



# Smart Energy Systems: Définitions et exigences portant sur les pompes à chaleur, les pompes à chaleur à pro- duction d'eau chaude, les accumulateurs et la photovoltaïque



## Flux de données ininterrompu du producteur d'énergie au consommateur chez l'utilisateur final (pompe à chaleur pour le chauffage, l'eau chaude, l'aération, la climatisation)

L'exploitation rentable des nouvelles technologies (photovoltaïque, pompes à chaleur, batteries de stockage et bien d'autres) en tant que système pose des défis inédits aux producteurs d'énergie et aux nouvelles technologies. La satisfaction de ces nouvelles exigences repose sur une communication compatible, compréhensible et uniforme entre les différents composants du système. L'exploitation rentable aussi bien des composants que de l'ensemble du système (exemple cf. illustration 1) présuppose une gestion relativement complexe assurée par le système de régulation.

Dans ce qui suit, nous distinguons entre trois systèmes de régulation:

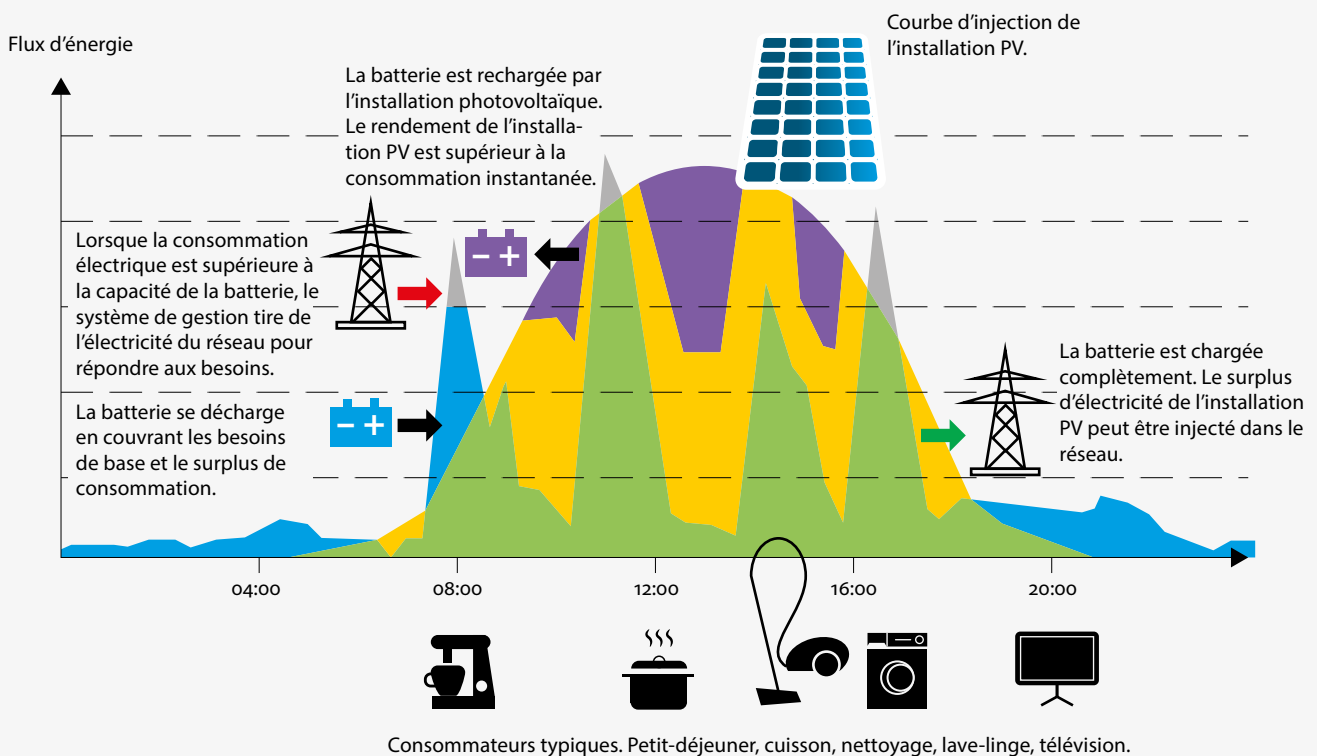
Systèmes domestiques (ou systèmes passerelle) avec ou sans énergie de régulation

Système «SG Ready» (SG-R) avec exigences minimales pour les pompes à chaleur

Système «SmartGridready» (SGr) avec exigences de communication selon CEI

Illustration 1  
Source: BDH/Brochure d'information 68

### Système de régulation/gestionnaire énergétique – exemple d'une journée typique



- Consommation propre d'électricité stockée dans la propre batterie
- Injection du surplus de courant produit par la PV dans le réseau local
- Consommation propre directe de l'électricité produite par la PV
- Stockage dans la propre batterie du surplus d'électricité produit par la PV
- Besoin en électricité provenant du réseau électrique local

## Définition des trois systèmes de régulation en un clin d'œil

### Page 4 Systèmes domestiques (systèmes passerelle)

L'industrie des pompes à chaleur peut agir sur les fonctionnalités du consommateur (pompe à chaleur, etc.) par le gestionnaire énergétique de l'utilisateur ou par des systèmes domestiques (systèmes passerelle) tout en tenant compte de l'état de consommation ou des prévisions météo.

### Page 5 Systèmes domestiques avec énergie de régulation

Dans les installations à répartition géographique quelconque, l'agrégateur peut jouer le rôle d'une centrale virtuelle et assurer par exemple la puissance de régulation de l'exploitant du réseau de transport, le programme prévisionnel du fournisseur d'énergie ou une flexibilité locale pour gérer les encombrements de l'exploitant du réseau de distribution. De plus, des fonctions Smart Home sont également réalisables pour le client final, comme l'augmentation de la consommation propre d'électricité produite par la photovoltaïque.

Différents fournisseurs de systèmes domestiques



### Page 7 Système «SG Ready» (SG-R)

Les pompes à chaleur satisfont aux exigences du label «SG Ready» (BWP, Fédération allemande des pompes à chaleur) lorsqu'elles offrent quatre états de fonctionnement (operating modes). Les différents états de fonctionnement sont définis dans les exigences. Le label «SG-Ready» se rapporte à la pompe à chaleur (série) et à la technique de régulation mise en œuvre pour sa commande.

### Page 8 Système SG-R avec gestionnaire énergétique de l'utilisateur/fonctions domestiques

Les pompes à chaleur avec fonctions de gestionnaire énergétique de l'utilisateur intégrées permettent des optimisations supplémentaires.

