

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 02.02.20.

30 Priorité : 04.02.19 US 62/800669.

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 07.08.20 Bulletin 20/32.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : Eaton Intelligent Power Limited
Limited — IE.

72 Inventeur(s) : Yang Yi, Goykhman Mikhail et Ganger
David W..

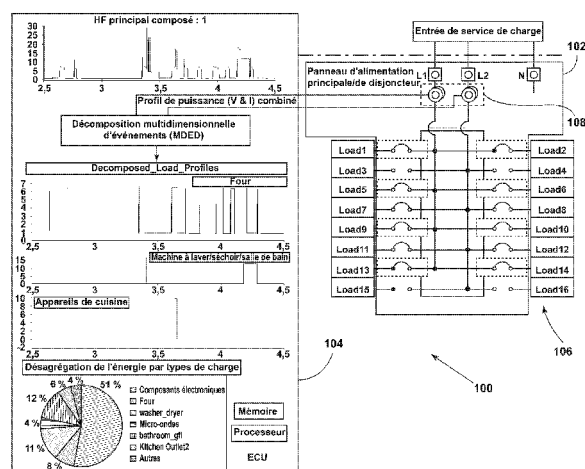
73 Titulaire(s) : Eaton Intelligent Power Limited Limited.

74 Mandataire(s) : NOVAGRAAF TECHNOLOGIES.

54 SYSTÈME ET PROCÉDÉ DE SURVEILLANCE ET DE CONTRÔLE DE CHARGES ÉLECTRIQUES.

57 La présente invention porte sur un procédé de surveillance d'un système électrique ayant une pluralité de charges électriques pouvant inclure le fonctionnement de la pluralité de charges électriques, l'obtention d'un profil de puissance combiné pour la pluralité de charges électriques, la décomposition du profil de puissance combiné en profils de charges électriques individuels à partir du profil de puissance combiné, et le contrôle du fonctionnement d'une ou plusieurs charges électriques de la pluralité de dispositifs électriques en fonction du profil de charge électrique individuel des une ou plusieurs charges électriques. La décomposition du profil de puissance combiné peut inclure l'application d'une décomposition multidimensionnelle d'événements sur le profil de puissance combiné pour identifier et désagréger le profil de puissance combiné en profils de charge électrique individuels. La décomposition du profil de puissance combiné peut inclure la détection d'événements de consommation de puissance de la pluralité de charges électriques. La décomposition du profil de puissance combiné peut inclure la classification des événements de consommation de puissance détectés.

Figure pour l'abrégé : figure 1



Description

Titre de l'invention : SYSTÈME ET PROCÉDÉ DE SURVEILLANCE ET DE CONTRÔLE DE CHARGES ÉLECTRIQUES

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne de façon générale, des systèmes et procédés électriques, notamment des systèmes et procédés électriques de surveillance et de contrôle de charges électriques, tels que des charges électriques d'un domicile ou d'un aéronef.

CONTEXTE

[0002] Cette description générale est donnée ci-dessous uniquement à des fins d'établissement de contexte. Ainsi, tout aspect de cette description générale, dans la mesure où il ne constitue pas autrement un état antérieur de la technique, n'est ni expressément ni implicitement admis comme étant un état antérieur de la technique par rapport à la présente invention.

[0003] Le contrôle et la gestion intelligents des charges électriques, comme pour les bâtiments et/ou les véhicules (par exemple, un aéronef), peuvent être importants pour la fonctionnalité telle que la surveillance de la consommation d'énergie, l'identification de défauts, l'état global des charges, la prévention de déclenchements intempestifs, l'amélioration de la détection d'amorçages d'arc, la détection d'énergie vampire, ainsi que la notification de dysfonctionnements de charges. Ceci peut être particulièrement important pour les aéronefs devenant de plus en plus électriques et plus connectés avec les nouveaux dispositifs « intelligents ».

[0004] Être capable de connaître les dégradations de l'état global et d'autres paramètres par des charges/appareils individuels sur un aéronef, peut être utile aux fabricants et/ou aux utilisateurs finaux, comme les compagnies aériennes, les consommateurs, etc. Ces informations peuvent permettre un contrôle/une utilisation optimisés plus ciblés de l'électricité, du délestage par réponse à la demande, et du pronostic/diagnostic de charges, etc.

[0005] Avec les aéronefs, à titre d'exemple, la détection individuelle pour chaque dispositif/appareil peut être l'approche la plus simple pour fournir une surveillance de l'état global et une utilisation de puissance spécifiques à la charge. Cependant, un système à capteurs répartis et individuels nécessite souvent des efforts d'installation importants, peut être inefficace (par exemple espace, poids, etc.) et est souvent coûteux et difficile à installer, mettre en œuvre et/ou maintenir (et peut être relativement lourd).

[0006] Une surveillance de la charge non intrusive (NIALM, Nonintrusive Appliance Load

Monitoring), d'autre part, peut résoudre un ou plusieurs des problèmes ci-dessus, et peut obtenir les données spécifiques à la charge en désagréant/décomposant la consommation totale de puissance qui est mesurée au niveau principal de puissance. Les conceptions existantes n'ont pas été efficaces dans un certain nombre d'applications du monde réel.

[0007] Il existe donc un besoin en solutions/options permettant de minimiser ou d'éliminer un ou plusieurs problèmes ou défauts présentés par les systèmes et procédés de surveillance et de contrôle de charges électriques. La discussion qui précède vise uniquement à illustrer des exemples du présent domaine et ne constitue pas un désaveu de la portée.

RÉSUMÉ

[0008] Dans des modes de réalisation, un procédé de surveillance d'un système électrique ayant une pluralité de charges électriques peut inclure le fonctionnement de la pluralité de charges électriques, l'obtention d'un profil de puissance combiné pour la pluralité de charges électriques (par exemple à partir d'un emplacement central/puissance principale), la décomposition du profil de puissance combiné en profils de charge électrique individuels à partir du profil de puissance combiné, et/ou le contrôle du fonctionnement d'une ou de plusieurs charges électriques de la pluralité de dispositifs électriques en fonction du profil de charge électrique individuel des une ou plusieurs charges électriques. La décomposition du profil de puissance combiné peut inclure l'application d'une décomposition multidimensionnelle d'événements sur le profil de puissance combiné pour identifier et désagréer le profil de puissance combiné en profils de charge électrique individuels. La décomposition du profil de puissance combiné peut inclure la détection d'événements de consommation de puissance de la pluralité de charges électriques. La décomposition du profil de puissance combiné peut inclure la classification des événements de consommation de puissance détectés. La classification des événements de consommation de puissance détectés peut inclure le regroupement d'événements et l'association des événements de consommation de puissance détectés de chaque charge électrique de la pluralité de charges électriques. La décomposition du profil de puissance combiné peut inclure l'application d'une classification et d'une décomposition progressives des charges. Le procédé peut être configuré pour suivre automatiquement des configurations électriques.

[0009] Les aspects, caractéristiques, détails, utilités, et/ou avantages précités, et d'autres potentiels, des exemples/modes de réalisation de la présente description seront mis en évidence à la lecture de la description suivante, et à l'examen des dessins annexés.

Brève description des dessins

[0010] Bien que les revendications ne soient pas limitées à une illustration spécifique, on

peut apprécier les différents aspects au moyen d'une discussion de différents exemples. Les dessins ne sont pas nécessairement à l'échelle, et certaines caractéristiques peuvent être exagérées ou cachées pour mieux illustrer et expliquer un aspect innovant d'un exemple. D'autre part, les exemples d'illustrations décrits ici ne sont pas exhaustifs ni autrement limitatifs et ne sont pas limités à la forme et à la configuration précises représentées sur les dessins ou décrites dans la description détaillée qui suit. Des exemples d'illustrations sont décrits en détail en se référant aux dessins de la manière suivante :

- [0011] [fig.1] est une vue schématique illustrant de manière générale un mode de réalisation d'un système électrique selon les enseignements de la présente description.
- [0012] [fig.2] est une vue graphique illustrant de manière générale l'appel de courant de charges électriques d'un mode de réalisation d'un système électrique selon les enseignements de la présente description.
- [0013] [fig.3] est un organigramme illustrant de manière générale un mode de réalisation d'un procédé de surveillance d'un système électrique selon les enseignements de la présente description.
- [0014] [fig.4] est une vue graphique illustrant de manière générale l'appel de courant de charges électriques et la détection d'état associée à celles-ci pour un mode de réalisation d'un système électrique selon les enseignements de la présente description.
- [0015] [fig.5] est une vue graphique illustrant de manière générale l'appel de courant de charges électriques et la détection d'événements associée à celles-ci pour un mode de réalisation d'un système électrique selon les enseignements de la présente description.
- [0016] [fig.6] est une vue graphique illustrant de manière générale l'appel de courant de charges électriques et la détection d'événement associée à celles-ci pour un mode de réalisation d'un système électrique selon les enseignements de la présente description.
- [0017] [fig.7] est une vue graphique illustrant de manière générale la consommation de puissance de charges électriques et le regroupement d'événements associé à celles-ci pour un mode de réalisation d'un système électrique selon les enseignements de la présente description.
- [0018] [fig.8] est un organigramme illustrant de manière générale un mode de réalisation d'un regroupement d'événements d'un procédé de surveillance d'un système électrique selon les enseignements de la présente description.
- [0019] [fig.9] est un organigramme illustrant de manière générale un regroupement d'événements d'un mode de réalisation d'un procédé de surveillance d'un système électrique selon les enseignements de la présente description.
- [0020] [fig.9A] est une illustration de matrices de transition et adjacentes d'un mode de réalisation d'un procédé de surveillance d'un système électrique selon les enseignements de la présente description.

- [0021] [fig.10] est une vue graphique illustrant de manière générale la consommation de puissance de charges électriques et le regroupement d'événements associé à celle-ci pour un mode de réalisation d'un système électrique selon les enseignements de la présente description.
- [0022] [fig.10(suite)] est la suite de la figure 10.
- [0023] [fig.11] est un organigramme illustrant de manière générale un regroupement d'événements d'un mode de réalisation d'un procédé de surveillance d'un système électrique selon les enseignements de la présente description.
- [0024] [fig.12] est un organigramme illustrant de manière générale la génération de regroupements d'appareils et la désagrégation de puissance d'un mode de réalisation d'un procédé de surveillance d'un système électrique selon les enseignements de la présente description.
- [0025] [fig.13] est un organigramme illustrant de manière générale la génération de regroupements d'appareils d'un mode de réalisation d'un procédé de surveillance d'un système électrique selon les enseignements de la présente description.
- [0026] [fig.14] est un organigramme illustrant de manière générale la désagrégation de puissance d'un mode de réalisation d'un procédé de surveillance d'un système électrique selon les enseignements de la présente description.
- [0027] [fig.15] est un organigramme illustrant de manière générale la désagrégation de puissance d'un mode de réalisation d'un procédé de surveillance d'un système électrique selon les enseignements de la présente description.
- [0028] [fig.16] est un organigramme illustrant de manière générale la désagrégation de puissance d'un mode de réalisation d'un procédé de surveillance d'un système électrique selon les enseignements de la présente description.
- [0029] [fig.17] est une représentation graphique illustrant de manière générale la désagrégation de puissance d'un mode de réalisation d'un procédé de surveillance d'un système électrique selon les enseignements de la présente description.
- [0030] [fig.18A] Les [FIG. 18A] [FIG. 18B] et [FIG. 18C] sont des représentations graphiques illustrant de manière générale des profils de courant et de tension de charges résistives, réactives et électroniques, respectivement.
- [0031] [fig.18B] Les [FIG. 18A] [FIG. 18B] et [FIG. 18C] sont des représentations graphiques illustrant de manière générale des profils de courant et de tension de charges résistives, réactives et électroniques, respectivement.
- [0032] [fig.18C] Les [FIG. 18A] [FIG. 18B] et [FIG. 18C] sont des représentations graphiques illustrant de manière générale des profils de courant et de tension de charges résistives, réactives et électroniques, respectivement.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

- [0033] Référence sera maintenant faite en détail aux modes de réalisation de la présente invention, dont des exemples sont décrits ci-après et illustrés dans les dessins accompagnant la présente demande. Bien que la présente invention soit décrite en liaison avec des modes de réalisation et/ou des exemples, il convient de comprendre qu'ils ne sont pas destinés à limiter la présente invention à ces modes de réalisation et/ou exemples. Au contraire, la présente invention vise à couvrir les variantes, les modifications et les équivalences.
- [0034] Dans des modes de réalisation, tels qu'illustrés de manière générale sur la **figure 1**, un système électrique 100 peut inclure une unité de commande électronique (ECU) 102, une source de puissance/alimentation principale 104 (par exemple un panneau de disjoncteur/boîtier électrique), et/ou une pluralité de charges 106 (par exemple, des dispositifs/appareils électriques) qui peuvent être connectés à la source de puissance/alimentation principale 104. L'ECU 102 peut être configurée pour surveiller le système électrique 100, comme par l'intermédiaire d'un capteur 108 qui peut être configuré pour obtenir un profil électrique combiné (par exemple une forme d'onde de tension et/ou de courant) à partir de la source de puissance 104 pour la pluralité de charges électriques 106, comme au niveau ou autour d'une entrée combinée de la source de puissance 104. Le capteur 108 peut, par exemple et sans limitation, comporter un capteur de courant et/ou un capteur de tension. Un seul capteur 108 (par exemple par opposition à des capteurs individuels obtenant chacun un profil séparé pour chaque charge distincte) peut être configuré, par exemple et sans limitation, pour obtenir le profil électrique combiné.
- [0035] Dans des modes de réalisation, tels qu'illustrés de manière générale sur la **figure 2**, l'ECU 102 peut être configurée pour mettre en œuvre un procédé 200 de surveillance/contrôle du système électrique 100. Le procédé 200 peut inclure une configuration de surveillance de charge non intrusive (NIALM) et peut être désigné ici comme un procédé de décomposition multidimensionnelle d'événements (MDED). Le procédé 200 peut être utilisé pour décomposer/désagréger l'utilisation totale de puissance mesurée à un emplacement particulier (par exemple la source de puissance/alimentation principale 104), comme réduire les usages de puissance à un niveau de charge individuel. Avec des modes de réalisation, des formes d'onde de tension et de courant peuvent être mesurées (par exemple via le capteur 108) au niveau de la source de puissance/alimentation principale 104 (par exemple au niveau de l'alimentation du centre de charge et/ou des disjoncteurs à l'intérieur d'un tableau de distribution), comme illustré généralement sur la **figure 1**.
- [0036] Avec des modes de réalisation, le procédé 200 peut inclure l'application d'une extraction de caractéristiques multidimensionnelles aux signaux de tension et de courant mesurés. Cette approche peut permettre une classification et un découplage efficaces

d'événements détectés lors de la commutation (par exemple, marche/arrêt) de différentes charges 106. L'ECU 102 peut identifier de multiples séquences d'événements pour de multiples charges individuelles 106 en utilisation. Ces séquences d'événements découplés peuvent alors être utilisées par l'ECU pour reconstruire le profil d'utilisation de puissance et la consommation de puissance de la charge individuelle. Dans des modes de réalisation, tels qu'illustrés de manière générale sur la **figure 2**, le procédé 200 peut inclure (i) une MDED 202, (ii) un regroupement d'événements par auto-apprentissage et une association par charge individuelle 204, et/ou (iii) une classification et une décomposition de charge progressives pour désagréger les usages instantanés de puissance par des charges 206.

[0037] Dans des modes de réalisation, le procédé 200 peut être apte non seulement à décomposer/ventiler la puissance instantanée mesurée et l'énergie totale consommée en usages de puissance et d'énergie par des charges individuelles 106 d'un système électrique 100 (par exemple, dans un aéronef), mais peut également être apte à s'auto-récupérer lors de défaillances à court terme (par exemple, une défaillance à détecter un événement), sans entraîner d'erreurs accumulées dans le résultat de la désagrégation.

[0038] Avec des modes de réalisation, le procédé 200 peut être utilisé en relation avec la désagrégation de charge domestique/d'un aéronef. **FIG. 3** illustre de manière générale, un exemple d'un instantané d'une journée du profil RMS du courant mesuré au niveau d'une source de puissance 104 (par exemple une alimentation de centre de charge) d'un exemple de système électrique 100 (par exemple un domicile/aéronef). La figure illustre également comment une valeur RMS du courant peut changer par rapport à différents événements marche/arrêt de charge. Comme illustré de manière générale, il peut y avoir beaucoup (par exemple plus de cent) d'événements d'utilisation survenant dans un système électrique 100 (par exemple un domicile/aéronef) dans une période de temps (par exemple une journée). Parfois ou la majeure partie du temps, plusieurs charges 106 peuvent être utilisées en même temps. Ceci peut présenter un défi pour une désagrégation de charge efficace.

[0039] Dans des modes de réalisation, la décomposition de l'utilisation de l'alimentation principale en utilisation par charge individuelle 106 peut inclure la détection efficace des événements marche/arrêt de charges, tel que par l'intermédiaire de la détection de changements de la consommation énergétique et/ou d'autres caractéristiques électriques. Une autre étape peut inclure la classification d'événements détectés par la charge individuelle 106 (par exemple, le regroupement et l'association de tous les événements causés par la même charge 106)(bloc 204). Une association réussie d'événements d'une charge particulière 106 peut être utile pour découpler/décomposer l'utilisation de puissance d'une charge 106 des autres. S'il n'y a pas d'information

préalable disponible lorsque le procédé 200 est initié, le regroupement et l'association d'événements 204 peuvent s'appuyer sur un processus d'apprentissage automatique/en ligne/continu/itératif, dans lequel des caractéristiques et un comportement d'usage de charges 106 peuvent être intégrés au cours du temps pour le système électrique 100 (par exemple, le domicile ou un aéronef particulier) avec lequel le procédé 200 est appliqué.

- [0040] Avec des modes de réalisation, le procédé 200 peut être configuré pour gérer des incertitudes de système pour empêcher des erreurs de désagrégation accumulées. Un scénario dans lequel des erreurs peuvent se produire est lorsque l'apprentissage en ligne n'a pas établi suffisamment de signification statistique (par exemple pas suffisamment d'occurrences d'événements) pour permettre une association et une classification efficaces d'événements 204. Le procédé 200 peut conduire une classification et une décomposition de charge progressives 206, qui peuvent dépendre de la disponibilité d'informations apprises. Les erreurs peuvent également inclure la mauvaise détection d'événements et/ou la détection non souhaitée d'événements. Le procédé 200 peut être configuré pour reconnaître et récupérer à partir de ces événements/circonstances en vue d'éviter des erreurs de désagrégation accumulées.
- [0041] Dans des modes de réalisation, le procédé 200 peut résoudre un ou plusieurs problèmes décrits ci-dessus. Un schéma fonctionnel d'un mode de réalisation du procédé 200 est illustré de manière générale à la **figure 2**.
- [0042] Avec des modes de réalisation, l'ECU 102 peut utiliser la MDED 202 pour détecter des événements marche/arrêt de charge. Les données de tension et/ou de courant peuvent être acquises (bloc 220) et/ou des caractéristiques de régime stationnaire (SS) peuvent être extraites (bloc 222). La MDED 202 peut comporter une première phase et/ou une deuxième phase. La première phase peut inclure la détection d'état pour la génération de séquence d'état 224. Un état peut être défini comme un état dans lequel les variations de caractéristiques de régime stationnaire (SS) sont inférieures à une quantité/un pourcentage seuil (par exemple 10 %). La deuxième phase peut inclure une détection d'événement pour la génération de séquence d'événements 230. Un événement peut être défini comme un état dans lequel une durée d'état est plus longue qu'une durée seuil (par exemple 10 secondes).
- [0043] Dans des modes de réalisation, l'ECU 102 peut utiliser le regroupement et l'association d'événements par auto-apprentissage 204 pour classer certains ou tous les événements détectés par charge individuelle 106 et peut inclure une première étape d'apprentissage 208 et/ou une deuxième étape d'apprentissage 210. La première étape d'apprentissage 208 peut inclure un regroupement d'événements, qui peut inclure l'évaluation de caractéristiques SS d'événement 222 et/ou la génération de regroupements d'événements 242. Un regroupement d'événements peut être défini en tant

que groupe d'événements qui ont des fonctionnalités ou caractéristiques similaires. Le regroupement d'événements peut commencer dès que le procédé 200 commence et/ou dès que le système électrique 100 est activé/mis en marche et peut continuer tant que le système 100/procédé 200 fonctionne. Le regroupement d'événements peut faire intervenir deux paramètres de mesure. Le premier paramètre de mesure peut être une distance de Mahalanobis, par caractéristiques SS d'événements, entre un événement nouvellement détecté et des groupements d'événements existants. Le deuxième paramètre de mesure peut être une matrice de transition, par un événement de la même séquence de transition (par ex., transition marche/arrêt de charge) de regroupement d'événements. Lorsqu'une condition de signification statistique de première étape est satisfaite (par exemple, après une semaine d'apprentissage de première étape), selon que le regroupement d'événements (état) a été confirmé ou non, le regroupement d'événements peut commencer la deuxième étape d'apprentissage 210 et/ou continuer avec la première étape d'apprentissage 208.

