1	28/02/2019	Conseil d'administration

### Avertissement :

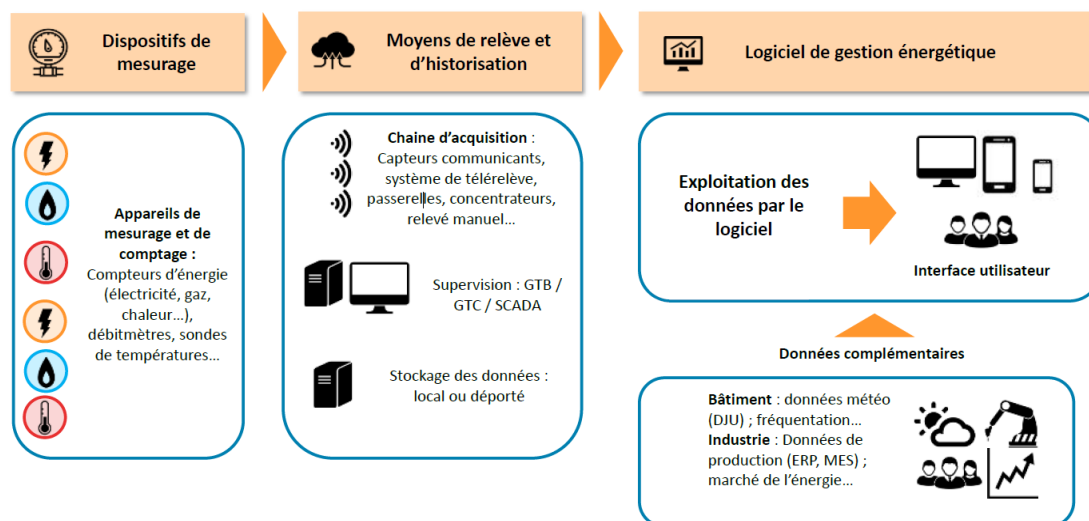
*Le contenu de ce document relève de la seule responsabilité des auteurs. Il ne reflète que les opinions des auteurs et ne peut en aucun cas être attribué à la Commission européenne. La Commission ne peut être responsable de l'utilisation qui sera faite des informations contenues dans ce document.*

## 1. Système de monitoring de l'énergie : définition

Un système de monitoring de l'énergie regroupe l'ensemble des dispositifs permettant de mesurer, relever et analyser la performance énergétique de l'entreprise. Tout système de monitoring de l'énergie est composé de **trois briques élémentaires** :

- **Les dispositifs de mesure** : ils sont composés d'appareils destinés à être utilisés pour faire des mesures (tension, courant, débit, température, humidité...)
- **Les moyens de relève** : ils permettent de collecter et centraliser les données issues du dispositif de mesure via une chaîne d'acquisition
- **Les moyens d'analyse** : ils correspondent aux outils permettant d'exploitation les données relevées

La notion de système de monitoring de l'énergie englobe donc les instruments de mesure/comptage, la chaîne d'acquisition des données énergétique et les moyens d'analyse des données énergétiques.



Représentation schématique des 3 briques constitutives d'un système de monitoring de l'énergie (Source ATEE)

## 2. Les opportunités offertes aux PME de la métallurgie grâce au système de monitoring de l'énergie

La mise en œuvre d'une solution de monitoring de l'énergie permet de :

- **suivre** en temps réel les consommations énergétiques de l'entreprise
- **piloter** la performance énergétique par rapport aux objectifs d'optimisation retenus
- **détecter** au plus tôt les dérives de consommation
- **identifier** les leviers d'amélioration de l'efficacité énergétique
- **être réactif** dans la mise en place des actions correctives

En complément de tous ces avantages, les solutions de monitoring de l'énergie offrent également une visibilité intéressante sur l'état des équipements et des installations ce qui permet d'anticiper et de faciliter les opérations de maintenance. Cela se traduit par des gains de productivité (augmentation de la durée de fonctionnement et du maintien en conditions opérationnelles du matériel).