Informations complémentaires



### Page 10 Système «SmartGridready» (SGr)

Les pompes à chaleur satisfont aux exigences du label «SmartGridready» lorsqu'elles correspondent à la définition générique (caractéristiques différentes), qu'elles disposent d'interfaces spécifiques aux appareils et/ou groupements entre systèmes, bâtiments, réseaux de distribution et fournisseurs d'électricité et qu'elles prescrivent des fonctionnalités minimales. Plus les fonctionnalités (de flexibilité) sont complexes, plus le niveau du label «SmartGridready» atteint est élevé. Pour chaque niveau, un jeu prédéfini de fonctionnalités minimales doit être implémenté.

### Page 12 Système SGr avec gestionnaire énergétique de l'utilisateur/fonctions domestiques

Afin d'obtenir une plus grande flexibilité, un gestionnaire énergétique de l'utilisateur peut agir aussi bien sur les intervenants externes (p. ex. gestionnaire du réseau de distribution) que sur les intervenants internes (p. ex. installation de photovoltaïque). Cela signifie que pour un gestionnaire énergétique de l'utilisateur, dans le contexte de SmartGridready®, deux interfaces doivent être considérées indépendamment l'une de l'autre.

Informations complémentaires

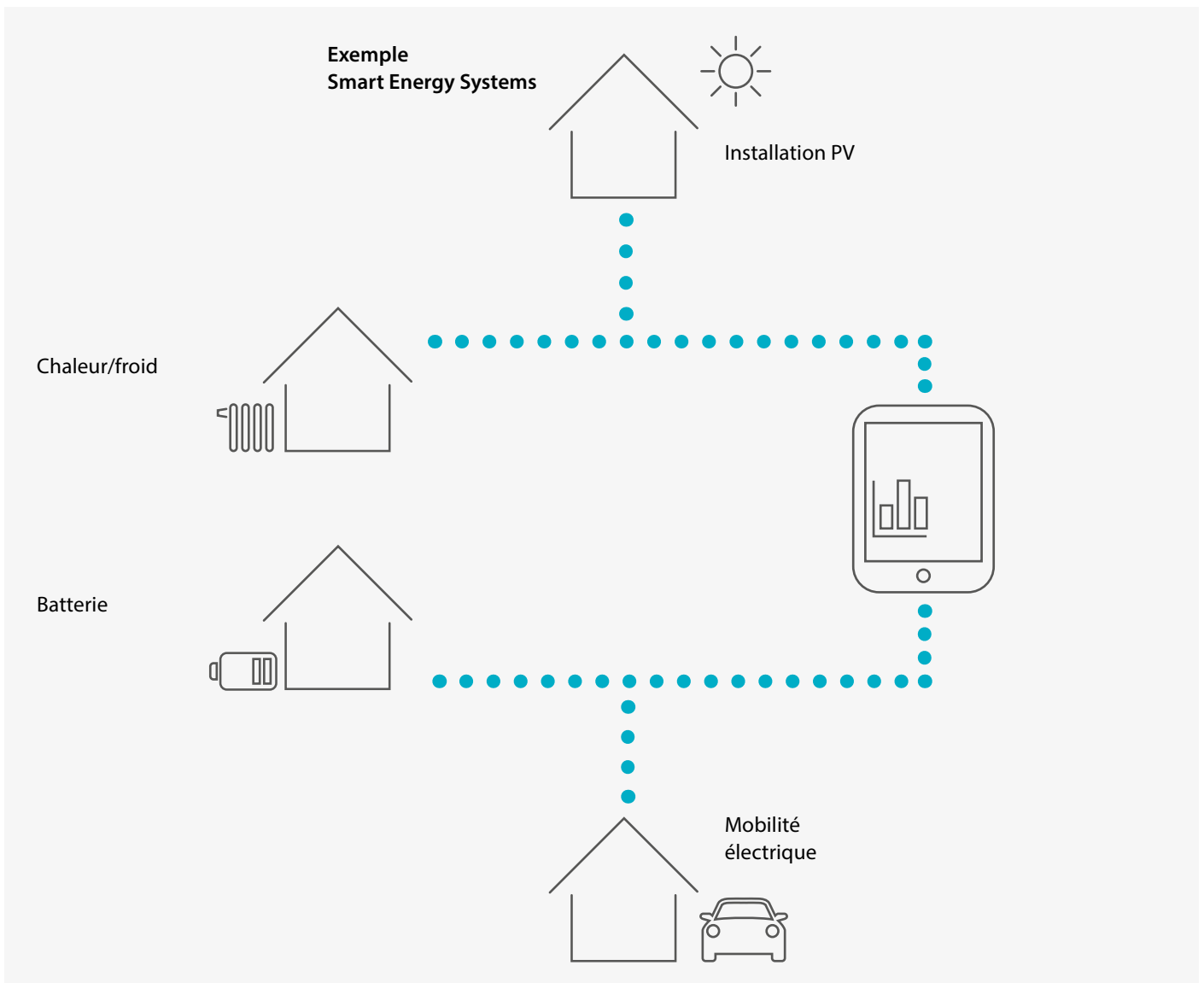


## Description générale du système domestique (système passerelle)

L'industrie des pompes à chaleur peut agir sur les fonctions du consommateur (pompe à chaleur, etc.) par le biais du gestionnaire énergétique de l'utilisateur ou par des systèmes domestiques (systèmes passerelle) tout en tenant compte de l'état de consommation ou des prévisions météo. Il n'est pas possible d'intégrer les gestionnaires de réseau de distribution (GRD) ni les entreprises d'approvisionnement en électricité (EAE).

Le fournisseur de la pompe à chaleur ou l'agrégateur/l'opérateur de flexibilité (gestionnaire énergétique de l'utilisateur) est responsable du fonctionnement et des prestations.

