



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
01.10.2014 Bulletin 2014/40

(51) Int Cl.:
G06Q 50/06 (2012.01) G06N 3/12 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **14162908.9**

(22) Date de dépôt: **31.03.2014**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME

(30) Priorité: **29.03.2013 FR 1352930**

(71) Demandeur: **Synapses**
92800 Puteaux (FR)

(72) Inventeur: **Caudron, Lionel**
78290 Croissy sur Seine (FR)

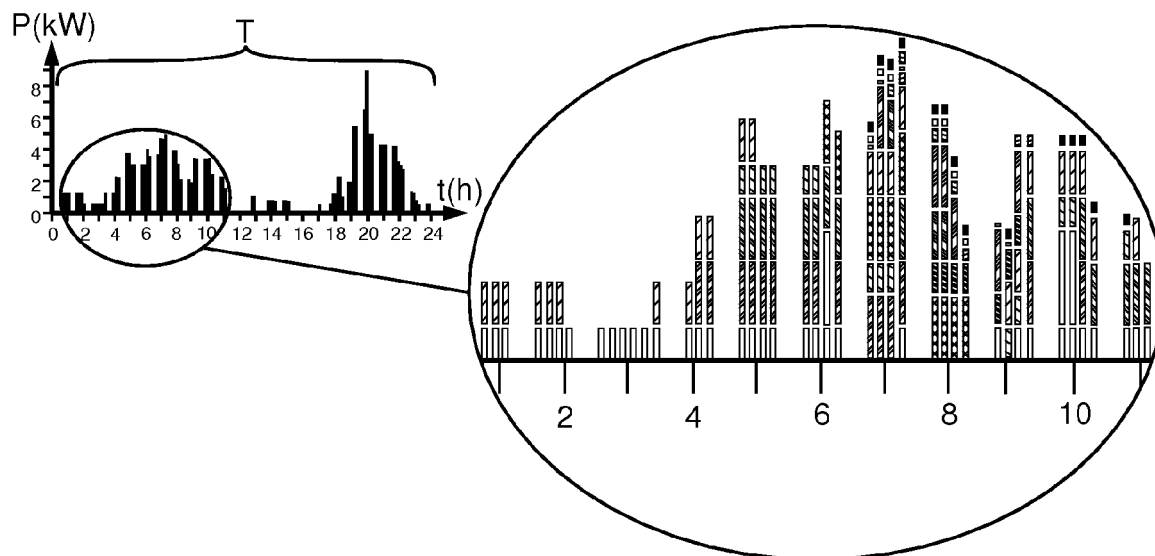
(74) Mandataire: **Debay, Yves**
Cabinet Debay
126, Elysee 2
78170 La Celle Saint Cloud (FR)

(54) **Procédé et dispositif d'identification de sources de consommation et/ou de production**

(57) La présente invention concerne un procédé et un dispositif d'identification de sources de consommation et/ou de production, à partir de données représentatives d'au moins une consommation globale (s) mesurée dans au moins une installation (2) sur au moins un intervalle de temps (t_x) défini, caractérisé en ce qu'au moins un algorithme (A) d'optimisation multi-objectif, utilise des données comprenant, pour chacune des sources (m_i), au moins une information relative à la consommation nominale (e_i) et au moins une information relative à la pro-

babilité (p_i) de consommation au cours dudit intervalle de temps (t_x), ledit algorithme (A) d'optimisation multi-objectif déterminant la valeur d'une variable discrète (v_i) représentative de l'activité ou de l'inactivité des sources (m_i), à partir, d'une part, de la minimisation d'une fonction (F) de l'erreur entre la consommation globale (s) mesurée et la somme des produits des variables discrètes (v_i) et des puissances nominales (e_i), et, d'autre part, de la maximisation d'une fonction (G) de la probabilité moyenne d'activité des sources (m_i).

FIGURE 3C



Description

[0001] La présente invention concerne le domaine de l'énergie et notamment la consommation et/ou la production d'énergie ou de fluides, en particulier l'électricité. La présente invention concerne plus particulièrement un dispositif et un procédé d'identification de sources de consommation et/ou de production.

[0002] Un problème général dans le domaine concerne la connaissance de la consommation et/ou de la production des fluides (ou sources de consommation ou de production d'énergie). Ce problème est largement répandu dans la plupart des secteurs de l'activité humaine puisque la connaissance de la consommation et/ou de la production des fluides est indispensable pour maîtriser leur volume et leur coût. En effet, les fluides tels que l'électricité, le gaz, le pétrole, l'eau, la vapeur ou toutes autres particules solides, liquides ou gazeuses en circulation, sont en général consommés pour divers types d'usages, et notamment dans le domaine industriel, le domaine des services, dans des bâtiments à usage personnel ou profession, tertiaires, locatifs ou individuels. Les caractéristiques représentatives des consommations peuvent correspondre à divers types de valeurs physiques, comme par exemple le volume, le débit, la puissance, etc. Ainsi, la présente demande désigne sous le terme de consommation, tout type d'usage de n'importe quel type de fluide, qu'il s'agisse en fait plutôt d'une production d'énergie (pompe à chaleur, panneaux photo-voltaïque, centrale hydro-électrique, centrale thermique, etc. tous cités de manière illustrative et non limitative) ou bien d'une consommation d'énergie (et que le fluide soit réellement consommé ou simplement mesuré ou réparti, par exemple en termes de volume, débit, puissance, etc.). De même, le terme fluide désigne en fait toutes particules solides, liquides ou gazeuses en circulation, qui pourront être consommées (e.g., dont le débit pourra être mesuré). Ainsi, le terme de « source de consommation » désigne dans la présente demande tout type de lieu ou d'appareil où à lieu la consommation. Ces caractéristiques de consommation des fluides sont en général mesurées par des appareils permettant de lire ces caractéristiques sur place et/ou émettant des signaux numériques ou analogiques transmis à d'autres dispositifs. La consommation est en général déterminée sur des intervalles de temps prédéfinis (i.e., avec des pas de temps prédéfinis) au cours d'une période de temps déterminée (i.e., pendant une durée déterminée). Les pas de temps vont en général de la fraction de seconde à plusieurs heures. On obtient ainsi des données de consommation globale au cours du temps, par exemple sous forme de tables ou de courbes.

[0003] Un problème particulier dans le domaine concerne le fait que ces données de consommation globale mesurée sur un site ne permettent pas de connaître les sources de consommation, c'est-à-dire la répartition de l'utilisation des fluides dans les différents usages pour lesquels ils ont été consommés (e.g., répartition de la consommation dans les différents appareils ou lieux utilisant les fluides). Selon les types de fluides, les usages peuvent être tels qu'une force motrice, une énergie thermique, une énergie frigorifique, un éclairage, une chaleur, une ventilation, des traitements physiques ou chimiques, etc. Par exemple, dans le cas d'une installation électrique, comme dans une maison individuelle ou une usine par exemple, on dispose en général un compteur mesurant une consommation électrique globale (e.g., énergie consommée, exprimée en Watts-heure ou KiloWatts-heure), mais ce compteur ne permet pas de connaître la répartition de la consommation dans les divers appareils électriques de l'installation.

[0004] Il est connu dans l'art antérieur des solutions pour identifier les sources de consommation, c'est-à-dire connaître les répartitions de consommation par usage, consistant à recourir à l'installation d'appareils de mesures supplémentaires locales (« sous-compteurs » par exemple dans le cas d'une installation électrique notamment) pour au moins une partie des sources de consommation. Cependant, ce type de solution présente les inconvénients d'être onéreuse et complexe à mettre en oeuvre, mais également d'être éventuellement insuffisante si l'on ne prévoit pas autant de d'appareils de mesure supplémentaires qu'il n'y a de sources de consommation dans l'installation.

[0005] Un problème lié au problème particulier mentionné ci-dessus, notamment lors de la mise en oeuvre des solutions de l'art antérieur reposant sur l'adjonction d'appareils de mesure supplémentaires, concerne l'identification des sources de consommation pour lesquelles il est judicieux d'ajouter un appareil de mesure lorsque l'on ne souhaite pas en déployer autant que le nombre de sources de consommation. En effet, si l'on utilise des appareils de mesure supplémentaires mais que l'on souhaite restreindre leur nombre, il est nécessaire d'identifier les sources pour lesquelles l'adjonction d'un appareil de mesure supplémentaire sera pertinente pour permettra une meilleur identification de la répartition de la consommation.

[0006] Un problème général lié aux problèmes précédents concerne la gestion des coûts, notamment lorsque le coût du fluide augmente en fonction de la consommation totale, comme par exemple dans le cas de l'électricité. En effet, le coût de l'électricité augmente en fonction des kilowatts-heure consommés. A cause des grilles tarifaires des fournisseurs, un pic de consommation momentané coûte donc plus cher qu'une consommation identique en puissance mais répartie dans le temps (la puissance est identique mais l'énergie est différente et c'est cette dernière qui est facturée). Ce problème fournit donc une motivation particulière pour identifier les sources de consommation afin de pouvoir prévoir une répartition plus homogène dans le temps et éviter ainsi les pics de consommation.

[0007] Dans ce contexte, il est intéressant de proposer une solution permettant d'identifier dans une installation, à partir d'une consommation globale mesurée sur des intervalles de temps prédéfinis et au cours d'une période de temps déterminée, les sources de consommation au sein de l'installation pour chacun des intervalles de temps prédéfinis de

la période déterminée.

[0008] La présente invention a pour but de pallier certains inconvénients de l'art antérieur en proposant un procédé d'identification de sources de consommation permettant d'identifier dans une installation, à partir d'une consommation globale mesurée sur des intervalles de temps prédéfinis et au cours d'une période de temps déterminée, les sources

de consommation au sein de l'installation pour chacun des intervalles de temps prédéfinis de la période déterminée.

[0009] Ce but est atteint par un Procédé d'identification de sources de consommation, mis en oeuvre par au moins un dispositif comportant des moyens de traitement de données et des moyens de mémorisation contenant des données représentatives d'au moins une consommation globale mesurée dans au moins une installation sur au moins un intervalle de temps défini, le procédé étant caractérisé en ce qu'il repose sur au moins un algorithme d'optimisation multi-objectif, dont les données nécessaires à l'exécution sur les moyens de traitement de données sont stockées dans les moyens de mémorisation qui contiennent également des données représentatives de chacune des N sources de consommation présentes au sein de l'installation, ces données comprenant, pour chacune des sources, au moins une information relative à la consommation nominale et au moins une information relative à la probabilité de consommation au cours dudit intervalle de temps, ledit algorithme d'optimisation multi-objectif déterminant la valeur d'une variable discrète représentative de l'activité des sources, à partir, d'une part, de la minimisation d'une fonction de l'erreur entre la consommation globale mesurée et la somme des produits des variables discrètes et des consommations nominales, pour chacune des sources, et, d'autre part, de la maximisation d'une fonction de la probabilité moyenne d'activité des sources, le procédé mis en oeuvre grâce audit algorithme comprenant une génération pseudo-aléatoire, en tenant compte des probabilités, d'une population initiale de M individus représentant chacun une instanciation possible des variables discrètes de chacune des sources, puis un nombre L d'itérations des étapes suivantes, jusqu'à l'obtention d'au moins un individu optimal :

- Sélection, dans la population courante, de m meilleurs individus dont la valeur de ladite fonction d'erreur est la plus faible, en tenant compte des probabilités d'activité des sources ;
- Recensement de la population courante par attribution, à chacun des M individus, d'une probabilité de recensement inversement proportionnelle à la valeur de leur fonction, en tenant compte des probabilités d'activité des sources ;
- Génération d'une population croisée de M-m individus croisés, obtenus chacun par le croisement d'un couple d'individus de la population recensée, choisis de manière pseudo-aléatoire en tenant compte de leur probabilité de recensement ;
- Mise à jour de la population courante en additionnant les m meilleurs individus sélectionnés avec les M-m individus croisés.