- [0044] Avec des modes de réalisation, la deuxième étape d'apprentissage 210 (par exemple, évaluation de regroupement d'événements) peut inclure une association de regroupements d'événements pour la génération de regroupements de charges de niveau 1. Un regroupement de charges de niveau 1 peut inclure un groupe d'un ou plusieurs regroupements d'événements qui appartiennent à une charge et ont été associés. Le regroupement de charges de niveau 1 peut représenter les caractéristiques de cette charge apprise. Les regroupements de charges de niveau 1 peuvent être maintenus/stockés par l'ECU 102 pour fournir des directives pour la décomposition de la puissance instantanée pour une partie ou la totalité des charges 106 qui ont été apprises avec succès par l'apprentissage de première étape 208 et l'apprentissage de deuxième étape 210. Une association de regroupements d'événements, qui peut être utilisée pour l'apprentissage de deuxième étape 210 (et peut être appelée ici association de regroupements d'événements 210), peut commencer après qu'une condition de signification statistique de première étape est satisfaite. L'association de regroupements d'événements 210 peut impliquer un premier paramètre de mesure et/ou un deuxième paramètre de mesure. Le premier paramètre de mesure peut comporter une matrice adjacente de statistiques d'incidence d'événements adjacents (par exemple deux événements qui arrivent en séquence). Le deuxième paramètre de mesure peut comporter une matrice d'association qui peut être utilisée pour évaluer le degré d'association de deux regroupements d'événements, comme par l'intermédiaire de statistiques d'incidence adjacente. Si une condition de signification statistique de deuxième étape est satisfaite (par exemple, après une période de temps, telle qu'un mois d'apprentissage de deuxième étape), selon que le regroupement d'événements (par exemple, un état) peut être associé ou non, le regroupement d'événements peut être en-

registré dans un regroupement de charges de niveau 1 et/ou l'apprentissage de deuxième étape 210 peut continuer.

- [0045] Avec des modes de réalisation, le procédé 200 peut inclure une classification/décomposition de charge progressive 206, qui peut être configurée pour désagréger des usages de puissance instantanés par des niveaux de regroupements de charges et/ou des regroupements de charges. Le procédé 200 peut comporter le maintien de multiples (par exemple 7 ou 10) regroupements de charges et l'utilisation des regroupements maintenus pour décomposer l'usage de puissance principal en de multiples (par exemple 7 ou 10) profils de puissance. Chaque profil énergétique peut représenter l'usage de puissance désagrégée pour un regroupement de charges. Les niveaux de regroupements de charges peuvent être utilisés pour désagréger progressivement la puissance principale en fonction de la disponibilité d'informations, telles que des informations fournies par les processus d'apprentissage ci-dessus. Les regroupements de charges peuvent par exemple être classés en niveaux, tels que niveau 1, niveau 2, et niveau 3.
- [0046] Dans des modes de réalisation, les regroupements de charges de niveau 1 peuvent être des regroupements de charges de niveau de dispositif, qui peuvent être dérivés/appris par le regroupement et l'association d'événements 204. Les regroupements de charges de niveau 1 peuvent décomposer la puissance et l'énergie jusqu'au niveau granulaire de charges individuelles 106 (par exemple, chauffe-eau, four, micro-ondes, etc.). Le nombre de regroupements de charges de niveau 1 enregistrés peut dépendre du nombre de charges qui ont été apprises par l'apprentissage de première étape 208 et l'apprentissage de deuxième étape 210. En d'autres termes, plus la mise en œuvre du procédé 200 est longue (ou, plus le procédé 200 a appris longtemps le comportement des charges ou plus les informations fournies à l'ECU 102 sur le comportement des charges 106 sont importantes), plus les regroupements de charges peuvent être enregistrés en tant que regroupements d'appareil de niveau 1.
- [0047] Avec les modes de réalisation, les regroupements de charges de niveau 2 peuvent être des regroupements de charges de niveau de catégorie, qui peuvent être configurés pour décomposer la puissance et l'énergie jusqu'au niveau granulaire de catégories de charge (par exemple, catégorie résistive ou R, catégorie réactive ou X, catégorie électronique ou E, etc.). Un regroupement de charges de niveau 2 peut être défini comme un groupe de regroupements d'événements, qui ont été confirmés par un apprentissage de première étape 208 et peuvent partager les caractéristiques SS d'événement d'une catégorie de charge. Le nombre de regroupements de charges de niveau 2 peut correspondre au nombre de catégories de charge (par exemple trois dans le mode de réalisation illustré du système 100).
- [0048] Dans des modes de réalisation, des regroupements de charges de niveau 3 peuvent

être définis comme un regroupement « d'autres charges », lequel peut inclure tous les événements détectés qui ne peuvent pas encore être classés en regroupements de charges de niveau 1 ou de niveau 2. Par exemple et sans limitation, des événements détectés peuvent être attribués au regroupement de charges de niveau 3 lorsque le système 100/procédé 200 est initialement mis en œuvre (par exemple si un processus d'apprentissage n'a pas établi suffisamment de signification statistique).

- [0049] Avec les modes de réalisation, tels qu'illustrés de manière générale sur les **figures 18A-18C**, les charges 106 peuvent être classées en trois catégories principales sur la base de leurs topologies d'extrémité avant. Une première catégorie (par exemple une catégorie R) peut comporter des charges résistives telles que, par exemple et sans limitation, des lampes à incandescence, des chauffe-eau, des foyers, des fers, des poêlons électriques, et/ou des chauffages d'appoint entre autres. Une deuxième catégorie (par exemple une catégorie X) peut comporter des charges réactives, comme, par exemple et sans limitation, des ventilateurs, des fours et/ou des réfrigérateurs, entre autres. Une troisième catégorie (par exemple une catégorie E) peut comporter des charges électroniques, telles que, par exemple et sans limitation, des lampes DEL (diode électroluminescente), des ordinateurs et/ou des télévisions, entre autres.
- [0050] Dans des modes de réalisation, le procédé 200 peut inclure une évaluation de niveau de regroupement de charges et/ou une évaluation de puissance désagrégée de charge. Lorsqu'un nouvel événement est détecté, un niveau de regroupement de charges et/ou un indice de regroupement de charges peuvent être déterminés pour le nouvel événement. La puissance instantanée de cet événement peut être ajoutée au profil de puissance désagrégée maintenu pour le regroupement de charges correspondant. Les profils de puissance désagrégée de certains ou de la totalité des regroupements de charges peuvent être mis à jour (par exemple en continu) au cours du temps. Par le regroupement et l'association d'événements 204 (par exemple, apprentissage en ligne) et la classification de charge progressive/décomposition de puissance 206, le système 100 peut augmenter progressivement le nombre de regroupements de charges de niveau 1 (par exemple, charges apprises), et augmenter le pourcentage d'usage de puissance principale, qui peut être décomposé au niveau granulaire de charges individuelles 106.
- [0051] Avec des modes de réalisation, tels qu'illustrés de manière générale sur la **figure 2**, le procédé 200 peut inclure l'acquisition de données de tension/courant 220 (par exemple via le capteur 108), l'extraction de caractéristiques de régime stationnaire (SS) 222, la détection d'état 224 et/ou la génération de séquence d'état 226. L'état peut être mesuré par un ensemble de caractéristiques de régime stationnaire de tension et de courant principaux, telles que listées dans le tableau 2 ci-dessous.

[Tableaux2]

Caractéristiques de régime stationnaire		
#	Caractéristique SS	Description
F1	Puissance	Puissance réelle
F2	I1	RMS de courant fondamental
F3	Theta1	Angle de phase de courant fondamental
F4	I3	RMS de l'harmonique de 3 ^e ordre du courant
F5	Theta3	Angle de phase de l'harmonique de 3 ^e ordre du courant
F6	I5	RMS de l'harmonique de 5 ^e ordre du courant
F7	THD > 5	Pourcentage de distorsion harmonique totale pour les harmoniques d'ordre supérieur au 5 ^e .

- [0052] Dans des modes de réalisation, l'ECU 102 peut détecter un nouvel état si le système 100 observe un changement significatif d'une ou plusieurs caractéristiques SS = [F1, F2, ... F7] (par exemple un changement supérieur à un seuil de détection d'état, qui peut par exemple être d'environ 10 %). Par exemple et sans limitation, avec une charge de base en fonction, lorsqu'une charge 106 est mise en marche ou hors tension, une ou plusieurs caractéristiques SS peuvent changer en conséquence de l'ajout/retrait de cette charge 106, ce changement pouvant conduire à un nouvel état. La variation de caractéristique SS peut être mesurée par la distance de Manhattan (voir par exemple l'équation 1) :
- [0053] $\Delta \text{caractéristiqueSS}(j) = \text{distance de Manhattan}(\text{caractéristiqueSS}(j) - \text{caractéristiqueSS}(j-1))$ Éq. 1.
- [0054] Avec des modes de réalisation, le système 100 (par exemple, l'ECU 102) peut comporter une fonction non linéaire pouvant être introduite pour s'assurer qu'un changement d'état supérieur à la valeur de seuil peut être détecté même avec une valeur de base élevée.
- [0055] Dans des modes de réalisation, le système 100 peut inclure un processus de suppression de bruit que l'ECU 102 peut être configurée pour mettre en œuvre pour réduire des changements d'état inutiles provoqués par des bruits, notamment lorsque les valeurs de base sont inférieures aux valeurs de limite inférieure. Ce processus de détection d'état 224 peut conduire à une séquence d'état quantifiée. Les informations maintenues pour chaque état détecté peuvent inclure la durée d'état, la moyenne de caractéristiques SS d'état et/ou la variance de caractéristiques SS d'état.
- [0056] Dans des modes de réalisation, l'utilisation de caractéristiques multidimensionnelles pour détecter des états peut augmenter la sensibilité. La détection d'un nouvel état peut

ne pas s'appuyer que sur le changement de puissance, mais peut également utiliser d'autres caractéristiques liées à un changement de courant. **FIG. 4** illustre de manière générale, un exemple d'allumage et d'extinction d'une lampe fluocompacte (LFC)(par exemple, une lampe à 35 W) avec une charge de base autour de 550 W. Le pourcentage de changement de puissance peut être d'environ 6,4 %, ce qui peut être inférieur à un seuil de détection d'état (par exemple, 10 %). Cependant, deux nouveaux états peuvent être détectés avec succès si l'on considère des caractéristiques multidimensionnelles, comme illustré par les signaux de déclenchement d'état et d'indice d'état.

- [0057] En se référant de nouveau à la **figure 2**, dans des modes de réalisation, le procédé 200 peut inclure une détection d'événements 228 et/ou une génération de séquence d'événements 230. Les événements peuvent être définis comme des changements de consommation de puissance et/ou d'autres caractéristiques électriques provoqués par l'allumage/extinction de différentes charges. La détection d'événement efficace 228 peut faciliter la désagrégation de charges 206. Des formes d'onde de courant principal mesurées peuvent être bruyantes et peuvent fluctuer. Cette fluctuation de forme d'onde peut ne pas toujours être amenée par l'allumage/extinction d'une charge 106. Ainsi, la détection d'état et de changement d'état peut ne pas toujours entraîner une détection d'événement réussie. Le système 100/procédé 200 peut comporter un seuil de retard de détection d'événement. Lorsque la durée d'état d'un état est plus longue que le seuil de retard de détection d'événement, qui peut, par exemple et sans limitation, être d'environ 10 secondes, un nouvel événement peut être détecté. Une séquence d'événements, qui peut inclure certains ou tous les événements qui ont été détectés, peut être générée et maintenue (par exemple, dans le bloc 230). Les informations maintenues pour certains ou tous les événements détectés peuvent inclure :
- [0058] La durée de l'événement : Cet événement dure jusqu'à ce qu'un autre événement survienne ;
- [0059] Signe d'événement : Événement positif (événement marche) ; événement négatif (événement arrêt) ;
- [0060] Caractéristiques SS d'événement : Les caractéristiques de régime stationnaire pour l'événement détecté ; et/ou
- [0061] La forme d'onde moyenne d'événement : La forme d'onde de courant moyennée pour l'événement détecté.
- [0062] Avec des modes de réalisation, la forme d'onde moyenne d'événement peut être la différence entre la forme d'onde moyenne d'état de l'état actuel (déjà détecté comme un événement) et la forme d'onde moyenne d'état de l'état antérieur (détecté comme un événement). On peut extraire de la forme d'onde moyenne d'événement, des caractéristiques SS d'événement (par exemple, [Power H, I1, Theta1, I3, Theta3, Power L,

THD])). **FIG. 5** illustre de manière générale un exemple de cas pour la détection d'un événement d'une lampe LFC lorsqu'elle est allumée et éteinte. Étant donné que les durées d'état sont toutes deux supérieures à 10 secondes, l'indice d'événement peut s'incrémenter de un lors du déclenchement d'un nouvel état (avec un délai de 10 secondes). Les formes d'onde soustraites (trajectoire tension-courant et forme d'onde du courant cyclique) sont indiquées pour les deux événements. Les deux ensembles de formes d'onde sont inversés, qui montrent si un événement est un événement marche ou un événement arrêt. Les formes d'onde moyennes d'état pour les états actuels et précédents sont également montrées à la **figure 5**.

[0063] **FIG. 6** illustre de manière générale un autre exemple avec une charge 106 (par exemple un four de cuisson) lors de l'utilisation puis de l'arrêt. Cet exemple vise à démontrer que tous les changements d'état ne conduisent pas à la détection d'un nouvel événement. Les fluctuations de puissance pendant une première période 280 sont détectées comme deux changements d'état, mais ne sont pas détectées comme de nouveaux événements parce que les durées de l'état ne sont pas suffisamment longues. Cependant, l'événement de mise hors service pendant une période 282 est capturé avec succès comme événement d'appareil actuel.

[0064] Avec des modes de réalisation, tels qu'illustrés de manière générale à la **figure 2**, le procédé 200 peut inclure un apprentissage de première étape 208 (par exemple, le regroupement d'événements). Un regroupement d'événements peut être défini comme un groupe d'événements ayant une ou plusieurs similarités. Les similarités peuvent être mesurées par la distance de Mahalanobis (par exemple, sur la base des caractéristiques SS d'événement) d'un événement nouvellement détecté à tous les regroupements d'événements existants. Si la distance à un regroupement d'événements existant est inférieure à un seuil de regroupement d'événements (par exemple, 15), l'ECU 102 peut attribuer le nouvel événement à ce regroupement d'événements. Si les distances à tous les regroupements d'événements existants sont supérieures au seuil, l'ECU 102 peut créer un nouveau regroupement d'événements pour ce nouvel événement. Ce procédé peut être appelé regroupement automatique d'événements. Le regroupement automatique peut regrouper tous les événements appartenant à la même charge, et obtenir les statistiques de caractéristiques par ces groupes d'événements (regroupements d'événements).

[0065] **FIG. 7** montre un exemple de la manière dont les événements détectés peuvent être liés à des regroupements d'événements. La colonne droite représente une séquence d'événements générée pendant les heures allant de 7h00 à 8h30. Chacune d'autres colonnes représente les événements causés par une charge respective 106 au cours du temps (par exemple four, micro-ondes, lave-linge/séchoir, sortie de cuisine, sortie de salle de bain/GFI, autres, etc.). Un regroupement d'événements peut représenter les sta-

tistiques de caractéristiques communes des événements appartenant à la même colonne.

- [0066] Dans des modes de réalisation, le procédé 200 peut maintenir de multiples regroupements d'événements. Lors de la détection d'un nouvel événement, le moteur de génération de regroupement d'événements 242 peut mettre à jour ces regroupements d'événements. Les objectifs de maintien d'un regroupement d'événements peuvent inclure un ou plusieurs :
- [0067] d'une évaluation et de mises à jour de statistiques de caractéristiques SS de regroupement d'événements (par exemple, moyennes, variances, etc.) ;
- [0068] d'une catégorisation de regroupement d'événements (par exemple, catégorie résistive ; réactive ; et électronique basée sur des caractéristiques SS, voir **figures 18A - 18C**) ;
- [0069] de statistiques d'occurrence de regroupement d'événements (par exemple, un nombre d'événements survenus pour un regroupement d'événements) ;
- [0070] d'une matrice de transition d'événements (par exemple, pour faciliter une évaluation de type de regroupement d'événements) ;
- [0071] d'une matrice adjacente d'événement (par exemple, pour faciliter l'association de regroupement d'événements) ;
- [0072] d'une évaluation de type de regroupement d'événements (par exemple, apparié, positif, négatif, sporadique, ligne de base) ;
- [0073] d'une évaluation de statut local de regroupement d'événements (par exemple, en attente, confirmé, abandonné, de manière à déterminer des étapes d'apprentissage du système) ; et/ou
- [0074] d'un réarrangement de regroupements d'événements (par exemple, une manipulation d'erreur pour supprimer les événements abandonnés).
- [0075] Dans des modes de réalisation, le procédé 200 peut inclure une évaluation d'état locale de regroupement d'événements 246. Les états de regroupement d'événements (par exemple, quatre états et un état initial) peuvent inclure initial, en attente, confirmé, indépendant/associé et/ou abandonné. L'état de regroupement d'événements peut être utilisé pour déterminer et permettre différents stades d'apprentissage. Le tableau 3 résume des exemples d'exécution d'apprentissage et de fonctions pour chaque état de regroupement d'événements.

[Tableaux3]

Exécution d'apprentissage et fonctions par état de regroupement d'événements	
État de regroupement d'événements	Exécution d'apprentissage et fonctions
État initial	Initialiser toutes les structures de données du regroupement d'événements à des valeurs par défaut
En attente	Poursuivre avec l'apprentissage de l'étape 1 (génération de regroupements d'événements)
	Mettre à jour l'état de regroupement d'événements si nécessaire
Confirmé	Poursuivre avec l'apprentissage de l'étape 1 (génération de regroupements d'événements)
	Permettre et/ou continuer avec l'apprentissage de l'étape 2 (association d'événements)
	Mettre à jour l'état de regroupement d'événements si nécessaire
Abandonné	Retirer le regroupement d'événements « abandonné » parmi les indices de regroupement d'événements actifs
	Initialiser toutes les structures de données du regroupement d'événements à des valeurs par défaut
Associé/indépendant	Poursuivre avec l'apprentissage de l'étape 1 (génération de regroupements d'événements)
	Poursuivre avec l'apprentissage de l'étape 2 (association d'événements)
	Mettre à jour l'état de regroupement d'événements si nécessaire

[0076] À titre d'exemple, un état de regroupement d'événements « confirmé » peut déclencher/valider un apprentissage de deuxième étape pour une association d'événements.

[0077] **FIG. 8** et le tableau 4 résument des exemples de la manière dont l'état d'un regroupement d'événements peut passer d'un type à l'autre et les conditions de transition correspondantes.

[Tableaux4]

Transitions d'état de regroupement d'événements et conditions						
	Réalisation de la transition d'état de regroupement d'événements				Résultats	
État du regroupement d'événements précédent	Significati on sta- tistique	Type de re- groupemen t d'événemen ts	Probabilit é combinée	Type d'événem ent source	État de re- groupemen t d'événemen ts	Niveau de confiance
-	NON	-	-	-	En attente	50 %
En attente	OUI	Reconnu	> 90 %	Source	Confirmé	Probabilit é de transition
Confirmé	OUI	Reconnu	> 90 %	-	Confirmé	Probabilit é de transition
Confirmé	OUI	-	50 % - 90 %	Source	En attente	Probabilit é de transition
En attente	OUI	-	50 % - 90 %	-	En attente	Probabilit é de transition
En attente	OUI	-	< 50 %	-	Abandonné	10
Indépendant	-	-	-	-	Indépendant	Inchangé
Associé	-	-	-	-	Associé	Inchangé

[0078] Avec le mode de réalisation généralement illustré à **la figure 8**, par exemple, un regroupement d'événements ayant un état en attente peut passer de l'attente à l'abandon (par exemple, si une probabilité combinée est inférieure à environ 50 %), peut rester en attente (par exemple, si une probabilité combinée se situe entre environ 50 % et environ 90 %) et peut passer à confirmé (par exemple, si une probabilité combinée est supérieure à 90 %).

[0079] **FIG. 9** représente un exemple de schéma fonctionnel d'une évaluation d'état locale de regroupement d'événements 246. Comme illustré de manière générale, l'évolution du

temps (bloc 300) et/ou des statistiques d'occurrence de regroupement d'événements (bloc 302) peuvent être utilisées par l'ECU 102 pour des évaluations de signification statistique (bloc 304). L'ECU 102 peut utiliser des informations de séquence d'événements (bloc 306) et/ou des caractéristiques de régime stationnaire de regroupement d'événements (bloc 308) pour la catégorisation de regroupements d'événements (bloc 244) dont la sortie peut être une catégorie de charge (bloc 310) pour une charge particulière 106. L'ECU 102 peut utiliser des informations de séquence d'événements (bloc 306), des statistiques d'occurrence de regroupement d'événements (bloc 302), et/ou une matrice de transition d'événements (bloc 312) pour une évaluation de type de regroupement d'événements (bloc 314) et/ou pour déterminer des probabilités de transition (bloc 316). L'ECU 102 peut utiliser des informations de séquence d'événements (bloc 306) pour déterminer une matrice adjacente à un événement (bloc 320). L'ECU 102 peut utiliser des informations de séquence d'événements (bloc 306) et des informations provenant d'une évaluation de type de regroupement d'événements (bloc 314) pour déterminer un type source de regroupement d'événements (bloc 318). L'ECU 102 peut utiliser des informations à partir d'une évaluation de signification statistique (bloc 304), d'une évaluation de type de regroupement d'événements (bloc 314), d'une ou plusieurs probabilités de transition déterminées (bloc 316), et/ou d'un type de source de regroupement d'événements (bloc 318) pour une évaluation d'état locale de regroupement d'événements (bloc 246). La sortie de l'évaluation locale de regroupement d'événements (bloc 246) peut être un état de regroupement d'événements (bloc 322).

