

Résilience des réseaux électriques et intégration des ressources énergétiques distribuées

Colloque AQPER - 6 février 2019

G. Joos, Professeur
Université McGill

Sommaire de la présentation

- Ressources énergétiques distribuées (RED)
 - Description
 - Caractéristiques – intégration
- Flexibilité et services
 - Définition et besoins
 - Services système et autres services ancillaires (complémentaires)
- Interconnexion et intégration des RED – options
 - Sur une base unitaire – norme IEEE Std 1547-2018 (rév de 2003)
 - Microréseaux – norme IEEE Std 2030.7-2017
 - Gestionnaire d'agrégation (DERMS) – guide IEEE P2030.11
- Résumé

Ressources énergétiques distribuées – RED

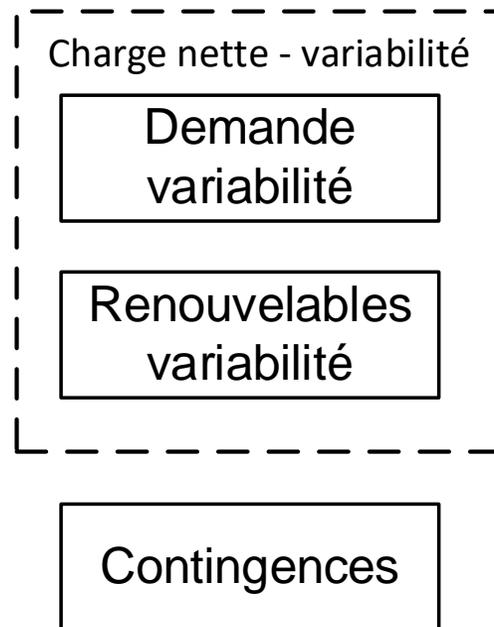
- Ressources énergétiques distribuées (RED) – nature
 - Ressources renouvelables (éolien et solaire)
 - Génératrices employant des énergies fossiles – diesel, gaz naturel
 - Stockage – batterie, hydro
 - Charges contrôlables – gestion/pilotage de la charge
- Caractéristiques de la ressource renouvelable
 - Intermittente, variable, non contrôlable et non répartissable
 - Intégration – Pmax, production flexible, équilibrage par stockage
 - Interface statique – capacité de fournir des services système
 - Exigences de raccordement – soutien au réseau
- Intégration des RED à grande échelle – réseaux de distribution
 - Raccordement individuel – limites
 - Agrégation – options, impact, gestion

Flexibilité – définition et services

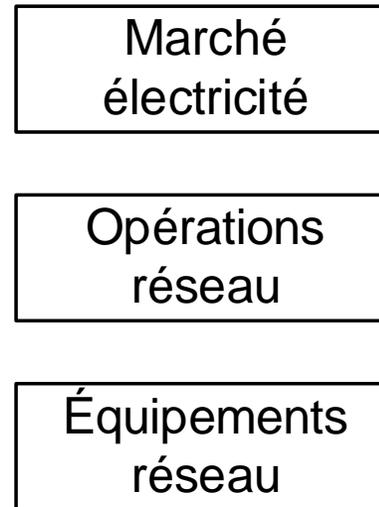
- Définition et besoin: ‘capacité d’un réseau à faire face à la variabilité et à l’incertitude dans la production (incluant renouvelable) et dans la demande tout en maintenant un niveau acceptable de fiabilité à un coût raisonnable sur différents horizons de temps’ (Danish Energy Agency)
- Fiabilité et résilience – définition
- Services systèmes
 - Réglage primaire de fréquence, secondaire fréquence-puissance
 - Réglage de tension, primaire et secondaire – puissance réactive
 - Réserve de puissance et d’énergie, primaire et secondaire
- Services dynamiques
 - Rampe de puissance et durée de la rampe
 - Autres services – réponse inertielle, amortissement