[0010] La présente invention a également pour but de pallier certains inconvénients de l'art antérieur en proposant un dispositif d'identification de sources de consommation permettant d'identifier dans une installation, à partir d'une consommation globale mesurée sur des intervalles de temps prédéfinis et au cours d'une période de temps déterminée, les sources de consommation au sein de l'installation pour chacun des intervalles de temps prédéfinis de la période déterminée.

[0011] Ce but est atteint par un dispositif d'identification de sources de consommation, le dispositif comportant des moyens de traitement de données et des moyens de mémorisation contenant des données représentatives d'au moins une consommation globale mesurée dans au moins une installation sur au moins un intervalle de temps défini, caractérisé en ce que les moyens de mémorisation contiennent les données nécessaires à la mise en oeuvre, par les moyens de traitement de données, du procédé d'identification de sources de consommation selon l'invention.

[0012] D'autres particularités et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description ci-après, faite en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement les étapes du procédé d'identification de sources de consommation selon certains modes de réalisation,
- la figure 2 représente schématiquement un dispositif d'identification de sources de consommation selon certains modes de réalisation,
- la figure 3A représente un exemple de deux signatures de consommation de deux sources différentes, la figure 3B représente un exemple de relevé de consommation électrique globale d'une installation sur 24 heures et la figure 3C représente le même relevé dans lequel les sources ont été identifiées selon certains modes de réalisation.

[0013] La présente invention concerne un dispositif et un procédé d'identification de sources de consommation et/ou de production (émission, génération), généralement d'énergie ou de fluides, en particulier l'électricité. Le terme consommation désigne, dans la présente description, aussi bien la consommation que la production, comme expliqué dans le préambule de la présente demande.

[0014] Comme mentionné dans le préambule de la présente demande, le terme « fluide » est utilisé dans la présente

description de manière non limitative, notamment pour son analogie à un flux, et peut s'appliquer par exemple à l'électricité mais également à des fluides tels que le gaz, le pétrole, l'eau, la vapeur ou toutes autres particules solides, liquides ou gazeuses en circulation. Les caractéristiques représentatives des consommations peuvent correspondre à divers types de valeurs physiques, comme par exemple le volume, le débit, la puissance, etc. Généralement, les valeurs correspondent à un débit ou sont proportionnelles à un débit (la puissance, par exemple, est proportionnelle à l'intensité qui est assimilable à un débit) car la consommation est généralement mesurée au cours du temps. Les grandeurs qui ne dépendent pas en elle-même du temps (comme le volume par exemple) seront donc généralement rapportées à un intervalle de temps donné puisque l'invention identifie la répartition dans le temps de la consommation de plusieurs sources d'une installation.

[0015] La présente demande désigne sous le terme de « consommation », tout type d'usage (consommation ou production) de n'importe quel type de fluide (que le fluide soit réellement consommé ou simplement écoulé, mesuré ou réparti, par exemple en termes de volume, débit, puissance, etc.). Ainsi, le terme de « source de consommation » désigne dans la présente demande tout type de lieu ou d'appareil où machine où à lieu la « consommation » (ou la production). Le terme non limitatif de consommation utilisé dans la présente demande couvre donc la consommation et/ou la production, c'est-à-dire que l'on peut identifier des sources de consommation ou des sources de production ou les deux à la fois (et en même temps selon le type de données d'entrées). De plus, on entend par le terme production tout type d'émission ou génération d'un ou plusieurs fluides ou ensemble de particules venant d'une ou plusieurs origines mélangées en un flux commun (comme par exemple l'électricité provenant d'une pompe à chaleur et de panneaux photovoltaïque ou autres). Dans ce contexte, le terme « installation » désigne tout type de réseau ou de lieu dans lequel est installé un ensemble de « sources de consommation ». On comprend donc que l'ensemble de ces termes ne doivent pas être interprétés de façon limitative. La présente description réfère donc à l'électricité pour plus de simplicité et parce que l'invention est particulièrement adaptée à cet exemple, mais on comprend que cet exemple est illustratif et nullement limitatif. De plus, la présente description illustre l'exemple de l'électricité qui présente souvent une complexité accrue par rapport aux autres énergies, notamment par la diversité des sources de consommation et de production (divers types d'appareils électriques), mais également par le fait qu'une source donnée peut présenter une consommation qui varie dans le temps. En effet, les appareils ne fonctionnent pas forcément à leur puissance nominale en permanence, mais peuvent avoir une consommation qui fluctue au cours du temps, en fonction d'un cycle programmé ou d'autres types de paramètres. On distingue donc la puissance nominale de la puissance moyenne dans la présente demande, en particulier pour l'électricité mais également pour le gaz par exemple.

[0016] On comprend donc que l'invention s'applique à de multiples usages d'une énergie donnée mais peut également s'appliquer à plusieurs énergies différentes.

[0017] D'autre part, on notera que la présente demande réfère parfois à une « consommation nominale » ou à une « puissance nominale » (e_p) des sources de consommation, ou parfois à une « consommation moyenne » ou à une « puissance moyenne », mais que le terme de puissance ne doit pas être interprété de manière limitative puisque l'invention peut s'appliquer à d'autres grandeurs physiques. Ainsi, ce terme de puissance doit être interprété au sens de la consommation et peut en fait désigner toute valeur proportionnelle à un débit ou même un volume. Par exemple, le volume maximal de remplissage d'un ballon correspondra à sa « puissance » nominale en termes de consommation, alors que le débit maximal de gaz utilisé par une chaudière correspondra à la puissance nominale de la chaudière (qui pourra avoir, pour un intervalle de temps donné, une puissance moyenne différente de cette puissance nominale).

[0018] D'une manière générale, la présente invention vise à identifier les différentes sources de consommation qui sont responsables de la consommation globale mesurée sur l'ensemble d'une installation (2), en recourant le moins possible (idéalement aucun) à des dispositifs (20) de mesure supplémentaires de la consommation (appelés souvent « sous-compteurs » dans le cas des installations électriques). L'invention permet également de déterminer si au moins deux sources différentes ne peuvent pas être discriminées et donc d'identifier si au moins un dispositif (20) de mesure supplémentaire est requis et où il doit être placé. L'invention doit donc être interprétée comme concernant également un procédé et un dispositif de détermination de l'implantation (ou déploiement) de dispositifs (20) de mesure de consommation dans au moins une installation (2). De plus, l'invention est particulièrement avantageuse dans le cas de fluides dont le coût augmente en fonction du débit, comme par exemple l'électricité (dont on notera qu'elle est mesurée en puissance, par les watts ou kilowatts, mais facturée en énergie, par les watts-heure ou kilowatts-heure). En effet, comme l'invention permet de déterminer les sources qui sont responsables de pics de consommation et permet de prévoir une meilleure répartition de la consommation d'une installation (2) donnée. L'invention peut donc concerner également un procédé et/ou un dispositif d'aide à l'ajustement de la consommation. La figure 2 représente de manière schématique un exemple de dispositif (1) d'identification de source qui connecté à au moins un dispositif (20) de mesure (« compteur » par exemple) d'au moins une installation, ou qui reçoit les données de consommation relevées par ce(s) dispositif(s) de mesure (20). Le dispositif (1) d'identification peut être situé dans l'installation ou à distance, grâce aux techniques connues de communication dont aucun détail n'est nécessaire ici. La figure 2 représente le dispositif (1) d'identification de sources de consommation sous la forme d'un ordinateur, qui est naturellement la première implémentation qui vient à l'esprit, mais il est clair de la présente description que cette forme n'est qu'illustrative et nullement

limitative. En particulier, ce dispositif peut être mis en oeuvre sous de nombreuses formes et peut même être déployé au sein même des installations (2), sous la forme d'un boîtier par exemple, intégré ou non dans un dispositif (20) de mesure de la consommation.

[0019] En particulier, dans le cas de l'électricité, la consommation globale d'une installation est mesurée au cours du temps, par un compteur (20), en général en puissance (watt ou kilowatt) rapportée sur au moins un intervalle de temps déterminé (permettant une facturation d'énergie en kilowatts-heure même si l'énergie a été consommée pendant une période plus courte). Les dispositifs (20) de mesure relèvent la consommation sur des intervalles (t_x) de temps de l'ordre des minutes (10 minutes le plus souvent), ce qui suffit généralement à l'invention pour déterminer la répartition des sources de consommation. Néanmoins, les compteurs (20) modernes sont souvent capables de mesurer la consommation sur des intervalles (t_x) de temps assez courts (jusqu'à la fraction de seconde dans certains cas) et l'invention peut tirer avantage d'une mesure temporelle précise (inférieure à 10 minutes par exemple) dans certains modes de réalisation détaillés ci-après. La figure 3B représente un exemple de consommation au sein d'une installation, avec des intervalles (t_x) de temps de 10 minutes, sur une période (T) de temps déterminée de 24 heures (donc x allant de 1 à 144). L'installation dans cet exemple comporte 19 sources de consommation (appareils électriques) dont les puissances (nominales) sont connues. La présente invention se base sur un inventaire des sources de consommation présentes dans l'installation, pour répertorier au moins les puissances nominales des sources et leur probabilité d'activité (fonctionnement par exemple) au cours d'au moins un intervalle de temps (en général sur plusieurs intervalles pour couvrir toute une période (T) de temps déterminée). Le procédé pourra donc, dans certains modes de réalisation, comporter au moins une étape d'inventaire pour enregistrer ces informations (voire aussi des informations de profil d'activité comme détaillé ci-après). Au cours d'un tel inventaire, on détermine les sources de consommation présentes dans l'installation, avec leur puissance et éventuellement leurs signatures de consommation, c'est-à-dire la courbe (ou les courbes s'il existe plusieurs modes de fonctionnement ou profils d'activité) que décrit la puissance de l'appareil au cours du temps lorsqu'il fonctionne. En effet, il est fréquent qu'une source de consommation (ou production) possède une signature énergétique de consommation, comme par exemple un spectre de puissances, des harmoniques ou toute forme de courbe ou histogramme de consommation ou de production. Pour citer un exemple simple, certains convecteurs électriques fonctionnent par pics de puissance à la valeur nominale de l'appareil. La fréquence et la durée des pics peuvent alors être représentatives de la consommation du convecteur. Pour citer un autre exemple plus complexe, un lave-vaisselle possède divers cycles (court, long, économique, etc.) et la puissance de l'appareil varie au cours du temps selon un profil qui dépend du type de cycle. La courbe qui décrit cette variation de puissance pour chacun des types de cycle représente ainsi un profil d'activité et l'ensemble des profils représente une signature de l'appareil, appelée ici « signature de consommation » de manière illustrative et non limitative (on utilisera d'ailleurs indifféremment les termes signatures ou profils pour désigner la ou les variations de puissance). De même, un convecteur moins simple que celui décrit ci-dessus peut fonctionner par pics mais à des valeurs de puissance variables (en fonction du réglage de l'appareil par l'utilisateur par exemple). Ces courbes ou profils qui représentent, dans la présente demande, une « signature » de consommation peuvent être avantageusement utilisés dans certains modes de réalisation de l'invention. La figure 3A représente, sur le graphique de gauche, un exemple de signature d'un convecteur simple (à pics de puissance nominale) et, sur le graphique de droite, un exemple de signatures d'un lave-vaisselle (une « courbe » de puissance ou « profil d'activité » d'un cycle long et une « courbe » de puissance ou « profil d'activité » d'un cycle court).