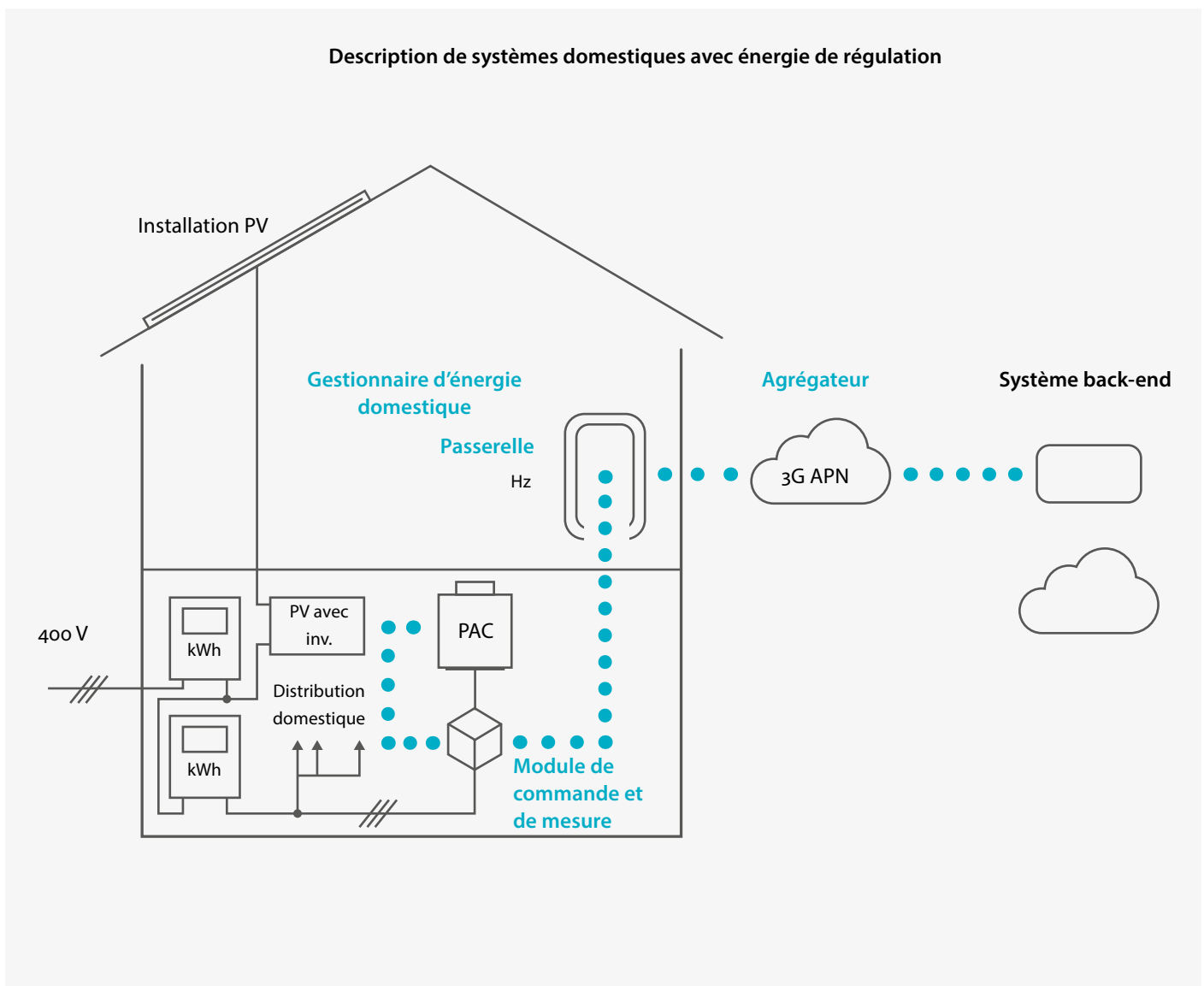
Illustration 2



## Description générale du système domestique (système passerelle) avec énergie de régulation

Dans les installations domestiques, l'agrégateur peut jouer le rôle d'une centrale virtuelle et assurer par exemple la puissance de régulation de l'exploitant du réseau de transport, le programme prévisionnel du fournisseur d'énergie ou une flexibilité locale pour gérer les encombrements de l'exploitant du réseau de distribution.

Figure 3  
Source: BDH/Brochure d'information 68



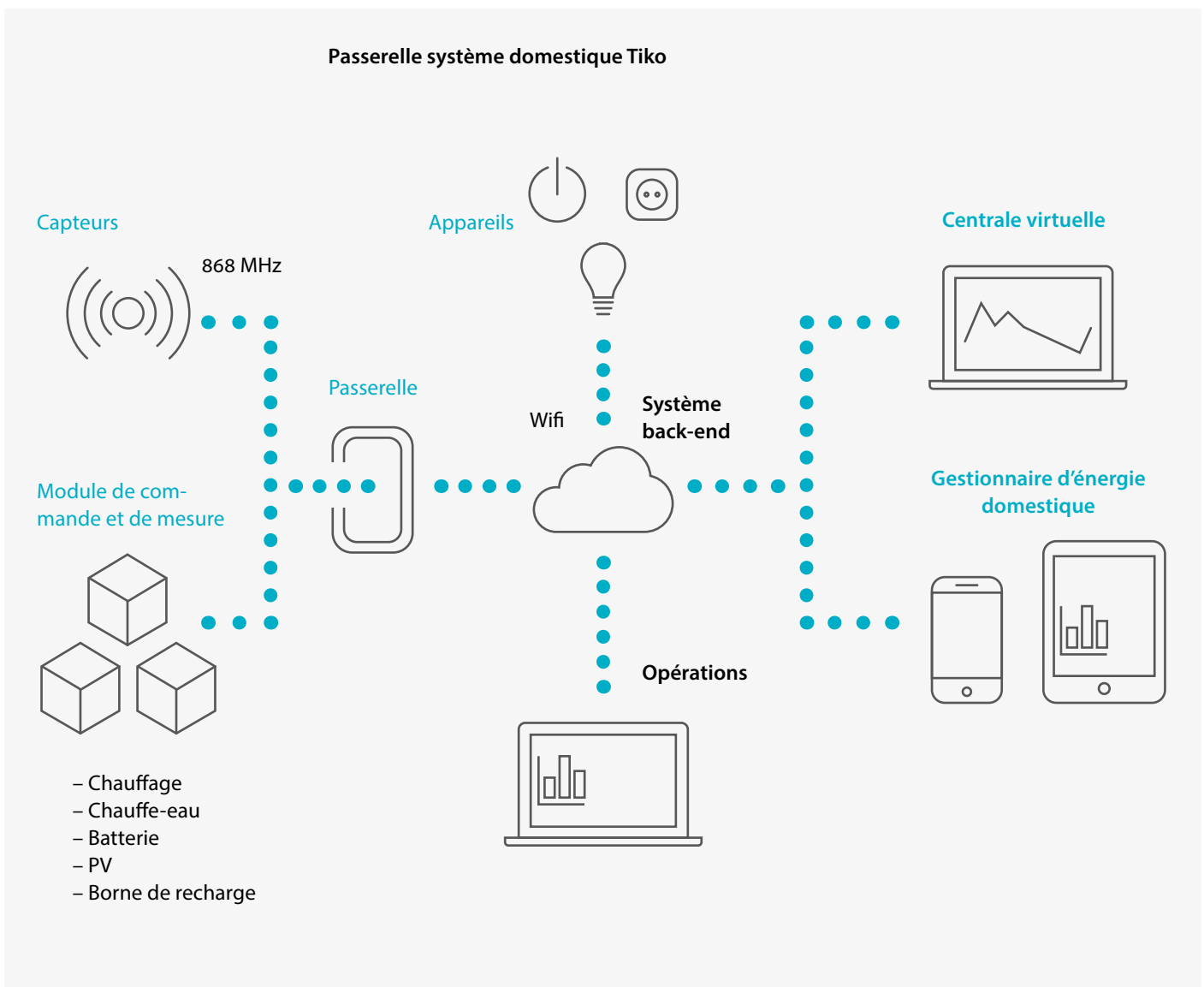
Les fonctions Smart Home destinées au client final, comme l'augmentation de la consommation propre d'énergie photovoltaïque (PV), peuvent être mises en œuvre à l'échelle locale et ne nécessitent pas de coordination centrale. Les principaux composants du système sont les appareils de mesure des consommateurs, les commandes des appareils et la passerelle permettant la communication avec le back-end qui constitue le cœur du système. Exemple du système Tiko (cf. illustration 4).

