

**Ignacio Molina – Conseiller en technologie**

**Version: 09/2025**

## Les réseaux en DC ; pourquoi s'intéresser au DC ?

Les panneaux solaires fournissent de l'énergie électrique DC, les batteries se chargent et se déchargent aussi en DC. Beaucoup d'appareils tels que l'éclairage LED, PC, TV, appareils électroniques, moteurs brushless,... fonctionnent en DC. Les convertisseurs AC-DC présents dans les alimentations de ces machines et appareils entraînent des pertes d'énergie de 5 à 20 % selon les cas. Un réseau DC local permettrait de réduire ces pertes, surtout dans les bâtiments équipés de panneaux solaires et de batteries.

### Situation en Belgique

Très peu de maisons et de bâtiments sont réellement équipés d'un réseau DC. Pourtant, des laboratoires (comme Energyville) étudient des solutions DC pour le non-domestique mais également pour le domestique. Des projets innovants, comme le projet MIRaCCLE à Herstal, ont également expérimentés des microréseaux en DC. Même le RGIE s'y prépare. Un groupe de travail, coordonné par Volta, a inclus les schémas mis à la terre en DC ainsi que leurs mesures de protections. Cet ajout sera bientôt d'application dans le RGIE. Si tout va bien, encore en 2025. Cela prouve que petit à petit, les microréseaux en courant continu vont aller en s'amplifiant dans nos installations électriques.

### Défis techniques et normatifs

Le DC présente cependant certains risques différents qu'en AC :

- les risques d'arcs électriques plus importants (le courant ne passe pas par zéro) ou la corrosion, qui peut créer de gros dégâts dans les structures d'un bâtiment.
- tous les appareils ne sont pas prévus pour fonctionner directement en DC.
- le manque de standardisation. 5V, 12V, 24V, 48V DC, ne sont pas un souci, mais au-delà ? Allons-nous appliquer 175V, 350V, 700V, 1400V DC comme tension normalisée?
- le DC est moins facile à distribuer que l'AC qui se transforme plus facilement via les transformateurs
- ...

### MAIS

- les convertisseurs DC/DC évoluent et sont de plus en plus efficaces
- une fondation appelée Current OS propose un standard de gestion de réseau DC qui pourrait devenir la norme en Europe voire dans une bonne partie du monde.
- des protections (différentiels, disjoncteurs) mécaniques mais aussi à semi-conducteurs ultra-rapides permettent des coupures efficaces en DC.
- certaines normes de disjoncteurs et de différentiels à semi-conducteurs pour l'AC et le DC, comme
  - IEC60947-10 Semiconductor Circuit Breaker (SCCB)
  - IEC63464-1 SC RCB (différentiel)

devraient, si tout va bien, être bientôt publiées. Respectivement en 2026 et en 2028. Elles permettront aux fabricants de mettre leurs appareils de protection sur le marché. Les réseaux DC seront alors boostés car plus facilement applicables sur le terrain.

### Quels sont les tendances futures en matière de DC ?

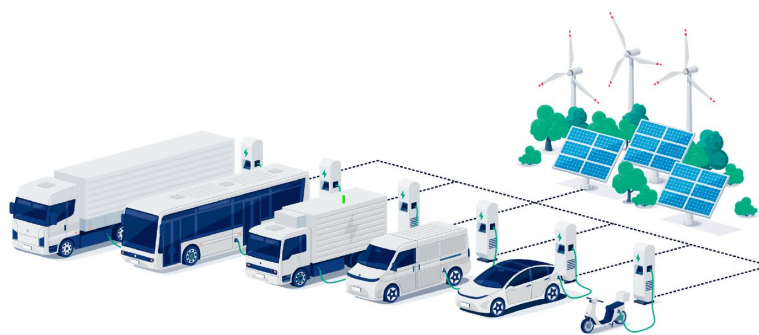
- De plus en plus de microréseaux DC avec autoconsommation solaire et stockage.
- Le non-domestique (data centers, bâtiments,...) est souvent plus avancé que le domestique.

- Les véhicules électriques pourront également être utilisés comme stockage et source d'énergie électrique vers une maison ou un bâtiment (Vehicle-to-Home, Vehicle-to-Grid,...).
- Les onduleurs bidirectionnels, les micro-onduleurs, les convertisseurs DC/DC, deviennent de plus en plus performants et plus abordables.

#### Exemple de scénario avec une maison équipée d'un micro-réseau DC, contenant :

- des panneaux solaires DC,
- une batterie d'accumulateurs domestique DC,
- une installation DC locale pour l'éclairage LED, la domotique, les appareils électroniques de puissance petite et moyenne tels que TV, PC, écrans, wifi, chargeurs de smartphones, etc.
- un réseau AC classique pour les gros électroménagers et appareils nécessitant une norme AC.

Cette installation DC parallèle permettrait d'éviter les conversions inutiles AC-DC, de réduire les pertes et d'optimiser la gestion énergétique locale.



#### Les maisons en courant continu évitent les conversions : des économies estimées entre 5 % et 15 % sur la consommation d'électricité totale.

Les appareils fonctionnant en DC sont déjà, avec des exemples de tensions :

##### 1. Éclairage

- Lampes LED : en 48V DC. Nous évitons les problèmes de scintillement très désagréables pour la vision venant des alimentations AC/DC et les pertes dues à la conversion.

##### 2. Électronique

- Ordinateurs portables : en 19,5V DC.
- TV à écran plat : souvent DC en interne, sont déjà disponibles en 12 V, 24 V, voire 48 V DC.
- Routeurs et modems : en 9V ou 12V DC.
- Chargeurs de smartphones/tablettes : utilisent du 5V, 9V ou jusqu'à 20V DC via USB-C.

##### 3. Ventilation et climatisation

- Ventilateurs à moteur DC (brushless) : plus silencieux et économes en énergie que les moteurs AC traditionnels.
- Pompes à chaleur ou climatiseurs à compresseur inverter : certains fabricants proposent des modèles DC, mais c'est encore trop peu.

##### 4. Systèmes d'eau

- Pompes à eau DC : pour surpression domestique, arrosage, ou chauffe-eau solaire : en 12V, 24V ou 48V DC.

##### 5. Cuisine et petits électroménager

- Réfrigérateurs et congélateurs en 12V ou 24V DC : déjà utilisés dans les tiny houses, camping-cars ou maisons autonomes. On pourrait cependant encore augmenter la tension afin de réduire le courant et par conséquent la section des fils.
- Appareils de cuisine DC (cuisseurs à riz, petits mixeurs) : disponibles pour des usages nomades ou solaires, mais encore peu répandus dans les foyers classiques.

##### 6. Recharge de V.E.

- Les batteries de voitures électriques fonctionnent en DC et sont équipées d'un convertisseur AC/DC interne occasionnant des pertes d'énergie. Une recharge directe en DC évite ces pertes.

- Certains systèmes de recharge bidirectionnelle (V2H –V2G) permettent d’alimenter la maison en DC à partir de la voiture.

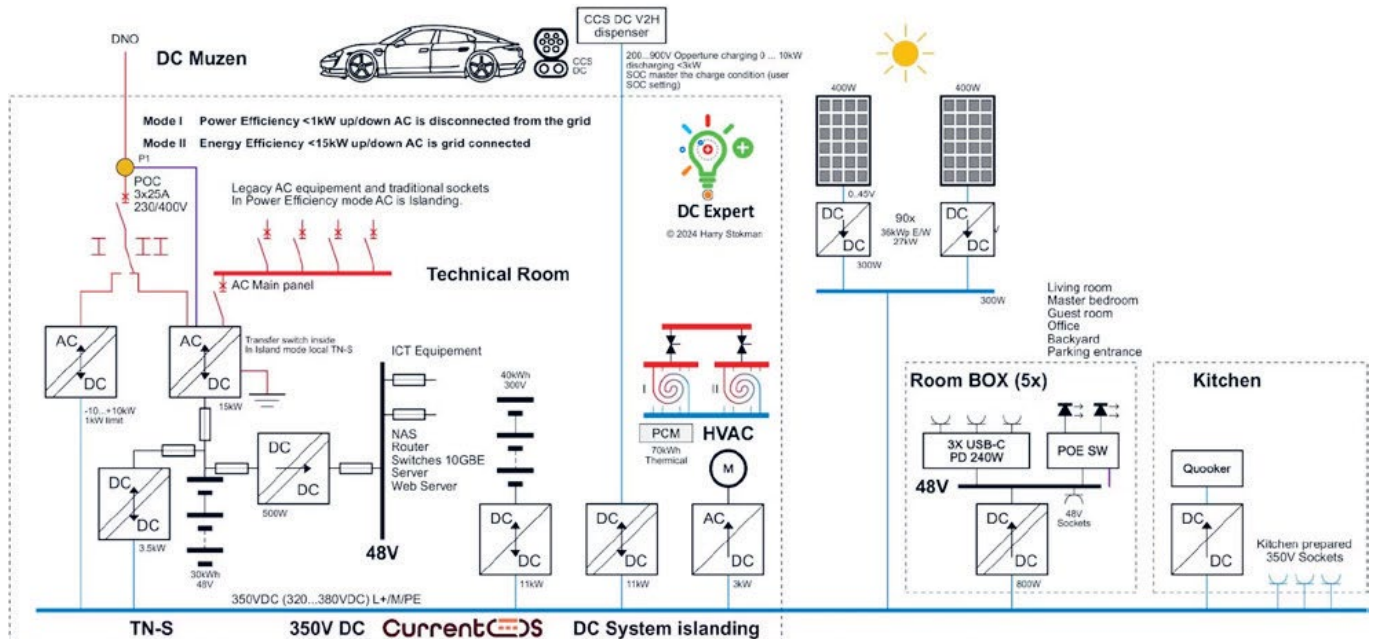
## 7. Socles de prises USB-C

L’ USB-C est un format physique symétrique. La tension fournie dépend du protocole utilisé derrière.

USB-PD (Power Delivery) est un protocole de négociation de puissance derrière de nombreux ports USB-C. Il permet une adaptation dynamique de U et I entre la source et la charge.

Au branchement, les deux appareils "discutent" via le canal de communication CC (Configuration Channel). La source annonce les profils de tension et courant qu’ elle peut fournir. La charge choisit ce dont elle a besoin et le communique à la source. La source ajuste sa sortie U et I => 5V ( par défaut), 9V, 15V, 20, 48V jusqu’ à 5A ( 240W). Par contre, la source ET la charge doivent supporter le protocole USB-PD, sinon, il ne recevra que 5V.

Exemple concret de maison DC : la maison de l’ expert en DC Harry Stockman à Aalsmeer (NL)



**Les panneaux solaires, les batteries et la plupart des appareils électroniques fonctionnent déjà en interne en courant continu.**

La maison d’ Harry est un exemple de mise en application du standard de gestion de réseau physique et sans la nécessité d’ un logiciel proposé par Current OS. Nous n’ aurons pas le temps ici de développer les détails de ce microréseau mais vous pourrez aisément les trouver sur Internet. Harry est très ouvert quant au partage de ses connaissances en la matière.

**Les batteries des voitures électriques fonctionnent en courant continu, mais se rechargent souvent via du courant alternatif, entraînant une perte d’ énergie inutile.**

## Enseignements principaux

### 1. Moins de pertes de conversion

Dans une maison classique :

- L’ AC du réseau est converti en DC pour chaque appareil (ordinateur, LED, etc.).
- Si l’ on a des panneaux solaires (DC), on reconvertis en AC via un onduleur, puis de nouveau en DC dans chaque appareil → pertes à chaque conversion.
- Les maisons DC évitent ces étapes : gains estimés entre 5 % et 15 % sur la consommation totale d’ électricité.

### 2. Tensions utilisées dans les maisons DC

- 12V / 24V /48 V DC : pour éclairage, petits appareils, ventilation. Nous restons dans la TBTS.

- 350V DC : utilisé dans certains projets pour alimenter de gros appareils (cuisine, électroménagers), mais nécessite plus de précautions en termes de sécurité.

Il n'existe pas encore de standard unique au niveau mondial.

Cela freine la commercialisation de solutions compatibles.

### 3. Appareils compatibles DC

- Facilement adaptables : LED, routeurs, téléphones, PC, frigos DC, pompes DC.
- Plus difficile : gros électroménagers (lave-linge, four, plaque de cuisson), qui sont conçus pour l'AC.
- Certains fabricants proposent des modèles DC ou hybrides, mais le marché est encore limité.

### 4. Sécurité électrique

- Le DC ne passe pas par zéro comme l'AC. L'arc électrique est plus difficile à interrompre.
- Il faut donc :
  - Des disjoncteurs et fusibles spécifiques au DC
  - Une conception soignée du câblage (longueur, section, séparation galvanique)
  - Une formation spécifique pour les installateurs

La sécurité est gérable, mais demande des composants dédiés et une norme claire.

### 5. Contrôle intelligent et efficacité

- Le DC se combine très bien avec des microréseaux intelligents et la gestion de l'autoconsommation.
- Facilite l'intégration directe de :
  - Stockage par Batteries
  - Charge des Véhicules électriques
  - La priorisation des charges, etc.

### 6. Barrières actuelles

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| • Réglementation         | Les normes sont axées sur l'AC.                               |
| • Manque de standards DC | Tensions, connectiques, compatibilité encore dispersées.      |
| • Marché restreint       | Peu de fabricants proposent des appareils domestiques 100% DC |
| • Coût                   | Certains systèmes DC restent rares et donc plus chers.        |

### Exemple de structure d'une maison DC

- Maison unifamiliale, 100 à 150 m<sup>2</sup>.
- Installation solaire en toiture (3 à 6 kWc).
- Batterie domestique (5 à 10 kWh), en 48V DC.
- Système hybride AC/DC pour rester compatible avec les appareils non convertis.
- EMS (Energy Management System) permettant :
  - De donner la priorité à l'autoconsommation solaire.
  - Une charge/décharge de la batterie optimisée.
  - Une déconnexion automatique du réseau AC si non nécessaire.
- Sécurité et conformité
  - Disjoncteurs DC adaptés (pour chaque branche DC).
  - Câbles dimensionnés selon la tension et la distance (grosse section pour 12V, plus fine en 48V DC).
  - Tableau de distribution avec séparation et marquage clair pour l'AC et le DC.

#### Important :

- Dans un micro-réseau DC, une séparation galvanique entre l'AC et le DC est impérative
- Les schémas TT et TN-C sont interdits. Les schémas TN-S (Current OS) et IT sont recommandés.

### Conclusion

Les bâtiments non-domestiques sont plus avancés en matière de microréseau DC et se développent.

Les maisons avec un microréseau DC sont encore rares, surtout à cause

- des normes actuelles (pensées pour l'AC),
- du coût des équipements DC
- du manque de standardisation.

Mais elles font partie des expérimentations vers une meilleure intégration des énergies renouvelables et une réduction des pertes d'énergie.

*De informatie in dit artikel is accuraat op moment van publicatie en is gebaseerd op de wetgeving en stand van de technologie op dat moment.*

\*\*\*\*\*