[0080] Avec des modes de réalisation, pour une matrice de transition (bloc 312) et/ou une matrice adjacente (bloc 320), il peut s'agir d'une pluralité de types de transition. Par exemple et sans limitation, un premier type de transition peut inclure un événement positif vers un événement positif (0,0), un deuxième type de transition peut inclure un événement positif vers un événement négatif (0,1), un troisième type de transition peut inclure un événement négatif vers un événement positif (1,0), et un quatrième type de transition peut inclure un événement négatif vers un événement négatif (1,1). La matrice de transition (bloc 312) peut inclure les occurrences totales pour chaque type de transition. La matrice adjacente (bloc 320) peut inclure le délai entre deux événements séquentiels pour chaque type de transition. Un exemple de série d'événements avec différents types de transition est généralement illustré sur **la figure 9A**.

[0081] Dans des modes de réalisation, le système 100/procédé 200 peut comporter une pluralité de types (par exemple quatre types) de regroupements d'événements :

[0082] regroupement d'événements appariés : un événement positif est toujours suivi d'un événement négatif, ou vice versa ;

- [0083] regroupement d'événements positifs : un événement positif est toujours suivi d'un autre événement positif ;
- [0084] regroupement d'événements négatifs : un événement négatif est toujours suivi d'un événement négatif ; et/ou
- [0085] regroupement d'événements appariés sporadiques : un événement positif est toujours suivi d'un événement négatif, ou vice versa.
- [0086] Les événements appartenant au regroupement d'événements appariés sporadiques peuvent ne pas arriver souvent (par exemple, pas plus d'une ou deux fois dans une semaine).
- [0087] Dans des modes de réalisation, le type de regroupement d'événements (bloc 314) et la probabilité de transition (bloc 316) peuvent être évalués, comme le montre de manière générale, le tableau 5 :
- [Tableaux5]

Type de regroupement d'événements et la probabilité de transition.				
Probabilité de transition d'un type de regroupement d'événements	Fonction d'appartenance (nTransMXT(i, j))			
	Apparié	Positif	Négatif	Sporadique apparié
nTransMXT(0,0)	< 10 %	> 90 %	-	< 0,02
nTransMXT(1,1)	< 10 %	-	> 90 %	< 0,02
nTransMXT(0,1)	-	-	-	-
nTransMXT(1,0)	-	-	-	-
$2 * [nTransMXT(1,0) - nTransMXT(1,0)] / [nTransMXT(1,0) + nTransMXT(0,1)]$	< 0,1	-	-	< 0,02
Logique de probabilité combinée	ET	-	-	ET

- [0088] Lorsque $nTransMXT(0, 0) = TransMXT(0,0)/\text{événements totaux}$, nTransMXT est le pourcentage d'occurrences de transition des occurrences d'événements totales dans le regroupement d'événements, et TransMXT est la matrice de transition. Pour chaque type de regroupement d'événements, si les conditions de la colonne sont toutes satisfaites, l'ECU 102 peut reconnaître le regroupement d'événements comme ce type. La probabilité de transition peut être évaluée sur la base de fonctions d'appartenance avec des éléments nTransMXT comme entrées. La probabilité combinée peut être évaluée sur la base de règles bayésiennes et/ou de méthodes correspondantes. Le type de regroupement d'événements peut être reconnu (par exemple, confirmé) si la probabilité

combinée est supérieure à un seuil (par exemple, 90 %).

- [0089] Avec des modes de réalisation, un exemple d'évaluation de la signification statistique peut être effectué, au moins en partie, comme le montre le tableau 6.

[Tableaux6]

Signification statistique.			
Occurrences totales	Temps	Signification statistique	Cas #
>= 200	-	OUI	1
< 200	>= 1 semaine	OUI pour sporadique	2
< 200	< 1 semaine	NON	3

- [0090] S'il y a suffisamment d'occurrences d'événements (par exemple 200 ou plus) et un temps suffisamment long s'est écoulé (par exemple, au moins une semaine), la signification statistique peut être considérée comme étant établie pour l'apprentissage de première étape 204. Dans le cas contraire, l'état de regroupement d'événements peut être réglé sur « en attente ».
- [0091] Si la signification statistique est satisfaite, mais la probabilité combinée est inférieure à un seuil (par exemple 50 %), l'état de regroupement d'événements peut être réglé sur « abandonné ». Ces regroupements d'événements peuvent être retirés des indices de regroupements actifs par l'ECU 102 par traitement de réarrangement de regroupements d'événements.
- [0092] Avec des modes de réalisation, le procédé peut inclure un réarrangement de regroupements d'événements (bloc 330) qui peut être mis en œuvre par l'ECU 102. Le réarrangement de regroupements d'événements 330 peut être utilisé pour mettre à jour des regroupements d'événements lorsqu'un nouveau regroupement d'événements est généré et/ou lorsqu'un état de regroupement d'événements devient « abandonné ». Par exemple, pour des regroupements d'événements « abandonnés », cette fonction peut fournir une capacité de traitement d'erreur, qui peut inclure l'élimination des regroupements d'événements « abandonnés » pour prévenir un maintien inutile d'un regroupement d'événements qui n'est plus valide. Avec le regroupement d'événements 204 et le réarrangement de regroupements d'événements 330, le système 100/procédé 200 peut ne maintenir que des regroupements d'événements valides avec une signification statistique suffisamment forte pour supporter les étapes ultérieures pour l'association de regroupements d'événements 210 et la génération de regroupements de charges 262.
- [0093] Dans des modes de réalisation, tels qu'illustrés de manière générale sur la **figure 11**, le procédé 200 peut inclure l'association de regroupements d'événements 204, qui peut être mise en œuvre par l'ECU 102. L'association de regroupements d'événements 204

peut associer certains ou tous les regroupements d'événements apparentés par charges 106. Il peut y avoir une pluralité de types de charges 106 (par exemple, deux types), tels qu'un étage de puissance unique et un étage de puissance multiple. Les charges 106 d'étage de puissance unique peuvent inclure un profil énergétique marche constante, et peuvent déclencher une paire d'événements positif et négatif au cours d'un cycle d'utilisation. Les appareils à étage de puissance unique peuvent inclure, par exemple et sans limitation, l'éclairage, les chauffe-eau, les moniteurs et/ou les réfrigérateurs, entre autres. Ce type de charge peut ne faire intervenir qu'un seul regroupement d'événements du type « apparié ». Les appareils à étage de puissance multiple peuvent comporter différents composants. Durant un cycle d'utilisation, une charge de ce type peut déclencher plusieurs événements dans une séquence déterministe (par exemple, un four avec un ventilateur d'induction, puis un allumeur, et enfin un ventilateur principal). Ce type de charge peut faire intervenir de multiples regroupements d'événements. L'association de ces regroupements d'événements peut faciliter le traitement de charges avec de multiples étages de puissance pour la désagrégation de charge.

[0094] En ce qui concerne l'instantané d'une journée du profil RMS du courant (également représenté à la **figure3**), la **figure10** illustre de manière générale trois regroupements d'événements impliqués dans un cycle d'utilisation d'un exemple de charge (par exemple, un four). La séquence d'événements pour ces trois regroupements d'événements suit un motif, par exemple (700) à (100) à (-100) à (600) à (-600). Pour décomposer le profil de puissance pour une charge de ce type, l'association de regroupements d'événements 204 et la configuration de séquence d'événements correspondante peuvent être établies et/ou stockées par l'ECU 102. Les objectifs de tâches d'association de regroupements d'événements peuvent inclure :

[0095] la détection de certains ou de tous les regroupements d'événements associés par charges 106 ;

[0096] la mise à jour de l'état des regroupements d'événements après association ; et/ou

[0097] la génération et le maintien des groupes de charges de niveau 1 résultants.

[0098] Avec des modes de réalisation, tels qu'illustrés de manière générale à la **figure 11**, l'évaluation du regroupement d'événements peut faire intervenir une pluralité de composants, tels que (i) l'association de regroupements d'événements 210, (ii) l'évaluation d'association de regroupements d'événements 248, et/ou (iii) le moteur d'association de regroupements d'événements 250.

[0099] Avec des modes de réalisation, l'ECU 102 peut utiliser l'association de regroupements d'événements 210 et/ou l'évaluation d'association de regroupements d'événements 248 pour (a) calculer et mettre à jour une matrice adjacente (AdjMXT) et une matrice d'intervalle de temps (TimeGapMXT), et/ou (b) calculer une matrice

d'association (AssociationMXT). L'ECU 102 peut utiliser les matrices AdjMXT et TimeGapMXT pour évaluer les relations adjacentes entre certaines ou toutes les paires de regroupements d'événements qui sont maintenues. Par exemple, s'il y a 30 regroupements d'événements maintenus dans le système 100, la dimension des deux matrices peut être de 30x30. L'élément AdjMXT(i,j) peut représenter la probabilité qu'un événement event_cluster_i soit suivi d'un événement event_cluster_j. TimeGapMXT(i,j) peut représenter la durée d'un événement event_cluster_i suivi d'un événement event_cluster_j. L'ECU 102 peut évaluer des relations adjacentes sans s'appuyer sur l'état de regroupements d'événements, ce qui peut permettre à l'ECU 102 d'évaluer des relations adjacentes à partir du début d'une création d'un regroupement d'événements.

[0100] Dans des modes de réalisation, il est possible de représenter le niveau d'association entre un premier regroupement d'événements (par exemple, event_cluster_i) et un deuxième regroupement d'événements (par exemple, event_cluster_j) par associationMTX(i,j). L'évaluation d'association de regroupements d'événements 248 peut être exécutée lorsqu'il y a au moins deux regroupements d'événements « confirmés ». Par ailleurs, une matrice d'association (par exemple, AssociationMXT) peut être définie avec des valeurs par défaut. Seuls les éléments liés à des regroupements d'événements « confirmés » peuvent être valides. Pour tous les regroupements d'événements qui sont en attente et abandonnés, les éléments apparentés peuvent ne pas être considérés.

[0101] Avec des modes de réalisation, le système 100 (par exemple, l'ECU 102) peut inclure un moteur d'association de regroupements d'événements 250, qui peut être configuré pour récupérer les indices de certains ou de tous les regroupements d'événements associés pour créer des regroupements de charges de niveau 1 et des regroupements de charges qui ne sont pas de niveau 1, comme sur la base de la matrice d'association. Le moteur d'association de regroupements d'événements 250 peut être exécuté, par exemple, uniquement lorsqu'il y a au moins deux regroupements d'événements « confirmés ». Le moteur d'association de regroupements d'événements 250 peut, pour chaque regroupement d'événements actif, localiser l'autre regroupement d'événements avec la valeur d'association maximale de la matrice d'association. En fonction de la valeur d'association maximale (par exemple, par comparaison à des seuils d'association max) et du type de regroupement d'événements, le moteur d'association de regroupements d'événements 250 peut alors déterminer si ces deux regroupements d'événements doivent être associés entre eux. Un exemple de flux pour le moteur d'association de regroupements d'événements 250 est résumé dans le tableau 7.

[Tableaux7]

Évaluation et conditions de mode d'association de regroupements d'événements.						
Modes du moteur d'association d'événements						
Entrées			Sorties			Modes du moteur
État du regroupement d'événements précédent	Type de regroupement d'événements	Seuil d'association max.	Nouvel état du regroupement d'événements	Regroupement de charges de niveau 1	Regroupements de charges de niveau 1	-

Confirmé	Ligne de base	< 3e-4	Indépendant	**	Ajouter un indice d'événement	Indépendant
		> 3e-4	Confirmé (inchangé)	Inchangé	Inchangé	Mode cas nul
	Sporadique	< 3e-4	Indépendant	**	Ajouter un indice d'événement	Indépendant
		> 3e-4	Confirmé (inchangé)	Inchangé	Inchangé	Mode cas nul
	Apparié	< 3e-4	Indépendant	**	Ajouter un indice d'événement	Indépendant
		> 0,9	Associé	Activer la recherche d'association	Activer la recherche d'association	Recherche d'association
		(3e-4, 0,9)	Confirmé (inchangé)	Inchangé	Inchangé	Mode cas nul
	Positif	> 0,9	Associé	Activer la recherche d'association	Activer la recherche d'association	Recherche d'association
		< 0,9	Confirmé (inchangé)	Inchangé	Inchangé	Mode cas nul
	Négatif	-	Confirmé (inchangé)	Inchangé	Inchangé	Mode cas nul
	Associé/ indépendant	-	Associé/ indépendant (inchangé)	Inchangé	Inchangé	Mode cas nul
	En attente/ abandonné	-	En attente/ abandonné (inchangé)	Inchangé	Inchangé	Mode cas nul

[0102] Avec des modes de réalisation, un moteur d'association de regroupements d'événements 250 peut comporter une pluralité de modes (par exemple, trois modes),

tels qu'un mode de cas nul, un mode indépendant et/ou un mode de recherche d'association (ASM). Dans le mode de cas nul, le regroupement d'événements peut rester inchangé. Dans le mode indépendant, un regroupement d'événements apparié confirmé peut être enregistré sous la forme d'un regroupement de charges de niveau 1. Dans l'ASM, le moteur 250 peut chercher/trouver tous les regroupements d'événements associés, qui appartiennent à un regroupement de charges de niveau 1. Il peut y avoir au moins deux scénarios possibles pour la recherche d'association. Par exemple et sans limitation, avec un premier scénario (SC-1), des regroupements d'événements confirmés peuvent être associés entre eux, et/ou avec un deuxième scénario (SC-2), des regroupements d'événements associés peuvent être associés entre eux. Le SC-2 ne peut pas être changé en SC-1, mais le SC-1 peut être changé en SC-2. Une fois que le SC-2 est exécuté, celui-ci peut toujours conduire à une « association de fin ».

[0103] Les tableaux 8 et 9 ci-dessous résument des exemples de flux pour les SC-1 et SC-2, respectivement.

[Tableaux8]

Flux ASM - SC-1.							
Premier Scénario (SC-1) : État d'événement d'un regroupement d'événements associé séquentiellement = confirmé							
Entrées			Sorties				
État préc.	Condition d'état	Asso c. Maxi.	État de regroupement d'événements	Séquence indép. temp.	Prochain indice de regroupement d'événements	Regroupement de charges n'étant pas de niveau 1	Regroupements de charges de niveau 1
Première assoc.	Itération = 1	-	Associé	Initialiser avec l'indice de regroupement d'événements à partir d'indices de regroupement actif ; fixer l'indice de regroupement d'événements suivant séquentiel	Indice de regroupement d'événements associé séquen.	Aucun changement	Aucun changement
Assoc. Séquen.	Itération ! = 1	> 0,7	Associé	Fixation du regroupement	Indice de regroupement d'événements	Aucun changement	Aucun changement

				d'événements suivant séquentiel	nts associé séquen.		
Assoc. finale	Itération ! = 1	< 0,7	Confirmé (inchangé)	Réinitialis ation à 0	Inchangé (ou réglé à 0)	**	Fixer la séquence indép. temp. finale au réseau indexé par regroupeme nts de charges non déterminés

[Tableaux9]

Flux ASM - SC-2							
Deuxième scénario (SC-2) : État d'événement de regroupement d'événements associé séquentiellement = associé							
Entrées			Sorties				
État préc.	Condition d'état	Assoc. Maxi.	État de regroupement d'événements	Séquence indép. temp.	Prochain indice de regroupement d'événements	Regroupement de charges n'étant pas de niveau 1	Regroupements de charges de niveau 1
Première assoc.	Itération = 1	-	Inchangé	Initialiser l'indice de regroupement d'événements à partir des indices de regroupement actif ; fixer le réseau de séquence associé	Le dernier indice de regroupement d'événements dans le réseau de séquence associé	Aucun changement	Aucun changement
Assoc. Séquen.	Itération != 1	> 0, 7	Inchangé	Fixer le réseau de séquence associé	Le dernier indice de regroupement d'événements dans le réseau de séquence associé	Aucun changement	Aucun changement
Assoc. finale	Itération != 1	-	Confirmé/ associé (inchangé)	Réinitialisation à 0	Pas de changement (ou	Aucun changement	Fixer la séquence indép. temp.

					mettre à 0)		finale au réseau indexé par indice de réseau de séquences associé
--	--	--	--	--	-------------	--	---

- [0104] Dans des modes de réalisation, l'association de regroupements d'événements 204 peut conduire à des regroupements de charges de niveau 1, ce qui peut faciliter la désagrégation de charge 264 au niveau granulaire de charges individuelles 106 (par exemple, dispositifs/appareils). Plus le système 100/procédé 200 fonctionne longtemps (ou plus les processus d'apprentissage sont longs), plus il y a de regroupements de charges de niveau 1.
- [0105] Avec des modes de réalisation, les entrées pour l'association des regroupements d'événements 210 peuvent inclure un numéro de cas de regroupement d'événements, les horodatages des événements, des enregistrements de l'occurrence d'événements, et/ou des indices de regroupements d'événements actuels et précédents. Les sorties de l'évaluation de regroupement d'événements peuvent inclure, par exemple, un état de regroupement d'événements, des regroupements de charges n'étant pas de niveau 1, et/ou des indices de regroupement de charges de niveau 1.
- [0106] Dans des modes de réalisation, tels qu'illustrés de manière générale sur la **figure 12**, le procédé 200 peut inclure et/ou le système 100 peut être configuré pour la génération de regroupements de charges 262 et la désagrégation/décomposition de puissance 264, qui peuvent être configurées pour générer et maintenir les niveaux de regroupement de charges sur la base du dernier état de certains ou de tous les regroupements d'événements disponibles, comme illustré généralement au tableau 10.

[Tableaux10]

Niveaux de regroupement de charges		
Niveau	Description	Étape d'apprentissage
Niveau 1	Regroupements d'événements « associés » en un regroupement de charges ; Séquence de regroupements d'événements définie à l'intérieur de ce regroupement de charges ; Le nombre de regroupements de charges de niveau 1 peut dépendre du nombre réel de charges dans le système (par exemple, la maison ou l'aéronef), et/ou le nombre de charges qui ont été apprises.	Après l'étape 2 d'apprentissage
Niveau 2	Regroupement d'événements « confirmé » + regroupement d'événements « apparié » ou « sporadique » Séquence d'événements définie dans un regroupement d'événements ; Il peut s'agir d'une pluralité de trois regroupements de charges de niveau 2 (par exemple R- ; X- ; et E-)	Pendant l'étape 2 d'apprentissage
Niveau 3	Regroupement d'événements « en attente »/« confirmé » + type de regroupement d'événements « positif »/« négatif » ; pas de séquence d'événements définie au sein de ce regroupement de charges de niveau 3 ; il n'y a qu'un seul regroupement de charges de niveau 3	Pendant l'étape 1 d'apprentissage

[0107] Dans des modes de réalisation, la génération de regroupements de charges 262 et la désagrégation/décomposition de puissance 264 peuvent maintenir la consommation de puissance/énergie instantanée désagrégée/décomposée par les trois niveaux de regroupements de charges en fonction des étapes d'apprentissage (ou état) des regroupements d'événements.

[0108] Si un événement est un premier événement (par exemple, un événement de ligne de base), le profil de puissance de cet événement peut être enregistré et suivi dans le regroupement de charges de niveau 3. Pour les regroupements d'événements dans la première étape d'apprentissage 204 (par exemple, des regroupements d'événements en attente), les profils de puissance de certains ou de tous les événements apparentés peuvent être enregistrés et suivis dans le regroupement de charges de niveau 3. Pour

les regroupements d'événements dans la deuxième étape d'apprentissage 210 (par exemple, des regroupements d'événements confirmés), les profils de puissance de certains ou de tous les événements apparentés peuvent être enregistrés et suivis dans un regroupement de charges de niveau 2. Pour les regroupements d'événements au-delà de la deuxième étape d'apprentissage (par exemple, des regroupements d'événements associés), les profils de puissance de certains ou de tous les événements apparentés peuvent être enregistrés et suivis dans un regroupement de charges de niveau 1.

- [0109] Pour des modes de réalisation, au cours d'une transition d'état de regroupement d'événements, le flux peut inclure (a) un événement source qui peut déclencher l'état de regroupement d'événements pour passer de en attente à confirmé - le profil de puissance de cet événement peut alors être enregistré et suivi dans un regroupement de charges de niveau 2 ; et/ou (b) un événement source qui déclenche l'état de regroupement d'événements pour passer de confirmé à associé - le profil de puissance de cet événement peut être enregistré et suivi dans un regroupement de charges de niveau 1.
- [0110] Dans des modes de réalisation, tels qu'illustrés de manière générale sur la **figure 12**, la génération de regroupements de charges et la désagrégation de puissance 206 peuvent inclure l'évaluation d'un niveau de regroupement de charges 260, la génération de regroupements de charges 262, et/ou la désagrégation/décomposition de puissance/énergie instantanée d'une charge 264. Les entrées peuvent inclure des indices de regroupement de charges de niveau 1, des informations de regroupement d'événements et/ou des informations de séquence d'événements. Une sortie peut inclure des informations sur la consommation de puissance/énergie désagrégée.
- [0111] Avec des modes de réalisation, l'évaluation de niveau de regroupement de charges 260 peut être utilisée pour déterminer un niveau de regroupement de charges et/ou un indice de regroupement de charges pour des événements nouvellement détectés. Cette information peut faciliter la détermination de la manière dont l'événement doit être traité pour la génération de regroupements de charges et la désagrégation de puissance instantanée 206. Le tableau 11 résume des exemples de conditions d'évaluation de niveau.