Le boîtier de commande mesure la consommation ou la production électrique d'un appareil et envoie les valeurs mesurées à la passerelle par CPL (courants porteurs en ligne). La passerelle transmet les données via mobile/Ethernet au système back-end, où elles sont enregistrées. Les données stockées dans le système back-end sont exploitées pour la visualisation sur le système front-end du client ainsi que pour piloter la commande des fonctions de centrale virtuelle.

La logique des opérations de commutation peut être installée dans la passerelle ou dans le système back-end. La commutation de l'appareil se fait via le boîtier de commande. Pour les pompes à chaleur, une pause de 20 minutes entre deux opérations de commutation doit être prise en compte, trois opérations au maximum peuvent donc avoir lieu en l'espace d'une heure.

Seules devraient être prises en considération les pompes à chaleur qui ont terminé un cycle marche-arrêt au cours des quatre dernières heures.

Illustration 4



## Description du système «SG Ready» (SG-R)

Lorsqu'un consommateur, par exemple un chauffe-eau, est utilisé sans interface vers le réseau intelligent (Smart Grid, SG), cela correspond pour le fournisseur d'énergie au niveau 1 (Discret, on/off) selon le label SG Ready®.

Lorsque l'interface «SG-R» est mise en œuvre par exemple pour la pompe à chaleur, cela correspond au niveau 2 (Discret, divers) selon le label SG Ready® et donne accès aux fonctions de commande «État de fonctionnement 1, 2, 3 et 4» ainsi qu'au pilotage de la consommation électrique par le fournisseur d'énergie ou un tiers.

Définition niveaux 1 et 2, cf. illustration 6, conformément à l'OENE et l'OEEE.

**Variante 1: pompe à chaleur avec production d'eau chaude**

**Variante 2: pompe à chaleur avec accumulateur et production d'eau chaude**

**Variante 3: pompe à chaleur avec accumulateur d'eau froide (combinaison d'accumulateur et de production d'eau chaude)**

Illustration 5  
 Fonctions de commande  
 Source: BWP

	Digital Input 1	Digital Input 2	Valeurs de consigne	Variante 1	Variante 2	Variante 3
<b>Mode de fonctionnement 1 – ordre de blocage</b>	1	0	–	✓	✓	✓
<b>Mode de fonctionnement 2 – fonctionnement normal</b>	0	0	normales	✓	✓	✓
<b>Mode de fonctionnement 3 – recommandation d'enclenchement pour cause de bas tarif</b>	0	1	accrues	(✓)	✓	✓
<b>Mode de fonctionnement 4 – commande de démarrage exploitant du réseau</b>	1	1	maximales	(✓)	✓	✓

Dans ce mode, l'utilisation de la pompe à chaleur par l'entreprise d'approvisionnement en électricité est bloquée (blocage EAE), le blocage «ferme» durant normalement au maximum 2 heures. Les durées de blocage effectives sont disponibles auprès de votre EAE locale.

Dans ce mode, la pompe à chaleur est exploitée avec les valeurs de consigne normales. Le système de chauffage est rempli proportionnellement afin de compenser le blocage de l'EAE. Ce mode correspond au fonctionnement le plus efficace de la pompe à chaleur.

Dans ce mode, la pompe à chaleur est exploitée avec des valeurs de consigne accrues. Dans ce mode, il s'agit d'une recommandation d'enclenchement à l'intention de la pompe à chaleur du fait du bas tarif actuel de l'exploitant du réseau électrique.

Dans ce mode, la pompe à chaleur est exploitée avec les valeurs de consigne maximales. Dans ce mode, il s'agit d'une commande de démarrage (p. ex. par l'exploitant du réseau électrique) pour autant que cela soit possible dans le cadre des réglages de régulation. Ce faisant, les chauffages de secours raccordés à la pompe à chaleur sont aussi activés pour autant que l'utilisation d'un chauffage de secours soit autorisée dans les réglages de la pompe à chaleur pour ce mode 4.

✓ = Fonctionne comme décrit en tenant compte du confort. Les valeurs de consigne sont prescrites par l'installateur-chauffagiste en fonction de l'installation.

(✓) = Dans ce mode, en combinaison avec la variante, le confort risque de souffrir (en fonction des valeurs de consigne sélectionnées) pour autant que les circuits de chauffage ne soient pas équipés de boutons de réglage. C'est pourquoi les valeurs de consigne sont prescrites par l'installateur-chauffagiste en fonction de l'installation.

## Description du système SG-R avec gestionnaire énergétique de l'utilisateur/fonctions domestiques

### Transmission de données/exigences de flexibilité de la Smart Grid User Interface (SGUI)

#### Niveau 1: Discret, on/off

La transmission de données se fait par contacts hors potentiel sans message en retour.

#### Niveau 2: Discret, divers

Le transfert de données se fait par contacts hors potentiel sans message en retour. L'émetteur peut uniquement contrôler l'effet par le biais de la réaction de la charge. Après un changement de valeur de signal, le transfert des données reste indéfini pendant un certain temps (2 à 3 secondes) ( $t_{i\Sigma}$ ) avant de retrouver un état valide. Toute modification de l'état réinitialise ce temps jusqu'à ce que  $t_{i\Sigma}$  soit à nouveau atteint et l'état redevienne valide. L'exploitant p. ex. d'une télécommande centralisée définit  $t_{i\Sigma}$  pour son système, la valeur étant fonction de la configuration actuelle du poste central.