Flexibilité – besoins et ressources

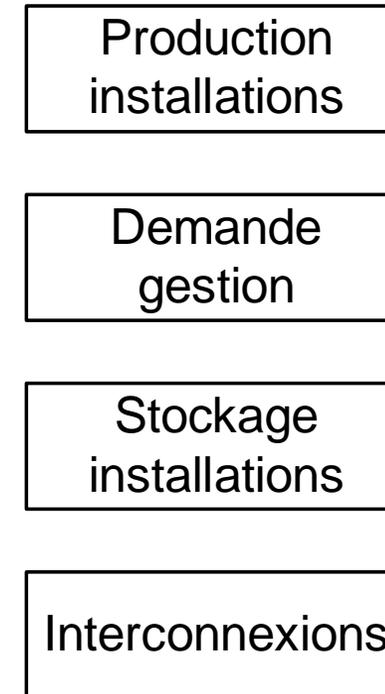
Besoins - flexibilité



Réseau électrique

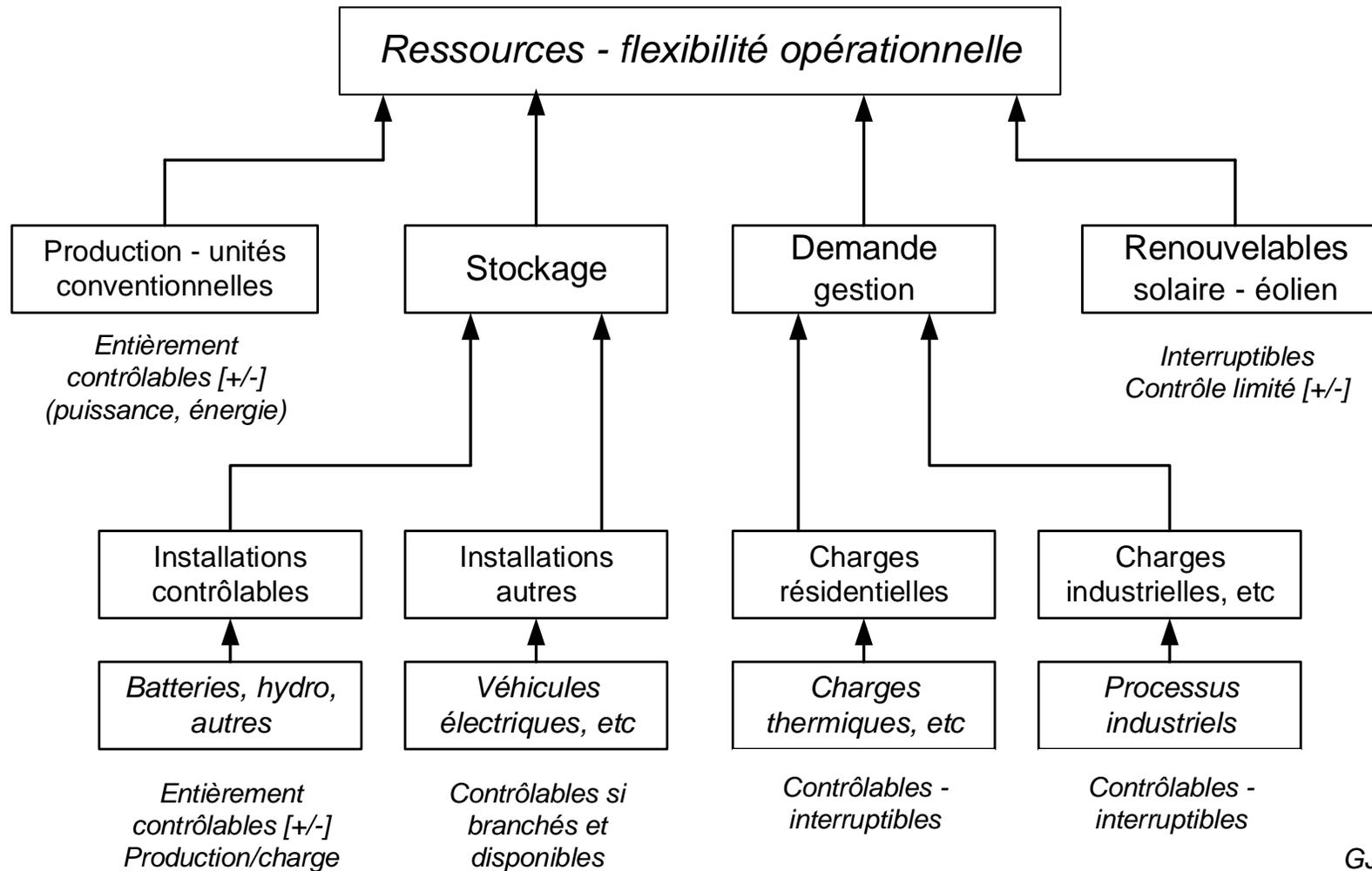


Ressources - flexibilité



GJ

Flexibilité – sources



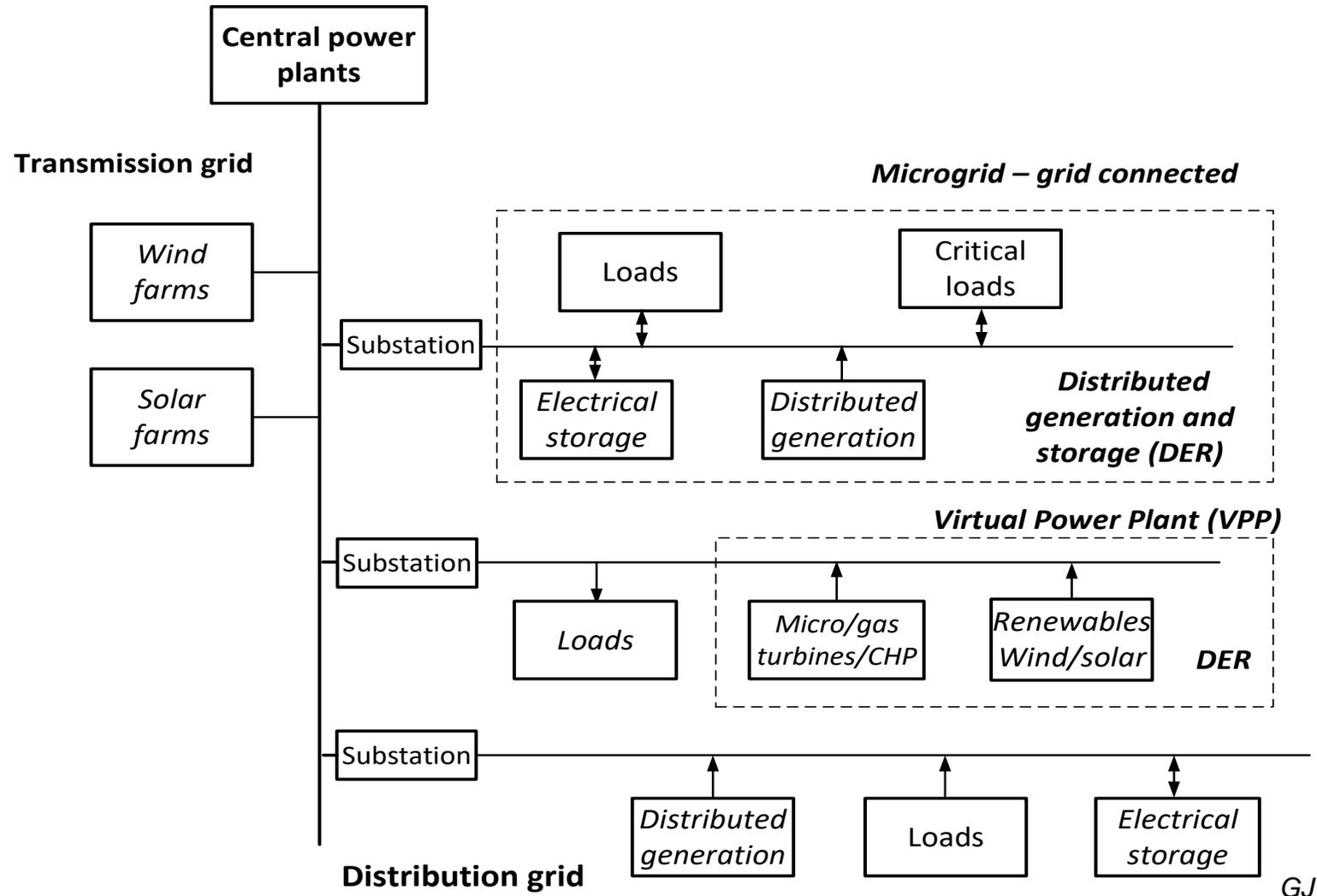
Source: Anderson 2014 – Operational flexibility