[0020] La manière dont est réalisé l'inventaire n'est pas spécifiquement l'objet de la présente demande mais on peut tout de même l'y inclure et détailler que l'on se procure la liste des équipements et appareils qui consomment l'énergie (ou les énergies) étudiée(s) et qu'on répertorie leur puissance nominale. De plus, on peut également se procurer les signatures de consommation, par exemple grâce aux spécifications techniques fournies par les constructeurs de ces équipements et appareils. Ainsi, en connaissant les signatures et les puissances nominales, il est possible de rechercher les signatures dans les données du relevé de consommation et/ou de rechercher une puissance moyenne sur un intervalle de temps étudié, comme détaillé ci-après. On établit également une probabilité de fonctionnement des divers équipements et appareils, par exemple à partir de profils comportementaux. Par exemple, les appareils de cuisson par exemple sont généralement utilisés à des heures proches de celles des repas et auront donc une probabilité plus forte pendant ces périodes que sur le reste de la journée. D'autre part, ces probabilités peuvent également être enrichies à partir de paramètres objectifs selon le type d'appareils. Par exemple, des convecteurs pour le chauffage ont une probabilité qui est corrélée à la température extérieure, voire aussi une durée de fonctionnement qui est corrélée à la taille de la pièce dans laquelle ils se trouvent. Les données représentatives de ces probabilités pourront donc être issues d'une table préétablie mais également d'un calcul basé sur ce type d'information objective (e.g., mesurée).

[0021] D'une manière générale, le procédé d'identification de sources de consommation est mis en oeuvre par au moins un dispositif (1) d'identification de sources de consommation. Ce dispositif (1) comporte des moyens (11) de traitement de données et des moyens (10) de mémorisation contenant des données représentatives d'au moins une consommation globale (s) mesurée dans au moins une installation (2) sur au moins un intervalle de temps (t_x) défini. En général, le procédé est réitéré pour une pluralité x d'intervalles de temps (t_x) définis pour identifier la répartition des sources de consommation au cours d'au moins une période (T) de temps déterminée, mais on comprend que l'invention

peut s'appliquer à un unique intervalle de temps si besoin. De plus, l'invention peut être mise en oeuvre sur des intervalles de temps de différentes durées. En effet, il est possible de choisir quel est l'intervalle de temps sur lequel l'invention doit être mise en oeuvre, du moment qu'il possède une durée supérieure ou égale à l'intervalle de temps fourni par le dispositif de mesure (20) dans l'installation (2).

[0022] Les moyens de mémorisation (10) stockent donc des données représentatives des sources de consommation présentes dans l'installation, ainsi que leur probabilité de fonctionnement au cours du temps. De plus, ces moyens de mémorisation (10) peuvent donc également stocker des données représentatives de signatures de consommation de chacune des sources, comme indiqué ci-dessus. Les moyens (10) de mémorisation contiennent également les données nécessaires à la mise en oeuvre du procédé d'identification de sources de consommation par les moyens (11) de traitement de données, notamment grâce à au moins un algorithme (A) d'optimisation multi-objectif. Ainsi, par exemple, le dispositif stocke des données permettant l'exécution, sur les moyens de traitement de données, d'au moins une application mettant en oeuvre l'algorithme (A). On notera que le dispositif, l'application et l'algorithme sont désignés par l'expression « au moins un(e) » car il est évident que l'invention peut être mise en oeuvre dans un système comprenant plusieurs dispositifs (tels que décrit ici ou comprenant d'autres dispositifs supplémentaires) et que les diverses variantes de l'invention peuvent être supportées par plusieurs applications et/ou algorithme. On comprend donc que, d'une manière générale, les désignations utilisées dans la présente demande doivent être interprétées de manière non limitative.

[0023] Dans certains modes de réalisation préférés, l'algorithme (A) d'optimisation multi-objectif, qui correspond à un algorithme du type de ceux souvent appelés « algorithmes génétiques » utilise les données qui sont stockées dans les moyens (10) de mémorisation et qui sont représentatives de chacune des N sources (m_i) de consommation présentes au sein de l'installation (2). Grâce à l'inventaire, ces données comprennent, pour chacune des sources (m_i), au moins une information relative à la consommation nominale (e_i) et au moins une information relative à la probabilité (p_i) de consommation au cours d'au moins un intervalle de temps, voire pour une pluralité d'intervalles de temps (t_x) définis au sein d'au moins une période (T) de temps étudiée.

[0024] L'algorithme (A) d'optimisation multi-objectif détermine, pour chaque intervalle de temps (t_x) défini, la valeur d'une variable discrète (v_i) représentative de l'activité des sources (m_i), à partir de :

- la minimisation d'une fonction (F) de l'erreur entre la consommation globale (s) mesurée et la somme des produits des variables discrètes (v_i) et des consommations nominales (e_i), pour chacune des sources (m_i), et,
- la maximisation d'une fonction (G) de la probabilité moyenne d'activité des sources (m_i).

[0025] Dans certains modes de réalisation, les variables discrètes sont en fait des variables binaires (v_i) représentatives de l'activité ou de l'inactivité des sources (m_i). La valeur (0 ou 1) de la variable binaire (v_i) de chacune des sources indique alors si la source est active (en train de consommer, de valeur = 1 par exemple) ou inactive (valeur = 0 par exemple) et le problème consiste à trouver pour chacune des sources si on doit lui attribuer la valeur 0 ou 1, uniquement en se basant sur la mesure de consommation totale (s), les puissances nominales (e_i) et les probabilités (p_i). On comprend que le terme « variable discrètes » couvre les deux possibilités : variables à 2 valeurs possibles (binaires) ou à plus de 2 valeurs possibles.

[0026] Dans certains modes de réalisation, chacune des variables discrètes (v_i) est représentative du pourcentage de la puissance nominale à laquelle la source fonctionne sur l'intervalle de temps (t_x) étudié. Ainsi, on considère ici une puissance moyenne de la source sur l'intervalle de temps (t_x) étudié. En effet, pour un appareil qui possède par exemple une puissance nominale de 1000kW mais dont la « signature » montre qu'il fonctionne toujours à 90% de cette puissance pendant 1 minute, puis à 50% pendant 8 minutes et à 10% pendant 1 minute, la puissance moyenne sur 10 minutes est de 50% de la puissance nominale. Ainsi, si l'intervalle de temps étudié est de 10 minutes, la consommation de l'appareil est correctement représentée par le produit (1000 x 0,5) de la puissance nominale (e_i) d'une valeur de 1000kW et d'une variable discrète (v_i) dont la valeur est 0,5. Néanmoins, dans certains modes de réalisation, pour les sources dont la signature montre une activité d'une durée inférieure ou égale à la durée des intervalles de temps utilisés, il est possible de représenter une telle source par le calcul d'une puissance moyenne (intégrale de la puissance sur la durée de l'intervalle) et d'utiliser les variables binaires puisque l'activité de la source est alors correctement représentée par le produit de cette puissance moyenne avec la valeur 0 ou 1 de la variable binaire. En revanche, comme il est incertain que la source devient active puis inactive au cours d'un seul et même intervalle de temps, on préfère en général utiliser les variables discrètes. Dans ces 2 cas, il est plus simple de considérer la puissance moyenne sur l'intervalle de temps d'une durée donnée, en remplacement de la puissance nominale. Les moyens de traitement pourront donc assigner la valeur de la puissance moyenne à la source, en remplacement de la puissance nominale, de manière à prendre en compte que la source a un profil d'activité plus court que la durée de l'intervalle de temps étudié. On recherche alors toujours la puissance nominale (mais elle correspond en fait à la puissance moyenne), avec une activation/inactivation qui fournit en fait des valeurs binaires aux variables, mais tout en conservant les variables discrètes pour ne pas avoir à mélanger les deux types de variables (par souci de simplicité même s'il est possible de les mélanger). De même si l'intervalle de temps (t_x) étudié est d'une minute, l'algorithme doit être capable de représenter la consommation moyenne

de l'appareil par les valeurs successives de ce produit sur 10 intervalles de temps successifs (un intervalle à 1000 x 0,9, puis 8 intervalles à 1000 x 0,5, puis un intervalle à 1000 x 0,1). Ainsi, lorsque la source a une signature (activité) montrant une durée supérieure à la durée de l'intervalle de temps étudié, on utilise une succession de valeurs de variables discrètes pour représenter et/ou retrouver l'activité de la source. En général, une source donnée atteint sa puissance nominale, au moins pendant un instant, au cours d'au moins un de ses profils d'activité. Il suffit donc d'extraire la puissance nominale de la signature. Cependant, même si la réelle puissance nominale n'est pas atteinte, on considérera de préférence la puissance maximale atteinte au cours d'un profil d'activité donné comme étant la puissance nominale (qu'elle soit effectivement égale à la puissance nominale ou non, on affecte la valeur de cette puissance maximale aux données représentatives de la puissance nominale). Ainsi, dans certains modes de réalisation, le pic de puissance maximal d'un profil d'activité donné, qui est plus facilement détectable que des puissances plus faibles, pourra avantageusement servir à l'intégration de la signature dans les calculs, comme détaillé ci-après. Cette utilisation de la puissance maximale atteinte réduit avantageusement la complexité des calculs (mais n'est pas absolument nécessaire, même si elle est préférée).

[0027] D'autre part, les variables discrètes auront généralement des valeurs décimales, mais il est possible, au moins dans des cas simples, de descendre à plusieurs chiffres après la virgule si nécessaire, même s'il est préférable de s'arrêter à la décimale car elle est nettement suffisante en générale et la complexité du problème mathématique (e.g., le nombre de possibilités) augmente rapidement avec le nombre de variables discrètes. On notera que ces modes de réalisation à variables discrètes ne sont pas exclusifs des précédents utilisant des variables binaires, notamment par ce que sur un intervalle de temps donné, une source peut fonctionner à sa puissance nominale tandis qu'une autre fonctionne à une puissance moyenne. Par exemple, si la signature d'une source montre qu'elle fonctionne à puissance nominale mais sur une durée inférieure à celle de l'intervalle de temps étudié, il faut considérer sa puissance moyenne. De même, si la signature d'une source montre qu'elle fonctionne à des puissances variables sur plusieurs intervalles de temps successifs, il faut considérer une succession de puissances moyennes sur chacun de ces intervalles. Néanmoins, lorsque l'on utilise les variables discrètes, on n'utilise pas en parallèle des variables binaires pour certaines sources car l'invention est suffisamment robuste et rapide pour que l'utilisation des variables discrètes sur des sources fonctionnant à puissance nominale ne soit pas gênante. Ainsi, même si ces modes de réalisation ne sont pas exclusifs, ils ne sont généralement pas utilisés en même temps.

