

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 57562 B1**
- (51) Cl. internationale : **G05B 13/02; G06Q 50/06; G06Q 50/06; G05B 13/029; G05B 13/026**
- (43) Date de publication : **31.05.2024**
-
- (21) N° Dépôt : **57562**
- (22) Date de Dépôt : **05.08.2022**
- (71) Demandeur(s) : **MAScIR (Moroccan Foundation for Advanced Science, Innovation & Research), Rabat Design Center, Rue Mohamed Al Jazouli, Madinat Al Irfane RABAT (MA)**
- (72) Inventeur(s) : **BENNANI Rachid ; BENSALAH Mouad ; STIRI Souhaima ; LOUDARI Chaimae ; LABRAHMI Mourad**
- (74) Mandataire : **RISAC Héloïse**
-
- (54) Titre : **SYSTEME DE CONTROLE, DE PREDICTION ET D'OPTIMISATION ENERGETIQUE**
- (57) Abrégé : La présente invention concerne le domaine de la télémétrie, de l'efficacité énergétique et les "smart cities". Elle a trait en particulier à un compteur intelligent et connecté, utilisable sur les réseaux d'électricité, d'eau et de gaz. Ce compteur permet à l'utilisateur non seulement de suivre sa consommation et de piloter en conséquence ses équipements, mais également d'assurer la prédiction et l'optimisation des consommations ; par profil d'énergie ou bien de manière globale et intégrée.

ABREGE

La présente invention concerne le domaine de la télémétrie, de l'efficacité énergétique et les "smart cities". Elle a trait en particulier à un compteur intelligent et connecté, utilisable sur les réseaux d'électricité, d'eau et de gaz. Ce compteur permet à l'utilisateur non seulement de suivre sa consommation et de piloter en conséquence ses équipements, mais également d'assurer la prédiction et l'optimisation des consommations ; par profil d'énergie ou bien de manière globale et intégrée.

SYSTEME DE CONTROLE, DE PREDICTION ET D'OPTIMISATION ENERGETIQUE**5 DOMAINE DE L'INVENTION**

La présente invention concerne le domaine de la télémétrie, de l'efficacité énergétique et les "smart cities". Elle a trait en particulier à un compteur intelligent et connecté, exploitable sur les réseaux d'électricité, d'eau et de gaz, qui offre à l'utilisateur une vue d'ensemble de la consommation, des prédictions et conseils d'optimisation ainsi que la possibilité d'agir directement sur les équipements.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEUR

Historiquement, la collecte des données énergétiques des équipements industriels se fait manuellement, par une personne physique relevant sur site les compteurs énergétiques, puis consignait les données dans un fichier numérique. Cette méthode génère de nombreux inconvénients, notamment :

- L'intervention humaine lors de la collecte des informations induit une certaine marge d'erreur, due à une mauvaise saisie manuelle des données, ou même à une absence de récolte des données, en quel cas l'information est saisie sur la base d'une estimation.
- Les données rapportées ne permettent pas d'obtenir une courbe représentant précisément la consommation énergétique tout au long de la journée. Les horaires des pics de consommations ne sont ainsi pas renseignés.
- A posteriori, l'analyse d'une telle base de données est faite par des responsables énergétiques, qui ne disposent pas de méthode de traitement standard. Leurs rapports énergétiques sont donc imprécis et il est difficile de détecter les anomalies.
- Ainsi, lorsque le réseau présente une anomalie, non seulement sa détection est incertaine et longue, mais également son traitement par l'équipe métier qui ne dispose pas de moyen d'action automatisé.
- Les rapports, bilans et factures énergétiques renseignent uniquement sur l'historique de consommation énergétique, mais ne permettent pas de prévoir la consommation future en relation avec les paramètres qui influencent cette consommation. Il est possible de réaliser des diagnostics d'efficacité énergétique, mais il s'agit d'une prestation ponctuelle (en général bi-annuelle) et donc peu performante.

Pour remédier aux défauts exposés précédemment, le système « Smart Meter » (ou « compteur intelligent ») a vu le jour. Il se compose de deux parties principales, intégrées dans un module unique. La première est destinée à la collecte des différents paramètres énergétiques, mesurés par les compteurs classiques non communicants ; et la seconde partie est un modèle de communication intégré, permettant de transmettre ces données à distance et de les afficher sur une plateforme, avec la possibilité de stocker des données aux fins d'analyse.

Malgré les progrès techniques réalisés, ce système souffre encore de plusieurs limitations en ce qui concerne l'analyse et l'exploitation des données énergétiques stockées. En effet, les modèles d'intelligence artificielle mis en place pour l'analyse se basent, en général, uniquement sur les données

45 de consommation, sans prendre en compte aucun des autres paramètres influant cette consommation, tels que :

- Les paramètres process (rendement, anomalie détectée, prédictions inhabituelles, etc...),
- Les paramètres relatifs à l'équipement concerné (paramètres électriques, paramètres d'environnement tels que les éventuelles surchauffes, changement des habitudes de consommation etc...),
- 50 • Les paramètres météorologiques

Par ailleurs, le choix du type de technologie RF permettant l'envoi de la donnée depuis le compteur se fait le plus souvent manuellement, par une sélection au niveau du nœud. Ce manque de fluidité dans
55 l'adaptation de l'infrastructure de communication engendre de nombreux défaut pratiques.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

La présente invention est un système de contrôle de prédiction et d'optimisation énergétique, dont l'objectif est d'assurer l'efficacité énergétique d'équipements industriels ou domestiques, et également
60 de prévoir leur consommation future d'énergie.

Ce système permet à l'utilisateur de suivre sa consommation énergétique à travers quatre volets : supervision, pilotage (ou « contrôle »), prédiction et optimisation. A savoir que ces éléments, présentés sur un tableau de bord, sont tous générés par un logiciel ou programme intégré au module de communication.

65 1- La partie SUPERVISION est composée d'un module de communication lié directement aux compteurs énergétiques (électricité, eau ou gaz), pouvant intégrer toutes autres données susceptibles d'augmenter la précision du système.

- Le compteur énergétique peut se présenter sous la forme d'un compteur électrique, d'un compteur d'eau ou d'un compteur de gaz
- 70 ○ Compteur électrique : Compteur monophasé ou triphasé, relevant les paramètres électriques (tension, courant, cos phi, etc.), tous à sortie numérique, généralement RS
- Compteur eau : Compteur de débit d'eau à sortie numérique, généralement impulsion
- Compteur gaz : Compteur des ppm à sortie numérique, généralement SPI

75 - Aux données récoltées auprès des compteurs peuvent être ajoutées les données suivantes (optionnel) :

- Capteurs météorologiques représentés généralement sous forme d'une station météo,
- Données process (particulièrement pour les installations industrielles)
- Paramètres de l'équipement consommateur d'énergie (par exemple les caractéristiques du
80 moteur d'une machine industrielle)
- Retours et appréciations de l'utilisateur sur les recommandations d'optimisation

- Le module de communication est un module de collecte, de traitement et de transfert des trames et données numériques issues des différents compteurs vers une passerelle par voie radio.

- 85 ○ L'infrastructure de communication entre les nœuds et la passerelle intègre différentes options de technologies RF comme LoRa, ZigBee ou Wifi. Contrairement aux pratiques actuelles, le choix parmi ces options se fait de manière automatique, selon l'environnement de

communication (qualité du canal, portée de communication, densité du réseau), afin d'assurer la meilleure qualité de signal au moindre coût.

- 90
- La passerelle concentre les données et trames radio de différents nœuds, et les retransfère via le protocole TCP/IP vers un serveur de base de données.
 - Ces données et flux énergétiques peuvent ensuite être visualisés en temps réel sur une plateforme affichant un tableau de bord avec des diagrammes personnalisés (graphiques, jauges et « pie chart » ...). Cet affichage met en évidence les tendances, habitudes de
- 95

consommation et pics inhabituels. Et en cas d'anomalie apparente, une alerte est déclenchée. L'affichage de cette partie SUPERVISION sur le tableau de bord est modulable en fonction du profil et des choix de l'utilisateur. Sur le fond, toutes les informations collectées ne nécessitent pas d'être affichées (sélection des données pertinentes) et sur la forme, il est possible de présenter les données selon différentes configurations (graphe, texte, etc...).

- 100
- 2- La partie PILOTAGE (ou « contrôle »), permet de commander à distance (Marche / Arrêt) et en temps réel les machines industrielles ou les équipements domestiques.

Ce contrôle à distance du fonctionnement des équipements consommateurs d'énergie se base sur les alertes déclenchées lorsqu'une consommation anormale est détectée depuis le compteur.

- 105
- L'intelligence artificielle, supportant la partie PREDICTION (décrite ci-dessous), permet de corriger la pertinence de ces alertes et de les filtrer avant qu'elles ne soient notifiées à l'utilisateur. Un pic de consommation sur un site industriel peut par exemple être justifié par une augmentation de la production ; une alerte est alors inutile.

- 110
- Le modèle de détection des anomalies s'améliore également grâce aux éventuels « avis d'experts », c'est-à-dire les retours donnés par l'utilisateur sur la pertinence des précédentes alertes. Un expert pourra par exemple indiquer que telle augmentation de la consommation est due au remplacement d'un équipement par un autre plus performant ; auquel cas une déclaration d'anomalie est inutile.

Le pilotage (ou « contrôle ») se fait par choix entre deux modes, manuel ou automatique :

- 115
- Pour le mode manuel ; la décision d'interrompre ou non la machine en cause appartient à l'utilisateur, qui analysera par lui-même la nature des alertes remontées et les recommandations proposées.
 - Pour le mode automatique ; l'arrêt de la machine se fait sans intervention de l'utilisateur, selon des seuils de criticité définis au préalable et corrigés par l'intelligence artificielle (notamment sur la base des éventuelles données d'apprentissage récoltées en mode manuel).

- 120
- 3- La partie PREDICTION est basée sur des modèles d'intelligence artificielle (« machine learning », « deep learning ») pour prédire la consommation énergétique d'électricité, eau ou gaz. Les différents paramètres qui influent la consommation énergétique sont définis comme paramètres d'entrée pour ces modèles de prédiction, tandis que la consommation énergétique prévue est définie comme paramètre de sortie.

- 125
- Afin d'obtenir un modèle de prédiction plus fiable en termes de précision, et minimisant la marge d'erreur possible, les éléments suivants sont pris en compte :

- 130
- Les modèles d'intelligence artificielle mis en place sont hybrides, en ce qu'ils modélisent à la fois l'extraction des caractéristiques des données et le traitement des séries temporelles.
 - Les flux énergétiques suivis sont analysés et optimisés en temps réel
 - La prédiction et l'optimisation se font par rapport à plusieurs paramètres, utilisés de manière cumulée : les paramètres process (rendement, anomalie détectée, etc...), les paramètres

relatifs à l'équipement concerné (paramètres électriques, paramètres d'environnement tels que les éventuelles surchauffes, changement des habitudes de consommation etc...), les paramètres météorologiques (provenant d'un boîtier disposé aux alentours du compteur ou d'une station météorologique proche).

Les données d'entrée sont réparties chronologiquement entre les « données d'entraînement », représentant 80 % des données acquises, et les « données de test » (ou « validation »), représentant les 20 % restants. Ainsi, sur une période d'un an, les données des dix premiers mois environ seront utilisées pour le modèle d'apprentissage, tandis que celles des deux derniers mois comme données de test.

L'entraînement du modèle permet d'identifier les relations entre les paramètres d'entrées et les paramètres de sortie, des données de l'historique et des données en temps réel (c'est-à-dire les données de la partie « supervision »).

L'évaluation du modèle permet d'effectuer la comparaison de la compatibilité entre les résultats obtenus par prédiction et les paramètres de sortie réels, afin de sélectionner le meilleur modèle de prédiction.

4- Enfin, la partie OPTIMISATION, est également basée sur des modèles d'intelligence artificielle (« machine learning », « deep learning »), pour optimiser la consommation énergétique (électricité, eau ou gaz). Ces modèles d'optimisation énergétique analysent les facteurs qui influencent la consommation énergétique, puis recommandent des solutions sous forme de notifications textuelles ; par exemple « démarrer l'équipement X durant la nuit ».

L'optimisation se décline en deux volets :

- Optimisation de la consommation d'énergie, principalement les paramètres de processus de l'équipement et la météo, la nature de l'énergie elle-même (éolienne, solaire, hydroélectrique et biomasse) et le profil de consommation (pics de forte demande de courant, généralement au démarrage), afin de réduire cette dernière autant que se peut.
- Réduction du coût de l'énergie elle-même en identifiant la source d'alimentation la moins coûteuse pour chaque plage horaire ou, à défaut d'alternative, la période optimale d'utilisation de l'équipement. Le système sélectionne ainsi la source adéquate parmi ses paramètres d'entrée (énergie solaire, éolienne, etc...), selon la disponibilité de chacune.

De la même manière que dans la partie PILOTAGE, les éventuels avis d'experts par rapport aux recommandations d'optimisation sont pris en compte pour améliorer l'apprentissage des modèles d'optimisation d'énergie.

Concrètement parlant, deux configurations sont possibles pour faire bénéficier un utilisateur de ce système de contrôle, de prédiction et d'optimisation énergétique :

- Possibilité 1 : Installer un hardware supplémentaire sur le compteur électronique ou intelligent, puis le relier à un software
- Possibilité 2 : Installer la solution complète, toute intégrée

L'application d'affichage et d'interaction (ou « tableau de bord ») propose à chaque utilisateur une interface présentant une vue globale de tous ses compteurs (électricité, eau et/ou gaz). La prédiction et l'optimisation pourront ainsi se faire soit par profil d'énergie, soit de manière globale avec une solution intégrant tous les profils d'énergie.

175 **DESCRIPTION DES DESSINS****Figure 1 :** Vue détaillée de l'ensemble des composants de l'invention

- (1) Compteur électrique, compteur eau ou compteur gaz
- (2) Capteurs météorologiques (optionnels)
- 180 (3) Nœud : Module de collecte, de traitement et de transfert des trames et données numériques
- (4) Passerelle : Concentrateur des données et trames radio de différents nœuds
- (5) Serveur de base de données
- (6) Tableau de bord : Interface utilisateur d'affichage et d'interaction
- (7) Supervision pour la visualisation des données
- 185 (8) Pilotage pour le contrôle à distance des équipements
- (9) Prédiction pour prédire la consommation énergétique
- (10) Optimisation proposent des solutions pour optimiser la consommation énergétique

Figure 2 : Vue détaillée des parties PREDICTION, PILOTAGE et OPTIMISATION.

- 190 (11) Acquisition des données : Collecte des données brutes par les capteurs énergétiques et environnementaux (compteurs d'énergie, capteurs météorologiques, etc...)
- (12) Prétraitement des données : Conversion des données dans un format exploitable par les modèles d'intelligence artificielle.
- (13) Extraction des paramètres : Filtrage des données afin de pouvoir, selon leur utilité, les écarter
- 195 ou les rediriger vers la base de données pour la prédiction, ou bien vers la base de données pour les recommandations d'optimisation.
- (14) Données d'entraînement
- (15) Entraînement du modèle : Le modèle prédictif identifie les relations entre les paramètres d'entrées et les paramètres de sortie, des données de l'historique et des données en temps réel.
- 200 (16) Données de test (ou « de validation »)
- (17) Evaluation du modèle : Comparaison de la compatibilité entre les résultats obtenus par prédiction et les paramètres de sortie réels, afin de sélectionner le meilleur modèle de prédiction.
- (18) Modèle de prédiction
- 205 (19) Résultats de prédiction : Classification des résultats de prédiction en résultats habituels et inhabituels.
- (20) Habituel : Résultats de prédiction de la consommation d'énergie habituels.
- (21) Inhabituel : Résultats de prédiction de consommation d'énergie inhabituels.
- (22) Alerte : Notification dans l'interface d'affichage et d'interaction en cas de consommation
- 210 d'énergie inhabituelle prévue.
- (23) Consolidation des données : Les données acquises et les données prédites inhabituelles sont fusionnées en une seule base de données pour entrer dans le modèle de détection des anomalies.
- (24) Modèle de détection d'anomalies
- 215 (25) Résultats de détection
- (26) Alerte : Notification dans l'interface d'affichage et d'interaction en cas de consommation d'énergie inhabituelle constatée.
- (27) Recommandations : Solutions de gestion d'énergie recommandées par le modèle de détection d'anomalies.
- 220 (28) Avis d'experts (optionnel) ou « retour d'utilisateur »

- (29) Consolidation des données : Consolidation des données acquises (données brutes extraites) et des résultats des prédictions en une seule base de données pour entrer dans les modèles d'optimisation d'énergie.
- 225 (30) Modèle d'optimisation des paramètres
- (31) Modèle d'optimisation des sources
- (32) Recommandations : Solutions d'optimisation énergétique recommandées par les modèles d'optimisation d'énergie.
- (33) Avis d'experts (optionnel) ou « retour utilisateur »
- 230 (34) Interface d'affichage et d'interaction (« tableau de bord ») : Affichage des résultats de prédiction, alertes et recommandations d'optimisation pour que l'expert puisse réagir.

MODE DE REALISATION

235 Cette innovation est matérialisée par le développement, la conception et la réalisation d'une carte électronique miniaturisée, reliée à un ensemble de compteurs numériques. Cette carte recevra les données des compteurs en temps réel et permettra de contrôler, prédire et optimiser les performances des équipements industriels et domestiques, ce via une application développée et installée sur un terminal de type tablette, smartphone ou PC.

240

La valeur ajoutée de ce système réside dans l'intégration, sur cette même carte électronique, d'un nouveau module d'algorithme de prédiction et d'optimisation en temps réel. Ce module se base sur l'ensemble des mégadonnées énergétiques transmises par les compteurs.

245 Ainsi cette innovation permet-elle d'améliorer l'efficacité énergétique des installations, ce par une méthode sans intervention humaine, basée sur des données précises et une optimisation prenant en compte une large variété de critères.

250 APPLICATION INDUSTRIELLE

Contrairement aux compteurs intelligents existants, qui sont limités dans le suivi des données de consommation, la grande valeur de l'utilisation de ce système de contrôle dans un environnement industriel, réside dans la prédiction et l'optimisation à distance et en temps réel de toutes les mégadonnées énergétiques collectées des machines industrielles, faisant communiquer ces machines sur leur performance, et permettant ainsi aux décideurs industriels de pouvoir contrôler, prévoir et optimiser leur consommation d'énergie et d'augmenter de ce fait leur efficacité énergétique, sans intervention humaine et avec une précision et une optimisation des résultats accrues par rapport aux méthodes manuelles.

260

REVENDEICATIONS

1. Système de contrôle, prédiction et optimisation énergétique d'un ensemble d'équipements industriels ou domestiques, comprenant :
 - au moins un compteur électrique, eau ou gaz ;
 - des capteurs météorologiques optionnels ;
 - un nœud sous forme de carte électronique embarquée pour la collecte, la transmission et l'exploitation de données par des algorithmes hybrides de prédiction et d'optimisation en temps réel ;
 - une passerelle concentrant les données et trames radio de différents nœuds ;
 - une infrastructure de communication entre le nœud et la passerelle ;
 - une interface utilisateur d'affichage et d'interaction pour superviser la consommation énergétique en visualisant des données en temps réel, des prévisions de consommation et des recommandations d'optimisation

caractérisé en ce qu'il

 - (i) identifie les résultats de prédiction inhabituels et traite leur pertinence avant qu'elles ne soient notifiées à l'utilisateur
 - (ii) intègre les retours d'expert et les résultats de prédiction comme entrée pour délivrer des consignes de commande des équipements ainsi que pour prédire leur consommation énergétique
 - (iii) permet à l'utilisateur d'agir à distance en ordonnant au système l'arrêt des équipements ou bien en ajustant les seuils de criticité au-delà desquels l'arrêt sera automatique.
2. Système selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'infrastructure de communication est sélectionnée automatiquement selon le résultat de l'exploitation des données d'entrée que sont les caractéristiques de l'environnement de communication telles que la qualité du canal, la portée de communication, la densité du réseau et le coût la technologie de communication.
3. Système selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'interface d'affichage et d'interaction reçoit sous forme de langage naturel les retours donnés par l'utilisateur sur la pertinence des précédentes alertes et sur le bien-fondé des recommandations d'optimisation.
4. Procédé mis en œuvre par le système de contrôle, prédiction et optimisation énergétique d'un ensemble d'équipements industriels ou domestiques selon la revendication 1 comprenant :
 - une séquence de supervision des compteurs énergétiques, pour collecter et présenter des données de mesure énergétiques et des paramètres contextuels ;
 - une séquence de pilotage des équipements industriels ou domestiques délivrant des consignes issues de l'exploitation des données de mesure énergétique et des retours d'experts délivrés par l'utilisateur ;
 - une séquence de prédiction de la consommation des équipements industriels ou domestique comprenant des données d'entrée telles que l'historique des mesures énergétiques et les mesures actuelles ;
 - une séquence d'optimisation de la consommation des équipements industriels ou domestiques comprenant une étape pour traiter les données énergétiques et les paramètres contextuels issus de la partie de supervision et les résultats de prédiction inhabituels et habituels issus de la partie de prédiction, selon un premier modèle d'optimisation pour la réduction de la consommation d'énergie et un second modèle d'optimisation pour la minimisation du coût des sources d'énergie.

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la séquence de pilotage et la séquence de prédiction exploitent un modèle de détection d'anomalie recevant en entrée des données de consommation d'énergie et des résultats de prédiction inhabituels.

Figure 1

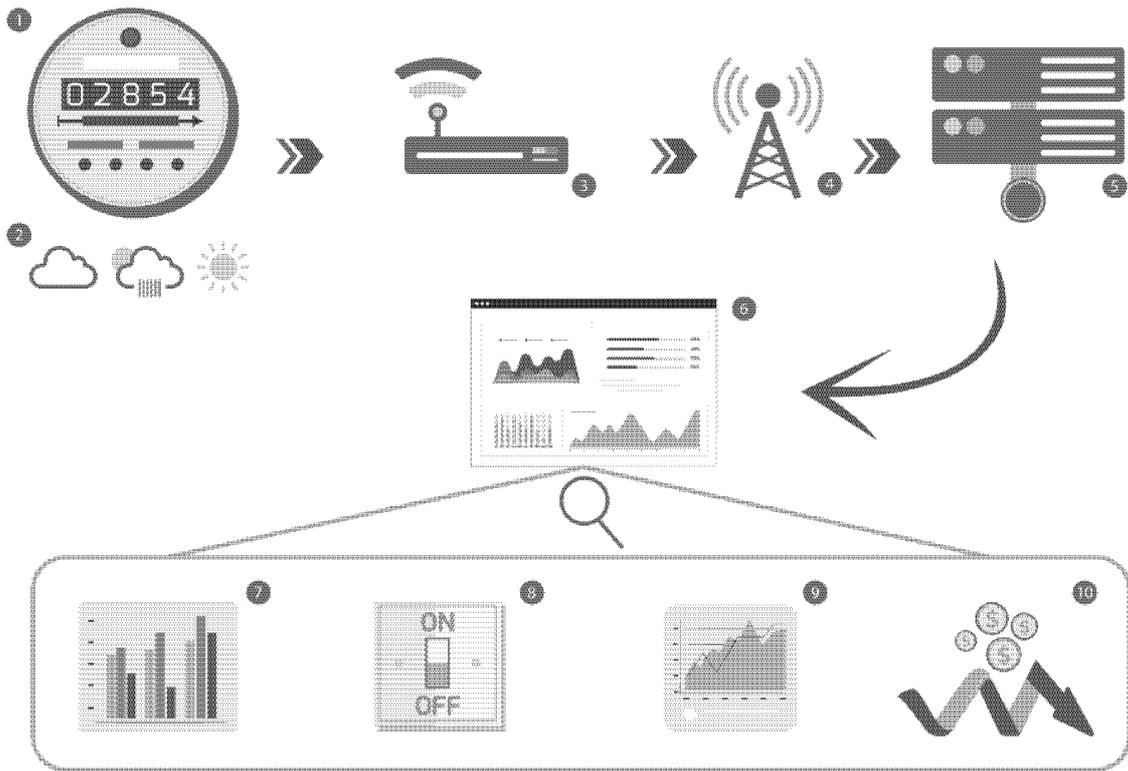
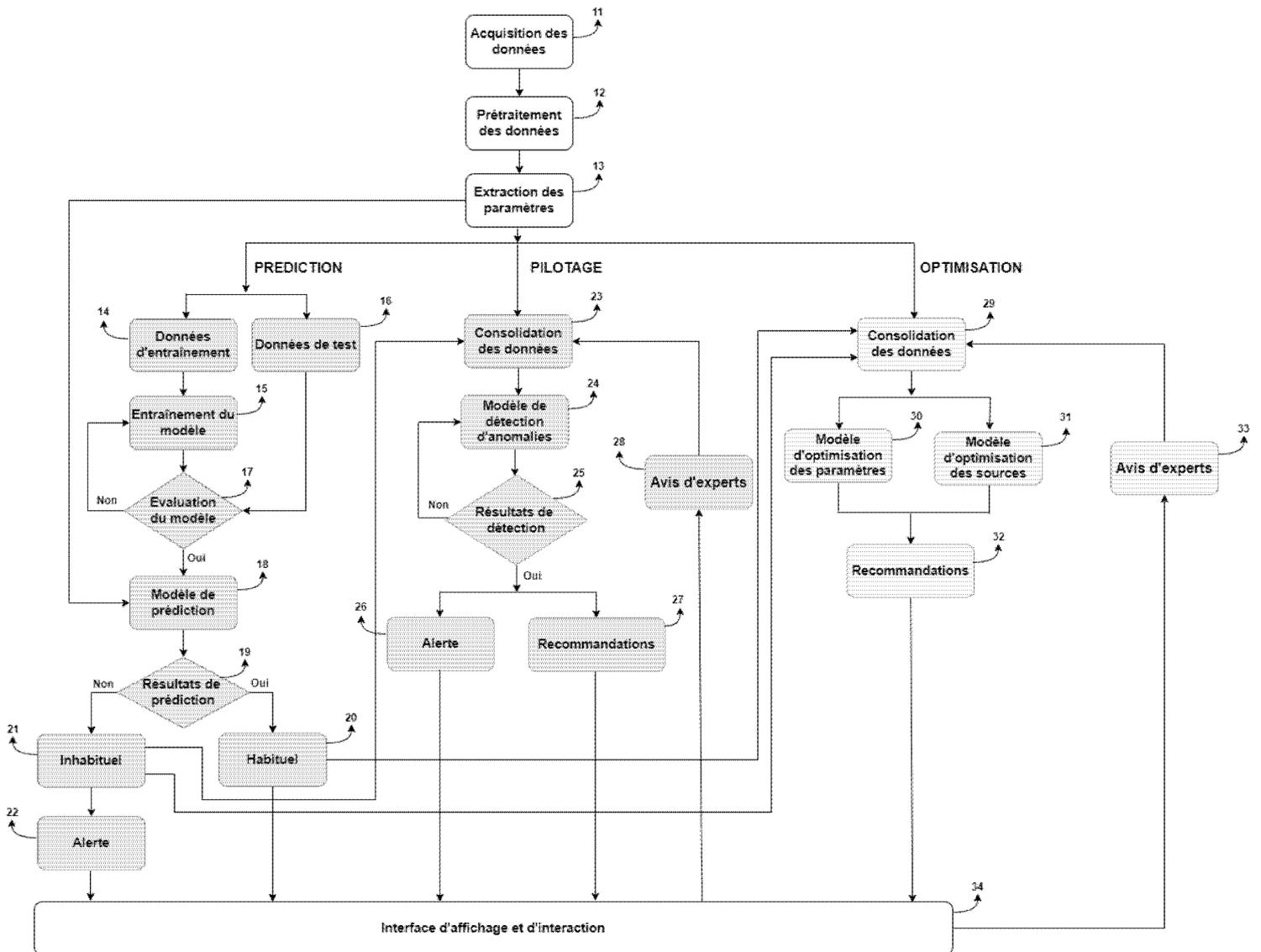
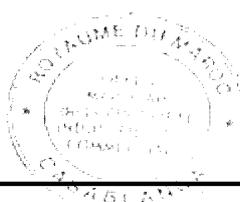


Figure 2



**RAPPORT DE RECHERCHE DEFINITIF AVEC OPINION SUR
LA BREVETABILITE**

*Établi conformément à l'article 43.2 de la loi 17-97 relative à la
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée
par la loi 23-13*

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 57562	Date de dépôt : 05/08/2022 ;
Déposant : MASclR (Moroccan Foundation for Advanced Science, Innovation & Research)	
Intitulé de l'invention : SYSTEME DE CONTROLE, DE PREDICTION ET D'OPTIMISATION ENERGETIQUE	
Classement de l'objet de la demande :	
CIB : G 06Q 50/06 ; G05B 13/02 ; G06F 16/2458 CPC : G 06Q 50/06 ; G05B 13/026 ; G05B 13/029 ; G06F 16/2462	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport <input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité	
Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 3 : Remarques de clarté <input type="checkbox"/> Cadre 4 : Observations à propos de revendications modifiées qui s'étendent au-delà du contenu de la demande telle qu'initialement déposée <input type="checkbox"/> Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
Examineur: Sara AGUENDICH	Date d'établissement du rapport : 17/05/2024
Téléphone: (+212) 5 22 58 64 14	

Partie 1 : Considérations générales**Cadre 1 : base du présent rapport**

Les pièces suivantes servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Demande telle qu'initialement déposée
- Demande modifiée suite à la notification du rapport de recherche préliminaire :
 - Revendications
1-5
- Observations à l'appui des revendications maintenues
- Observations des tiers suite à la publication de la demande
- Réponses du déposant aux observations des tiers
- Nouveaux documents constituant des antériorités :
- Observations à l'encontre de la décision de rejet

Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité**Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle**

Nouveauté	Revendications 1-5 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive	Revendications 1-5 Revendications aucune	Oui Non
Application Industrielle	Revendications 1-5 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants:

D1 : CN113888132A

1. Nouveauté

Aucun document de l'état de l'art, considéré isolément, ne divulgue un système ou un procédé de contrôle, de prédiction et d'optimisation énergétique d'un ensemble d'équipements industriels ou domestiques comprenant l'ensemble des caractéristiques techniques des revendications 1 à 5. D'où l'objet desdites revendications est nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2. Activité inventive

Le document D1, qui est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1, divulgue un système de contrôle, prédiction et optimisation énergétique d'un

ensemble d'équipements industriels ou domestiques, comprenant :

- au moins un compteur électrique, eau ou gaz ;
- un nœud embarqué pour la collecte, la transmission et l'exploitation de données par des algorithmes hybrides de prédiction et d'optimisation en temps réel ;
- une passerelle concentrant les données et trames radio de différents nœuds ;
- une infrastructure de communication entre le nœud et la passerelle ;
- une interface utilisateur d'affichage et d'interaction pour superviser la consommation énergétique en visualisant des données en temps réel, des prévisions de consommation et des recommandations d'optimisation ;

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 diffère de D1 en ce que le système de la présente demande comprend des capteurs météorologiques et une carte électronique et se caractérise par :

- (i) Identifier les résultats de prédiction inhabituels et traite leur pertinence avant qu'ils ne soient notifiés à l'utilisateur
- (ii) Intégrer les retours d'expert et les résultats de prédiction comme entrée pour délivrer des consignes de commande des équipements ainsi que pour prédire leur consommation énergétique
- (iii) Permettre à l'utilisateur d'agir à distance en ordonnant au système l'arrêt des équipements ou bien en ajustant les seuils de criticité au-delà desquels l'arrêt sera automatique.

L'effet technique résultant desdites différences est celui contrôler à distance et automatiquement la marche/l'arrêt du système.

Le problème technique objectif que la présente invention se propose de résoudre est comment, à partir de D1, permettre à l'utilisateur à travers son interface de rectifier le processus décisionnel du système.

La solution à ce problème proposée dans la revendication 1 n'est pas décrite dans l'art antérieur, pris seul ou en combinaison. Aucun enseignement n'a été trouvé dans les documents de l'état de la technique qui aurait incité l'homme du métier, d'arriver à la solution telle que décrite dans la revendication 1.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 implique une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Les revendications 2 à 3 dépendent à la revendication 1 dont l'objet est considéré inventif, comme indiqué auparavant, et satisfont donc aux exigences de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Le même raisonnement ci-dessus s'applique également, en changeant adéquatement la catégorie de l'objet revendiqué, à l'objet des revendications 4 et 5.

3. Application industrielle

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.