#### Indicateur de flexibilité

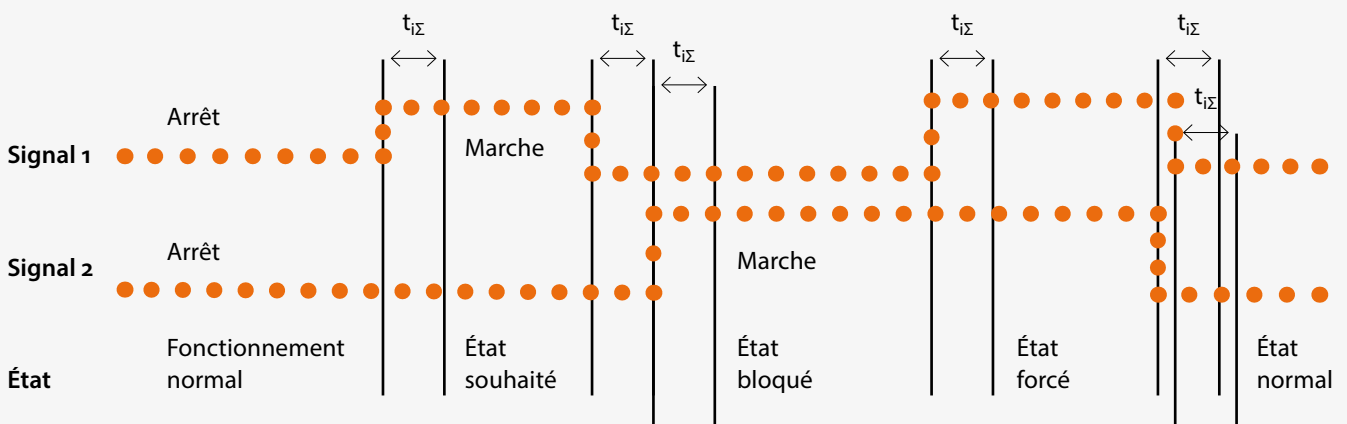
#### Niveau 1: Discret, on/off

Le transfert des informations se fait par un contrat.

#### Niveau 2: Discret, divers

Illustration 6

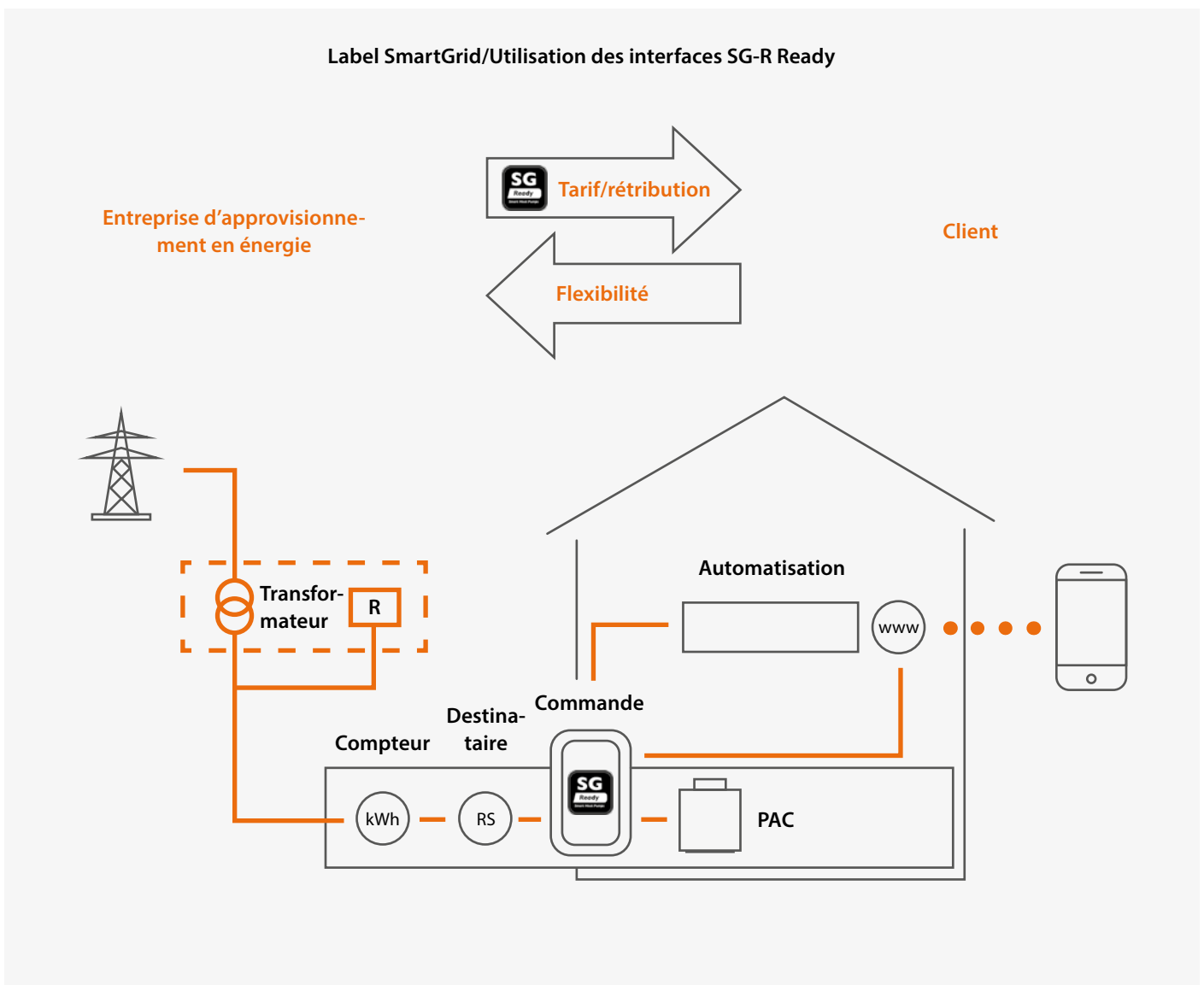
### Définition du transfert de données/exigences de flexibilité





Un dispositif d'automatisation (p. ex. gestionnaire énergétique de l'utilisateur) chez le client final peut également influencer, outre les fonctions de sécurité de la commande, l'état de fonctionnement des consommateurs (p. ex. pompe à chaleur, batterie, voiture électrique, lave-linge).