Flexibilité – éléments de mise en oeuvre

- Production – peut s’ajuster à la demande par contrôle et effacement ou interruption (curtailing) dans le cas des ressources renouvelables – coût et impact de l’ajustement de ces ressources à considérer
- Réserve – réalisable avec du stockage et des unités de production à puissance variable – capacité de rampe en fonction de l’application et coût à considérer
- Demande – peut être ajustée à la production disponible, par réduction et effacement – gestion/pilotage de la charge
- Interconnexions

Rôle possible des RED (production distribuée, stockage et gestion de la charge) au niveau production, réserve et demande

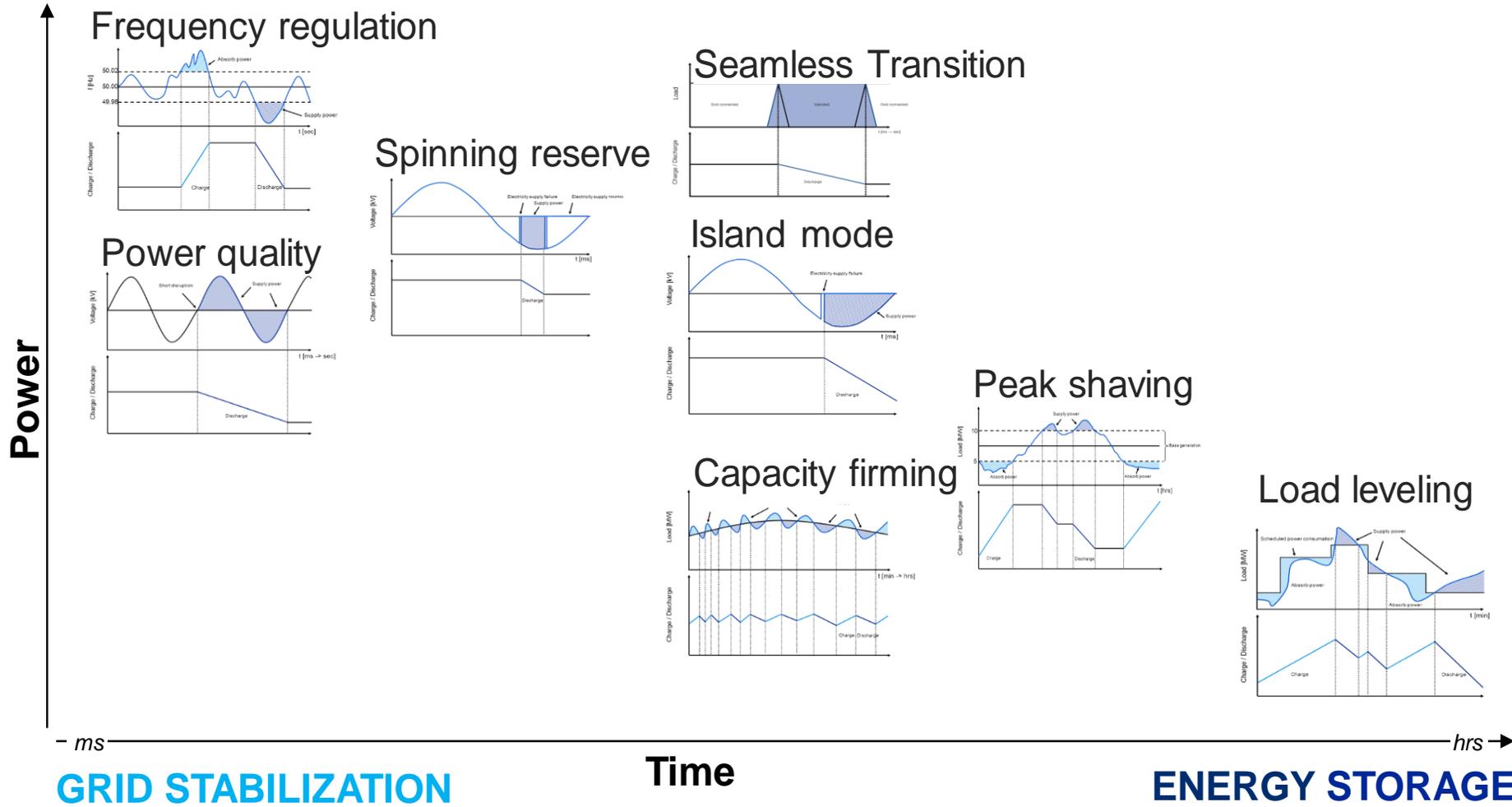
Réseaux de distribution – intégration des RED