[0028] On comprend qu'à partir de N sources (appareils ou machines, notées m_i , avec i allant de 1 à N) dont la puissance (nominale, notée e_i , avec i correspondant à celui de la machine) est spécifiée, ainsi qu'une somme globale de l'énergie consommée au cours d'un intervalle de temps (ou un pas de temps donné), l'invention propose de mettre au point une méthodologie robuste et rapide pour identifier les sources actives dont la somme des puissances consommées (nominales ou moyennes) est égale à la somme globale mesurée. Cette problématique peut être formulée idéalement ainsi :

Pour un instant t et une puissance totale mesurée (s) donnés, le problème consiste à trouver les variables discrètes $v_i \in \{0,1\}$ représentatives de l'activité des machines (m_i) de puissance (e_i) tels que :

$$\sum_{i=1}^N e_i v_i = s.$$

[0029] Cependant, comme en pratique les mesures de consommation sont souvent bruitées, la solution souhaitée ne peut atteindre de manière exacte la puissance mesurée (s). Il convient alors de reformuler la problématique plutôt comme un problème de minimisation de l'erreur entre la somme calculée et la puissance mesurée :

$$\min_{(v_i)} F(v_i)$$

avec

$$F(v_i) = \left(\sum_{i=1}^N e_i v_i - s \right)^2 \text{ ou } \left| \sum_{i=1}^N e_i v_i - s \right|.$$

Pour résoudre ce problème, une solution simple consisterait à considérer toutes les instanciations possibles des variables discrètes (v_i), c'est-à-dire les combinaisons possibles des valeurs de variables discrètes pour les N sources de consommation, et retenir la ou les solutions qui minimise la fonctionnelle définie ci-dessus. Une instanciation correspond donc ici à un vecteur comprenant une suite de N variables, d'indice i, dont la valeur est soit 0 soit 1 dans le cas des variables binaires, ou dont la valeur est comprise entre 0 et 1 dans le cas des variables discrètes tenant compte des puissances moyennes, par exemple en valeurs décimales (de 0,1 en 0,1). Ainsi, comme le nombre de valeurs binaires (0 ou 1) est 2, le nombre d'instanciations possibles est de 2^N et cette solution simpliste ne peut être envisageable. Encore pire, dans le cas des variables discrètes décimales, le nombre de valeurs (0 ; 0,1 ; 0,2 ; 0,3 ; 0,4 ; 0,5 ; 0,6 ; 0,7 ; 0,8 ; 0,9 et 1) est 11 et le nombre d'instanciations possibles est alors de 11^N . En outre, dans le cas où plusieurs instanciations donnent la même solution au problème de minimisation, aucune information supplémentaire n'est indiquée pour distinguer la solution recherchée. Ainsi, pour permettre de définir une solution unique à cette problématique, la présente invention propose d'enrichir les données d'entrée avec les probabilités (p_i) d'activation des appareils (m_i) à l'instant t. Ainsi pour chaque appareil (m_i), on suppose que le couple (e_i , p_i) est spécifié. Ainsi on obtient la nouvelle formulation suivante :

$$\begin{cases} \min_{(v_i)} F(v_i) \\ \max_{(v_i)} G(v_i) \end{cases} \quad \text{avec} \quad G(v_i) = \frac{\sum_{i=1}^N p_i v_i}{\sum_{i=1}^N v_i}.$$

[0030] Cette deuxième équation traduit la recherche d'une probabilité moyenne de fonctionnement (d'activité) des sources (m_i) qui soit maximale pour la solution du problème de minimisation d'erreur. En effet, on cherche ici à maximiser la probabilité moyenne de fonctionnement des sources (m_i) identifiées comme minimisant l'erreur entre la somme calculée et la puissance totale mesurée.

[0031] Pour résoudre ce type de problème, de minimisation de l'erreur et de maximisation de la probabilité de fonctionnement, avec des variables discrètes, au lieu d'une recherche exhaustive comme mentionnée ci-dessus, l'invention utilise une méthodologie basée sur des techniques stochastiques et en particulier les algorithmes dits génétiques. L'invention propose de résoudre le problème grâce à une variante des algorithmes classiques de type génétique, pour résoudre cette problématique de minimisation de manière robuste en un temps raisonnable. Des algorithmes génétiques sont en effet connus dans le domaine, mais divers modes de réalisation de la présente demande proposent avantageusement de prendre en compte la fonctionnelle de la probabilité d'activation de l'ensemble des appareils de l'installation étudiée. Ainsi, par l'utilisation de variables discrètes probabilistes à maximiser, ces modes de réalisation fournissent une solution unique qui n'a jamais été envisagée, même lorsque des algorithmes génétiques ont été utilisés pour ce type de problème. La fonctionnelle de maximisation de la probabilité (G dans les exemples détaillés dans la présente demande) est avantageusement adaptée pour l'utilisation des variables discrètes et permet de tenir compte des probabilités (p_i) d'activation de chacune des différentes sources de l'installation. Ainsi, les algorithmes génétiques mis en oeuvre dans ces modes de réalisation avantageux se distinguent nettement de ceux classiquement utilisés puisque les algorithmes utilisés ici prennent en compte la fonctionnelle de probabilité d'activation et permettent de représenter l'ensemble des sources comme des instanciations possibles des variables discrètes (intégrant la probabilité d'activation), ce qui fournit une solution robuste qu'aucune méthode ne permettait d'approcher jusqu'à présent.

[0032] Le procédé selon certains modes de réalisation est donc mis en oeuvre grâce audit algorithme (A) de type génétique. Ce procédé comprend une génération (50) pseudo-aléatoire, en tenant compte des probabilités (p_i), d'une population initiale de M individus représentant chacun une instanciation possible des variables discrètes (v_i) de chacune des sources (m_i). Comme on génère M individus, on a donc M instanciations, d'indice j, comprenant chacune un vecteur de N variables, d'indice i. Ensuite, par itérations de diverses étapes de calcul, les individus sont progressivement sélectionnés jusqu'à l'obtention d'au moins un individu optimal. Ce procédé comporte donc un nombre L d'itérations des étapes suivantes :

- Sélection (51), dans la population courante, de m meilleurs individus dont la valeur de ladite fonction (F) d'erreur est la plus faible, en tenant compte des probabilités (p_i) d'activité des sources (m_i) ;
- Recensement (52) de la population courante par attribution, à chacun des M individus, d'une probabilité (q_j) de recensement inversement proportionnelle à la valeur de leur fonction (F), en tenant compte des probabilités (p_i) d'activité des sources (m_i) ;
- Génération (53) d'une population croisée de M-m individus croisés, obtenus chacun par le croisement d'un couple d'individus de la population recensée, choisis de manière pseudo-aléatoire en tenant compte de leur probabilité (q_j) de recensement ;
- Mise à jour (55) de la population courante en additionnant les m meilleurs individus sélectionnés avec les M-m individus croisés.

[0033] Dans le cas où le procédé est mis en oeuvre sur des données de mesure de consommation s'étalant sur au moins une période (T) de temps déterminée couvrant une pluralité d'intervalles de temps (t_x) définis, le procédé pourra être réitéré pour un nombre x d'intervalles de temps (t_x) définis pour couvrir ladite période (T) de temps déterminée. Ainsi, par exemple dans le cas des relevés d'électricité de la figure 3B, l'algorithme est réitéré sur les 144 intervalles de temps de 10 minutes couvrant les 24 heures du relevé. Il est naturellement possible de définir la période de temps sur laquelle l'algorithme doit être mis en oeuvre, par exemple si l'on ne souhaite analyser la consommation que sur la période diurne. Le dispositif (1) d'identification possède dans certains modes de réalisation une interface (12) utilisateur pour une telle sélection de période (T) et/ou d'une pluralité d'intervalles (t_x). L'interface (12) utilisateur peut comporter, de façon connue en soi, des moyens d'affichage et de saisie, par exemple avec une interface graphique utilisateur (GUI, pour « graphical user interface »). D'une manière générale, cette interface permet à un utilisateur de l'invention (procédé, dispositif) de saisir et/ou sélectionner au moins un paramètre relatif à la mise en oeuvre de l'algorithme. Par exemple, dans certains modes de réalisation, le nombre L d'itérations est déterminé à l'avance et stocké dans les moyens (10) de mémorisation ou sélectionnable à l'aide de l'interface (12) utilisateur du dispositif (1). De même, dans certains modes de réalisation, le nombre L d'itérations est sélectionnable à l'aide de l'interface (12) utilisateur du dispositif (1), parmi une pluralité de nombres maximum d'itérations stockés dans les moyens (10) de mémorisation déterminés en fonction du nombre N de sources (m_i). Dans certains modes de réalisation, le nombre L d'itérations est déterminé par l'algorithme (A) déterminant si la fonction (F) est descendue sous un seuil (SL) déterminé et stocké dans les moyens (10) de mémorisation ou sélectionnable à l'aide de l'interface (12) utilisateur du dispositif (1). Dans d'autres modes de réalisation, le nombre L d'itérations est défini par l'algorithme (A) déterminant si la fonction (F) est descendue sous un seuil (SL) calculé par les moyens (11) de traitement en fonction du nombre N de sources (m_i) et/ou si la fonction (G) dépasse un seuil déterminé (proche du maximum). Dans d'autres modes de réalisation, le nombre L d'itérations est déterminé par l'algorithme (A) déterminant si le meilleur individu ou une pluralité de meilleurs individus d'une génération courante n'a pas de fonction (F) plus faible qu'à la génération précédente et/ou n'a pas de fonction (G) plus forte qu'à la génération précédente. De même, dans certains modes de réalisation, l'interface (12) utilisateur peut servir à saisir (ou sélectionner dans une liste préenregistrée) le nombre m de meilleurs individus que l'on souhaite sélectionner à chaque itération de l'étape de sélection. En général, le nombre m doit être petit pour ne conserver qu'une très petite partie de la population, afin d'éviter de tendre vers un optimum local. La sélection permet en effet de guider le processus vers une sélection des meilleurs individus, mais il convient d'éviter que ces meilleurs individus soient en fait des cas particuliers moins optimaux que d'autres individus qui n'ont pas encore été générés. En pratique, m pourra être défini comme étant égal à 3 ou égal à un pourcentage faible (inférieur à 5%) de la population. Le nombre m est donc de préférence fixé par l'algorithme (A) même s'il est possible d'en laisser le choix à l'utilisateur.

[0034] Dans certains modes de réalisation, le nombre M d'individus générés est déterminé en fonction du nombre N de sources (m_i). En général, le nombre M est de préférence égal à 10 fois le nombre N de sources ($M=10 \times N$). Il est généralement préconisé que M ne soit pas inférieur à 7. D'autre part, si le nombre N de sources est inférieur à 6, M serait inférieur ou égal à 50 et donc plus élevé que le nombre de possibilités (i.e., d'instanciations possibles). En effet, dans le cas des variables binaires par exemple, $2^5 = 32$ donc il n'est pas possible de choisir $M=10 \times 5=50$ individus. L'algorithme prévoit alors de choisir un nombre supérieur à 7 et de préférence inférieur à 2^N (de façon à ne pas prendre toutes les instanciations possibles). Dans certains modes de réalisation, ce nombre M peut être saisi à l'aide de l'interface (12) utilisateur du dispositif (1) ou sélectionné au sein d'une pluralité de valeurs proposées via l'interface (12) utilisateur du dispositif (1).

[0035] Dans certains modes de réalisation, l'algorithme (A) d'optimisation multi-objectif comporte également, préalablement à la mise à jour (55) de la population courante et suite au croisement (53), une étape de mutation (54) de la population croisée dans laquelle les individus croisés sont modifiés avec une probabilité (p_m) de mutation. Au cours de cette mutation on sélectionne donc; avec une probabilité donnée (la même pour tous les individus), certains individus dont on modifie au moins une valeur de la variable discrète des sources. De préférence, la modification concerne une inversion des valeurs des variables binaires (v_i) des individus croisés. On inverse donc complètement l'ensemble des valeurs (0 et 1) pour chacune des sources. Dans le cas des variables discrètes, de manière équivalente, on pourra prendre les valeurs symétriques par rapport à la moyenne (0,5 par exemple), de sorte que 0,1 devienne 0,9 ; 0,2 devienne 0,8 ; etc. Cependant, dans d'autres modes de réalisation, il est possible de sélectionner, par exemple aléatoirement, un ou plusieurs source(s) dont on modifie (e.g., inverse) la valeur de la variable binaire (ou discrète). En général, la probabilité (p_m) de mutation est réduite à chaque itération de manière à limiter la mutation au fur et à mesure des générations

[0036] Dans certains modes de réalisation, l'étape de génération (50) pseudo-aléatoire d'une population initiale de M individus. Comme expliqué ci-dessus, un nombre M est défini (ou sélectionné) pour que la population initiale comporte M instanciations des variables discrètes (v_i) de chacune des sources (m_i). Pour obtenir ces instanciations, pour chacune des N sources (m_i), un tirage (501) aléatoire uniforme d'un nombre réel compris entre 0 et 1 est réalisé puis ce nombre réel est comparé à valeur de la probabilité (p_i) de la source (m_i) en question. Cette comparaison est accompagnée de l'attribution (502) de la valeur 1 à la variable binaire (v_i) de cette source (m_i) (c'est-à-dire la $i^{\text{ème}}$ composante de la

variable discrète de l'individu) si le nombre réel est inférieur à la probabilité (p_i) ou la valeur 0 dans le cas contraire. Dans le cas des variables discrètes, on peut attribuer directement la valeur du nombre réel tiré aléatoirement à la variable discrète, puisqu'il n'est pas nécessaire de limiter les valeurs à 0 et 1.