Illustration 7

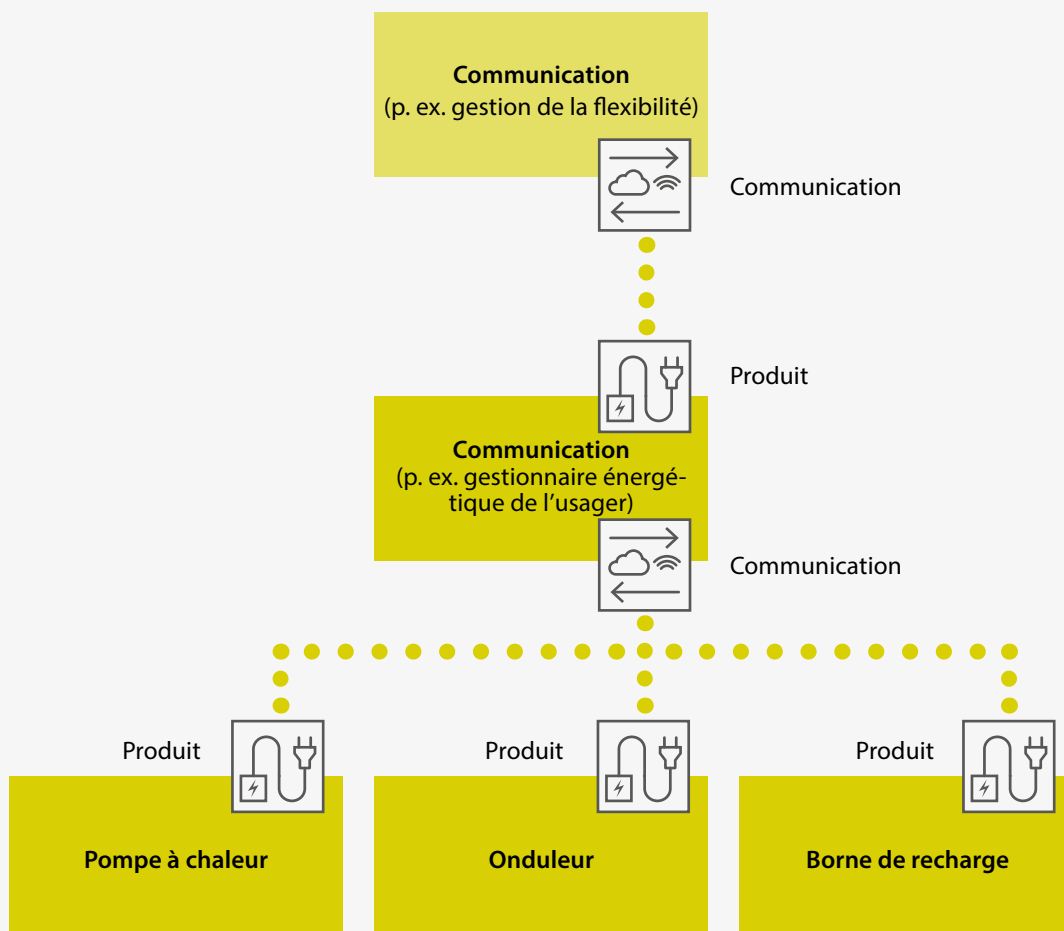


## Description du système «SmartGridready» (SGr) Applicabilité de SmartGridready®

SmartGridready® (SGr) sert de base aux interfaces spécifiques aux appareils entre les systèmes, bâtiments, groupes de bâtiments, réseaux de distribution et fournisseurs d'électricité. Le label prescrit des fonctionnalités et des conditions minimales pour une communication uniforme.

Illustration 8

### Label SmartGrid/Représentation schématique de SGr




### Niveaux du label

Plusieurs niveaux sont définis pour le label. Un appareil doit disposer d'une fonctionnalité de gestion de la flexibilité (Demand Response) ou de pilotage de la consommation électrique (Demand Side Management). Chaque niveau correspond à un nombre différent de fonctionnalités minimales. Les fonctionnalités plus complexes sont réalisées par les niveaux supérieurs. Les niveaux décrivent les fonctionnalités de l'interface entre le système de l'intervenant côté réseau (p. ex. fournisseur d'électricité) et celui du propriétaire de la flexibilité (notamment bâtiment).

Les relations contractuelles entre les intervenants ne relèvent pas du label ni d'ailleurs les protocoles et appareils mis en œuvre pour la réalisation technique.

Tableau 1  
 Label SmartGrid/Les niveaux et fonctions correspondantes du label SmartGridready®

#### Fonctionnalités minimales par niveau:

Niveau SmartGridready®	Fonctionnalités	Exemple d'applications (cas d'utilisation)
1: Discret, on/off (blocage EAE)	Activation et désactivation de l'installation ou commutation tarifaire	Accès marche/arrêt sur les appareils de régulation d'énergie, transfert de charge, haut et bas tarif
2: Discret, divers 	États discrets/valeurs de consigne propres à l'appareil ou commutation tarifaire	Régulation des installations photovoltaïques en plusieurs étapes, pompes à chaleur SGReady
3: Continu, statique	Caractéristiques/profils fixes ou accords tarifaires	Q(U) pour installations photovoltaïques
4: Continu, dynamique	Tarifs dynamiques (en temps réel): 1. Tarifs ou valeurs de consigne 2. Paramètres à variation dynamique d'une courbe caractéristique	Limitation de puissance au raccordement domestique en agissant sur la puissance de recharge d'un véhicule électrique
5: Réserve		
6: Prévisions	Comportement sur la base d'un profil dans le temps comme prix/profil de prix, valeurs prévisionnelles, émissions de CO <sub>2</sub> ou valeurs de consigne	

## Description du système SGr avec fonctionnalités de gestionnaire énergétique de l'utilisateur

### Échange de données entre gestionnaire énergétique de l'utilisateur et pompe à chaleur

data point 1 or analog (DI 1/DI 2) = operating mode 1 till 4

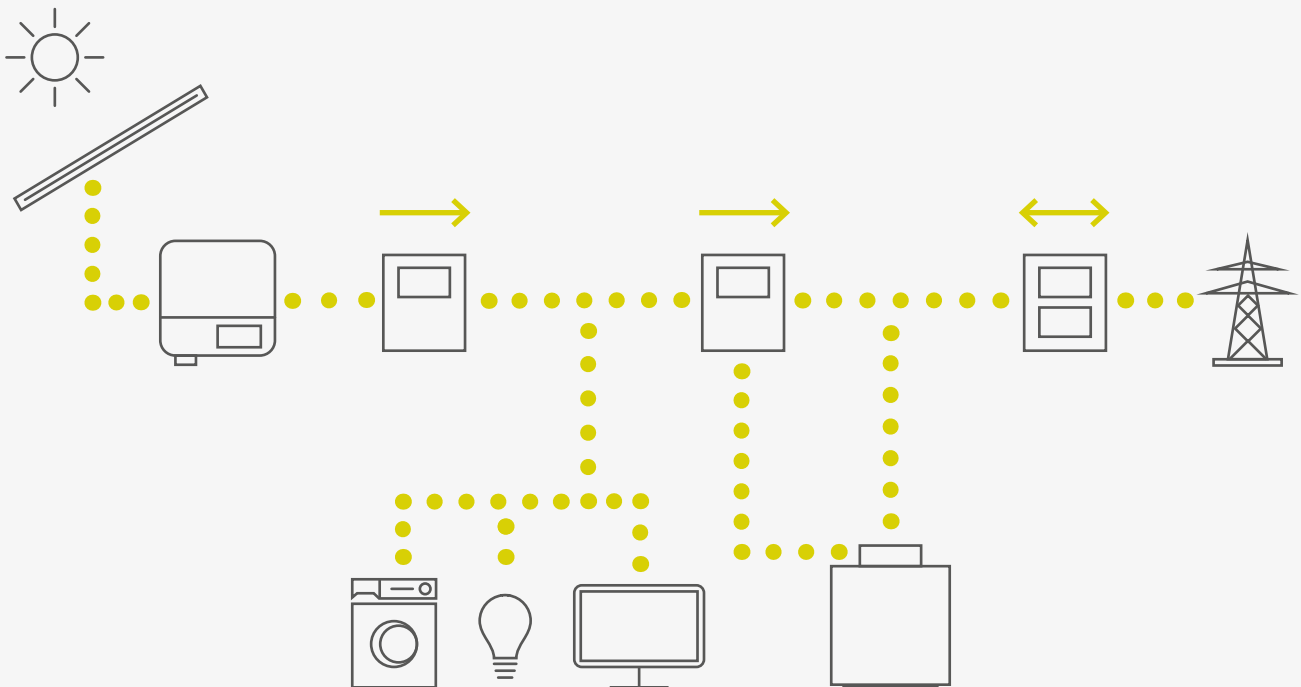
data point 2 = energy offering (e.g. local power source)

data point 3 = energy consumption

Le gestionnaire énergétique de l'utilisateur reçoit les consignes de niveau de SmartGridready ou une information sur la quantité d'électricité de production locale et transmet cette information par le data point 2 (energy offering) au consommateur (p. ex. pompe à chaleur). La pompe à chaleur tente de parvenir à la valeur de consigne <<maximale>> réglée avec un bilan énergétique neutre en se servant de ses caractéristiques physiques. Grâce au message en retour (energy consumption), le gestionnaire énergétique de l'utilisateur est en mesure de distribuer l'électricité de production locale disponible (p. ex. en provenance de l'installation PV) de manière à délester le réseau et à valoriser la consommation propre. data point 2 peut forcer les modes SG 1 à 3 lorsque la valeur est suffisamment élevée. C'est la pompe à chaleur qui prend la décision, car la responsabilité des fonctionnalités et des prestations incombe aux fabricants de pompes à chaleur.

Illustration 9

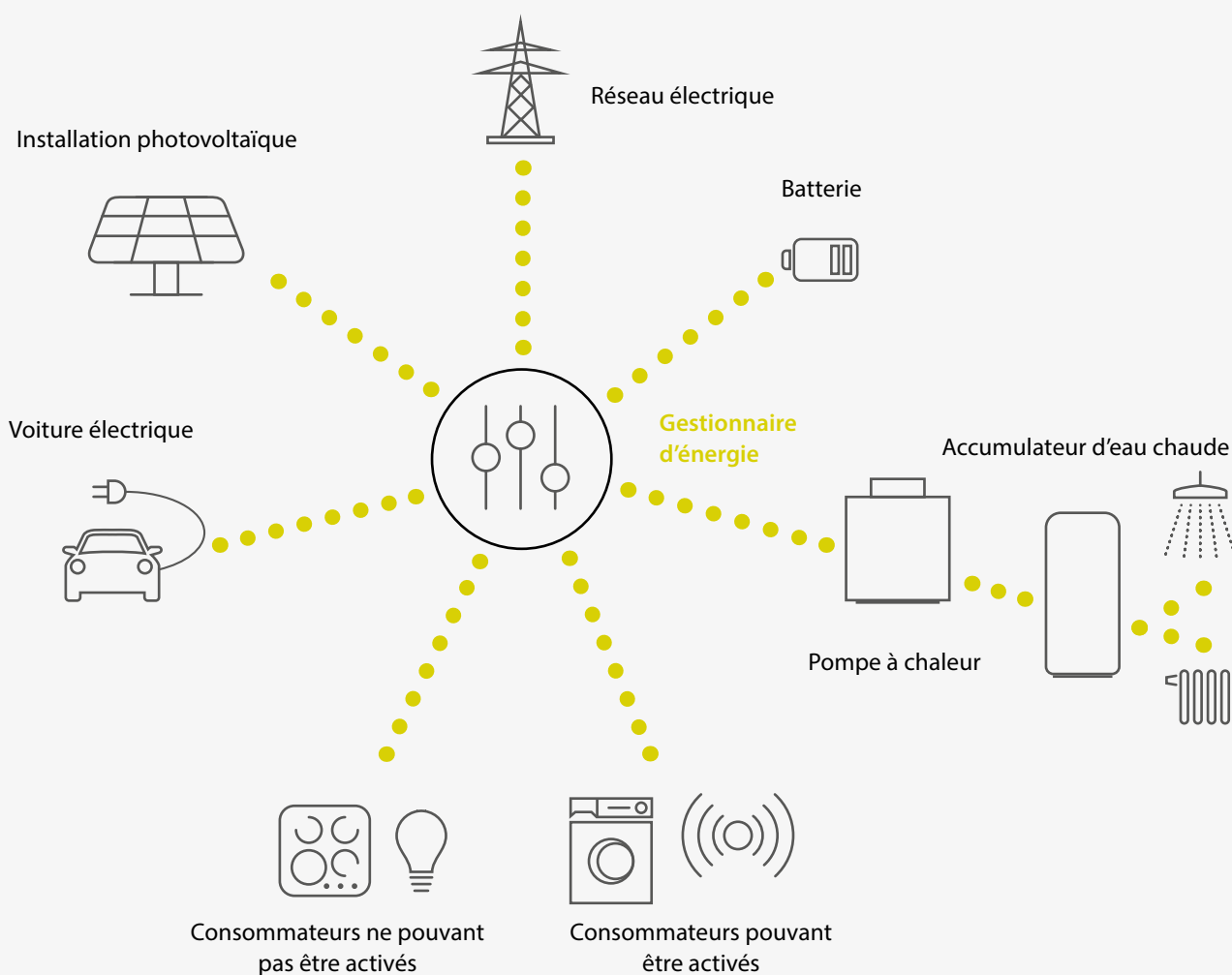
### Consommation propre



Si la pompe à chaleur dispose d'un gestionnaire énergétique de l'utilisateur pour communiquer avec le gestionnaire du réseau de distribution (GRD) et l'entreprise d'approvisionnement en électricité (EAE), toutes les exigences SGr peuvent être satisfaites.

Illustration 10  
Source: (BDH/Brochure d'information 68)

### Exemple de gestionnaire énergétique de l'utilisateur avec exigences SGr des niveaux 1 à 6



**Garantie après livraison et performances d'un module de circuit de refroidissement (pompe à chaleur, appareil de ventilation)/exigences SGr détaillées**

**Plage de régulation primaire**

Dans cette plage, la pompe à chaleur effectue elle-même la régulation. Aucun paramètre extérieur (à l'exception d'un blocage EAE) ne doit restreindre la régulation de la pompe à chaleur. La garantie et les performances (p. ex. compresseur) sont assurées par le fournisseur du circuit de refroidissement.

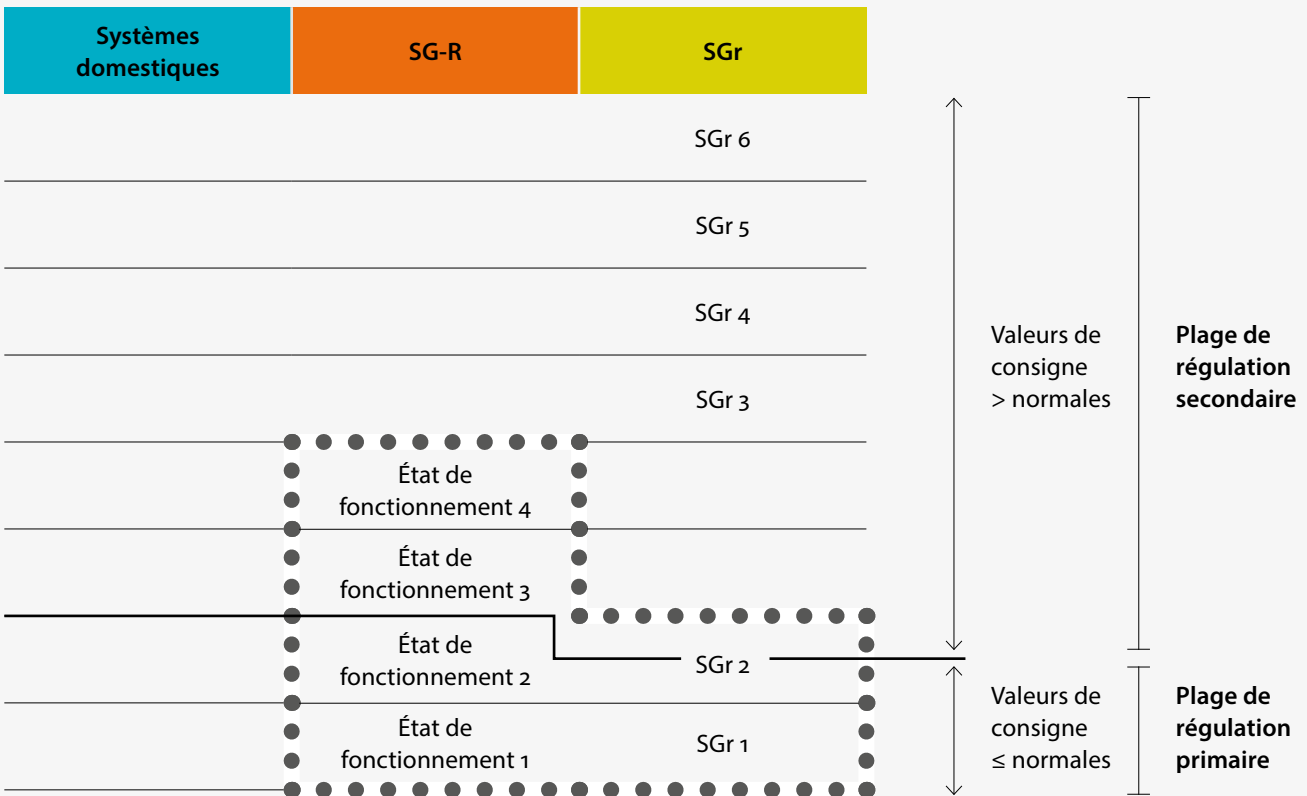
**Plage de régulation secondaire**

Plage de régulation pour les systèmes SG-R, SGr et domestiques. En cas de composants défectueux de la pompe à chaleur pendant la période couverte par la garantie de celle-ci avec intégration simultanée d'énergie de régulation, la garantie est assurée par le producteur de l'énergie de régulation (p. ex. agrégateur ou fabricant de la pompe à chaleur).

Pour la plage de régulation secondaire, les heures d'exploitation et cycles de commutation supplémentaires de la pompe à chaleur doivent être relevés sur la pompe à chaleur (module système pompe à chaleur).

Illustration 11

**Vue d'ensemble des niveaux/modes de fonctionnement des différents labels**



## Résumé

- La mise en œuvre de systèmes domestiques est uniquement possible sous certaines conditions en cas d'utilisation de pompes à chaleur selon SGr ou SG-R.
- Pour une exploitation SGr, les systèmes domestiques doivent répondre aux exigences standard SGr.
- Pour une exploitation SG-R, les systèmes domestiques doivent correspondre aux exigences standard SG-R.

Lorsque la pompe à chaleur d'un utilisateur final dispose de 4 états de fonctionnement (conformément à SG-R/BWP), elle satisfait aux exigences SG-R. Pour le fonctionnement de la pompe à chaleur, un accord correspondant avec une entreprise d'approvisionnement en électricité (EAE) ou un gestionnaire de réseau de distribution (GRD) est requis.

La responsabilité du fonctionnement et des prestations incombe au fournisseur du gestionnaire énergétique de l'utilisateur.

Pour les pompes à chaleur, une pause de 20 minutes entre deux opérations de commutation doit être prise en compte, trois opérations au maximum peuvent donc avoir lieu en l'espace d'une heure.

## Liste des abréviations

Abréviation	Explication
APN	Access Point Name, nom du point d'accès
BWP	Fédération allemande des pompes à chaleur
CPL	Courants porteurs en ligne
EAE	Entreprises d'approvisionnement en électricité
GRD	Gestionnaire du réseau de distribution
kWh	Kilowattheure
OEEE	Ordonnance sur les exigences relatives à l'efficacité énergétique
OENE	Ordonnance sur l'énergie
PAC	Pompe à chaleur
PV	Photovoltaïque
SGr	SmartGridready
SG-R	SG Ready
SGUI	Smart Grid User Interface

## Impressum

Éditeur  
ImmoClimat Suisse  
[www.gebaeudeklima-schweiz.ch/fr](http://www.gebaeudeklima-schweiz.ch/fr)

Notice technique  
Smart Energy Systems

© ImmoClimat Suisse



**ImmoClimat**  
Suisse

**Association suisse de techniques de chauffage, d'aération et de climatisation**

Rötzmattweg 51 | CH-4600 Olten | Téléphone +41 (0)62 205 10 66 | Fax +41 (0)62 205 10 69  
E-mail: [info@gebaeudeklima-schweiz.ch](mailto:info@gebaeudeklima-schweiz.ch) | Web: [www.gebaeudeklima-schweiz.ch/fr](http://www.gebaeudeklima-schweiz.ch/fr)