### 3. Benchmark européen sur les offres de solutions de système de monitoring de l'énergie

Un benchmark européen a permis d'identifier les fournisseurs de solutions de monitoring de l'énergie. On constate une grande disparité entre chaque pays dans le panel des fournisseurs de solutions de monitoring de l'énergie.

Pays	Nombre de fournisseurs	TOTAL
Pologne	8	136
Espagne	24	
Italie	30	
France	74	

Afin de faciliter et d'accélérer la mise en relation entre les industriels et les fournisseurs, des Workshops consacrés à la promotion des solutions de monitoring de l'énergie ont été mis en place. Lors de ces événements des rencontres entre industriels et fournisseurs ont été organisées.

Les fournisseurs sont également régulièrement tenus informés des actions menées dans le cadre du programme EE-METAL et du potentiel d'économies d'énergie représenté par les PME de la métallurgie. Ils reçoivent une newsletter et ont été destinataires de la synthèse des résultats des audits énergétiques menés dans 80 PME européennes grâce à EE-METAL.

### 4. Méthodologie pour l'implémentation d'un système de monitoring de l'énergie dans 4 PME de la métallurgie

Une méthodologie commune a été définie pour parvenir à une implémentation homogène d'une solution de monitoring dans les PME :

#### 1) Sélection des PME

Les 4 PME retenues pour l'implémentation d'un système de monitoring de l'énergie ont été sélectionnées sur la base des critères suivants :

- Consommation énergétique significative
- Potentiel d'économie d'énergie (intérêt économique)
- Réalisation préalable d'un audit énergétique
- Expérience dans un Système de Management (Certification ISO 9001, 14001 ou 50001 acquise ou en cours)
- Motivation et enthousiasme



Pays	Code NACE	Activité	Effectif	Consommation énergétique annuelle 2016	Part de l'énergie dans le chiffre d'affaires 2016
Pologne	25	Traitement de surface et production de constructions métalliques	239	> 5 GWh	6 %
Espagne	25	Traitement de surface	16	1- 5 GWh	4 %
Italie	25	Charpente métallique et production d'installations industrielles	67	1- 5 GWh	1 %
France	25	Traitement de surface et Peinture	31	1- 5 GWh	6 %

## 2) Rédaction d'un cahier des charges

Chaque PME a été accompagnée à la définition de ses besoins afin de définir un cahier des charges permettant de consulter les fournisseurs sur une base homogène.

## 3) Sélection des 3 ou 4 fournisseurs

En fonction des besoins identifiés, 3 à 4 fournisseurs ont pu être retenus sur la base des critères suivants :

- Réponse aux besoins
- Expérience dans le secteur de la métallurgie et des PME
- Solution intuitive (facilité d'appropriation)
- Disponibilité

Pays	Fournisseur (nom)	Dispositif de mesurage (nombre de capteurs)	Moyen de relève (chaîne d'acquisition)	Moyen d'analyse (logiciel)	Equipements suivis
Pologne	REBUD Sp. z o.o.	Analyseurs de réseaux triphasés POZYTON sEAB (3 capteurs d'énergie électrique)	RS-485/LAN Nport MOXA	Logiciel de visualisation de données	Département 1 (cintreuses, soudeurs, matériel de coupe), Four de galvanisation, Bureaux (éclairage)
	CONCEPT Wojciech Małmyga	Analyseurs de réseaux triphasés POZYTON sEAB (3 capteurs d'énergie électrique)	RS-485/LAN Nport MOXA	Logiciel de visualisation de données	
	FreeEn Sp. z o.o.	Analyseurs de réseaux triphasés POZYTON sEAB (3 capteurs d'énergie électrique)	RS-485/LAN Nport MOXA	Logiciel de visualisation de données	