[0037] Comme expliqué ci-dessus, l'étape de sélection permet de guider le processus vers les meilleures solutions au problème d'optimisation. On cherche donc à sélectionner les individus les meilleurs, c'est-à-dire ceux qui minimisent la fonction F d'erreur. De plus, on cherche généralement à maximiser les probabilités moyennes d'activité des sources sélectionnées. Ainsi, dans certains modes de réalisation, l'étape de sélection (51) comporte une sélection (511) des fonctions (F) les plus faibles parmi les M individus et, lorsque la différence entre les fonctions (F) de deux individus est inférieure à un seuil (SF) déterminé, une sélection (512) de l'individu dont la fonction (G) est la plus élevée.

[0038] Ainsi, la sélection compare de préférence les fonctions :

$$F(v_i) = \left(\sum_{i=1}^N e_i v_i - s \right)^2 \text{ ou } \left| \sum_{i=1}^N e_i v_i - s \right|$$

et

$$G(v_i) = \frac{\sum_{i=1}^N p_i v_i}{\sum_{i=1}^N v_i}$$

afin de sélectionner les individus optimaux.

[0039] Dans certains modes de réalisation, l'étape de recensement (52) comporte, pour chacune des sources (m_i), un calcul d'une probabilité inversement proportionnelle à la valeur de leur fonction (F). De préférence, pour tenir compte de la probabilité (p_i) d'activité des sources, cette probabilité inversement proportionnelle à la valeur de leur fonction (F) sera pondérée par la probabilité (p_i) d'activité de la source (m_i), pour obtenir la probabilité (q_j) de recensement.

[0040] Plus précisément, pour définir les probabilités (q_j) de recensement, on considère :

$$G'(v_i) = 1 - \frac{1}{\sum_{i=1}^N p_i} \frac{\sum_{i=1}^N p_i v_i}{\sum_{i=1}^N v_i}$$

et le schéma suivant :

$$\text{Soient } S = \sum_{j=1}^M G'(v_i^j) F(v_i^j), \quad F_{\max} = \max_j G'(v_i^j) F(v_i^j) \text{ et } \bar{F} = M F_{\max} - S$$

$$q_j = \frac{F_{\max} - G'(v_i^j) F(v_i^j)}{\bar{F}}$$

[0041] On comprend que l'on utilise ici l'individu le pire (F_{\max}) pour obtenir une probabilité inversement proportionnelle à la fonction (F) des individus (d'indice j). De plus, on comprend que l'on normalise les probabilités par rapport à une moyenne F de la fonction (F).

[0042] En appliquant ce schéma, on comprend que la règle annoncée ci-dessus est vérifiée et que l'on obtient des probabilités de recensement (q_j) telles que :

$$\sum_{j=1}^M q_j = 1$$

5

[0043] Ce recensement de la population permet d'appliquer une sélection artificielle à la population pour l'étape de croisement. En effet, la génération (53) d'une population croisée de M-m individus croisés, correspond à un croisement des individus en tenant compte de leurs probabilités de recensement (q_j). Les M-m individus croisés sont obtenus chacun par le croisement d'un couple d'individus de la population recensée, choisis de manière pseudo-aléatoire en tenant compte de leur probabilité (q_j) de recensement. En pratique, dans un premier temps, on partitionne l'intervalle [0,1] en segments de longueurs q_j . Ainsi, chaque segment occupe une partie $[q_j]$ de l'intervalle [0,1]. Ensuite, pour choisir un

10

couple d'individu (v_i^j, v_i^k) , on considère un premier nombre réel aléatoire choisi de manière uniforme entre 0 et 1 et on identifie l'intervalle $[q_j]$ contenant ce nombre et donc l'individu correspondant qui représente le premier individu

15

(v_i^j) du couple. On applique le même procédé pour le deuxième individu (v_i^k) du couple. Notons que ce procédé de sélection de couples d'individus privilégie les meilleurs individus via l'étape de recensement (« sélection artificielle »).

20

Pour générer le croisement (v_i^{jk}) entre les deux individus (v_i^j) et (v_i^k) , on considère une technique de croisement de type uniforme qui consiste pour chaque composante (v_i^{jk}) à choisir de manière aléatoire uniforme la composante

25

correspondante de (v_i^j) ou de (v_i^k) .

[0044] Enfin, dans l'étape de mise à jour (54) de la population, les m meilleurs individus, retenus lors de l'étape de sélection (51) de la population précédente, permettent de piloter la génération de populations vers la meilleure possible. On comprend qu'à chaque itération, (M-m) individus sont générés. En comptant la population initiale, on obtient un nombre total de M+L(M-m) individus (qui est très petit devant 2^N). A titre indicatif, en considérant L = 20, pour un problème à 100 variables discrètes, on obtient M=1000 et un nombre total de l'ordre de 400 000 individus générés, alors que la recherche exhaustive demande la génération de l'ordre de 10^{30} individus dans le cas le plus simple des variables binaires. A chaque itération, on a donc une mise à jour des m meilleurs individus retenus, entre les m meilleurs de la génération précédente et les m meilleurs de la population mise à jour (issue du croisement). On retient donc toujours m solutions optimales. Lorsque les itérations s'arrêtent (selon le critère d'arrêt choisi parmi les options détaillées précédemment), on élit alors au moins un individu optimal (le meilleur parmi les m derniers meilleurs obtenus).

35

[0045] Dans certains modes de réalisation, l'invention prévoit de détecter des erreurs dans les données et d'alerter l'utilisateur. En effet, si les données sont erronées, l'invention peut aboutir à des solutions (des meilleurs individus) qui ne sont pas satisfaisantes (sous le seuil d'erreur fixé). Dans ce cas, l'invention peut prévoir un message d'alerte, par exemple indiquant l'intervalle de temps qui pose problème. Grâce aux signatures, comme détailler ci-après, il est même possible d'affiner la méthode, éventuellement au point de pouvoir corriger des données erronées. Par exemple si une source a une probabilité d'activité de 0 alors que cela ne permet pas de trouver un individu optimal satisfaisant, il est possible d'indiquer que cette probabilité est remise en cause. De plus, si la signature permet de déterminer que la source a en fait une probabilité d'activité non nulle pendant l'intervalle de temps étudié, il est possible d'alerter l'utilisateur sur le fait que la probabilité est erronée.

40

[0046] On notera que l'invention permet de déterminer les individus optimaux, c'est-à-dire ceux pour lesquels la fonction (F) est la plus petite, mais surtout pour lesquels la fonction (G) est la plus élevée puisque c'est cette fonction G qui est la plus discriminante. Lorsque l'on retient au moins un individu optimal à la fin des itérations, il est bien entendu possible de retenir plusieurs individus optimaux et de vérifier à quel point ils diffèrent les uns des autres. En particulier, dans le pire cas, il est possible d'avoir plusieurs individus qui ont les mêmes valeurs pour la fonction (F) et la fonction (G). Pour répondre à ce type de problème et/ou pour faciliter les calculs, l'invention prévoit d'améliorer la méthode en utilisant des données supplémentaires, par exemple de l'inventaire, telles que définies dans la présente demande. Par exemple, si l'installation comporte 3 convecteurs de puissance identique (et de signature identique), il est très probable qu'on ne puisse pas les discriminer même en corrélant leur fonctionnement à la température extérieure puisqu'ils auront les mêmes probabilités de fonctionnement. On obtient alors au moins 3 meilleurs individus qui contiennent chacun l'un de ces convecteurs et dont les valeurs des fonctions F et G sont les mêmes. Le fait que les données de l'inventaire puissent comporter des informations sur les tailles des pièces dans lesquels se trouve chacun de ces convecteurs pourra éventuellement permettre de déterminer lequel a fonctionné si cette information influence suffisamment la durée de fonctionnement des convecteurs et que l'on met (ou remet) en oeuvre l'invention sur des intervalles de temps de durée

55

pertinente pour discriminer les temps de fonctionnement de ces convecteurs. En effet, même s'ils ont à la base la même signature (c'est-à-dire par exemple des profils d'activité en pics de puissance de durées variables et de fréquences variables), ils n'auront en fait pas exactement les mêmes courbes de fonctionnement (ils ne fonctionneront pas forcément tous selon le même profil d'activité puisque l'un d'entre eux peut fonctionner avec des pics plus longs et/ou plus fréquents que les autres, à cause du fait qu'il se trouve dans une pièce plus grande). On comprend donc qu'avec les signatures et/ou les profils d'activité, seuls ou en combinaison avec d'autres informations (par exemple comportementale ou des critères objectifs tels que définis ici) il est possible d'affiner le procédé en discriminant les meilleurs individus que l'on ne pourrait pas discriminer en l'absence de telles informations et/ou d'accélérer le procédé en utilisant les signatures au cours de l'identification des sources. On notera néanmoins que l'invention prévoit également que l'on puisse classer les sources en les regroupant par catégories. Par exemple, dans le cas de l'électricité, on peut regrouper les appareils de chauffage dans une catégorie, les appareils d'éclairage dans une autre, etc. L'invention peut alors prévoir de déterminer la catégorie de sources qui a fonctionné plutôt que la source elle-même. Ainsi, même si l'exemple des 3 convecteurs ci-dessus est réaliste et peut être utilisé, il est possible de ne pas avoir à le mettre en oeuvre pour ce type d'exemple et de réserver ce type d'optimisation de l'invention avec les signatures à des appareils qu'il est vraiment souhaitable de discriminer, par exemple parce qu'ils n'appartiennent pas à la même catégorie de sources. Quoiqu'il en soit, le procédé et le dispositif, dans certains modes de réalisation, permettent d'affiner les résultats de l'identification et/ou d'accélérer leur obtention. Par exemple, lorsque les L itérations aboutissent à une pluralité de meilleurs individus, c'est-à-dire que l'on n'obtient pas une unique solution optimale mais au moins deux solutions optimales équivalentes (dont les valeurs de fonction F et/ou G ne permettent pas de les discriminer), l'invention prévoit que l'algorithme (A), ou un autre algorithme supplémentaire, cherche encore à discriminer les résultats obtenus. Dans certains modes de réalisation, au moins un algorithme comporte une recherche (56), dans les moyens de mémorisation, des données représentatives de la signature de consommation de la source, c'est-à-dire d'au moins un profil (PL) d'activité des sources (m_i) sur une durée supérieure à celle dudit ou desdits intervalle(s) de temps (t_x) défini(s), puis une comparaison (57) de la pluralité de meilleurs individus sur une durée égale à la somme de plusieurs intervalles de temps (t_x) prédéfinis, afin de sélectionner le ou les meilleur(s) individu(s) dont les valeurs des variables discrètes d'au moins une des sources (m_i) sont compatibles avec au moins un profil d'activité stocké dans les moyens de mémorisation. Ainsi, si au moins une source (m_i) possède un profil d'activité qui indique qu'elle fonctionne en général au moins pendant une durée déterminée, qui est supérieure à la durée de l'intervalle de temps sur lequel le procédé a été mis en oeuvre, il est possible de vérifier parmi les solutions optimales en compétition, celle qui est la plus cohérente d'après ce profil d'activité. De même, une source dont la signature présente un profil d'activité donné montrant une succession de variations de puissance pendant une durée correspondant à une pluralité d'intervalles de temps (t_x) étudiés, il est possible d'utiliser ce profil (PL) pour vérifier que les variables discrètes trouvées sur une pluralité d'intervalle de temps successifs sont cohérentes avec le profil d'activité (PL). D'autre part, dans certains modes de réalisation qui ne sont d'ailleurs pas exclusifs du précédent, il est possible que ce soit un profil d'activité sur une durée plus courte qui permette de discriminer 2 solutions optimales en compétition. Ainsi, dans certains modes de réalisation, lorsque les L itérations aboutissent à une pluralité de meilleurs individus, au moins un algorithme comporte une recherche (58), dans les moyens de mémorisation, de données représentatives d'au moins un profil (PC) d'activité des sources (m_i) sur une durée inférieure à celle dudit ou desdits intervalle(s) de temps (t_x) défini(s), puis une comparaison (59) de la consommation mesurée (s) au cours de cette durée avec les profils d'activité, afin de sélectionner le ou les meilleur(s) individu(s) dont les variables discrètes des sources (m_i) sont compatibles avec ces profils d'activité. L'algorithme dans ce cas peut même rechercher une sorte de « signature de consommation ». Par exemple, certains appareils peuvent fonctionner par pics de puissance successifs assez courts par rapport à l'intervalle de temps (pas de temps) sur lequel est réalisée l'identification. Il est alors utile de rechercher dans les données de consommation des fluctuations qui correspondent à de tels pics.