[Tableaux11]

Conditions d'évaluation de niveau de regroupement de charges					
Entrées					Sorties
# cas de regroupement d'événements	Durée de l'événement	Type de regroupement d'événements	État de regroupement d'événements	Type de séquence d'événements	Niveau de la charge
0	-	-	-	-	3
1	-	-	-	-	3
2	1	-	-	-	Inchangé (3)
3/5	-	-	En attente	-	3
5	-	Positif/négatif	Confirmé	-	3
5	-	Apparié/ sporadique	Confirmé	-	3
5	-	Apparié/ sporadique	Confirmé	Sans cohérence de séquence	2
5	-	-	Associé	-	3
5	-	-	Associé	Sans cohérence de séquence	1
6	1	-	Associé	-	Inchangé (1)

[0112] Avec des modes de réalisation, le procédé 200 peut inclure l'application d'une génération et/ou d'une mise à jour de regroupements de charges 262, qui peut être configurée pour fournir une évaluation statistique et des mises à jour continues pour certains ou tous les regroupements de charges générés dans les trois niveaux. **FIG. 13** illustre de manière générale un schéma fonctionnel du système et des cas d'utilisation pour la génération de regroupements de charges de niveau 1/2/3.

[0113] Dans des modes de réalisation, la génération de regroupements de charges 262 pour des charges de niveau 1 (bloc 350) peut inclure une évaluation d'un état de regroupement de charges 352, une évaluation d'occurrence de charge 354, une identi-

fication de charge 356 et/ou une évaluation d'énergie et de puissance d'une charge 358. Une évaluation d'état de regroupements de charges 352 peut déterminer un type de regroupement de charges (par exemple, apparié, composé, etc.) et/ou un état de regroupement de charges. Une évaluation d'occurrence de charge 354 peut déterminer un nombre total d'occurrences et/ou une fréquence d'occurrence. L'identification d'une charge 356 peut inclure l'identification de la charge jusqu'au niveau du dispositif. Une évaluation d'énergie et de puissance d'une charge 358 peut déterminer une séquence de profil puissance en marche et/ou une énergie de marche de la charge 106.

- [0114] Avec des modes de réalisation, la génération de regroupements de charges de niveau 2 360 peut inclure une énergie accumulée mise à jour, l'enregistrement d'un indice de regroupement d'événements, et/ou la mise à jour d'un nombre total d'événements pour le regroupement de charges de niveau 2. Dans des modes de réalisation, la génération de regroupements de charges de niveau 3 362 peut inclure la mise à jour de l'énergie accumulée, le réglage d'une alarme lorsqu'un événement confirmé/associé n'a pas de cohérence de séquence dans le niveau 1 ou le niveau 2, et le déplacement d'un tel événement dans le regroupement de charges de niveau 3. Les entrées de la génération de regroupements de charges 262 peuvent inclure un numéro de niveau de regroupement de charges et/ou un indice de regroupement de charges. Les sorties de la génération de regroupements de charges 262 peuvent inclure des regroupements de charges, des indices de regroupements de charges, des catégories de charges (par exemple, pour des regroupements de charges de niveau 1), et/ou un profil d'énergie/puissance de charge (par exemple, pour des regroupements de charges de niveau 1).
- [0115] Dans des modes de réalisation, le procédé 200 peut inclure l'évaluation des informations suivantes, telles qu'à l'intérieur d'un regroupement de charges, et pour chaque réseau de regroupements d'événements associé :
 - [0116] (a) Une séquence de profil de puissance « marche » [8, 2], qui peut inclure (i) ligne de base/apparié/sporadique : Puissance[1] ; durée[1] et/ou (ii) composé : Puissance [N] ; durée [N], N = longueur de la séquence d'événements associée ;
 - [0117] (b) Énergie en marche, qui peut inclure l'énergie totale consommée lorsque la charge est en marche (en utilisation) ; et/ou
 - [0118] (c) État de l'activité de charge, qui peut indiquer si une charge est en marche ou à l'arrêt.
- [0119] Dans des modes de réalisation, le système 100 (par exemple, l'ECU 102) peut utiliser une séquence de profil de puissance en marche et une énergie en marche avec une signification statistique pour évaluer l'état global du regroupement de charges et/ou les profils d'énergie accumulée/puissance instantanée désagrégée.
- [0120] Avec des modes de réalisation, le procédé 200 peut inclure et/ou le système 100 peut

être configuré pour la désagrégation de la puissance instantanée par regroupement de charges, qui peut être utilisé pour fournir une désagrégation de puissance instantanée pour certains ou tous les regroupements de charges générés. Si un nouvel événement est détecté, l'événement et sa puissance peuvent être utilisés pour mettre à jour la puissance instantanée pour le regroupement de charges auquel appartient l'événement.

- [0121] Avec des modes de réalisation, tels qu'illustrés de manière générale sur les **figures 14-16**, certains ou tous les niveaux de regroupements de charges peuvent être traités différemment. Par exemple et sans limitation, le procédé 200 de surveillance peut inclure, pour un regroupement de charges de niveau 1, l'obtention d'un indice de regroupement d'événements actuel, d'une puissance de caractéristique de séquence d'événements, d'informations de regroupement d'événements, et/ou d'informations de regroupement de charges (voir par exemple **la figure 14**). Les informations de regroupement d'événements peuvent inclure un ou plusieurs parmi un type d'événement, une puissance moyenne de caractéristique de regroupement d'événements, un état de regroupement d'événements et/ou un indice de regroupement de charges. Les informations de regroupement de charges peuvent inclure un ou plusieurs d'un type de charge, d'un profil de puissance en marche de la charge, et/ou d'un réseau de regroupements d'événements associés (par exemple, une séquence d'événements associés). L'ECU 102 peut utiliser certaines ou toutes ces informations pour déterminer un profil de puissance mis à jour de regroupement de charges de niveau 1 et/ou un état d'activité de regroupement de niveau 1.
- [0122] Dans des modes de réalisation, tels qu'illustrés de manière générale sur la **figure 15**, pour des regroupements de charges de niveau 2, l'ECU 102 peut utiliser un ou plusieurs d'un niveau de puissance du regroupement de charges de niveau 2 précédent $P2(j-1)$, de la puissance moyenne de la caractéristique de séquence d'événements, et/ou d'un numéro de cas de regroupement d'événements pour déterminer un profil de puissance mis à jour de regroupement de charges de niveau 2, et/ou un état d'activité de regroupement de charges de niveau 2.
- [0123] Avec des modes de réalisation, tels qu'illustrés de manière générale à la **figure 16**, avec des charges de niveau 3, l'ECU 102 peut utiliser un ou plusieurs de la puissance totale mesurée à la source d'alimentation ($P_{total}(j)$), d'une puissance totale de regroupements de charges de niveau 1 ($P1(j)$), d'une puissance totale de regroupements de charges de niveau 2 ($P2(j)$), d'un niveau de puissance de regroupements de charges de niveau 3 avant l'événement actuel ($P3(j)$), et/ou d'une puissance pour l'événement actuel ($P_{newevent}(j)$), lors de la détermination d'un profil de puissance mis à jour de regroupement de charges de niveau 3, et/ou d'une activité de regroupement de charges de niveau 3.
- [0124] Dans des modes de réalisation, comme le montre le tableau 12, il peut y avoir trois

scénarios lors de la mise à jour d'un profil de puissance instantané.

Tableau 12. Scénarios de mise à jour d'un profil de puissance instantané

- Si le type de charge est apparié ou sporadique :
- Si le type d'événement est positif :
 - Profil de puissance en marche mis à jour = $ONPowerProfile(1) + Pevent(j)$
 - État d'activité = 1 ;
- Si le type d'événement est négatif :
 - Profil de puissance en marche mis à jour = $ONPowerProfile(0) - Pevent(j)$;
 - État d'activité = 0 ;
- Si le type de charge est composé :
- Si le type d'événement est positif :
 - Si l'événement est le premier événement :
 - Profil de puissance en marche mis à jour = $ONPowerProfile(LastEventPosition) + Pevent(j)$
 - Si n'est pas le premier événement
 - Profil de puissance en marche mis à jour = $ONPowerProfile(PreviousEventPosition) + Pevent(j)$
 - Activité = 1 ;
- Si le type d'événement est négatif :
 - Si le type de regroupement d'événements est apparié ou sporadique :
 - Profil de puissance en marche mis à jour = $ONPowerProfile(CurrentEventPosition) - Pevent(j)$
 - Sinon
 - Profil de puissance en marche mis à jour = $ONPowerProfile(PreviousEventPosition) - Pevent(j)$
 - Si l'événement est le dernier événement, activité = 0 ;
 - Sinon, si l'événement n'est pas le dernier événement, activité = 1 [inchangé] ;
 - Si le type du regroupement d'événements précédent dans le réseau d'indice de regroupement d'événements associé est apparié (traitement pour le bord négatif de l'événement apparié)
 - Profil de puissance en marche mis à jour = $ONPowerProfile(CurrentEventPosition) - EventSequence(previous).Power$

[0125] Avec des modes de réalisation, tels qu'illustrés de manière générale à la **figure 17**, l'ECU 102 peut être configurée pour afficher des informations de puissance pour une ou plusieurs charges 106, telles que sous la forme d'un tableau de bord 400. L'exemple de tableau de bord 400 montre la performance de désagrégation de la puissance instantanée pour un exemple de cas. La partie supérieure 402 du tableau de bord 400

présente la puissance agrégée mesurée au niveau de la source de puissance 104 (par exemple, via le capteur 108). Au cours d'une première période 404, il y a trois charges en cours d'utilisation en aval, (par exemple, un ventilateur (14,1 W), une lampe DEL (12,3 W) et une lampe à incandescence (96,7 W)). L'ECU 102 peut générer des informations de puissance instantanée désagrégée et afficher les informations, telles que dans un abaque 406 (ou un autre graphique) qui démontre que la puissance principale mesurée est décomposée par les consommations de puissance de ces trois charges, dont un exemple est généralement illustré dans la deuxième partie 408 du tableau de bord. Au cours d'une deuxième période 410, une autre charge (par exemple, un chauffage d'appoint 1320 W) est mise en marche. L'ECU 102 peut mettre à jour les informations de puissance instantanée désagrégée (et l'abaque de puissance 406) pour indiquer que la puissance principale est décomposée par les consommations de puissance des quatre charges en utilisation, comme illustré généralement dans la troisième partie 412 du tableau de bord 400. Les consommations de puissance décomposées correspondent aux valeurs de consommation réelles de ces charges 106.

- [0126] Dans des modes de réalisation, il peut s'agir d'hypothèses permettant d'établir ou de sélectionner des limites/seuils applicables. Ces hypothèses peuvent résulter de la distribution statistique des charges 106. Si deux charges se chevauchent avec les caractéristiques/signatures sélectionnées, tous les seuils sélectionnés peuvent conduire à des cas de défaillance dans certains cas. La compensation de ces cas de défaillance potentiels peut améliorer l'efficacité de modes de réalisation du système 100/procédé 200. Des modes de réalisation du système 100/procédé 200 peuvent être configurés pour traiter des défaillances pour empêcher la cascade d'erreurs.
- [0127] Avec des modes de réalisation, les hypothèses du système 100/procédé 200 peuvent se répartir en deux catégories (i) caractéristiques SS qui peuvent être utilisées pour établir la sensibilité pour la détection d'état et/ou la sensibilité pour le regroupement d'événements ; et/ou (ii) différents retards qui peuvent être utilisés pour refléter des constantes de temps typiques de différents appareils pendant le démarrage, des durées typiques de marche d'une charge utilisée, et/ou des intervalles de temps typiques entre des événements marche/arrêt adjacents pour différentes charges.
- [0128] Dans des modes de réalisation, les défaillances potentielles peuvent se répartir en deux catégories (i) dues au procédé, et/ou (ii) dues au scénario d'utilisation réel. Les défaillances dues au procédé peuvent inclure des défaillances de sélection de caractéristiques, de sélection de limite/seuil et/ou d'évaluation de distance. Avec des types de défaillances dus au procédé, la récupération peut ne pas être facilement traitée. Cependant, la sélection de caractéristiques SS peut aider à définir la sensibilité d'un ou plusieurs aspects potentiels de modes de réalisation du procédé 200 (par exemple, la sensibilité à la saisie d'un événement avec des caractéristiques de ligne de base de

masquage). Des défaillances de conduite de scénario d'utilisation réel peuvent inclure des défaillances résultant des scénarios d'utilisation réels ne correspondant pas à certaines hypothèses prédéterminées, comme, par exemple et sans limitation, deux ou plusieurs événements différents ne se produisent pas au sein d'une période inférieure à 1 minute, et/ou un événement se produit avec un masquage de caractéristique de ligne de base important, qui se situe en dehors du niveau de sensibilité.

[0129] Le tableau 13 fournit des exemples de cas de défaillance potentielle, les conséquences et les réponses pour au moins certains des modes de réalisation du système 100/procédé 200.

[Tableaux13]

Analyse de défaillance et réponse			
Fonction	Causes	Conséquences de l'erreur	Réponse
Détection de l'état	Sélection des caractéristiques d'état stationnaire et sensibilité	États inutiles	Suppression de bruit
		États manquants	Caractéristiques multidimensionnelles à seuil non linéaire
Détection d'événement	Deux ou plusieurs des changements d'état séquentiels se produisent avec un retard d'événement	Événements détectés avec des caractéristiques d'événements multiples combinés	Regroupement d'événements abandonné
			Attribution d'événement au niveau 3 comme erreur à court terme
		Les événements appariés/associés doivent être traités	Évaluation de la cohérence de la séquence
Regroupement d'événements	Sélection des caractéristiques d'état stationnaire et sensibilité	Mauvaise classification de regroupements d'événements	Caractéristiques multidimensionnelles à seuil non linéaire
			Délai plus long d'évaluation de distance
	Deux ou plusieurs changements d'état séquentiels pendant le tampon de durée d'événement	Événements détectés avec des caractéristiques d'événements multiples combinés	Regroupement d'événements abandonné
			Attribution d'événement au niveau 3 comme erreur à court terme
		Les événements appariés/associés doivent être traités	Évaluation de la cohérence de la séquence

- [0130] Avec des modes de réalisation, le système 100/procédé 200 peut être utilisé en relation avec une ou plusieurs d'une variété d'applications, telles qu'un bâtiment résidentiel/habitation (par exemple, des circuits électriques monophasés 60 Hz) et/ou des applications d'aéronef (par exemple, des circuits multiphasés, à fréquences variables, des circuits CA et CC). Le système 100/procédé 200 peut être particulièrement utile avec des applications d'aéronef, car il peut être particulièrement important avec de telles applications de surveiller des composants critiques, pour minimiser la durée d'indisponibilité de l'aéronef, et/ou limiter les composants supplémentaires.
- [0131] Dans des modes de réalisation, le système 100/procédé 200 peut inclure une identification et une désagrégation de charge, qui peuvent permettre (ou inclure) la décomposition des signaux de tension et de courant pour chaque charge individuelle 106 qui passe par un emplacement central, tel qu'une source de puissance 104 (par exemple, un disjoncteur d'aéronef). La décomposition des signaux de courant et de tension peut permettre une surveillance de l'état général et une maintenance prédictive. Il peut être nécessaire d'isoler des signatures de capteurs pertinentes et/ou d'extraire et d'analyser les caractéristiques pertinentes. Des modes de réalisation du système 100/procédé 200 peuvent isoler les signatures électriques (tension et/ou courant) de chaque charge/appareil. Chaque profil de courant et de tension peut alors être analysé et traité pour détecter des défauts. Sur un aéronef, par exemple, l'utilisation du système 100/procédé 200 peut être encore plus précise qu'avec certaines autres applications (par exemple, une application résidentielle) du fait de la nature contrôlée de l'environnement de l'aéronef. Par exemple, certains ou la plupart des aéronefs d'un certain modèle et d'une compagnie aérienne spécifique peuvent être très similaires et peuvent avoir des appareils/charges 106 très similaires qui sont utilisés. Ainsi, des méthodes de désagrégation de charge de base peuvent être définies pour chaque modèle spécifique d'aéronef, circuit électrique, et/ou appareil/charge spécifique que l'on s'attend à devoir surveiller. Ces informations peuvent être stockées dans l'ECU 102 et/ou dans un support de stockage auquel l'ECU 102 est connectée (par exemple, l'ECU 102 peut inclure/avoir accès à une bibliothèque d'informations de charge pour des aéronefs et/ou pour des compagnies aériennes). Ceci peut améliorer la précision du système 100/procédé 200, par rapport à d'autres conceptions qui ont été développées exclusivement pour une utilisation résidentielle.
- [0132] Un exemple d'un procédé d'utilisation de signatures de courant électrique pour déterminer des défauts (par exemple, cavitation dans des pompes) est généralement décrit dans le brevet américain 7 231 319, dont l'invention est ici incorporée en référence dans son ensemble à ceux décrits ci-après.
- [0133] Des modes de réalisation du système 100/procédé 200 peuvent être utilisés, par exemple et sans limitation, en relation avec un équipement d'office d'aéronef, comme

un four à micro-ondes, un four à convection, un grille-pain, et/ou une machine à café, entre autres. Ces articles peuvent être similaires aux charges/appareils qui peuvent être utilisés dans une maison d'habitation et/ou similaires aux appareils décrits ci-dessus. Plusieurs de ces charges peuvent passer par des disjoncteurs dans une source de puissance 104 (par exemple, un panneau de disjoncteur d'aéronef). Le système 100 peut être construit, au moins en partie, dans le panneau de disjoncteur pour surveiller des circuits électriques et/ou des charges 106 spécifiques.

- [0134] Un bon fonctionnement des charges/appareils 106 d'un aéronef peut être encore plus important que pour d'autres applications (par exemple, une application résidentielle). Bien qu'une défaillance d'un appareil unique sur un aéronef ne soit pas en elle-même significative, il peut être important d'identifier la défaillance et d'éviter tout autre endommagement des autres systèmes d'aéronef et/ou d'effectuer une réparation à temps pour le vol suivant. Des modes de réalisation du système 100/procédé 200 peuvent faciliter l'identification d'un fonctionnement incorrect et d'une défaillance potentielle avant l'occurrence réelle de l'échec (par exemple, si un profil de puissance de cet appareil, à l'état désagrégé, est anormal). Ceci peut permettre à la compagnie aérienne de disposer de suffisamment de temps pour planifier et remplacer l'appareil défaillant. Le système 100/procédé 200 (par exemple, l'ECU 102) peut utiliser des informations sur l'appareil défaillant pour arrêter l'appareil à distance avant que d'autres problèmes ne se développent qui pourraient affecter d'autres systèmes de l'aéronef.
- [0135] Plutôt que chaque charge/appareil 106 dispose d'un matériel distinct pour qu'il se surveille lui-même ou que chaque charge/appareil 106 soit connecté à un moniteur distinct, des modes de réalisation du système 100 peuvent être mis en œuvre dans un emplacement central pour surveiller une pluralité de charges, tel qu'au niveau d'un panneau de disjoncteur 104, ce qui peut simplifier le système et/ou réduire les coûts/poids. Des charges/appareils 106 eux-mêmes peuvent être configurés pour accepter un signal de commande pour qu'ils soient mis en marche/arrêtés à la demande à partir du système 100/ECU 102, qui peut être une sortie du procédé 200 (par exemple, une sortie de désagrégation de charge 206).
- [0136] Comme autre exemple d'application, des modes de réalisation du système 100/procédé 200 peuvent être utilisés en relation avec un groupe de sièges d'aéronef et un équipement électrique associé. Le système 100/procédé 200 peut surveiller les sièges et un équipement d'un seul emplacement, comme, par exemple par l'intermédiaire de la désagrégation de charge 206. Certains exemples non limitatifs de l'équipement/charges 106, qui peuvent être surveillés, sont les écrans de divertissement, des sorties d'alimentation CA, l'éclairage en plongée, les actionneurs de siège, et/ou d'autres charges électriques. Comme les passagers peuvent interagir directement avec ces charges électriques 106, il peut être utile/important d'assurer un bon

fonctionnement pour maintenir une expérience positive pour le passager et une satisfaction des passagers.