RED – interface réseau – dynamique

- Interface réseau – options
 - Machines rotatives – type synchrone ou asynchrone – diesel/gaz
 - Convertisseurs statiques – onduleurs (inverters) – éolien/solaire
- Caractéristiques des interfaces statiques (électroniques)
 - Basées sur une source de tension idéale – performance dictée par les boucles de commande – flexibilité
 - Capacité de contrôle indépendant de la puissance et de la puissance réactive
 - Découplage des masses rotatives (éolien), pas de réponse inertielle, pas de perte de synchronisation
 - Courant maximum limité par la commande – pas de capacité de court circuit – impact sur le système de protection

Stockage – services



Source: ABB

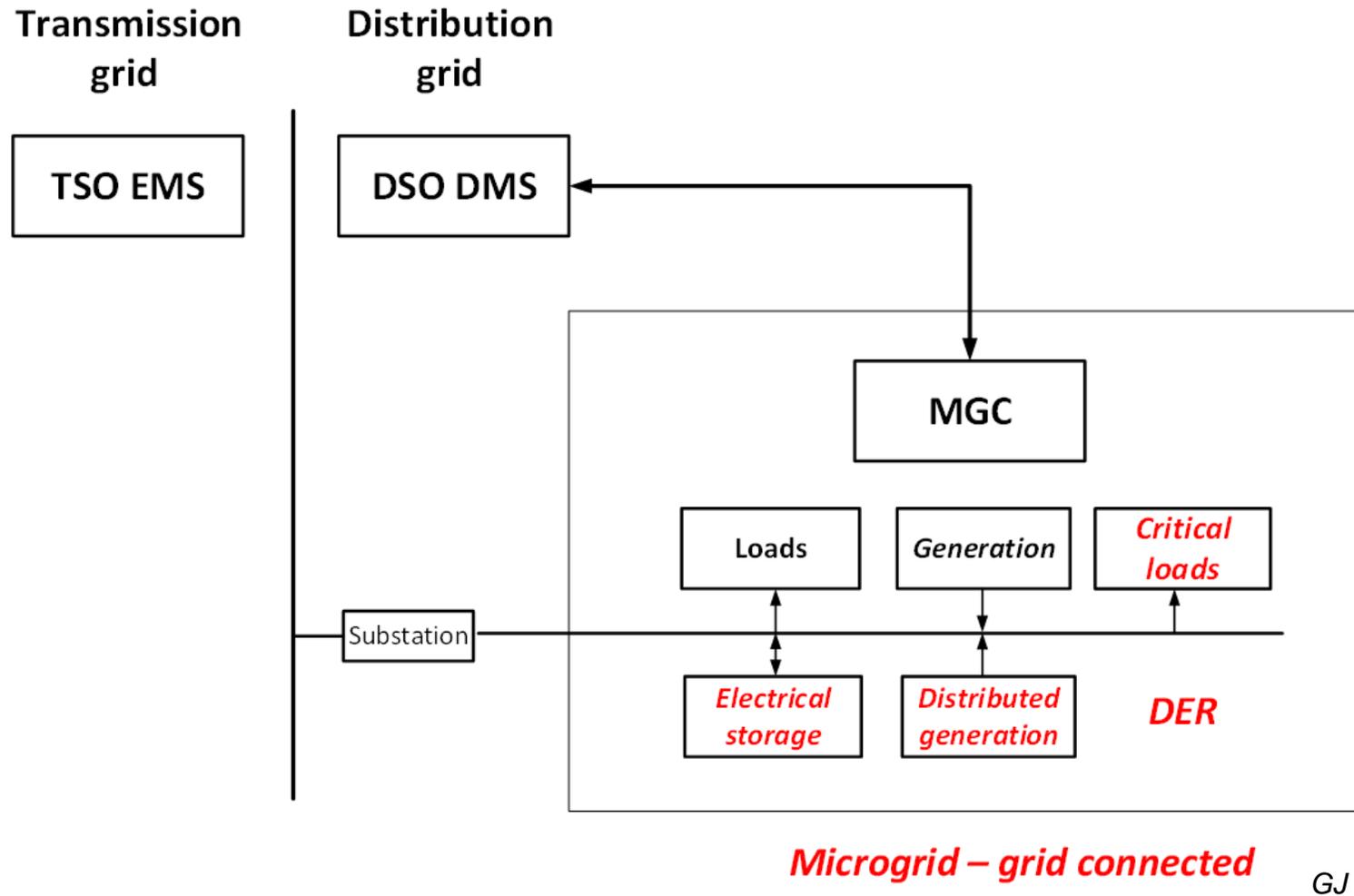
Gestion d'une pénétration élevée des RED

- RED individuel – Imposition de normes de raccordement plus exigeantes
 - Norme IEEE Std 1547-2018 ou exigences équivalentes du distributeur
- Agrégation des RED – microréseau
 - Norme IEEE Std 2030.7-2017 – Functional specification of microgrid controllers – en vigueur
 - Définition des fonctions de base d'un contrôleur microréseau
- Agrégation des RED – Système de gestion des RED
 - Guide IEEE P2030.11 – Functional specification of distributed energy management systems (DERMS) – en développement
 - Définition des fonctions d'agrégation de services

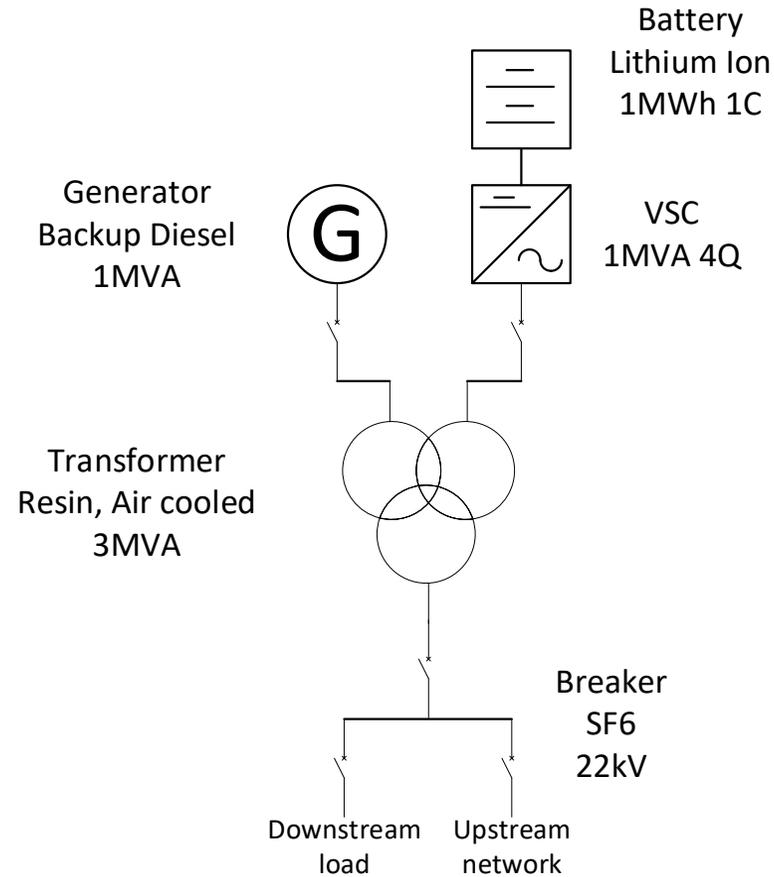
Interconnexion des RED – IEEE Std 1547

- Normes applicables aux RED individuelles
- Nouvelles normes – exigences de fourniture de services en soutien au réseau de distribution
 - Capacité à fournir de la puissance réactive
 - Contrôle de la tension (V) et de la puissance réactive
 - Contrôle et interruption de la puissance
 - Exigences du maintien de fonctionnement hors des plages normales de f et V (low voltage ride-through, LVRT)
 - Ilotage et anti-ilotage
 - Maintien de la qualité d'onde
- Norme IEEE Std 1547-2018 ou exigences équivalentes du distributeur

RED – agrégation en microréseau



Systeme generateur-stockage (Australie 2014)

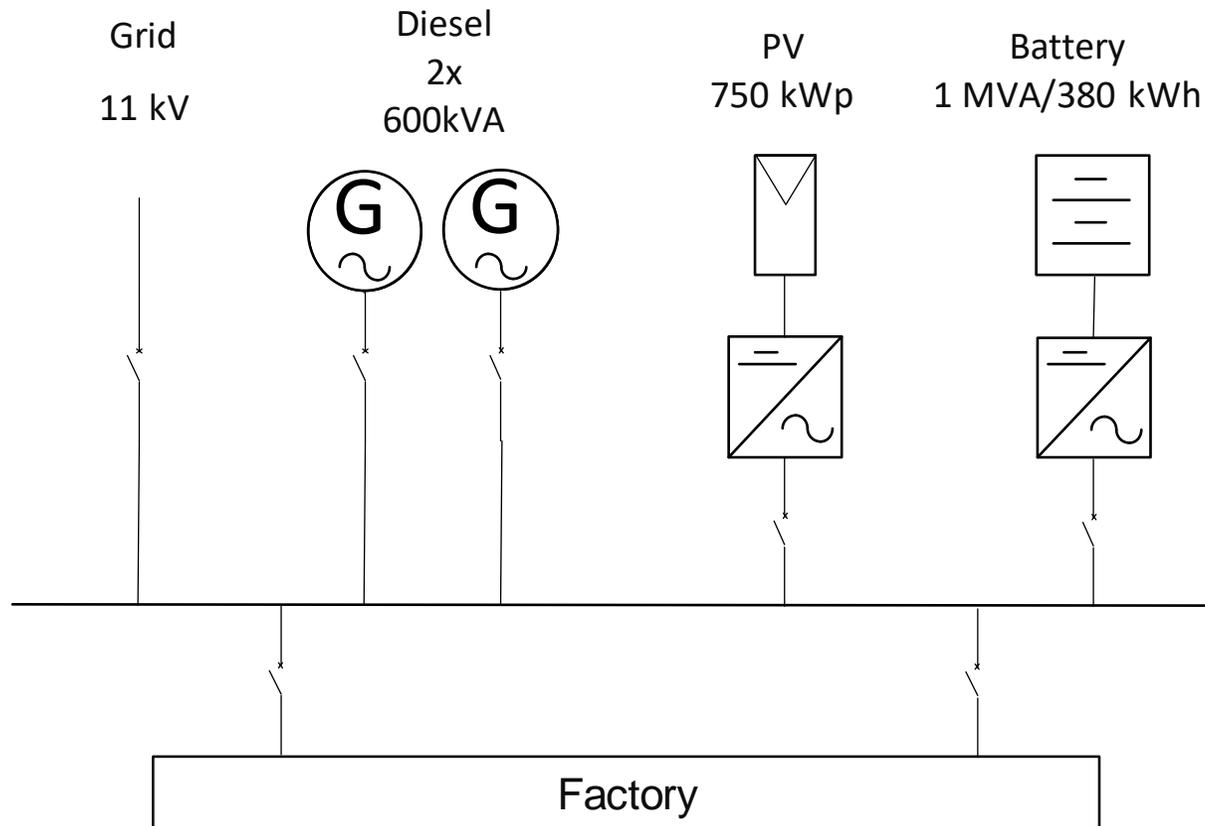


Source: ABB

Redondance, efficacité, r sili nce

Microréseau industriel (Afrique du Sud 2016)

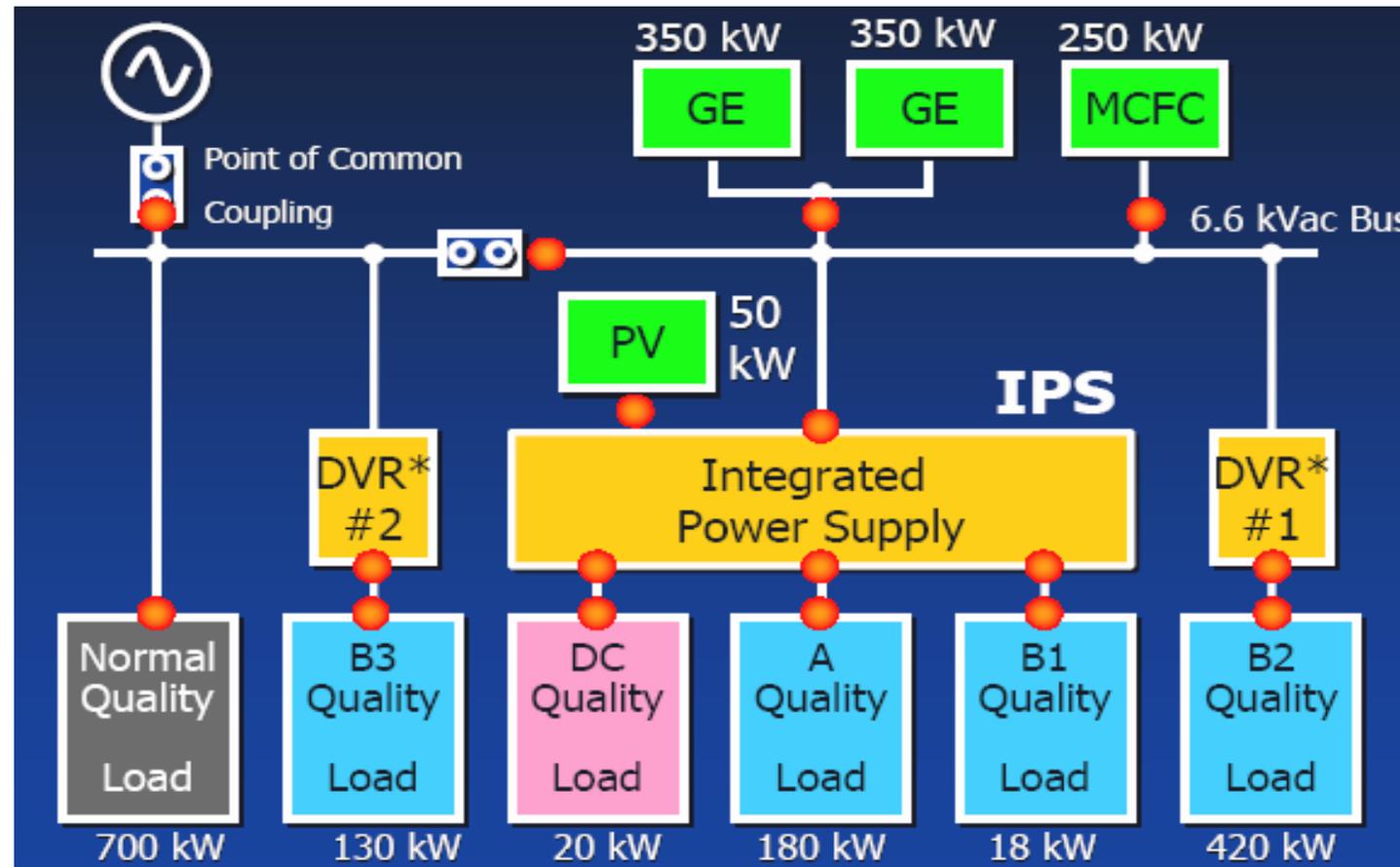
Intégration du solaire, réduction des GES, sécurité et fiabilité énergétique – îlotable