[0047] On comprend de ce qui précède qu'il est possible d'utiliser les signatures et en particulier au moins un profil d'activité que ces signatures peuvent contenir (par exemple, les 2 courbes du graphique de droite de la figure 3A correspondent à 2 profils d'activité différents d'un lave-vaisselle). De plus, on comprend qu'il est possible de l'utiliser lorsque l'on obtient plusieurs individus optimaux qui sont proches l'un de l'autre (en termes de la valeur de leurs fonctions F et G), mais que l'on peut également les utiliser indépendamment des valeurs des individus optimaux trouvés. En effet, il est possible, dans certains modes de réalisation, d'utiliser les profils d'activité dès qu'une source (m_i) présente dans un individu optimal (parmi les m meilleurs par exemple) est identifiée comme répertoriée dans la bibliothèque de signatures des moyens (10) de mémorisation. Ainsi, les étapes de recherche (56, 58) et de comparaison (57, 59) peuvent être mise en oeuvre dès que les itérations de l'algorithme (A) sont terminées pour un intervalle de temps (t_x) donné. On peut même prévoir, dans certains modes de réalisation, que ces étapes soient mises en oeuvre pendant les itérations de l'algorithme (A) pour faire converger plus vite les calculs vers les individus optimaux dont les signatures n'infirment pas leur pertinence.

[0048] D'autre part, on comprend de ce qui précède que l'on discrimine les individus par les fonctions F et G et que c'est la fonction G qui sera généralement la plus discriminante. Il est possible de conserver plusieurs individus optimaux à la fin des itérations, et notamment de conserver un nombre d'individus supérieur au nombre m de meilleurs conservés

pendant les itérations, de façon à ne pas perdre d'information. Par exemple, si il existe en fait 7 meilleurs à valeurs de fonction F et G identiques (par exemple 7 convecteurs, mais des cas moins évidents peuvent se présenter), il est préférable de ne pas s'être restreint à 3 meilleurs. En les conservant tous, il est alors possible d'affiner les résultats en exploitant les autres données prévues dans l'invention. Pour déterminer quels meilleurs conserver, on peut par exemple

5 utiliser un seuil de différence entre au moins une des fonctions F et G, notamment au moins G. Ainsi, si 2 individus ont des G qui ne diffèrent que d'un epsilon qui est petit par rapport aux valeurs couramment observées ou observées par rapport aux autres individus, on va choisir de conserver ces meilleurs. En utilisant les signatures, on pourra éventuellement les discriminer et/ou proposer le déploiement d'un dispositif (2) de mesure supplémentaire dans l'installation (2). Pour discriminer les meilleurs grâce aux signatures, on peut utiliser les étapes de recherche (56, 58) et de comparaison/sélection (57, 59 détaillées ci-dessus). Par exemple, si un des meilleurs contient une source définie comme active

10 dans un intervalle de temps donné et dont la signature montre qu'elle est censée rester active sur plusieurs intervalles suivants, cette source sera privilégiée par rapport aux autres et on retiendra dans les meilleurs retenus pour les intervalles suivants, seulement ceux qui contiennent aussi cette source active (à la puissance moyenne correspondant à sa signature, de préférence).

15 **[0049]** Pour encore améliorer les résultats et/ou faciliter la mise en oeuvre de l'utilisation des signatures du type de l'utilisation décrite ci-dessus, l'invention prévoit de déterminer, lorsqu'elle est mise en oeuvre sur une succession de plusieurs intervalles de temps (t_x), de déterminer quels sont les intervalles de temps, dits de confiance, dans lesquels les meilleurs individus diffèrent par une valeur de fonction G qui est la plus élevée (par exemple, les 2 meilleurs ont des fonctions G qui diffèrent d'une valeur supérieure à un seuil). Ainsi, en partant de ces intervalles et en utilisant les signatures, il est possible d'aller sélectionner les individus des autres intervalles sur la base d'au moins un profil d'activité (PL). Ce type d'amélioration peut être utilisé « à la volée », c'est-à-dire lorsque l'on passe d'un intervalle à un autre, ou en « post-traitement », c'est-à-dire après qu'on ait traité les intervalles de temps d'intérêt (tous ou au moins un nombre déterminé, par exemple sélectionné via l'interface). Ainsi, l'invention peut prévoir que l'on utilise les signatures dès lors

20 qu'une source d'un meilleur individu est identifiée dans les données de signatures pendant le traitement d'un intervalle, pour intégrer les informations de cette signature dans le traitement des intervalles suivants (traitement « à la volée »). De même, l'invention peut prévoir une boucle de correction retournant dans les intervalles de temps précédents pour améliorer les résultats avec les données des signatures. On notera que l'on réfère ici aux signatures telles que définies dans la présente demande, mais qu'il est possible d'améliorer les résultats sur la base des informations contenues dans les signatures et/ou dans les données de type comportementale et/ou les critères objectifs. De plus, si toutes les signatures de consommation de toutes sources sont connues, l'invention permet de vérifier la cohérence de tous les

25 meilleurs et d'affiner très précisément les résultats.

[0050] Comme expliqué précédemment, l'utilisation des signatures telle que décrite ci-dessus pourra avantageusement faire appel à la puissance maximale atteinte dans la signature ou le profil d'activité d'intérêt dans la signature. Ainsi, en assignant la valeur de cette puissance maximale aux données représentatives de la puissance nominale (e_i), si la méthode permet d'identifier la présence de cette valeur de puissance dans les données du relevé de consommation, la signature ou le profil d'activité est alors utilisé(e) pour intégrer les autres valeurs de puissance de cette source identifiée sur les intervalles de temps précédents et/ou suivants.

30

[0051] Comme mentionné plus haut, l'invention permet également une aide à la décision sur le déploiement de capteurs ou dispositifs de mesure supplémentaires dans l'installation. En particulier, lorsqu'au moins deux sources de consommation sont souvent en compétition, il peut s'avérer utile de déployer au moins un dispositif de mesure supplémentaire et la présente invention permet d'identifier cette utilité ainsi que l'endroit où doit être installé ce dispositif de mesure supplémentaire.

35

[0052] On comprend de ce qui précède que le dispositif (1) d'identification de sources de consommation comporte des moyens (11) de traitement de données et des moyens (10) de mémorisation contenant des données représentatives d'au moins une consommation globale (s) mesurée dans au moins une installation (2) sur des intervalles de temps (t_x) prédéfinis et au cours d'au moins une période (T) de temps déterminée. On comprend que le dispositif peut stocker les données dans ses moyens de mémorisation (un disque dur par exemple) mais qu'il peut également y accéder par un réseau (par exemple intranet ou internet) et que l'on ne doit pas interpréter cette notion de manière limitative. En effet, un même dispositif peut également accéder aux données de consommation totales mesurées/relevées par plusieurs

40 dispositifs de mesure, afin de centraliser le traitement des données de plusieurs dispositifs de mesure (d'une même installation ou de plusieurs installations différentes). De plus, les moyens (10) de mémorisation contiennent les données nécessaires à la mise en oeuvre, par les moyens (11) de traitement de données, du procédé d'identification de sources de consommation selon divers modes de réalisation de l'invention. Ainsi, le dispositif peut également comporter au moins une interface (12) utilisateur pour l'interaction avec l'utilisateur. On comprend néanmoins que les moyens de traitement (11) sont en fait seulement définis par le fait qu'ils mettent en oeuvre le procédé et les données nécessaires à leur exécution peuvent ne pas être stockées physiquement ailleurs que dans les moyens de mémorisation (10) qui stockent les données exploitées par le procédé. Ainsi, les notions de moyens de traitement sont définies de manière

45 fonctionnelle et il est clair que structurellement ou physiquement, elles ne doivent pas être interprétées de manière

50

limitative (les données du relevé de consommation peuvent être dans le dispositif de mesure tandis que les données de l'algorithme sont ailleurs, voire directement chargée dans le processeur ou les mémoires vives qui l'exécutent, alors que les données relatives aux sources, notamment les probabilités et signatures, peuvent être encore dans un autre dispositif). Ainsi, le terme dispositif (1) couvre en fait également un « système » comprenant plusieurs dispositifs différents qui coopèrent entre eux pour former l'assemblage fonctionnel tel que défini ici.

[0053] Le procédé et le dispositif obtenu selon les divers modes de réalisation détaillés dans la présente demande permettent une identification de sources de consommation robuste et rapide. Il est même possible de réaliser l'identification dès qu'un intervalle de temps (t_x) de mesure de la consommation totale est terminé (pendant au moins un intervalle suivant, selon la durée des intervalles). Le dispositif peut également comporter des moyens d'alerte pour indiquer que la consommation dépasse un seuil, par exemple au-delà duquel la facturation est plus importante. L'homme de métier pourra, notamment dans une installation complexe (comme par exemple une usine), prévoir que ce type de détection, ou la mise en oeuvre de la présente invention d'une manière générale, permette de piloter le fonctionnement de différents appareils dans l'installation, de sorte que la consommation soit mieux répartie (en retardant l'activation d'un appareil lorsque les autres appareils consomment déjà trop et sont identifiés comme nécessaires à l'activité de l'usine au cours de l'intervalle de temps étudié).

[0054] On comprend que le résultat de l'identification selon la présente invention est particulièrement avantageux dans le domaine de l'énergie. Bien entendu il pourra être représenté de diverses façons, et notamment comme par exemple sur la figure 3C mais cette dernière n'est pas limitative. On voit sur la figure 3B, notamment l'agrandissement présenté dans une ellipse, que le relevé donne une succession de mesures pour chacun des 144 intervalles de temps (t_x) de 10 minutes, au cours d'une période (T) de 24 heures mais que l'on n'a ici que la puissance totale. En revanche, on voit sur la figure 3C, notamment l'agrandissement présenté dans une ellipse, que l'invention permet d'identifier les différentes sources (ici symbolisées par des rayures ou hachures différentes de chaque segment) pour l'ensemble de la succession des 144 intervalles de temps de 10 minutes, au cours des 24 heures. De plus, comme indiqué plus haut, le résultat pourra également mentionner la nécessité de prévoir au moins un dispositif de mesure supplémentaire dans l'installation, notamment en indiquant les sources posant problème et donc l'intérêt d'installer un dispositif de mesure supplémentaire sur une de ces sources (1 seul dispositif de mesure supplémentaire pour 2 sources en compétition suffit grâce à la présente invention).

[0055] D'autre part, comme indiqué plus haut, l'invention peut concerner également un procédé et/ou un dispositif d'aide à l'ajustement de la consommation. Dans ce cas, l'invention prévoit de présenter les pics de consommation et les sources qui en sont responsables, ce qui permet (selon le cas) aux utilisateurs de trouver la source des surcoûts de consommation. L'invention peut également prévoir de proposer des plages horaires d'utilisation des sources de consommation pour mieux répartir la consommation dans le temps et éviter les pics.