- [0137] Avec des modes de réalisation, le système 100/procédé 200 peut comporter une séquence de marche/arrêt de puissance pour mettre en marche/arrêt chaque charge 106 dans un ordre spécifique, de manière à différencier plusieurs charges différentes 106 pouvant être sensiblement identiques et pouvant être raccordées par voie filaire à un seul disjoncteur. Connaissant l'ordre de la séquence, le système 100/procédé 200 peut décomposer chacune des charges sensiblement identiques 106 (par exemple, des écrans de divertissement) des autres. Suite à cette désagrégation, le système 100/procédé 200 peut surveiller l'état général de chaque charge individuelle (par exemple, depuis un seul emplacement centralisé pour de multiples charges).
- [0138] De manière similaire aux deux exemples précédents, un cas d'utilisation potentielle de surveillance de composants d'aéronef, tels que des pompes entraînées par un moteur électrique, est qu'un groupe de plusieurs moteurs (charges) peut être surveillé à partir d'un seul emplacement. En plus de la surveillance globale individuelle, pour des systèmes redondants de sécurité, où plusieurs composants tels que des pompes peuvent être les auxiliaires les uns des autres, le procédé/système peut brancher/éteindre des charges/pompes spécifiques. Par exemple, si l'on détecte que l'une des pompes est défectueuse par la surveillance globale du procédé/système, le système 100/procédé 200 peut désactiver la pompe défectueuse de manière à ne pas amplifier le dommage sur la pompe ou l'aéronef. Dans le même temps, le système 100/procédé 200 peut mettre en marche une autre pompe de secours pour compenser la pompe qui a été mise hors ligne.
- [0139] Dans des exemples, une ECU peut inclure un contrôleur électronique et/ou inclure un processeur électronique, tel qu'un microprocesseur et/ou microcontrôleur programmables. Dans des modes de réalisation, une ECU peut inclure, par exemple, un circuit intégré spécifique à l'application (ASIC). Une ECU peut inclure une unité centrale de traitement (CPU), une mémoire (par ex., un support de stockage lisible par ordinateur non transitoire) et/ou une interface d'entrée/sortie (E/S). Une ECU peut être configurée pour effectuer diverses fonctions, y compris celles décrites plus en détail ici, avec un code et/ou des instructions de programmation appropriés mises en œuvre dans un logiciel, matériel et/ou autre support. Dans des modes de réalisation, une ECU peut inclure une pluralité de contrôleurs. Dans des modes de réalisation, une ECU peut être connectée à un écran, tel qu'un écran tactile.
- [0140] Divers exemples/modes de réalisation sont décrits ici pour différents appareils, systèmes et/ou procédés. De nombreux détails spécifiques sont énoncés pour assurer une meilleure compréhension de la structure, la fonction, la fabrication et l'utilisation globales des exemples/modes de réalisation décrits dans la présente et illustrés dans les

dessins associés. Cependant, pour les spécialistes du domaine, il est clair que les exemples/modes de réalisation peuvent être mis en œuvre sans de tels détails spécifiques. Dans d'autres cas, des opérations, composants et éléments bien connus n'ont pas été décrits en détail afin de ne pas obscurcir les exemples/modes de réalisation décrits dans les présentes. Pour les spécialistes du domaine, il est bien entendu que les exemples/modes de réalisation décrits et illustrés ci-après sont des exemples non limitatifs, et ainsi on peut estimer que les détails structuraux et fonctionnels spécifiques décrits ici peuvent être représentatifs et ne limitent pas nécessairement la portée des modes de réalisation.

- [0141] Dans les présentes, les références à « exemples », « dans les exemples », « différents modes de réalisation », « avec les modes de réalisation », « dans des modes de réalisation », ou « un mode de réalisation », ou similaire, signifient qu'une fonctionnalité, structure ou caractéristique particulière décrite en relation avec l'exemple/le mode de réalisation est incluse dans au moins un mode de réalisation. Ainsi, la présence des expressions « exemples », « dans les exemples », « dans divers modes de réalisation », « avec des modes de réalisation », « dans des modes de réalisation », ou « un mode de réalisation », ou d'expressions similaires, partout dans la description ne se réfère pas nécessairement à la même forme de mode de réalisation. En outre, les fonctionnalités, structures ou caractéristiques particulières peuvent être combinées de toute façon adéquate dans un ou plusieurs exemples/modes de réalisation. Ainsi, les fonctionnalités, structures ou caractéristiques particulières illustrées ou décrites en relation avec un mode de réalisation/exemple peuvent être combinées, en tout ou en partie, avec les fonctionnalités, structures, fonctions, et/ou caractéristiques d'un ou de plusieurs autres modes de réalisation/exemples sans limitation étant donné qu'une telle combinaison n'est pas absurde ou non fonctionnelle. De plus, de nombreuses modifications peuvent être apportées afin d'adapter une situation particulière ou un matériau aux principes de la présente invention sans sortir de la portée.
- [0142] Il faut comprendre que les références à un seul élément ne sont pas nécessairement ainsi limitées et peuvent comporter un ou plusieurs de ces éléments. Toutes les références directionnelles (par exemple, plus, moins, supérieure, inférieure, ascendante, descendante, gauche, droite, vers la gauche, vers la droite, haut, bas, ci-dessus, ci-dessous, vertical, horizontal, horaire et anti-horaire) ne sont utilisées qu'à des fins d'identification pour faciliter la compréhension du lecteur de la présente invention, et ne créent pas de limitations, notamment en ce qui concerne la position, l'orientation ou l'utilisation des exemples/des modes de réalisation.
- [0143] Des références de jonction (par exemple, fixées, reliées, connectées, etc.) doivent être prises dans un sens large et peuvent comporter des éléments intermédiaires entre une connexion d'éléments et un déplacement relatif entre éléments. De ce fait, les ré-

férences de jonction ne signifient pas nécessairement que deux éléments sont directement reliés/couplés et en relation fixe l'un par rapport à l'autre. L'utilisation de « par exemple » dans la description doit être prise dans un sens large et vise à fournir des exemples non limitatifs de réalisation de l'invention, et l'invention n'est pas limitée à de tels exemples. Les utilisations de « et » et « ou » doivent être prises dans un sens large (par exemple, pour avoir valeur de « et/ou »). Par exemple et sans limitation, les utilisations de « et » ne requièrent pas nécessairement tous les éléments ou caractéristiques énumérés, et les utilisations de « ou » sont inclusives sauf si une telle interprétation serait absurde.

- [0144] Même si des processus, des systèmes et des procédés peuvent être décrits dans les présentes en relation avec une ou plusieurs étapes dans un ordre précis, il faut comprendre que de tels procédés peuvent être mis en œuvre avec les étapes dans un ordre différent, en effectuant certaines étapes simultanément, en ajoutant des étapes, et/ou en omettant certaines étapes décrites.
- [0145] Les différents points abordés dans la description ci-dessus ou représentés sur les dessins associés sont interprétés à titre illustratif et non limitatif. Des modifications peuvent être apportées aux détails ou à la structure sans sortir du cadre de la présente invention.
- [0146] Il doit être entendu qu'une unité de commande électronique (ECU), un système et/ou un processeur tels que décrits ici peuvent inclure un appareil de traitement classique connu dans la technique, qui peut être capable d'exécuter des instructions préprogrammées stockées dans une mémoire associée, tout en fonctionnant conformément à la fonctionnalité décrite ici. Dans la mesure où les procédés décrits ici sont mis en œuvre dans un logiciel, le logiciel résultant peut être stocké dans une mémoire associée et peut également constituer des moyens pour effectuer de tels procédés. Un tel système ou processeur peut encore être du type à mémoire ROM, RAM, RAM et ROM, et/ou une combinaison de mémoires non volatiles et volatiles de sorte que tout logiciel puisse être stocké et permettre encore le stockage et le traitement de données et/ou de signaux produits dynamiquement.
- [0147] On comprend en outre qu'un article de fabrication conforme à l'invention peut inclure un support de stockage lisible par un ordinateur non transitoire comportant un programme informatique codé sur celui-ci pour la mise en œuvre d'une logique et d'une autre fonctionnalité décrites ici. Le programme informatique peut comporter un code pour mettre en œuvre un ou plusieurs des procédés décrits ici. De tels modes de réalisation peuvent être configurés pour s'exécuter via un ou plusieurs processeurs, tels que des processeurs multiples intégrés dans un système unique ou répartis et connectés ensemble par l'intermédiaire d'un réseau de communication, et le réseau de communication peut être filaire et/ou sans fil. Un code pour mettre en œuvre une ou plusieurs

des caractéristiques décrites en relation avec un ou plusieurs modes de réalisation peut, lorsqu'il est exécuté par un processeur, amener une pluralité de transistors à passer d'un premier état à un second état. Un motif de changement particulier (par exemple, quel transistor change d'état et lequel n'en change pas), peut être dicté, au moins partiellement, par la logique et/ou le code.

Revendications

- [Revendication 1] Procédé de surveillance d'un système électrique présentant une pluralité de charges électriques, le procédé comprenant :
- l'actionnement de la pluralité de charges électriques ;
 - l'obtention d'un profil de puissance combiné pour la pluralité de charges électriques ;
 - la décomposition du profil de puissance combiné en profils de charge électrique individuels ; et
 - la commande de l'actionnement d'une ou plusieurs charges électriques de la pluralité de charges électriques selon le profil de charge électrique individuel des une ou plusieurs charges électriques.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, dans lequel la décomposition du profil de puissance combiné inclut l'application d'une décomposition d'événements multidimensionnelle au profil de puissance combiné pour identifier et désagréger le profil de puissance combiné en profils de charges électriques individuels.
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 2, dans lequel la décomposition du profil de puissance combiné inclut la détection d'événements de consommation de puissance de la pluralité de charges électriques.
- [Revendication 4] Procédé selon la revendication 3, dans lequel la détection d'événements de consommation de puissance inclut l'obtention d'une durée d'événement, d'un signe d'événement, d'une caractéristique de régime stationnaire d'événement, et/ou d'une forme d'onde moyenne d'événement pour chaque événement détecté.
- [Revendication 5] Procédé selon la revendication 4, dans lequel la détection d'événements de consommation de puissance inclut la détection d'un changement d'état si une caractéristique de régime stationnaire change d'une quantité supérieure à un premier seuil, et la détection d'un événement de consommation de puissance si une durée du changement d'état est supérieure à un deuxième seuil.
- [Revendication 6] Procédé selon la revendication 3, dans lequel la détection d'événements de consommation de puissance inclut la détection d'événements ayant des durées d'état supérieures à un seuil de durée d'état et la non-détection d'événements ayant des durées d'état égales ou inférieures au seuil de durée d'état.
- [Revendication 7] Procédé selon la revendication 3, dans lequel la décomposition du profil de puissance combiné inclut la classification des événements de

- consommation de puissance détectés.
- [Revendication 8] Procédé selon la revendication 7, dans lequel la classification des événements de consommation de puissance détectés inclut le regroupement d'événements et l'association des événements de consommation de puissance détectés de chaque charge électrique de la pluralité de charges électriques.
- [Revendication 9] Procédé selon la revendication 8, dans lequel la décomposition du profil de puissance combiné inclut l'application d'une classification et d'une décomposition progressives des charges.
- [Revendication 10] Procédé selon la revendication 1, dans lequel le contrôle du fonctionnement des une ou plusieurs charges électriques inclut (i) la prédiction d'une défaillance imminente des une ou plusieurs charges électriques via le profil de charge électrique individuel des une ou plusieurs charges électriques, et (ii) la commutation des une ou plusieurs charges électriques.
- [Revendication 11] Procédé selon la revendication 1, dans lequel la décomposition du profil de puissance combiné inclut le regroupement d'événements, le regroupement d'événements incluant :
- la détermination d'une distance de Mahalanobis entre un événement nouvellement détecté et un ou plusieurs regroupements d'événements existants ;
 - l'attribution de l'événement nouvellement détecté à un regroupement d'événements des un ou plusieurs regroupements d'événements existants si la distance de Mahalanobis est inférieure ou égale à un seuil de regroupement d'événements ; et
 - la création d'un nouveau regroupement d'événements et l'attribution de l'événement nouvellement détecté au nouveau regroupement d'événements si la distance de Mahalanobis est supérieure au seuil de regroupement d'événements.
- [Revendication 12] Procédé selon la revendication 1, dans lequel la décomposition du profil de puissance combiné inclut l'unité de commande électronique effectuant :
- une évaluation de signification statistique ;
 - une évaluation de type de regroupement d'événements ;
 - une détermination d'une probabilité de transition ;
 - une détermination de type de source de regroupement d'événements ; et
 - une évaluation de l'état de regroupement d'événements pour déterminer un état de regroupement d'événements selon des informations de

l'évaluation de signification statistique, de l'évaluation de type de regroupement d'événements, de la détermination de probabilité de transition, de la détermination de type de source de regroupement d'événements.

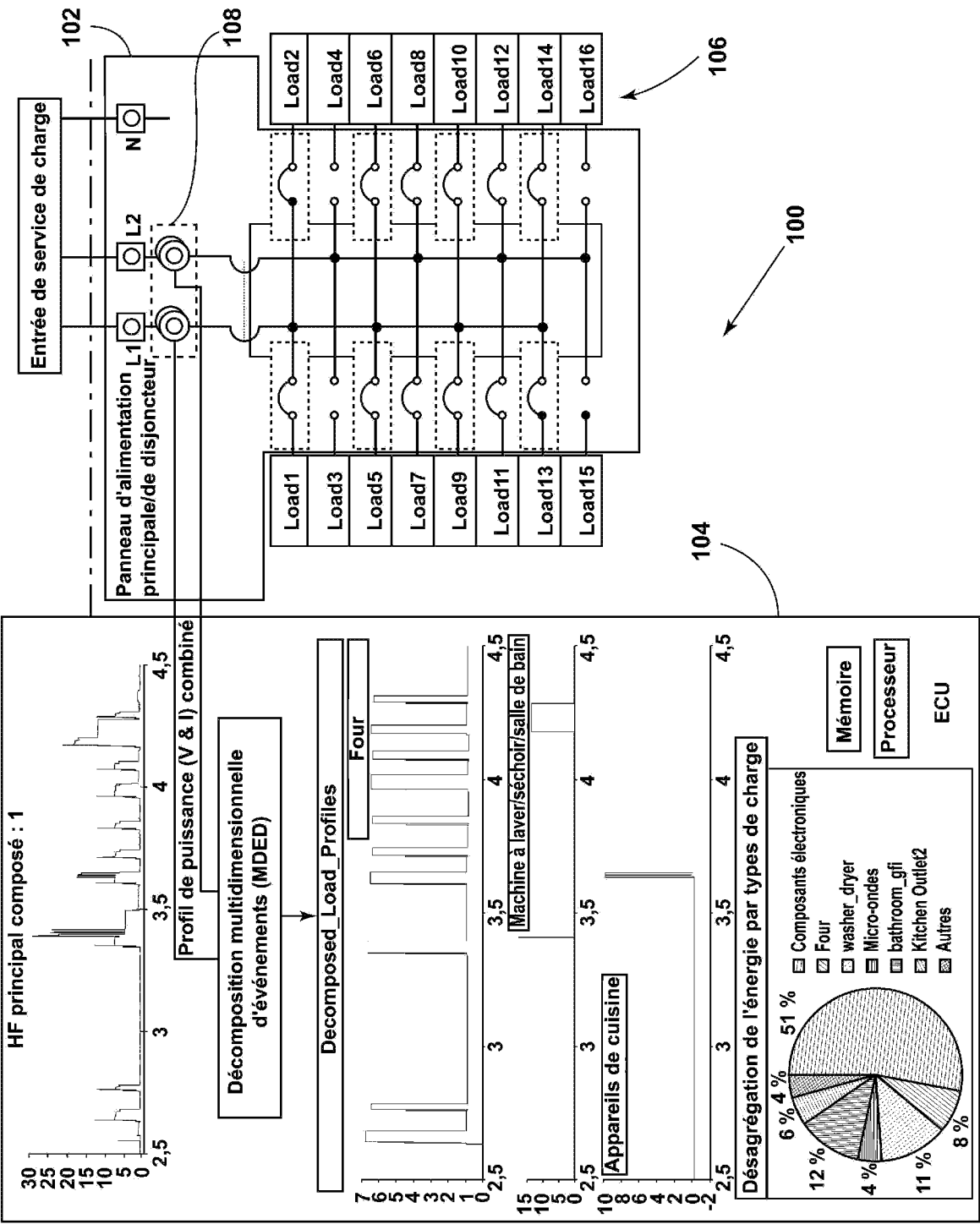
- [Revendication 13] Procédé selon la revendication 1, dans lequel la décomposition des profils de puissance combinés inclut l'unité de commande électronique effectuant le réarrangement des regroupements d'événements ; et le réarrangement des regroupements d'événements inclut l'élimination des regroupements d'événements ayant un état abandonné.
- [Revendication 14] Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'actionnement de la pluralité de charges électriques inclut la mise en service et/ou l'extinction de chaque charge de la pluralité de charges selon une séquence prédéterminée.
- [Revendication 15] Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'actionnement de la pluralité de charges électriques inclut la fourniture d'une puissance multiphasée à la pluralité de charges électriques.
- [Revendication 16] Procédé selon la revendication 1, dans lequel la décomposition du profil de puissance combiné en profils de charges électriques individuels inclut l'attribution de charges de la pluralité de charges à un premier niveau de charge, un deuxième niveau de charge et un troisième niveau de charge.
- [Revendication 17] Système électrique, comprenant :
 une unité de commande électronique ;
 une source d'alimentation ; et
 une pluralité de charges électriques connectées à la source d'alimentation ;
 dans lequel l'unité de commande électronique est configurée pour :
 obtenir un profil de puissance combiné pour la pluralité de charges électriques ;
 appliquer une décomposition multidimensionnelle d'événements au profil de puissance combiné pour identifier et désagréger des profils de charges électriques individuels à partir du profil de puissance combiné ;
 commander l'actionnement d'une ou plusieurs charges électriques de la pluralité de charges électriques en fonction du profil de dispositif électrique individuel des une ou plusieurs charges électriques.
- [Revendication 18] Système électrique selon la revendication 17, dans lequel la pluralité de charges électriques inclut des appareils d'aéronef.
- [Revendication 19] Système électrique selon la revendication 17, dans lequel la source

d'alimentation est configurée pour fournir sélectivement une puissance multiphasée à la pluralité de charges électriques.

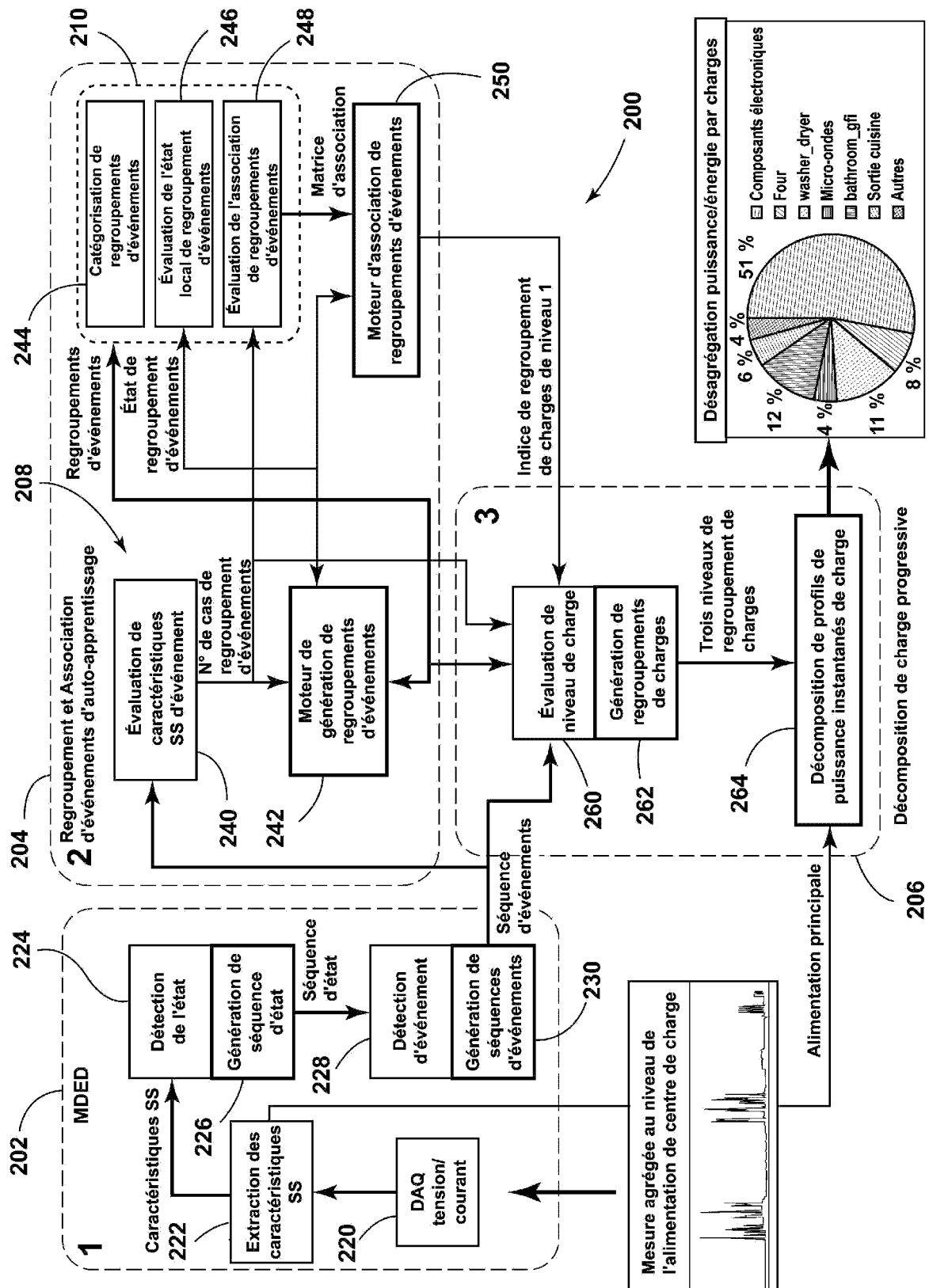
[Revendication 20]

Système électrique selon la revendication 17, dans lequel la source d'alimentation inclut un panneau de disjoncteur.