Espagne	David Amigot (Circutor)	Analyseurs de réseaux triphasés et monophasés (16 capteurs d'énergie électrique)	Modbus RS-485/Ethernet	Power Studio Scada (monitoring en temps réel)	Arrivée générale (1 équipement) Deuxième tableau électrique (1 équipement) Résistances électriques (2 équipements) Redresseurs (5 équipements) Ventilateur extracteur (1 équipement) Dépresseur (1 équipement) Tableau électrique d'étanchéité (1 équipement) Eclairage (2 équipements) Station de traitement d'eau (1 équipement) Tableau électrique 1 (1 équipement) Système d'air comprimé (1 équipement)
	Humen (Circutor)	Analyseurs de réseaux triphasés et monophasés (16 capteurs d'énergie électrique)	Modbus RS-485/Ethernet	Power Studio Scada (monitoring en temps réel)	
	EDS (Circutor)	Analyseurs de réseaux triphasés et monophasés (16 capteurs d'énergie électrique)	Modbus RS-485/Ethernet	Power Studio Scada (monitoring en temps réel)	
	David Amigot (Schneider)	Analyseurs de réseaux triphasés et monophasés, Compteurs d'énergie triphasés et monophasés (16 capteurs d'énergie électrique)	Modbus RS-485/Ethernet	Power Monitoring Expert 8 (monitoring en temps réel)	
	Humen (Schneider)	Analyseurs de réseaux triphasés et monophasés, Compteurs d'énergie triphasés et monophasés (16 capteurs d'énergie électrique)	Modbus RS-485/Ethernet	Power Monitoring Expert 8 (monitoring en temps réel)	
	EDS (Schneider)	Analyseurs de réseaux triphasés et monophasés, Compteurs d'énergie triphasés et monophasés (16 capteurs d'énergie électrique)	Modbus RS-485/Ethernet	Power Monitoring Expert 8 (monitoring en temps réel)	
	David Amigot (Carlo Gavazzi)	Analyseurs d'énergie triphasés et monophasés (16 capteurs d'énergie électrique)	Modbus RS-485/Ethernet	Serveur Web	
	Humen (Carlo Gavazzi)	Analyseurs d'énergie triphasés et monophasés (16 capteurs d'énergie électrique)	Modbus RS-485/Ethernet	Serveur Web	
	EDS (Carlo Gavazzi)	Analyseurs d'énergie triphasés et monophasés (16 capteurs d'énergie électrique)	Modbus RS-485/Ethernet	Serveur Web	
Italie	RTE - Rappresentanze Tecno Elettriche Snc	Lovato Electric (13 compteurs électriques)	Lovato Electric (RS485 + ethernet)	Lovato Electric (Logiciel Sinergy)	- Compresseurs (3 instruments) - Bureaux (1 instrument) - Peinture (1 instrument) - Sablage (1 instrument) - Découpe plasma (1 instrument) - Aléuseuse (1 instrument) - Arrivée générale de la ligne de production (2 instruments) - Arrivée générale de l'usine (3 instruments)
	EZ - Elettroimpianti	Lovato Electric (13 compteurs électriques)	Lovato Electric (RS485 + ethernet)	Lovato Electric (Logiciel Sinergy)	
	Electro IB	Lovato Electric (13 compteurs électriques)	Lovato Electric (RS485 + ethernet)	Lovato Electric (Logiciel Sinergy)	
France	GulPlug	E-Cube (10 capteurs d'énergie électrique)	E-Case XS (protocole radio)	XSave-It-Yourself (plateforme internet)	Électricité : 1. Arrivée générale de la ligne de peinture automatique 2. Aspiration/Ventilation ligne cabine manuelle 3. Aspiration/Ventilation ligne cabine automatique 4. Aspiration cabine de sablage 5. Aspiration métallisation 6. Aspiration cabine poudrage grande longueur 7. Compresseur d'air 1 8. Compresseur d'air 2 9. Four SFCME 10. Arrivée générale grenailleuse  Gaz :
	Energiency	/	/	Energiency (plateforme internet)	
	Astree Software	/	Module E/S (4E/4S Ethernet protocol)	AQUIWEB®-AquiEnergie (logiciel)	
	Socomec	10 compteurs électriques	DIRIS Digiware (protocole Modbus RTU)	WEBVIEW-M (logiciel)	
	Clauger	6 compteurs gaz + 10 compteurs électriques équipés de connection sans fil	ClaugerBOX (protocole GSM)	myclauger.com (plateforme internet)	
Flamtech	6 compteurs gaz QA25 (à pulsation électrique)	/	/		



					<ol style="list-style-type: none"><li>1. Bain de dégraissage 1</li><li>2. Bain de dégraissage 2</li><li>3. Sécheur</li><li>4. Four polymérisation ligne automatique 1</li><li>5. Four polymérisation ligne automatique 2</li><li>6. Four polymérisation ligne grande longueur</li></ol>
--	--	--	--	--	---

#### **4) Choix du fournisseur par la PME**

Une fois les différentes solutions présentées, l'entreprise sélectionne celle qui répond le mieux à ses attentes.

- Pologne : FreeEn Sp. z o.o. a été choisie en raison du prix d'achat le plus bas.
- Espagne : DAVID AMIGOT – CIRCUTOR a été choisie en raison du prix d'achat le plus bas.
- Italie : Après comparaison du prix d'achat final, Electro IB a été choisi comme meilleur fournisseur pour le système SCADA car il est moins cher que les autres concurrents.
- France : La solution proposée par GULPLUG a été reconnue comme la plus simple et la plus adaptée aux besoins de l'entreprise. Cependant, comme il ne permet que la surveillance de l'énergie électrique, il a été complété par un couplage avec des compteurs de gaz proposés par la société Flamtech.

#### **5) Acquisition et installation de la solution de monitoring de l'énergie**

- Pologne : FreeEn Sp. z o.o. était également responsable de l'installation du système de monitoring. Cette société a une grande expérience dans l'implémentation d'EMS/SCADA dans les installations industrielles.
- Espagne : David Amigot est celui désigné pour l'installation des équipements, car en plus d'être le moins cher, il est le fournisseur d'équipements et d'entretien courant de l'entreprise. L'intégration de l'équipement de surveillance est effectuée par du personnel spécialisé dans Circutor.
- Italie : Pour l'installation du système, EZ - Elettroimpianti a été choisi parce qu'il s'agit de l'entreprise d'installation habituelle de la PME. Cela devait simplifier toutes les opérations car EZ - Elettroimpianti connaît l'architecture électrique du site de production et gère les opérations de maintenance. Le coût d'installation comprend également l'alimentation des transformateurs de courant.
- France : L'installation des compteurs de gaz est confiée au plombier de l'entreprise. Les compteurs de gaz sont ensuite couplés à la solution de surveillance de l'énergie électrique installée par GULPLUG.

#### **6) Utilisation et satisfaction du Système de Monitoring de l'Energie**

Dans chaque pays, le système de monitoring de l'énergie mis en place répond aux attentes spécifiées par l'entreprises dans le cahier des charges et aux mesures réalisées lors de l'audit énergétique (répartition des consommations).



L'architecture des solutions de monitoring déployées dans chaque pays est détaillée en annexe (1 fiche par entreprise, qui détaille : l'activité de l'entreprise, la répartition de ses consommations, les dispositifs de mesurages mis en place et une notion de coût).

Concernant les résultats obtenus suite à l'installation des systèmes de monitoring, il convient de souligner qu'une campagne de monitoring nécessite un temps d'observation suffisamment long pour fournir des données qui puissent être significatives, comparables et qui fournissent des informations utiles pour identifier les interventions nécessaires. Ces délais n'étant pas compatibles avec la clôture du programme EE-METAL, les données mesurées avec les systèmes mis en œuvre dans les entreprises ne sont pas rapportées dans le livrable.

Cependant, même s'il est encore un peu tôt pour présenter des chiffres fiables à ce stade, les premiers résultats sont encourageants car ils confirment les mesures effectuées lors des audits énergétiques. Sur le long terme, les capteurs permettront d'affiner ces mesures (avec une mesure continue) et de les rendre plus fiables.

Sur certains équipements, la mesure continue de la consommation permet de détecter des dérives de consommation et d'alerter sur les dysfonctionnements des équipements (pannes, problèmes de réglage, mauvaise utilisation...). Ce type d'alerte devrait permettre aux entreprises de réagir plus rapidement, d'améliorer le fonctionnement de leurs équipements et donc de faire des économies d'énergie et financières.

Enfin, les solutions de monitoring de l'énergie commencent à être utilisées dans certaines entreprises comme moyen d'améliorer les gammes de production. En contrôlant la consommation d'énergie des lignes de production, elles permettent d'optimiser l'organisation de la production (démarrage différé des machines, optimisation des temps de chauffe des fours, arrêt des équipements en cas de non utilisation...).

Concernant la satisfaction des entreprises, une enquête menée auprès des dirigeants montre qu'elle est très bonne, qu'ils perçoivent tous un fort intérêt dans les solutions de monitoring et qu'ils sont prêts à les recommander à d'autres dirigeants de PME :

Pays	Satisfaction globale	Pertinence	Ergonomie Simplicité	Flexibilité Adaptabilité	Entretien Maintenance	Rapport Qualité/Prix	Commentaires*
Pologne	10/10	10/10	8/10	9/10	9/10	10/10	Voir ci-dessous
Espagne	7/10	7/10	8/10	9/10	9/10	8/10	Voir ci-dessous
Italie	9/10	8/10	8/10	9/10	9/10	9/10	Voir ci-dessous
France	9/10	8/10	10/10	9/10	8/10	9/10	Voir ci-dessous

\* *Quels conseils donneriez-vous à un dirigeant de PME qui souhaite installer un système de monitoring de l'énergie ?*

Pologne : Le système de monitoring de l'énergie est utile pour l'analyse des coûts et la surveillance de segments de production individuels. Il permet une analyse complète des coûts de l'entreprise.

Espagne : Après une brève expérience du système de monitoring de l'énergie, on peut noter que si la consommation d'énergie est importante et qu'il n'est pas possible de





savoir exactement combien, quand et où elle est consommée, le système de monitoring de l'énergie fournit des informations précieuses pour savoir quels secteurs ou équipements peuvent agir et être plus efficaces. Il permet également de détecter les anomalies de fonctionnement des équipements (évolution de la consommation d'énergie).

Italie : Les mesures du système de monitoring de l'énergie aident à développer une réelle prise de conscience de l'efficacité énergétique parce que les résultats d'une certaine action d'amélioration peuvent être clairement vérifiés et observés.

France : Solution non intrusive de mesure de la consommation facilitant l'intégration dans les PME (simplicité, flexibilité, réduction des coûts).

## 5. Préconisations pour un déploiement plus large dans les PME de la métallurgie

- **Bien définir ses besoins** : identifier les équipements et données déjà disponibles, être clair sur les attendus, rédiger un cahier des charges...
- **Ne pas être trop ambitieux** : mieux vaut opter pour une solution simple mais évolutive...
- **Disposer des ressources internes** : désigner et former un référent énergie...
- **Intégrer ce suivi dans le cadre d'une démarche plus globale de l'amélioration de la performance** : amélioration de la productivité, facilitation de la maintenance...



## Annexe :

### Description du système de monitoring de l'énergie installé en France

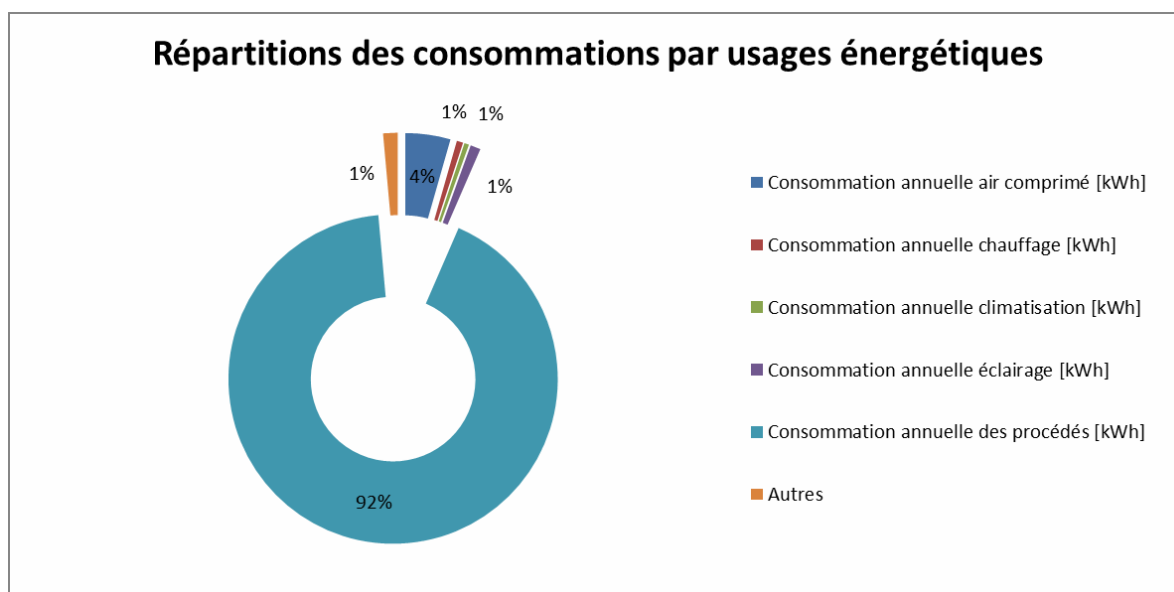
#### Breve description de l'entreprise :

L'installation du système de monitoring de l'énergie a été réalisée dans une PME de 31 salariés spécialisée dans le traitement et le revêtement des métaux (pulvérisation chimique, sablage, métallisation et peinture).

#### Répartition des consommations énergétiques de l'entreprise :

La répartition des 2 sources d'énergie sont utilisées est la suivante :

- 80% en gaz (chauffage des bains de dégraissage, fours de polymérisation peinture, sécheur)
- 20% en électricité (aspiration des fours, cabines de poudrage, cabines de sablage et métallisation, air comprimé, éclairage, chauffage/climatisation des bureaux)



La répartition des consommations par usage énergétique fait apparaître que 92% de l'énergie consommée par l'entreprise relève du process.

#### Description du système de monitoring de l'énergie installé :

Considérant les données énergétiques ci-dessus, le choix a été fait de concentrer les équipements de mesure sur le process. D'autre part, la consommation de gaz étant très importante dans cette entreprise, le système de monitoring englobe les 2 sources d'énergie. Les points de mesures se répartissent de la manière suivante :



**GAZ** : 6 capteurs qui permettent de mesurer la consommation instantanée et de la corrélérer avec la température à l'intérieur de l'équipement :

1. Bain de dégraissage 1
2. Bain de dégraissage 2
3. Sécheur
4. Four polymérisation ligne automatique 1
5. Four polymérisation ligne automatique 2
6. Four polymérisation ligne grande longueur

**ELECTRICITE** : 10 capteurs qui permettent de mesurer la consommation instantanée :

1. Arrivée générale de la ligne de peinture automatique
2. Aspiration/Ventilation ligne cabine manuelle
3. Aspiration/Ventilation ligne cabine automatique
4. Aspiration cabine de sablage
5. Aspiration métallisation
6. Aspiration cabine poudrage grande longueur
7. Compresseur d'air 1
8. Compresseur d'air 2
9. Four SFCME
10. Arrivée générale grenailleuse

Afin d'avoir une supervision globale des consommations (toute énergie confondue), les 2 types de capteurs (gaz et électricité) ont été rendus compatibles. Les compteurs volumétriques gaz ont ainsi été rendus communicants et reliés aux capteurs électriques (non intrusifs) dont la technologie permettait déjà une collecte et une analyse des données via une plateforme web (<https://save-it-yourself.com>).

**Indication de coût :**

Le coût total de la solution de monitoring s'élève à environ 12 000 €.