[0056] La présente demande décrit diverses caractéristiques techniques et avantages en référence aux figures et/ou à divers modes de réalisation. L'homme de métier comprendra que les caractéristiques techniques d'un mode de réalisation donné peuvent en fait être combinées avec des caractéristiques d'un autre mode de réalisation à moins que l'inverse ne soit explicitement mentionné ou qu'il ne soit évident que ces caractéristiques sont incompatibles ou que la combinaison ne fournisse pas une solution à au moins un des problèmes techniques mentionnés dans la présente demande. De plus, les caractéristiques techniques décrites dans un mode de réalisation donné peuvent être isolées des autres caractéristiques de ce mode à moins que l'inverse ne soit explicitement mentionné.

[0057] Il doit être évident pour les personnes versées dans l'art que la présente invention permet des modes de réalisation sous de nombreuses autres formes spécifiques sans l'éloigner du domaine d'application de l'invention comme revendiqué. Par conséquent, les présents modes de réalisation doivent être considérés à titre d'illustration, mais peuvent être modifiés dans le domaine défini par la portée des revendications jointes, et l'invention ne doit pas être limitée aux détails donnés ci-dessus.

Revendications

1. Procédé d'identification de sources de consommation, mis en oeuvre par au moins un dispositif (1) comportant des moyens (11) de traitement de données et des moyens (10) de mémorisation contenant des données représentatives d'au moins une consommation globale (s) mesurée dans au moins une installation (2) sur au moins un intervalle de temps (t_x) défini, le procédé étant **caractérisé en ce qu'il** repose sur au moins un algorithme (A) d'optimisation multi-objectif, dont les données nécessaires à l'exécution sur les moyens (11) de traitement de données sont stockées dans les moyens (10) de mémorisation qui contiennent également des données représentatives de chacune des N sources (m_i) de consommation présentes au sein de l'installation (2), ces données comprenant, pour chacune des sources (m_i), au moins une information relative à la consommation nominale (e_i) et au moins une information relative à la probabilité (p_i) de consommation au cours dudit intervalle de temps (t_x), ledit algorithme (A) d'optimisation multi-objectif déterminant la valeur d'une variable discrète (v_i) représentative de l'activité des sources (m_i), à partir,

d'une part, de la minimisation d'une fonction (F) de l'erreur entre la consommation globale (s) mesurée et la somme des produits des variables discrètes (v_i) et des consommations nominales (e_i), pour chacune des sources (m_i), et, d'autre part, de la maximisation d'une fonction (G) de la probabilité moyenne d'activité des sources (m_i), le procédé mis en oeuvre grâce audit algorithme (A) comprenant une génération (50) pseudo-aléatoire, en tenant compte des probabilités (p_i), d'une population initiale de M individus représentant chacun une instanciación possible des variables discrètes (v_i) de chacune des sources (m_i), puis un nombre L d'itérations des étapes suivantes, jusqu'à l'obtention d'au moins un individu optimal :

- Sélection (51), dans la population courante, de m meilleurs individus dont la valeur de ladite fonction (F) d'erreur est la plus faible, en tenant compte des probabilités (p_i) d'activité des sources (m_i) ;
- Recensement (52) de la population courante par attribution, à chacun des M individus, d'une probabilité (q_i) de recensement inversement proportionnelle à la valeur de leur fonction (F), en tenant compte des probabilités (p_i) d'activité des sources (m_i) ;
- Génération (53) d'une population croisée de M-m individus croisés, obtenus chacun par le croisement d'un couple d'individus de la population recensée, choisis de manière pseudo-aléatoire en tenant compte de leur probabilité (q_i) de recensement ;
- Mise à jour (55) de la population courante en additionnant les m meilleurs individus sélectionnés avec les M-m individus croisés.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'algorithme (A) d'optimisation multi-objectif comporte également, préalablement à la mise à jour (55) de la population courante, une étape de mutation (54) de la population croisée dans laquelle les individus croisés sont modifiés avec une probabilité (p_m) de mutation.

3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la probabilité (p_m) de mutation est réduite à chaque itération.

4. Procédé selon une des revendications 2 et 3, **caractérisé en ce que** la modification des individus au cours de l'étape (54) de mutation comporte une inversion des valeurs des variables discrètes (v_i) des individus croisés.

5. Procédé selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le nombre L d'itérations est déterminé à l'avance et stocké dans les moyens (10) de mémorisation ou sélectionnable à l'aide d'une interface (12) utilisateur du dispositif (1).

6. Procédé selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le nombre L d'itérations est sélectionnable à l'aide d'une interface (12) utilisateur du dispositif (1), parmi une pluralité de nombres maximum d'itérations stockés dans les moyens (10) de mémorisation déterminés en fonction du nombre N de sources (m_i).

7. Procédé selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le nombre L d'itérations est déterminé par l'algorithme (A) déterminant si la fonction (F) est descendue sous un seuil (SL) déterminé et stocké dans les moyens (10) de mémorisation ou sélectionnable à l'aide d'une interface (12) utilisateur du dispositif (1).

8. Procédé selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le nombre L d'itérations est déterminé par l'algorithme (A) déterminant si la fonction (F) est descendue sous un seuil (SL) calculé par les moyens (11) de traitement en fonction du nombre N de sources (m_i).

9. Procédé selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le nombre L d'itérations est déterminé par l'algorithme (A) déterminant si le meilleur individu ou une pluralité de meilleurs individus d'une génération courante n'a pas de fonction (F) plus faible qu'à la génération précédente.

10. Procédé selon une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** le nombre M d'individus générés est déterminé en fonction du nombre N de sources (m_i).

11. Procédé selon une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** l'étape de génération (50) pseudo-aléatoire d'une population initiale de M individus comporte M instanciaciones des variables discrètes (v_i) de chacune des sources (m_i), ces instanciaciones comprenant, pour chacune des N sources (m_i), un tirage (501) aléatoire uniforme d'un nombre réel compris entre 0 et 1, puis l'attribution (502) d'une valeur à la variable discrète (v_i) de cette source (m_i), cette valeur attribuée étant celle du nombre réel aléatoire ou, dans le cas de variables binaires, cette valeur étant de 1 si le nombre réel est inférieur à la probabilité (p_i) ou la valeur 0 dans le cas contraire.

12. Procédé selon une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** l'étape de sélection (51) comporte une sélection (511) des fonctions (F) les plus faibles parmi les M individus et, lorsque la différence entre les fonctions (F) de deux individus est inférieure à un seuil (SF) déterminé, une sélection (512) de l'individu dont la fonction (G) est la plus élevée.
13. Procédé selon une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** l'étape de recensement (52) comporte, pour chacune des sources (m_i), un calcul d'une probabilité inversement proportionnelle à la valeur de leur fonction (F) et une pondération de cette probabilité par la probabilité (p_i) d'activité de la source (m_i), pour obtenir la probabilité (q_i) de recensement.
14. Procédé selon une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce qu'il** réitéré pour un nombre x d'intervalles de temps (t_x) définis pour couvrir au moins une période (T) de temps déterminée.
15. Procédé selon une des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce que** le procédé comporte une recherche (56), dans les moyens de mémorisation, de données représentatives d'au moins un profil (PL) d'activité des sources (m_i) sur une durée supérieure à celle dudit ou desdits intervalle(s) de temps (t_x) défini(s), puis une comparaison (57) de la pluralité de meilleurs individus sur une durée égale à la somme de plusieurs intervalles de temps (t_x) prédéfinis, afin de sélectionner le ou les meilleur(s) individu(s) dont les variables discrètes des sources (m_i) sont compatibles avec les profils d'activité.
16. Procédé selon une des revendications 1 à 15, **caractérisé en ce que** le procédé comporte une recherche (58), dans les moyens de mémorisation, de données représentatives d'au moins un profil (PC) d'activité des sources (m_i) sur une durée inférieure à celle dudit ou desdits intervalle(s) de temps (t_x) défini(s), puis une comparaison (59) de la consommation mesurée (s) au cours de cette durée avec les profils d'activité, afin de sélectionner le ou les meilleur(s) individu(s) dont les variables discrètes des sources (m_i) sont compatibles avec ces profils d'activité.
17. Dispositif (1) d'identification de sources de consommation, le dispositif comportant des moyens (11) de traitement de données et des moyens (10) de mémorisation contenant des données représentatives d'au moins une consommation globale (s) mesurée dans au moins une installation (2) sur au moins un intervalle de temps (t_x) défini, **caractérisé en ce que** les moyens (10) de mémorisation contiennent les données nécessaires à la mise en oeuvre, par les moyens (11) de traitement de données, du procédé d'identification de sources de consommation selon l'une des revendications 1 à 16.