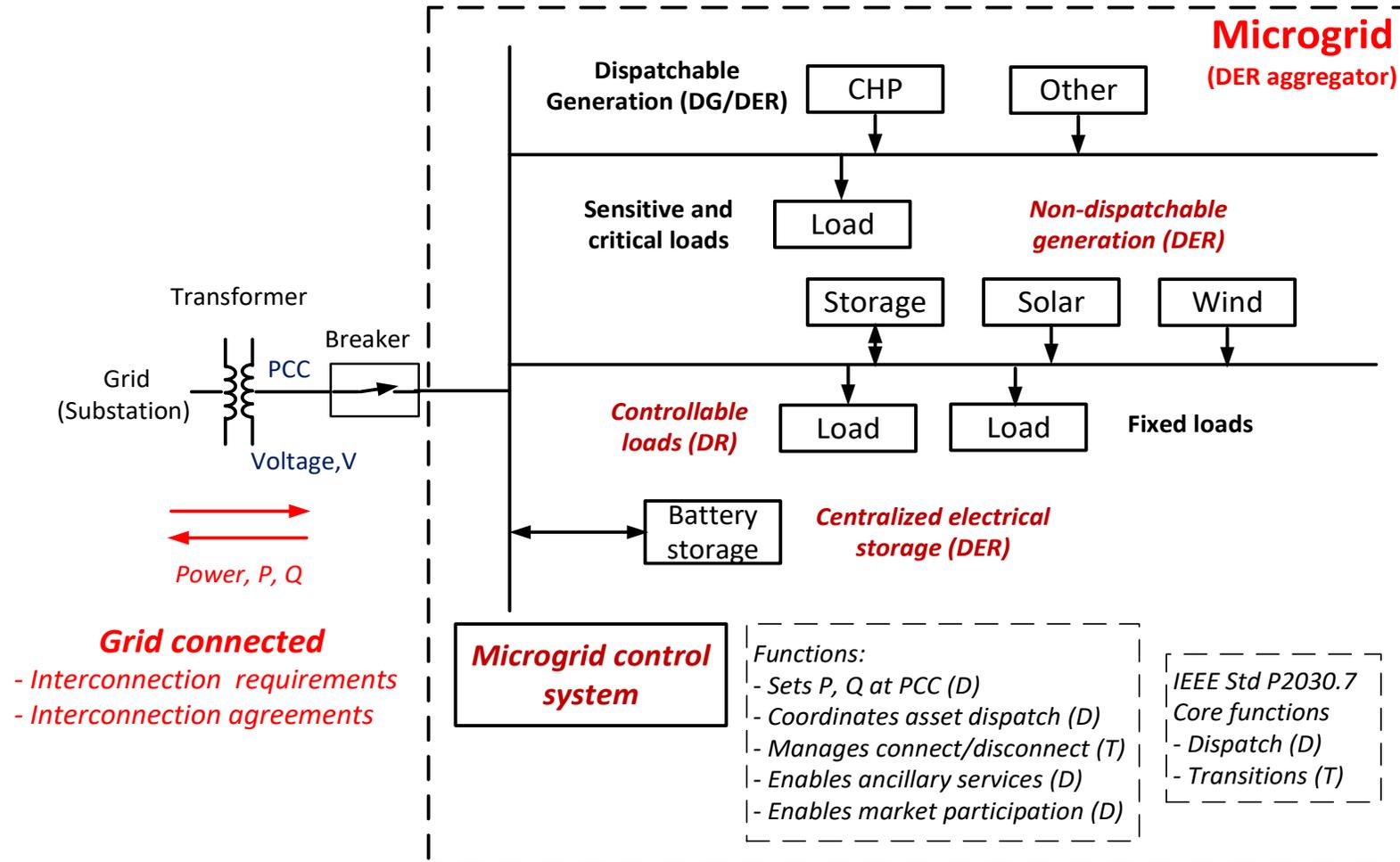
Source: ABB

Microréseau, hôpital universitaire (Japon 2008)

Résilience basée sur la diversité des ressources: génératrices gaz, panneaux solaires, pile hydrogène, batteries, charges prioritaires



Contrôleur microréseau – IEEE Std 2030.7



GJ

Contrôleur microréseau, fonctions – IEEE Std 2030.7

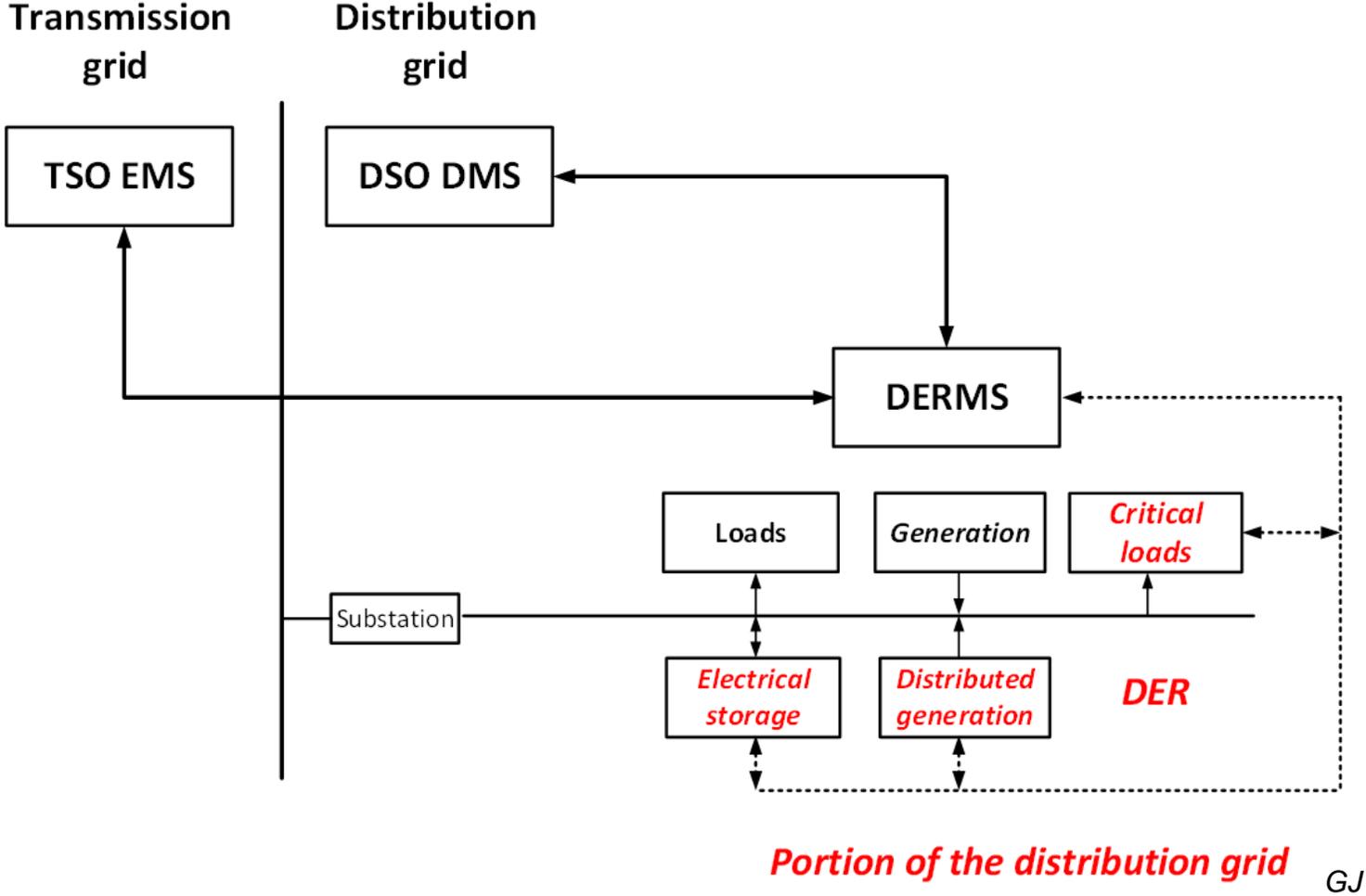
Distribution grid

<i>Microgrid control system</i>	Level 3	Higher level functions Operator interface Grid/market	Communications/SCADA Optimal dispatch
	Level 2	Core level functions Transition (Connect/disconnect)	Dispatch (including simple rules)
	Level 1	Lower level functions Voltage/frequency control Real/reactive power control	Device specific functions

Microgrid assets, devices and components

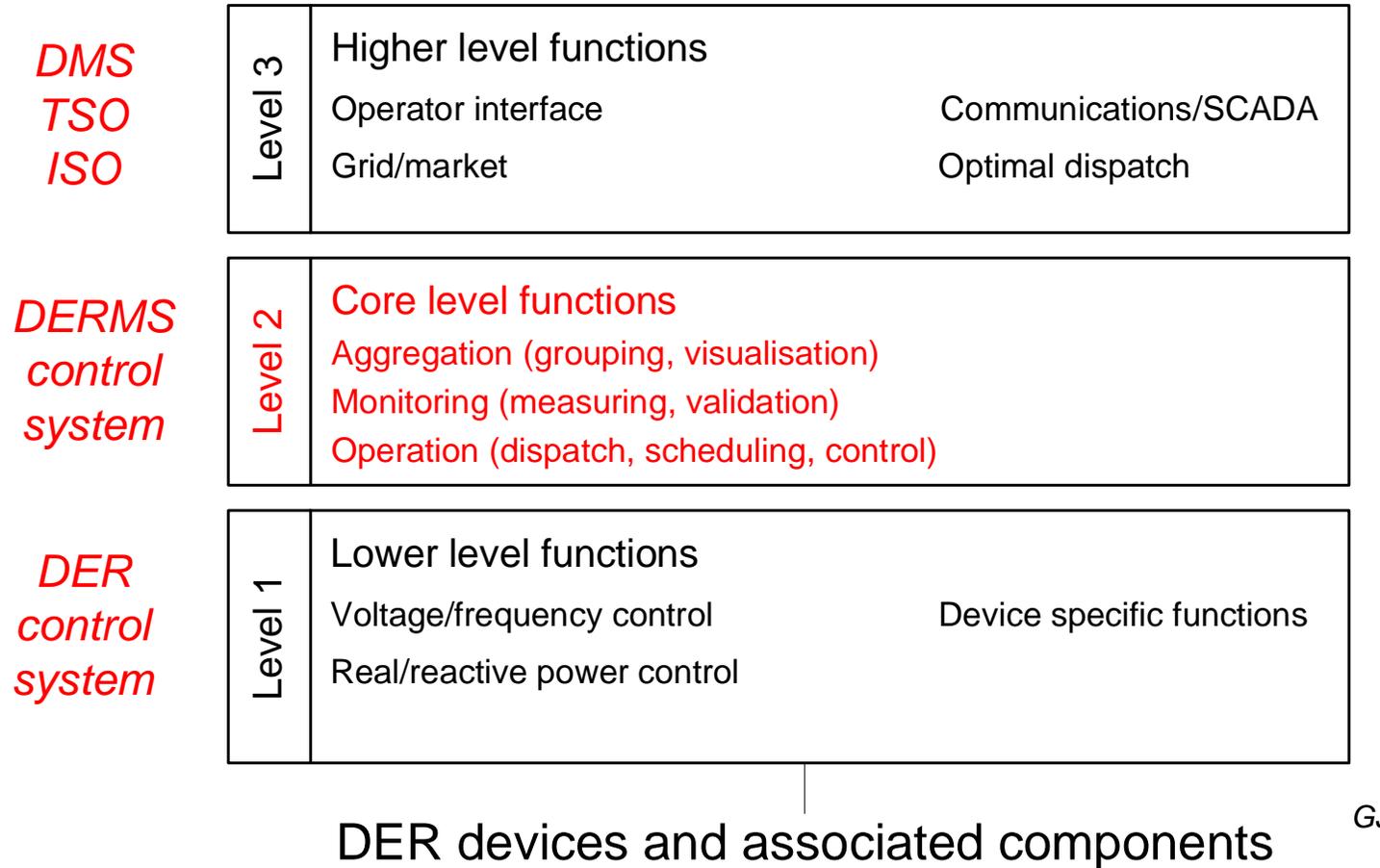
GJ

RED – gestionnaire d’agrégation (DERMS)



DERMS – fonctions de base

Electric grid – distribution / transmission



En guise de résumé – les RED, une opportunité d'affaire

- RED – capacité de fournir des services et contribuer à la flexibilité, la fiabilité et la résilience des réseaux électriques
- RED – interconnexion/intégration et contribution à la flexibilité
 - Dans un réseau de distribution, sur une base individuelle
 - Dans un microréseau, sous le contrôle du gestionnaire du microréseau
 - Dans un réseau de distribution, sous le contrôle d'un agrégateur indépendant ou du distributeur, dans le cadre d'un DERMS
- Potentiel de générer des revenus supplémentaires pour les services rendus au réseau pour les propriétaires et opérateurs de RED, producteurs indépendants