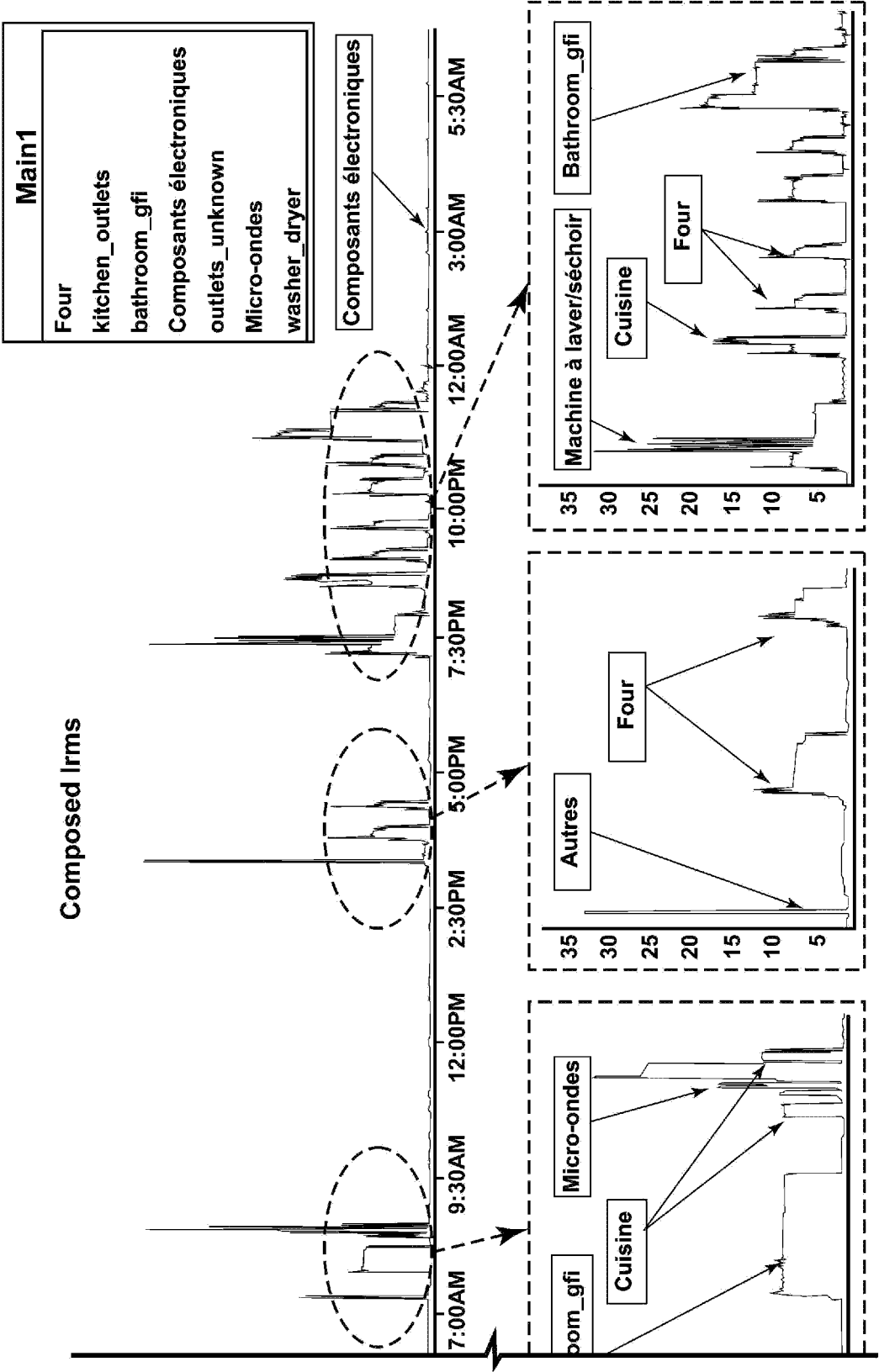
[Fig. 1]



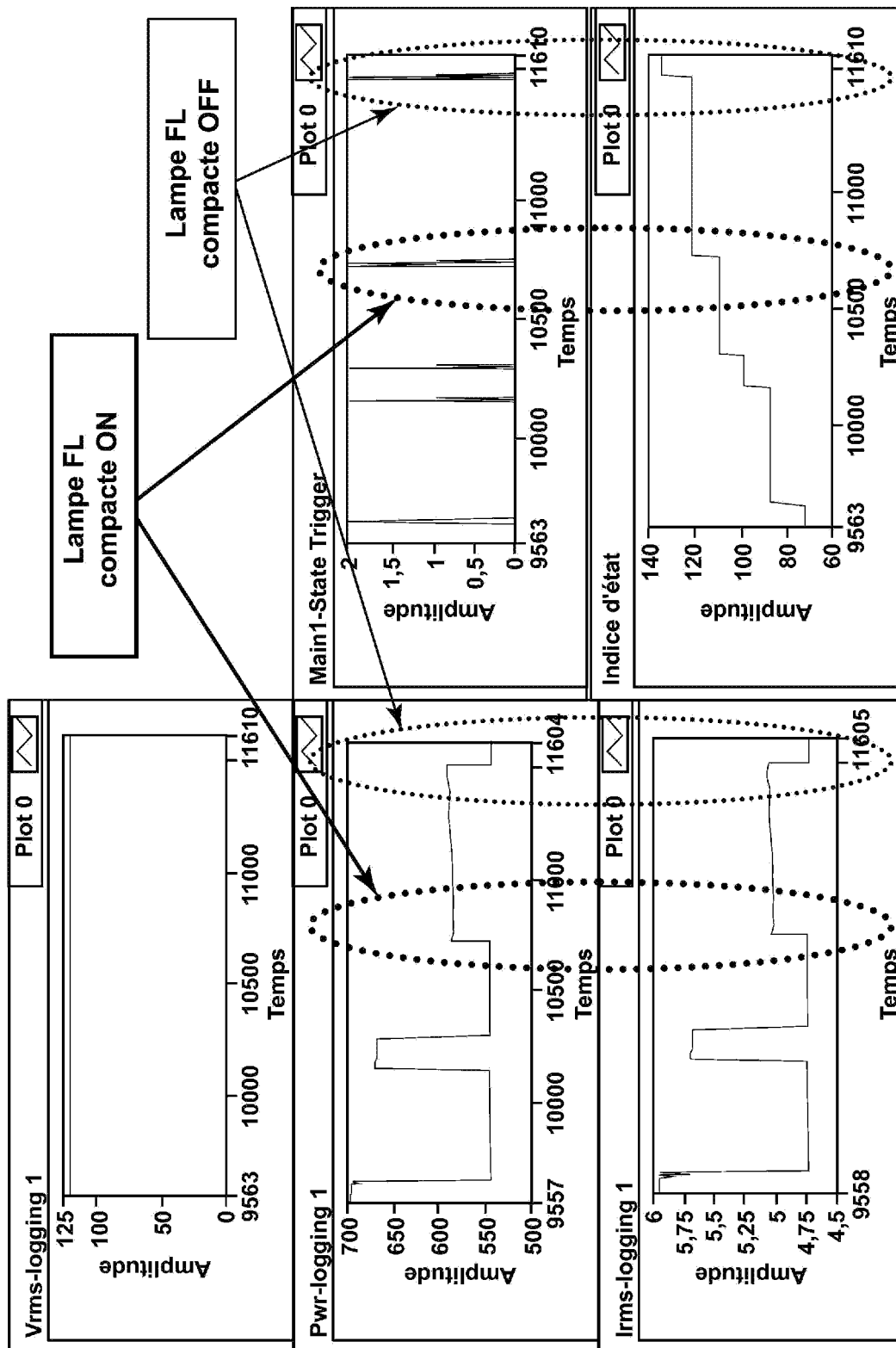
[Fig. 2]



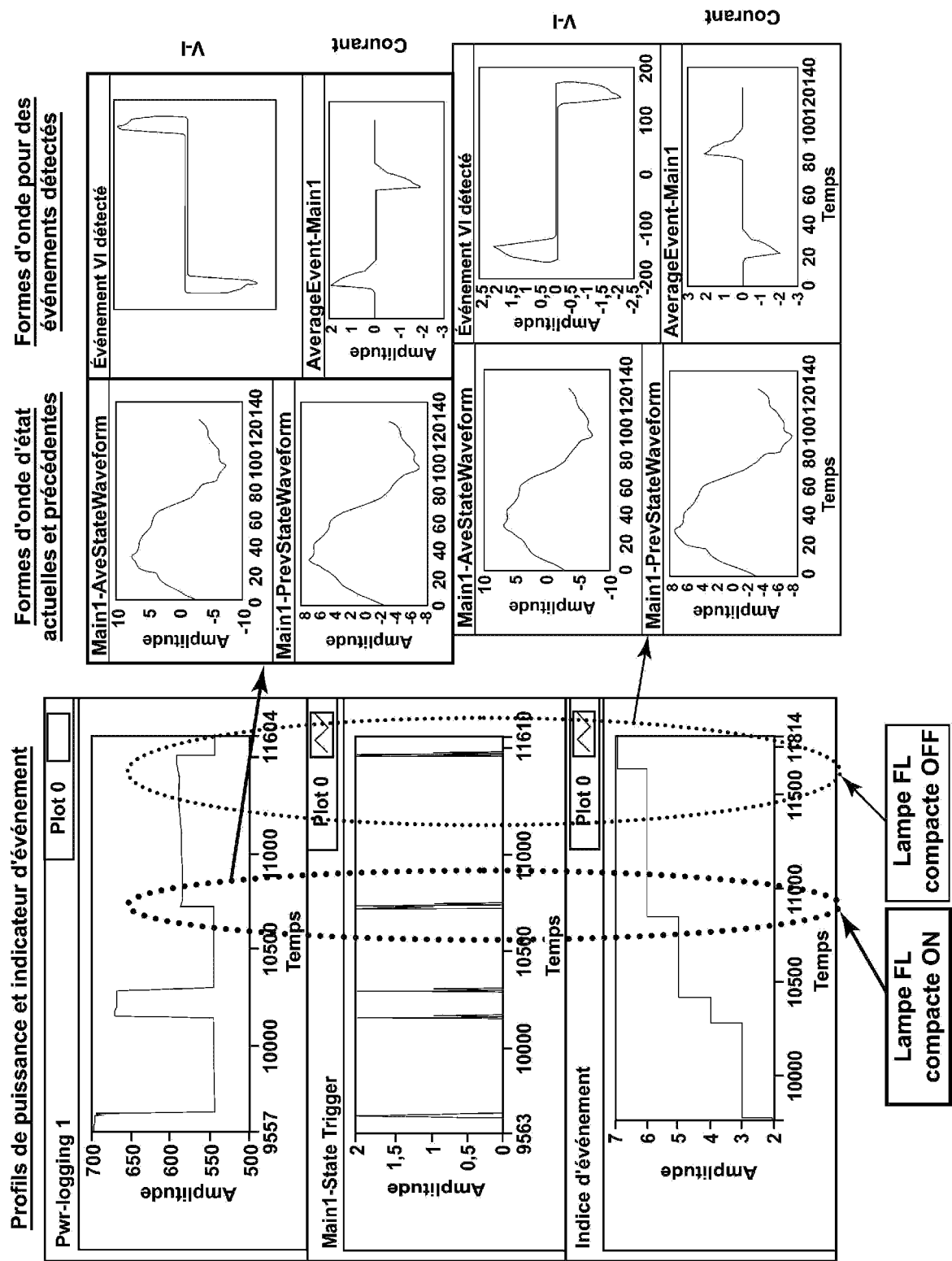
[Fig. 3]



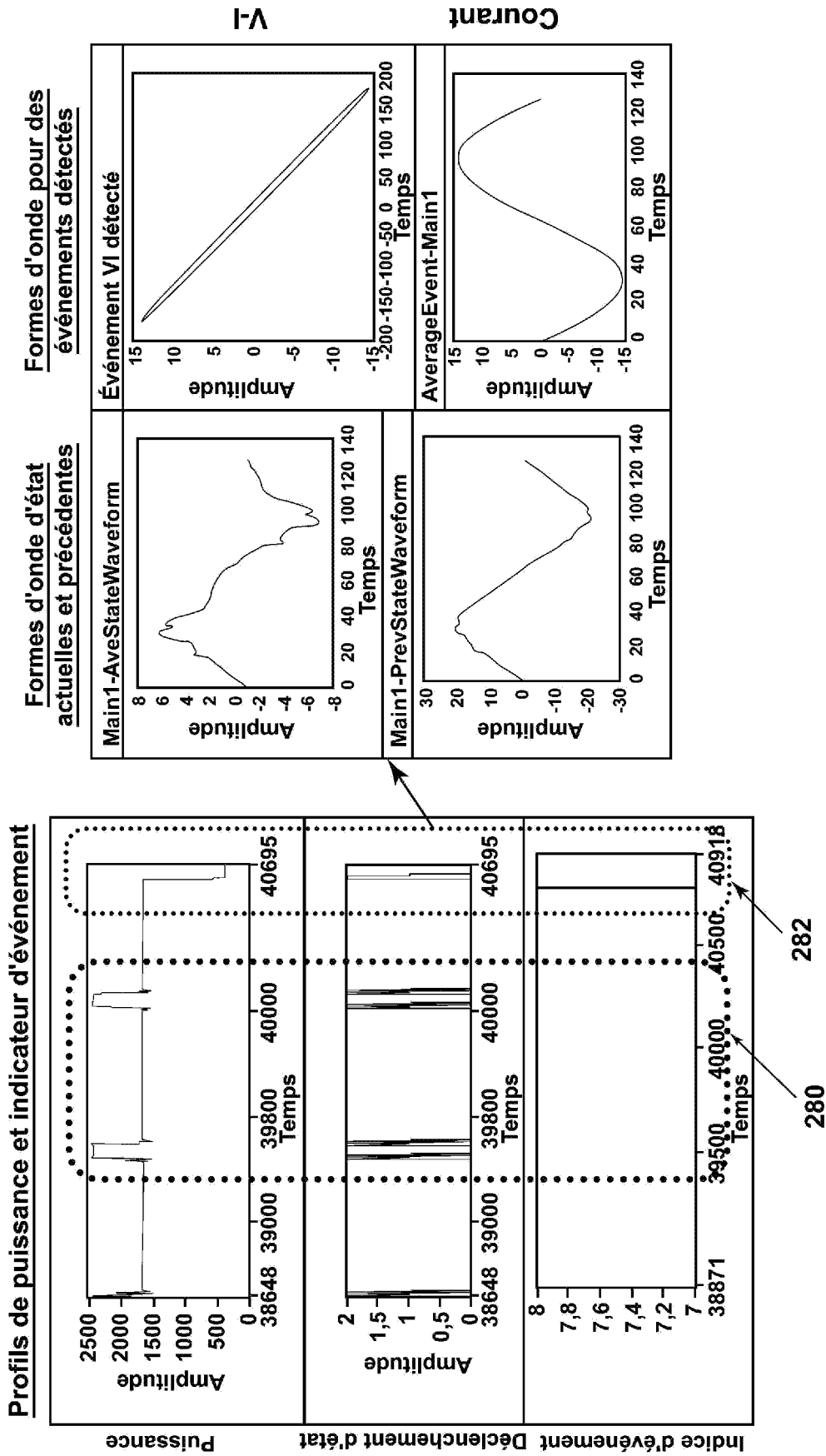
[Fig. 4]



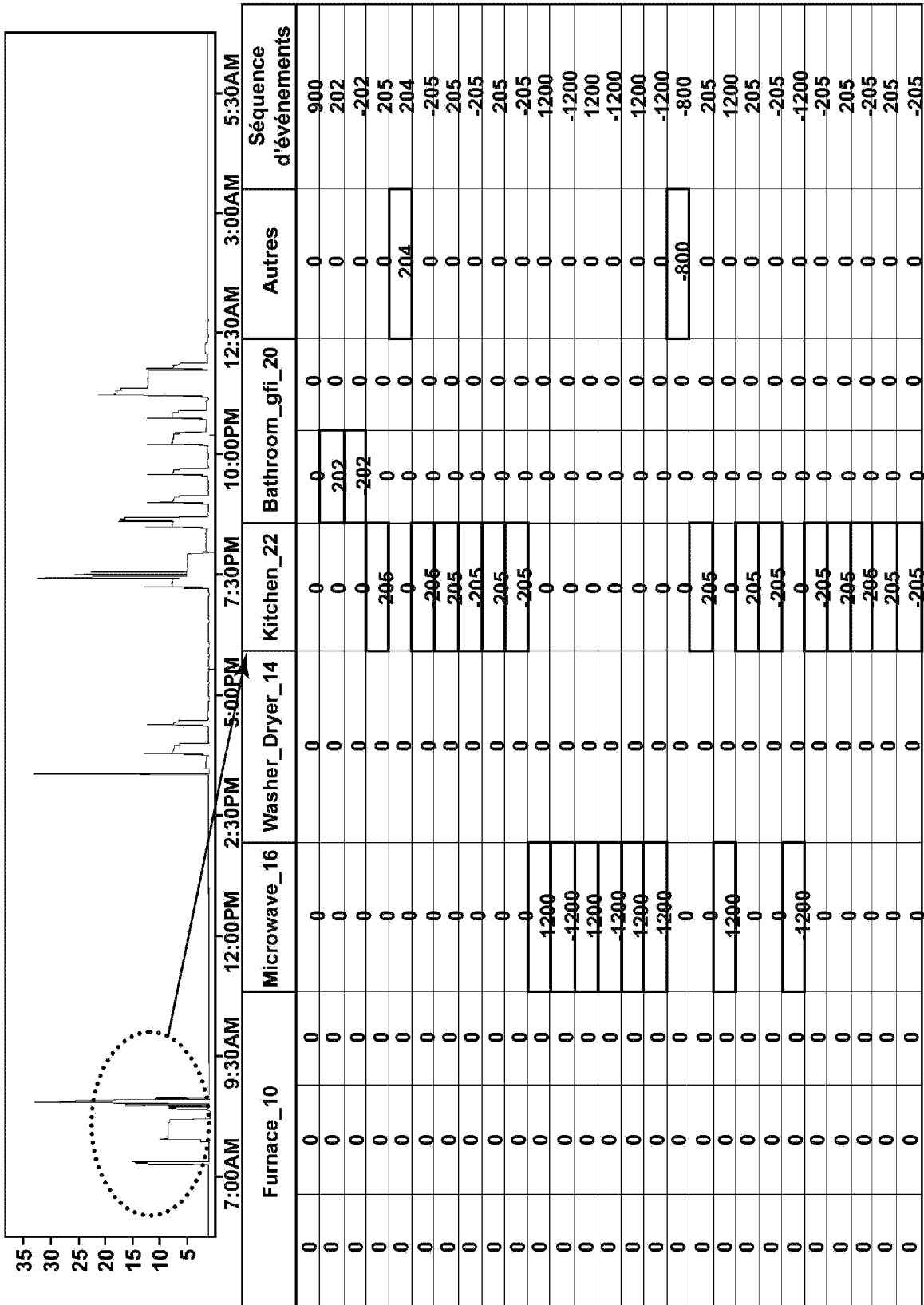
[Fig. 5]



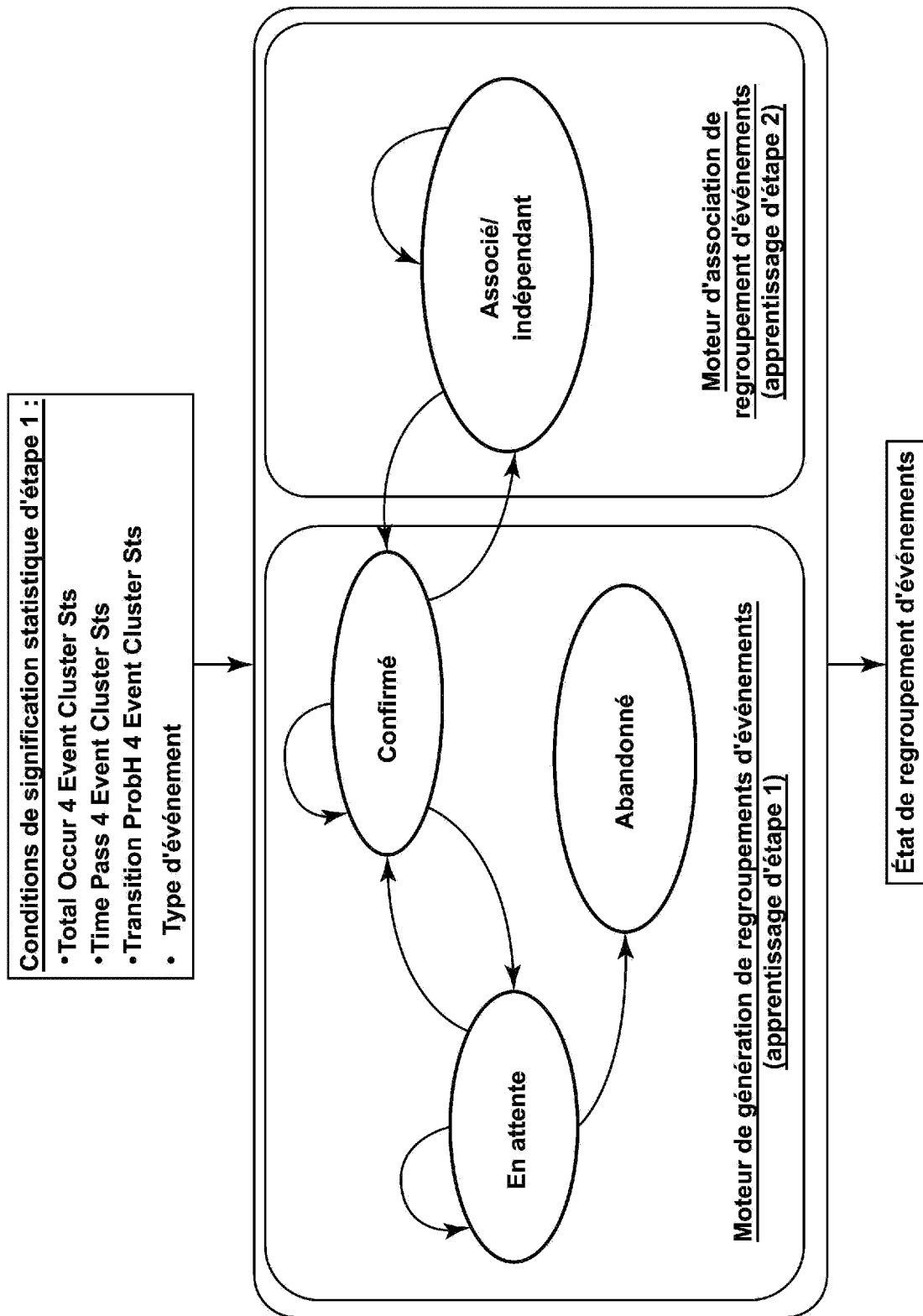
[Fig. 6]



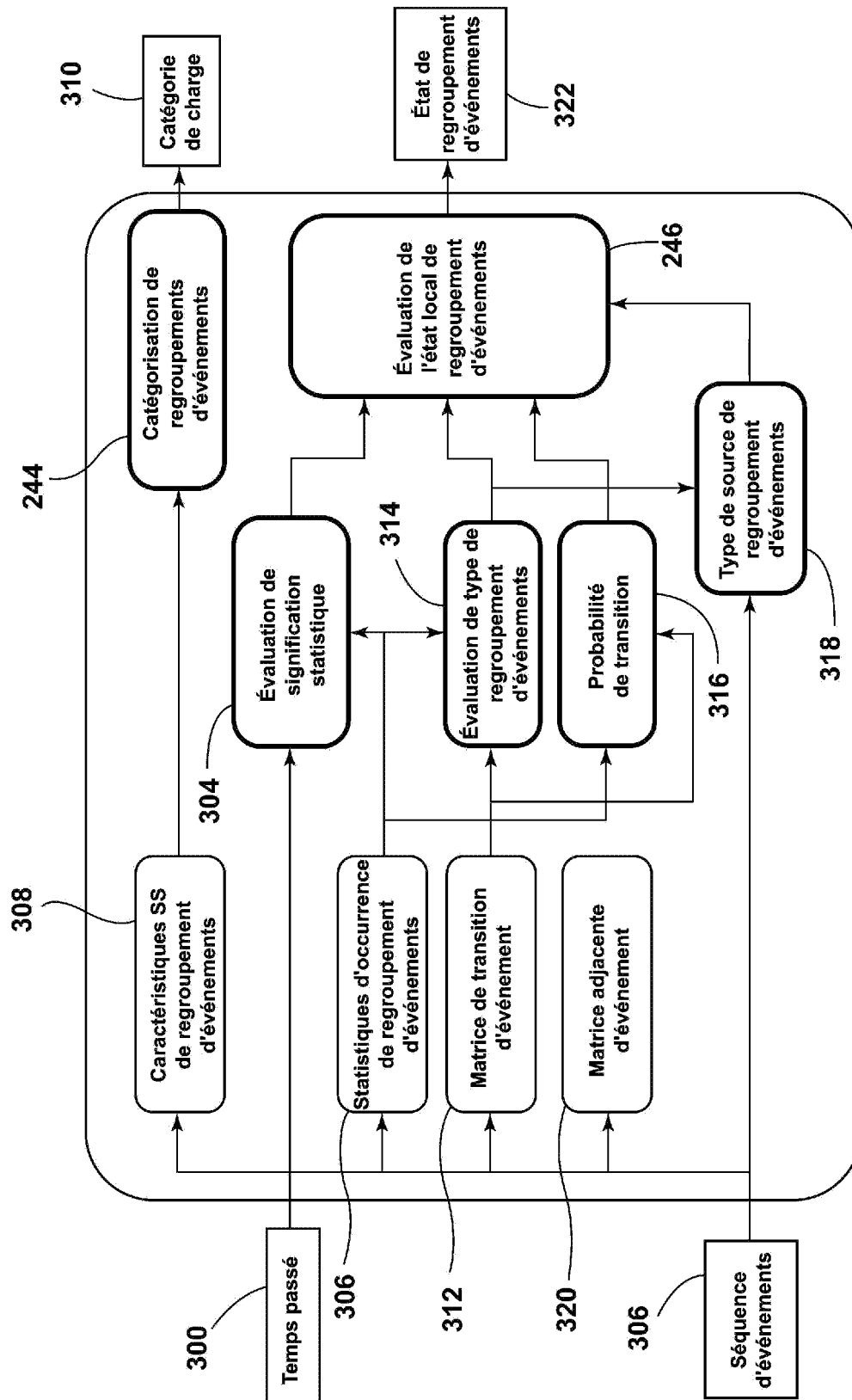
[Fig. 7]



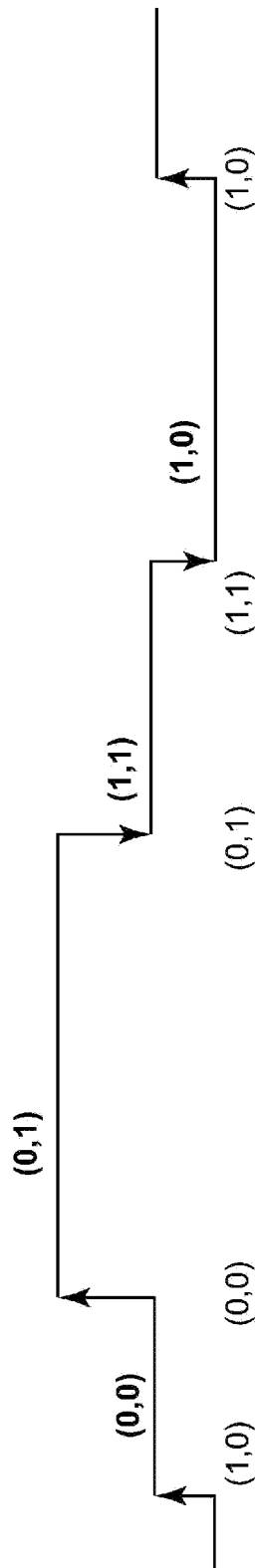
[Fig. 8]



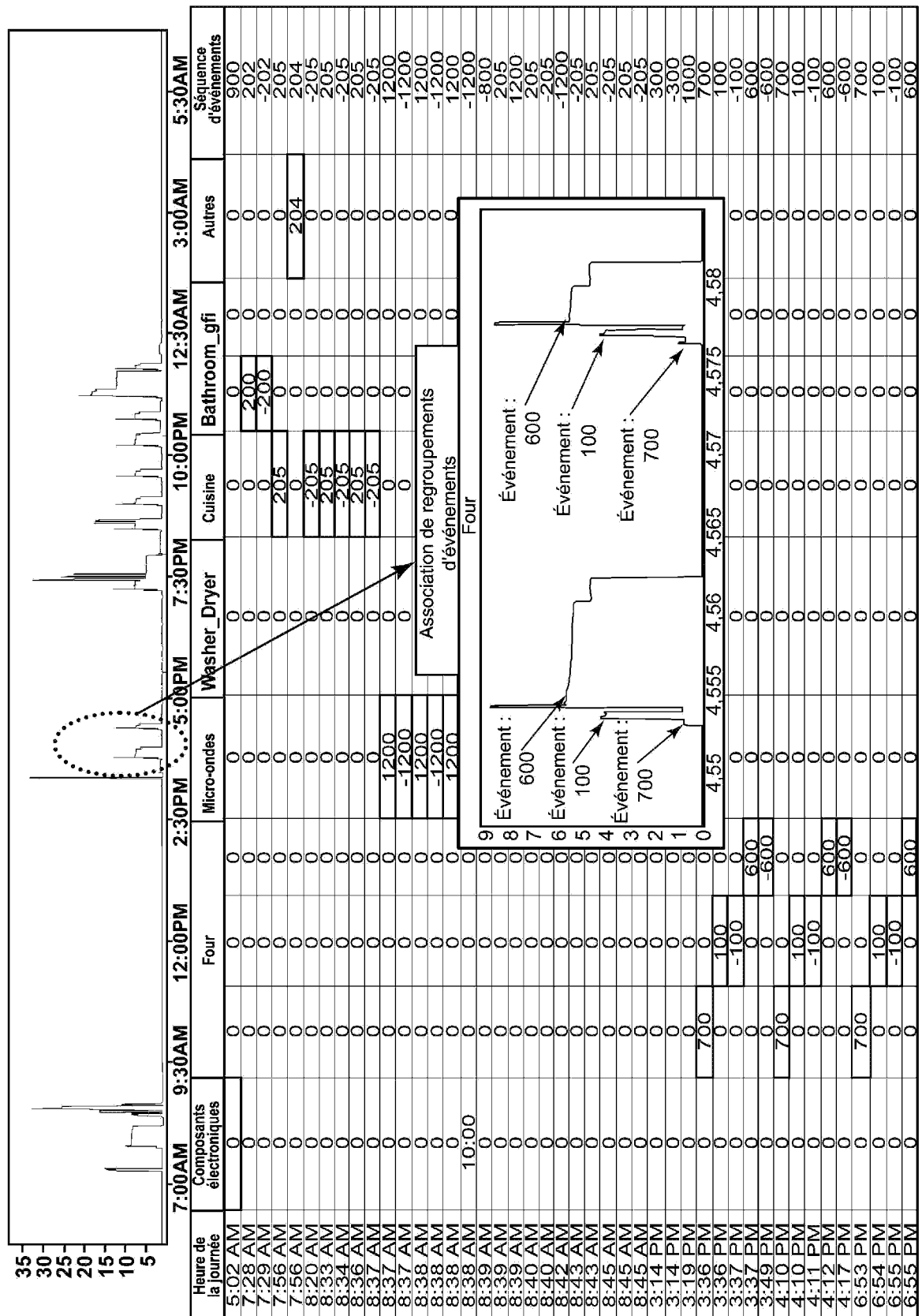
[Fig. 9]



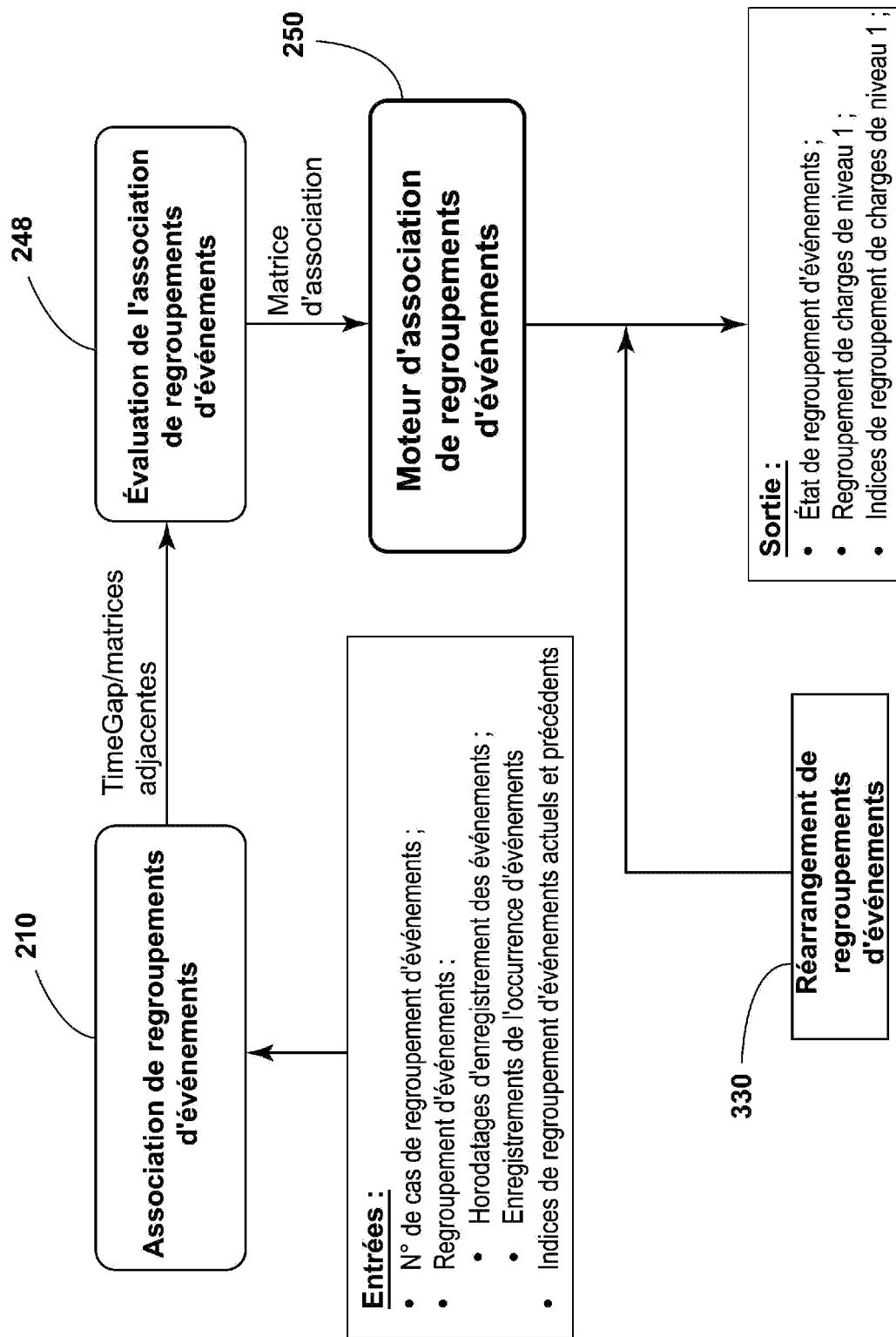
[Fig. 9A]



[Fig. 10]

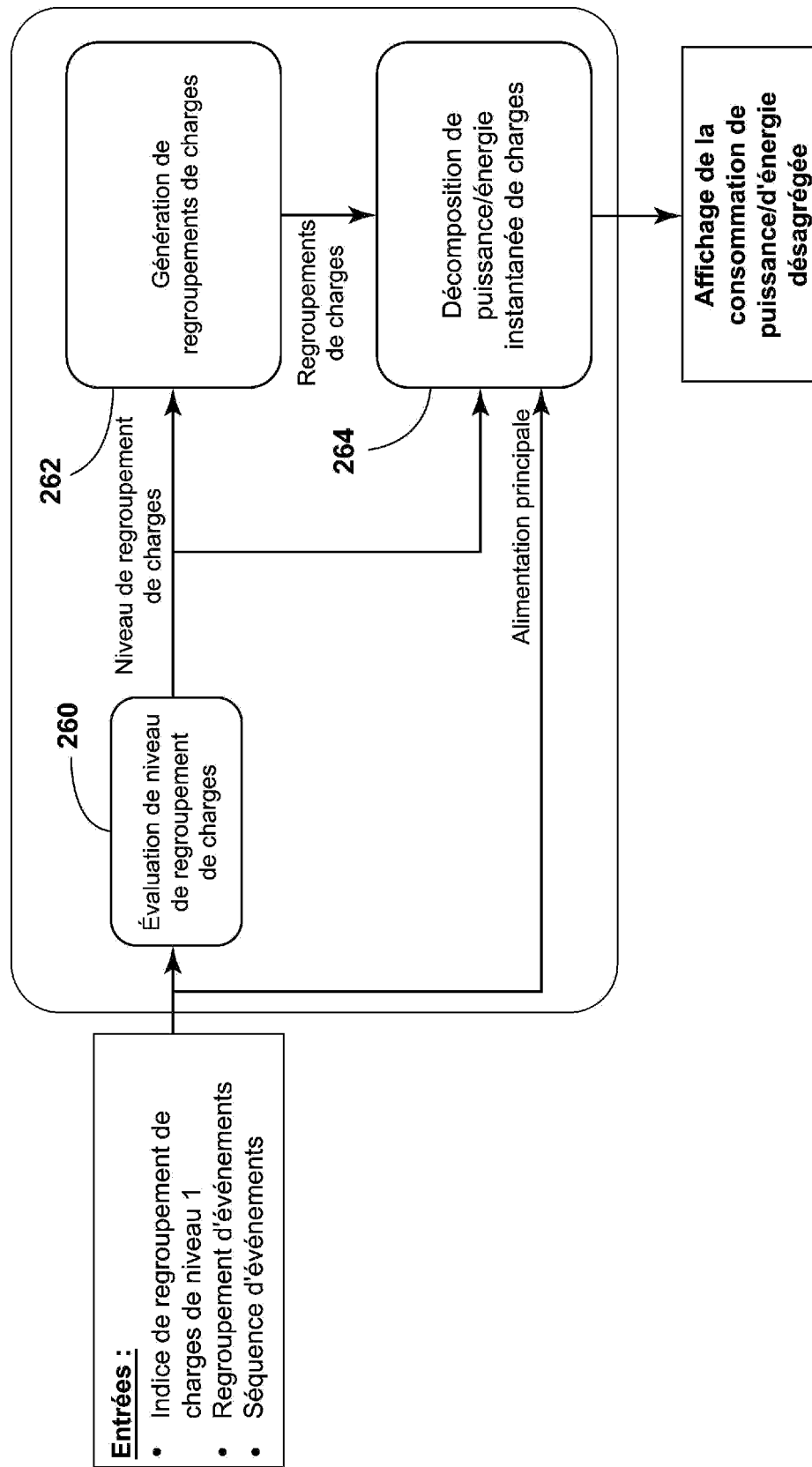


[Fig. 11]

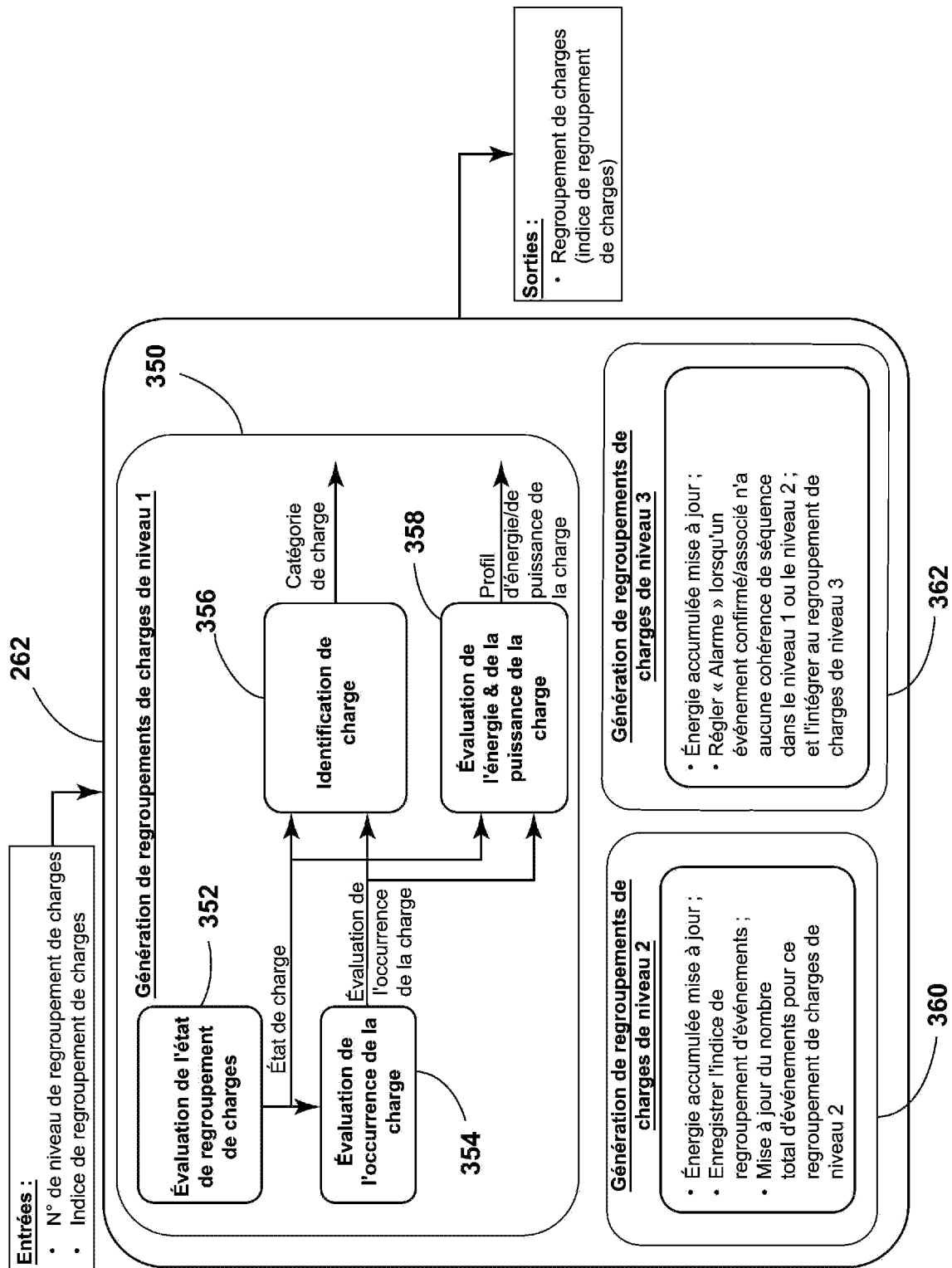


[Fig. 12]

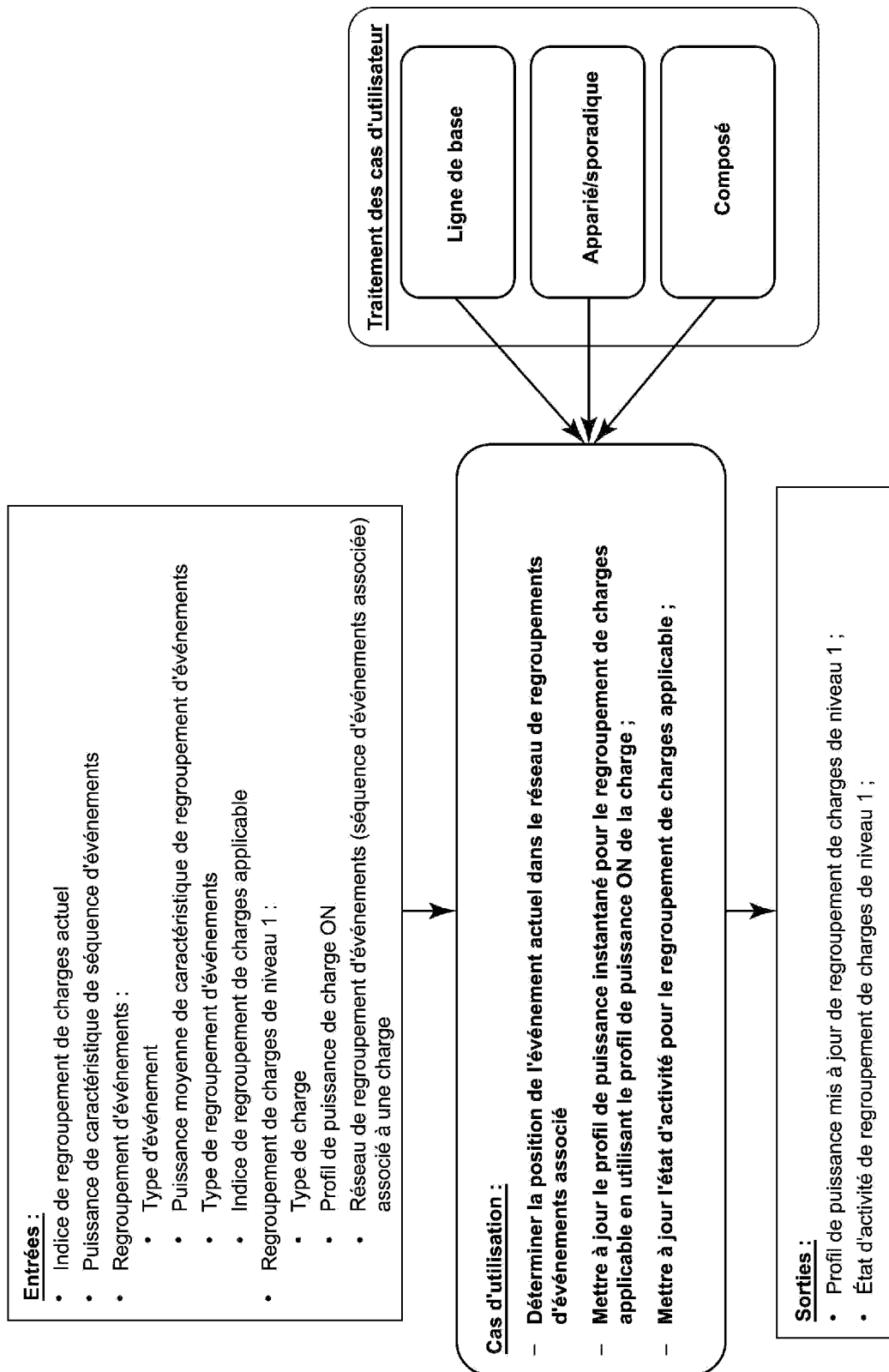
206



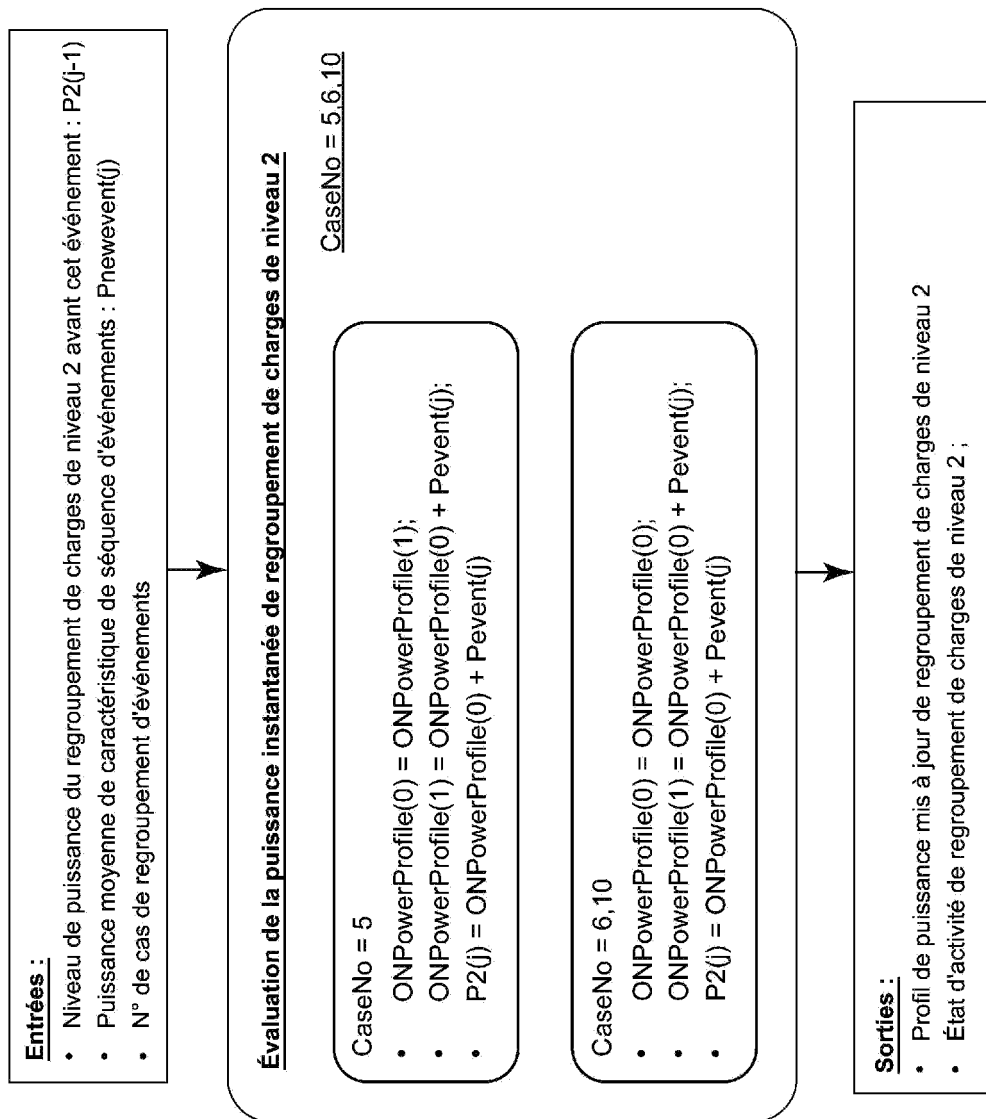
[Fig. 13]



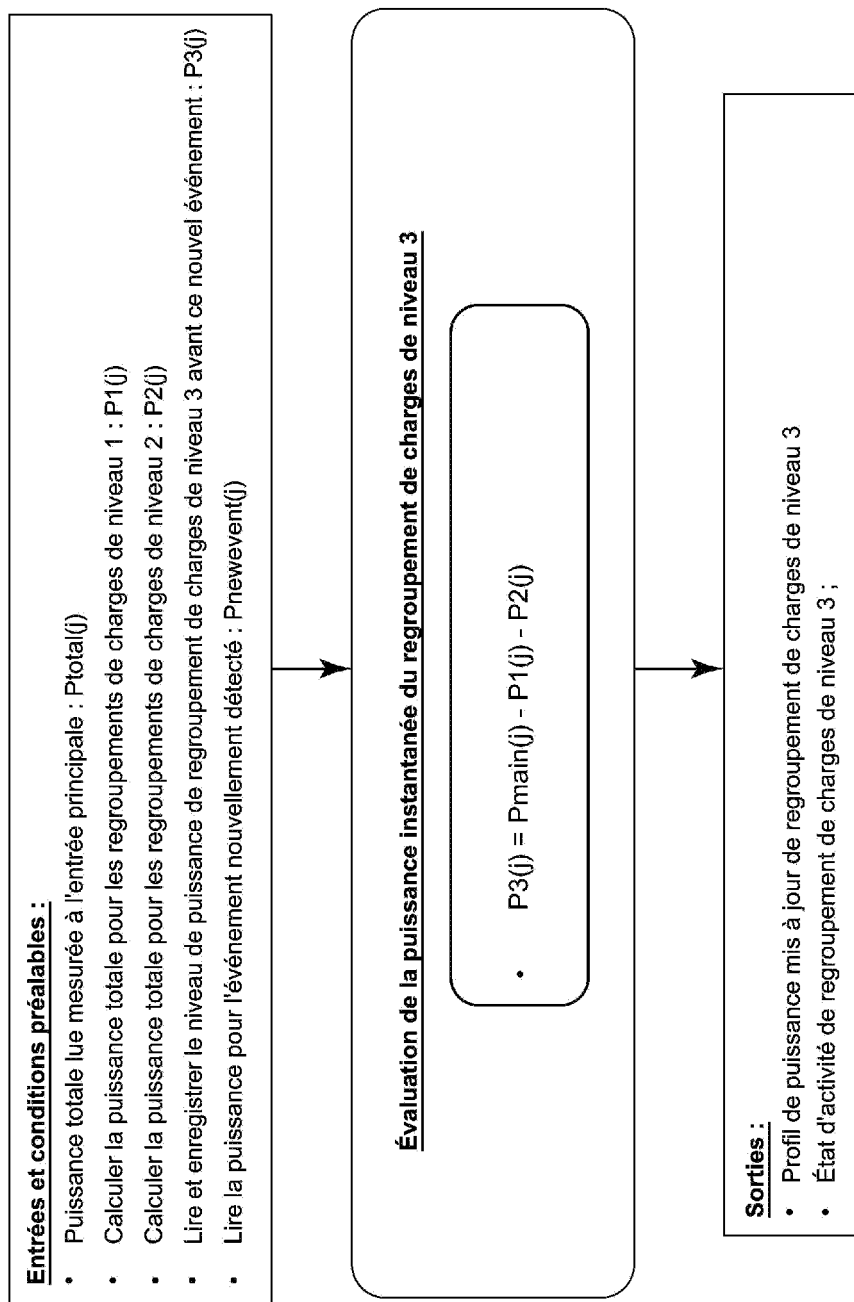
[Fig. 14]



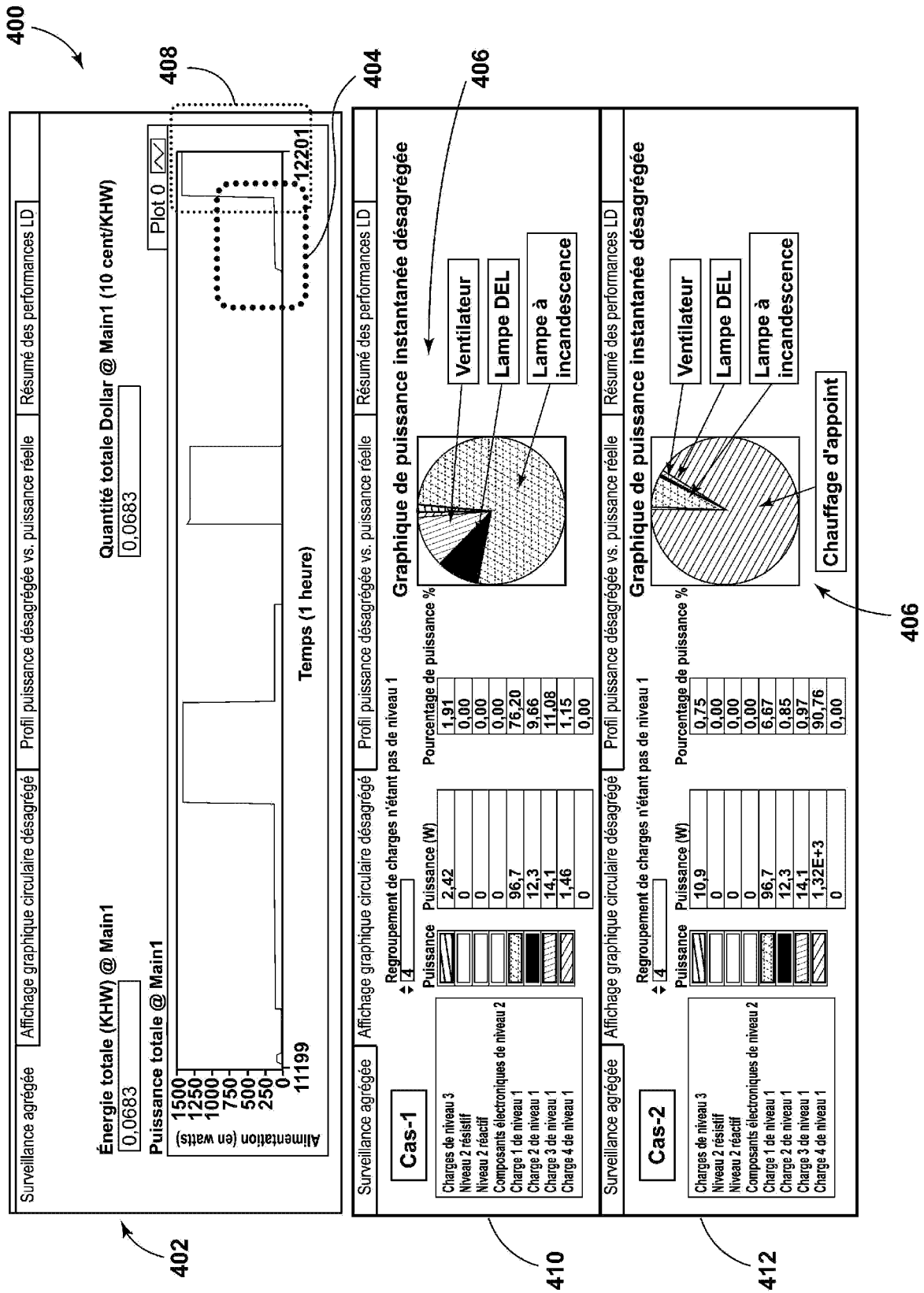
[Fig. 15]



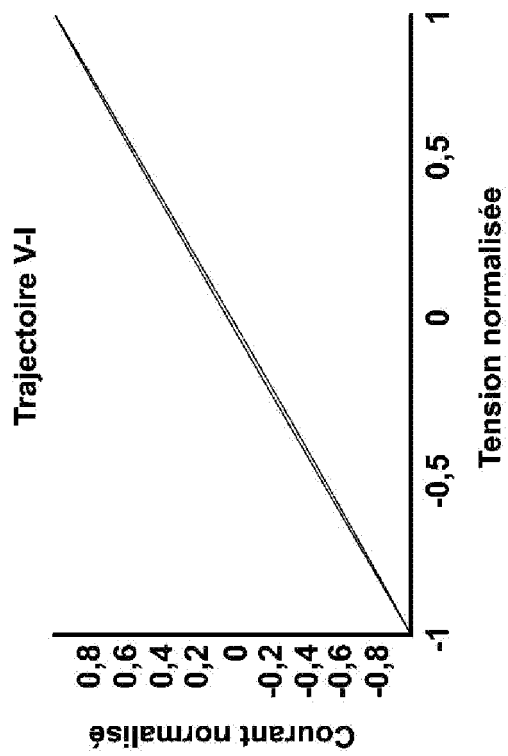
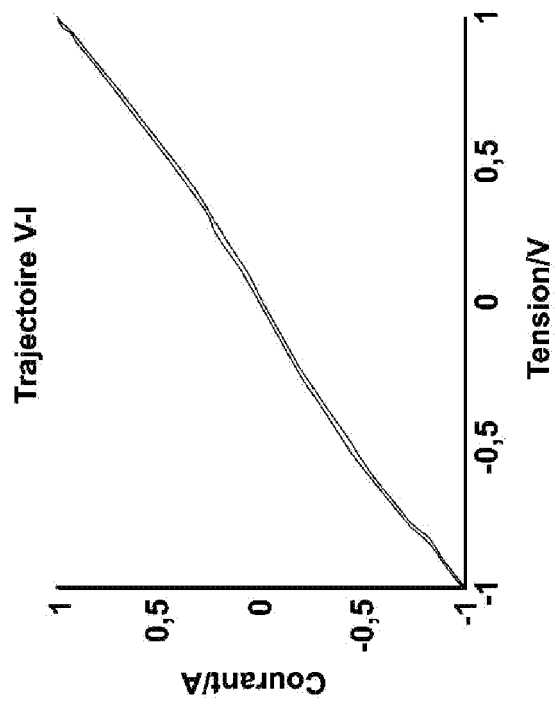
[Fig. 16]



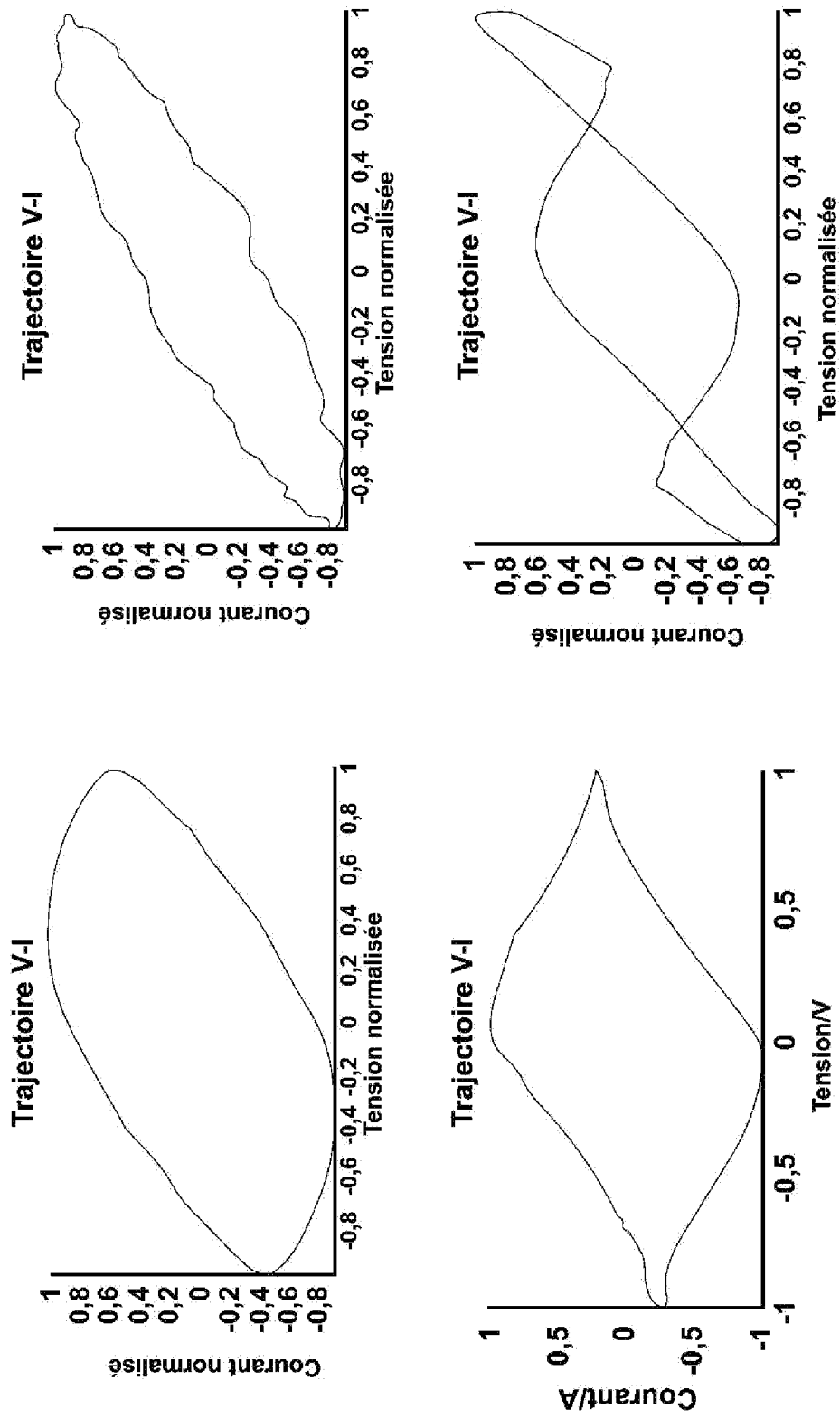
[Fig. 17]



[Fig. 18A]



[Fig. 18B]



[Fig. 18C]