FIGURE 1

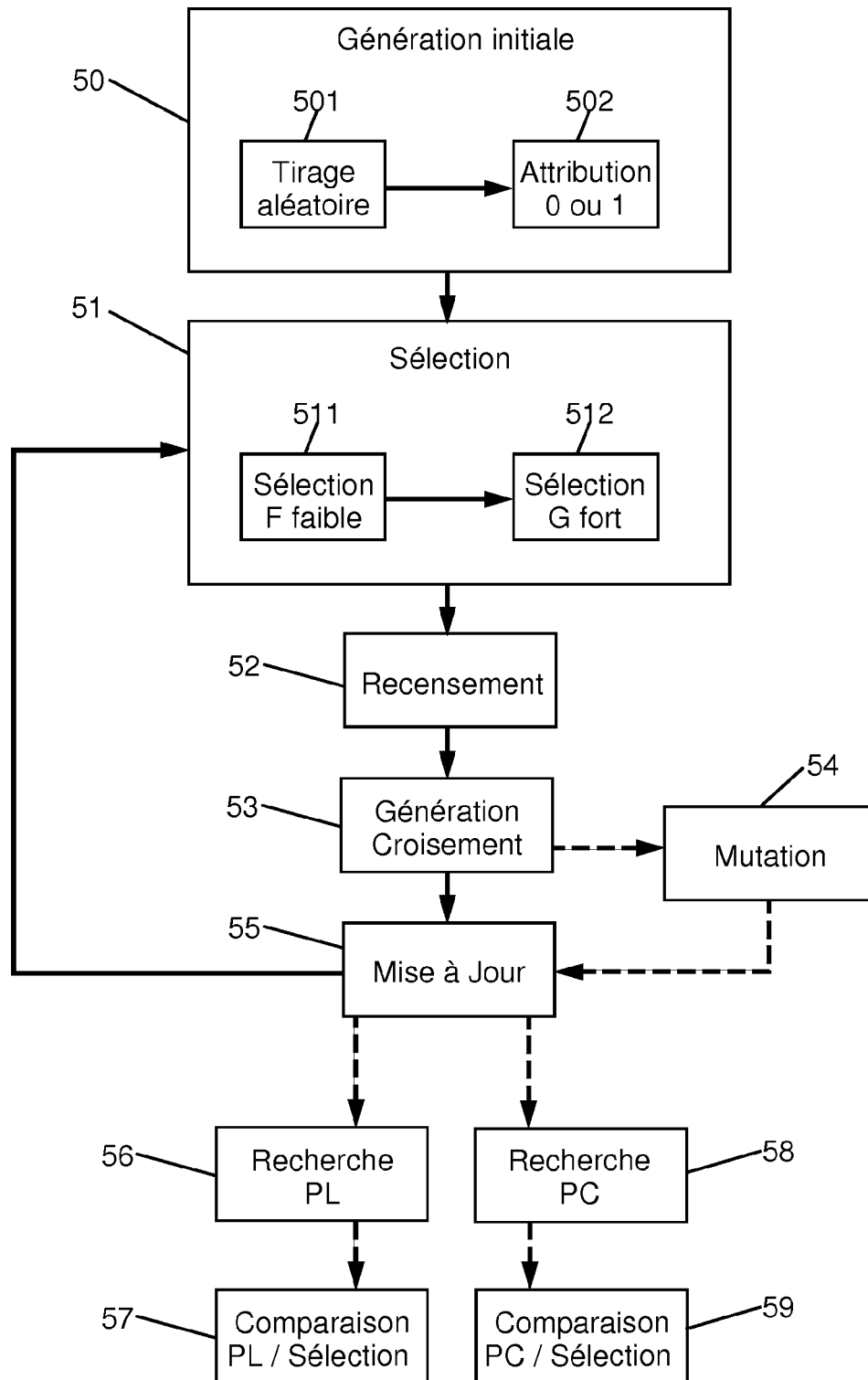


FIGURE 2

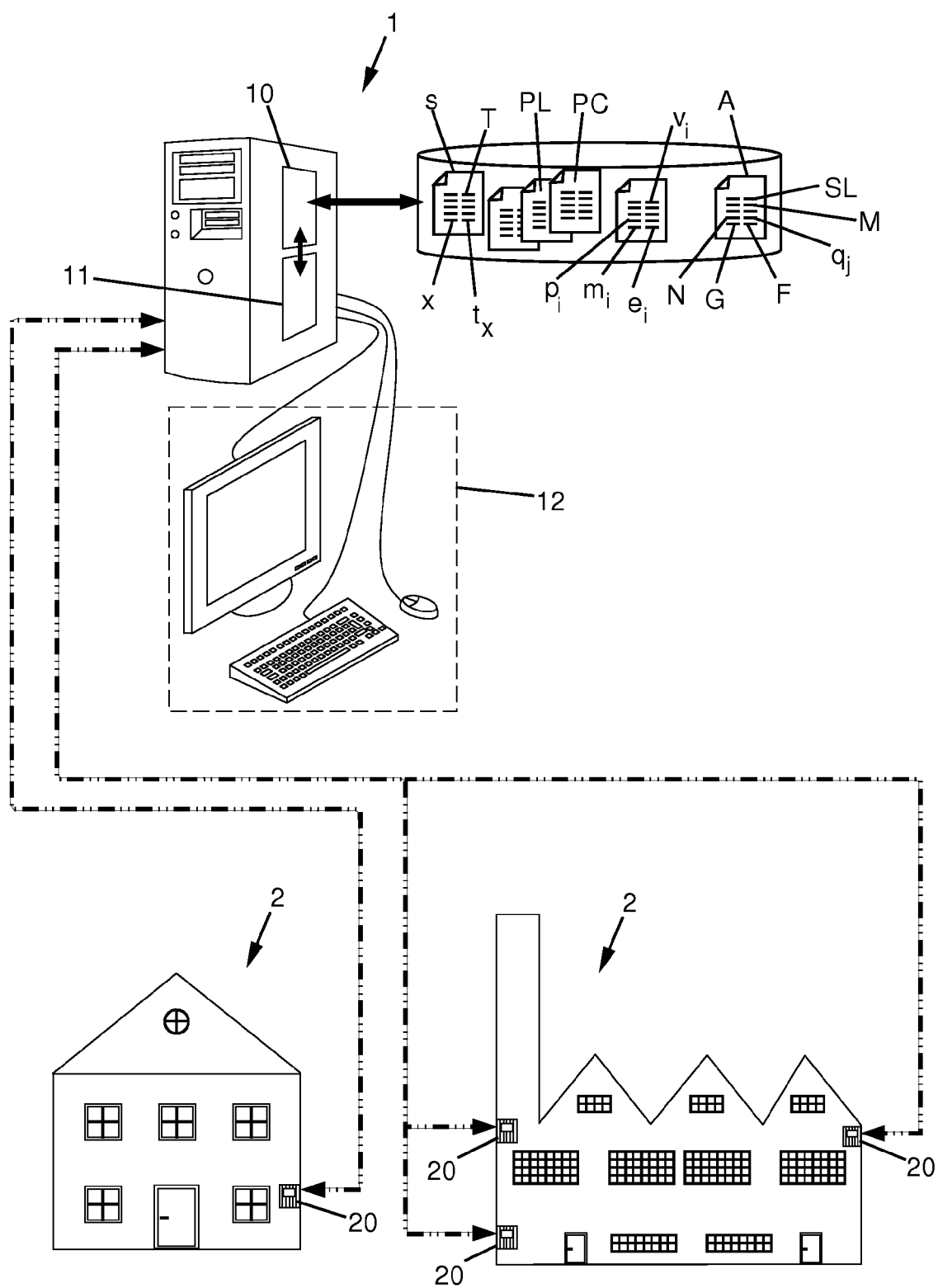


FIGURE 3A

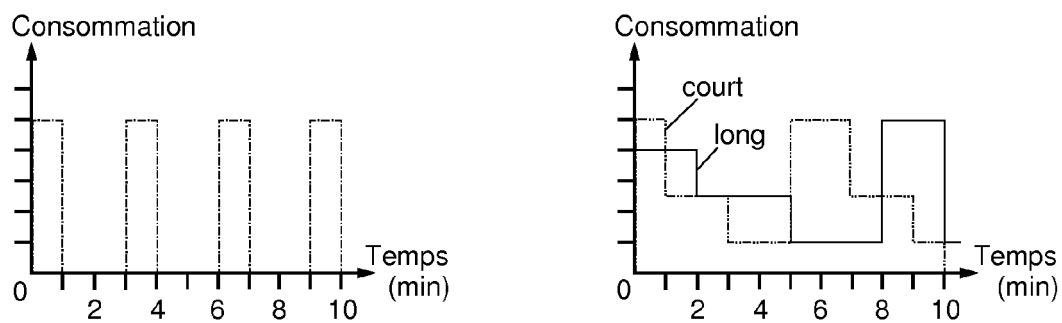


FIGURE 3B

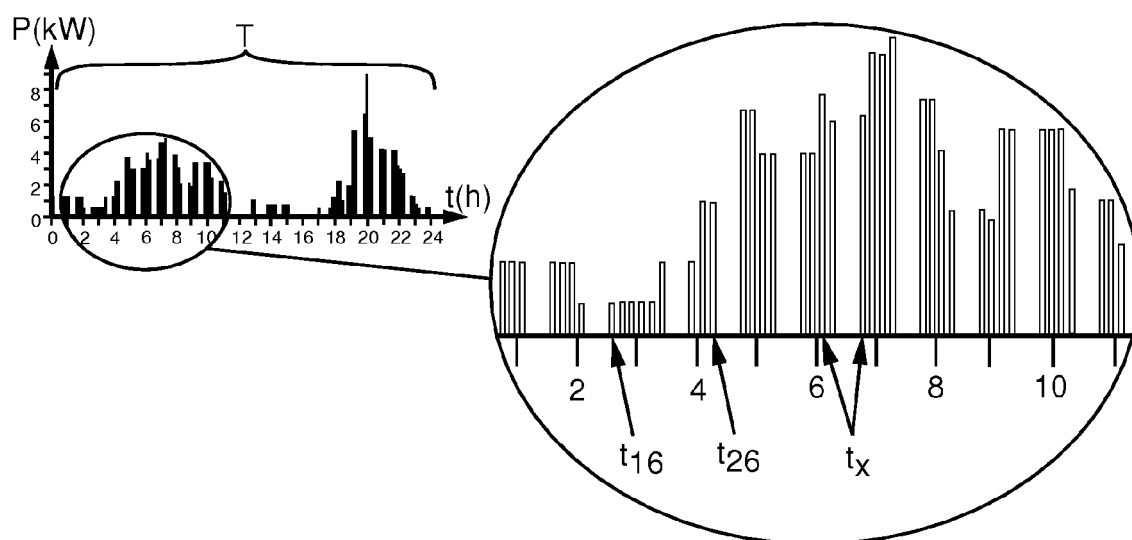
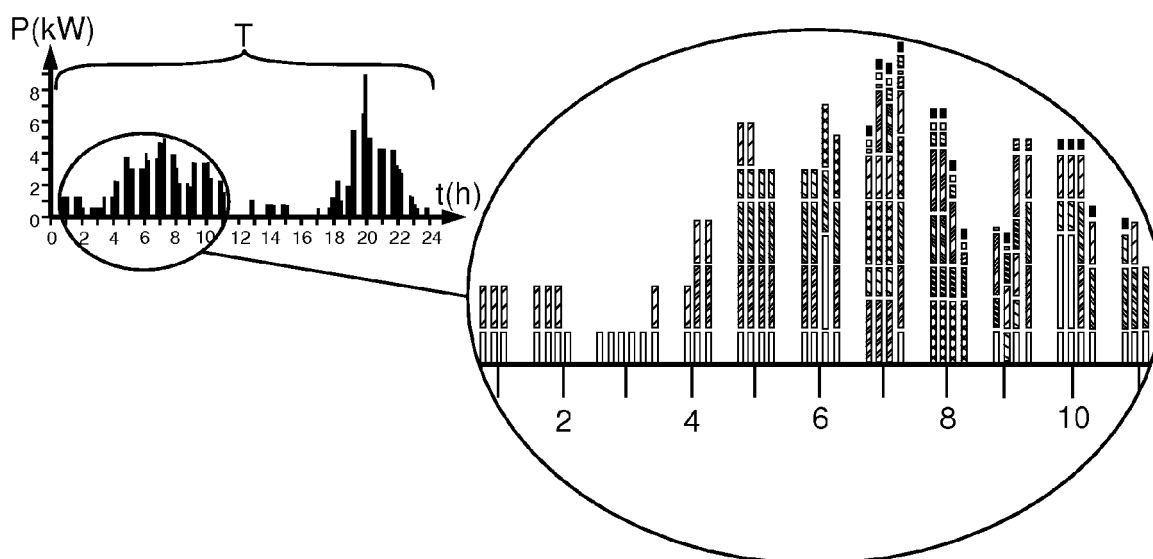


FIGURE 3C





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 14 16 2908

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	BARANSKI M ET AL: "Genetic algorithm for pattern detection in NIALM systems", SYSTEMS, MAN AND CYBERNETICS, 2004 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, vol. 4, 10 octobre 2004 (2004-10-10), pages 3462-3468, XP010773294, ISBN: 978-0-7803-8566-5 * le document en entier *	1-17	INV. G06Q50/06 G06N3/12
X	TSAI M S ET AL: "Development of a non-intrusive monitoring technique for appliance' identification in electricity energy management", ADVANCED POWER SYSTEM AUTOMATION AND PROTECTION (APAP), 2011 INTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, 16 octobre 2011 (2011-10-16), pages 108-113, XP032162334, DOI: 10.1109/APAP.2011.6180394 ISBN: 978-1-4244-9622-8 * le document en entier *	1-17	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
A	WILSON XU ET AL: "Tracking energy consumptions of home appliances using electrical signature data", POWER AND ENERGY SOCIETY GENERAL MEETING, 2012 IEEE, IEEE, 22 juillet 2012 (2012-07-22), pages 1-5, XP032465276, DOI: 10.1109/PESGM.2012.6344624 ISBN: 978-1-4673-2727-5 * le document en entier *	1-17	G06Q G06N
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
Munich		2 juin 2014	Bauer, Rodolphe
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 14 16 2908

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	MING DONG ET AL: "An Event Window Based Load Monitoring Technique for Smart Meters", IEEE TRANSACTIONS ON SMART GRID, IEEE, USA, vol. 3, no. 2, 1 juin 2012 (2012-06-01), pages 787-796, XP011445358, ISSN: 1949-3053, DOI: 10.1109/TSG.2012.2185522 * le document en entier * -----	1-17	
A	MICHAEL ZEIFMAN ET AL: "Viterbi algorithm with sparse transitions (VAST) for nonintrusive load monitoring", COMPUTATIONAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN SMART GRID (CIASG), 2011 IEEE SYMPOSIUM ON, IEEE, 11 avril 2011 (2011-04-11), pages 1-8, XP031894550, DOI: 10.1109/CIASG.2011.5953328, ISBN: 978-1-4244-9893-2 * le document en entier * -----	1-17	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			

Lieu de la recherche

Munich

Date d'achèvement de la recherche

2 juin 2014

Examineur

Bauer, Rodolphe

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant