



Etude PPE n°4

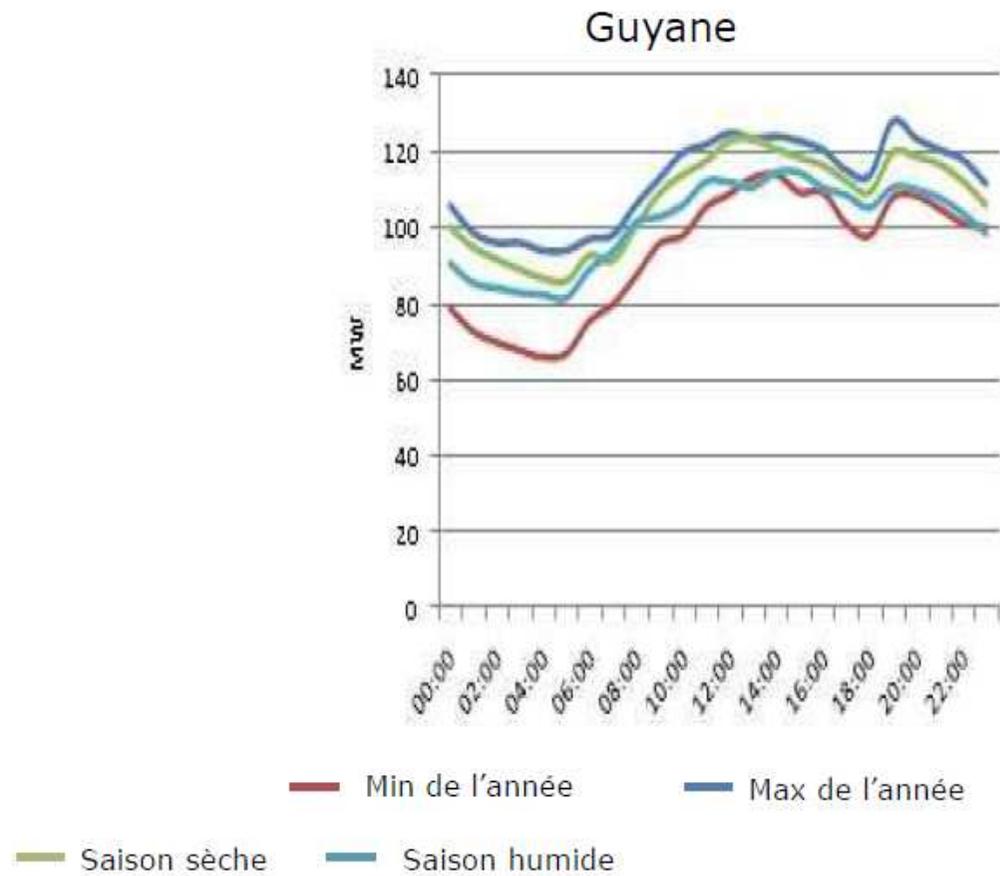
Augmentation de la part des EnR dans le mix électrique guyanais.

Comment insérer plus d'EnR intermittentes en maintenant la sûreté du système électrique ?

Révision PPE 2018 - ATELIER EnR du 11/10/2018

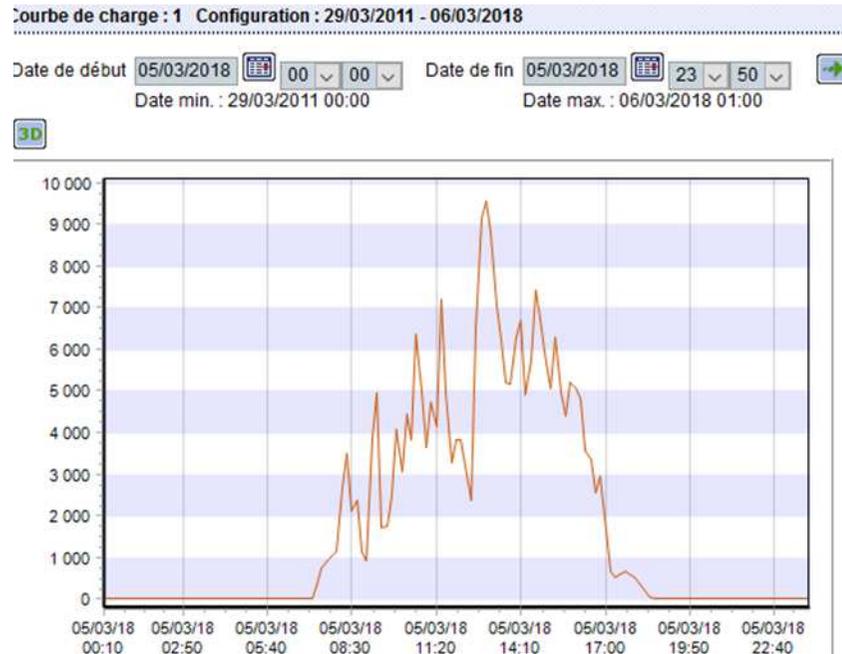
PARTICULARITE FONDAMENTALE DE L'ELECTRICITE

La charge évolue continuellement



PARTICULARITE FONDAMENTALE DE L'ELECTRICITE

La production également



PARTICULARITE FONDAMENTALE DE L'ELECTRICITE

L'électricité ne se stockant pas (ou mal),

En permanence, le dispatching garantit le $P = C$ pour maîtriser l'évolution de la fréquence



$P \text{ fournie} < P \text{ nécessaire}$
Le cycliste ralentit

$\text{Prod élec} < \text{Conso élec}$

f ↘



$P \text{ fournie} = P \text{ nécessaire}$
Le cycliste roule à
vitesse stabilisée

$\text{Prod élec} = \text{Conso élec}$

f →



$P \text{ fournie} > P \text{ nécessaire}$
Le cycliste accélère

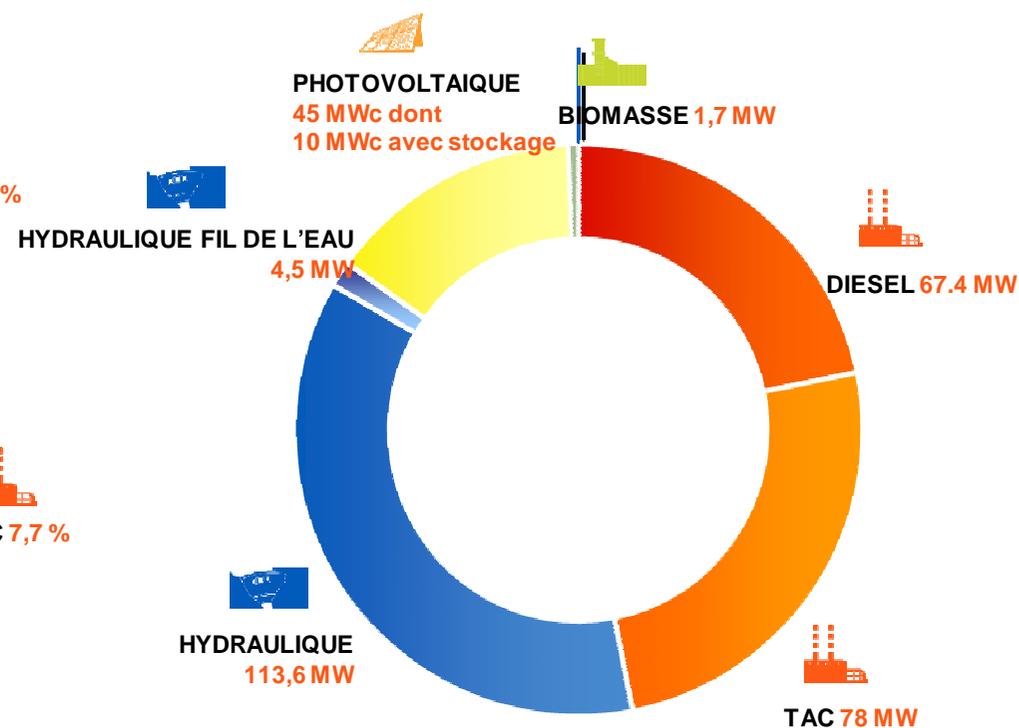
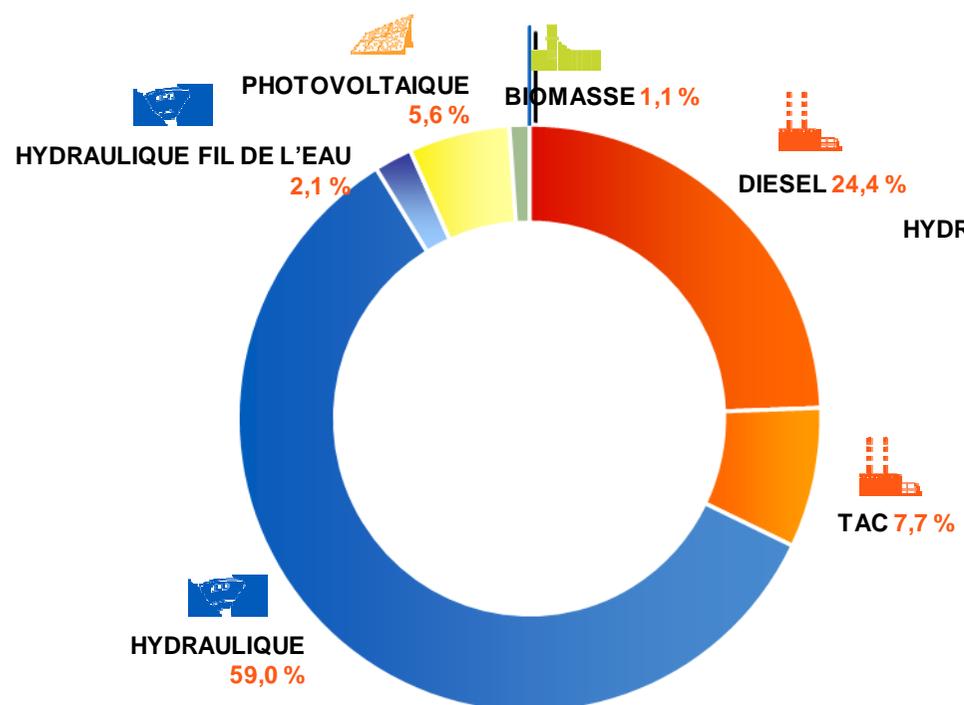
$\text{Prod élec} > \text{Conso élec}$

f ↗

LE MIX ENERGETIQUE 2017 DU LITTORAL

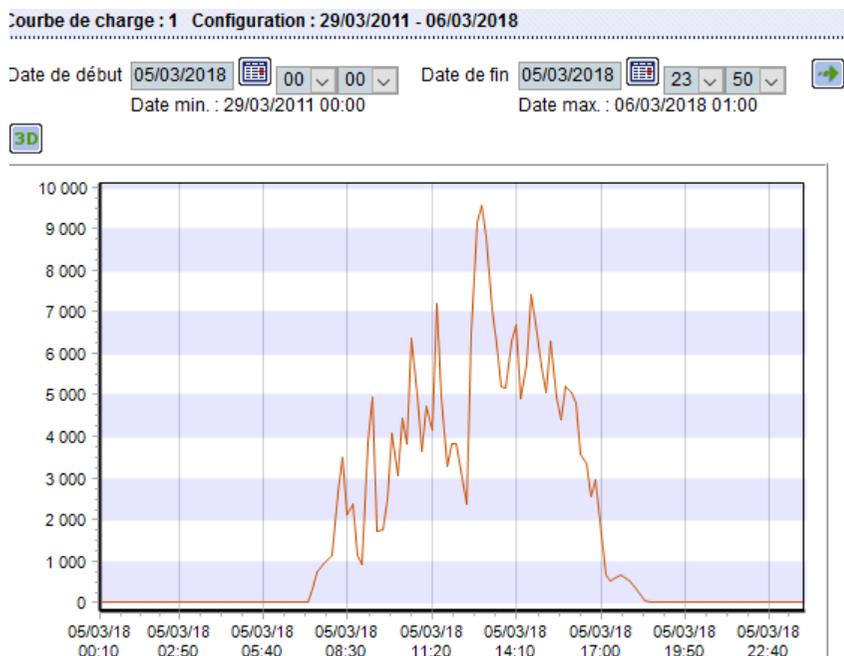
Une PRODUCTION de 922 GWh
assurée à 68% par des ENR

CAPACITE TOTALE INSTALLEE
265 MW ET 45 MWc



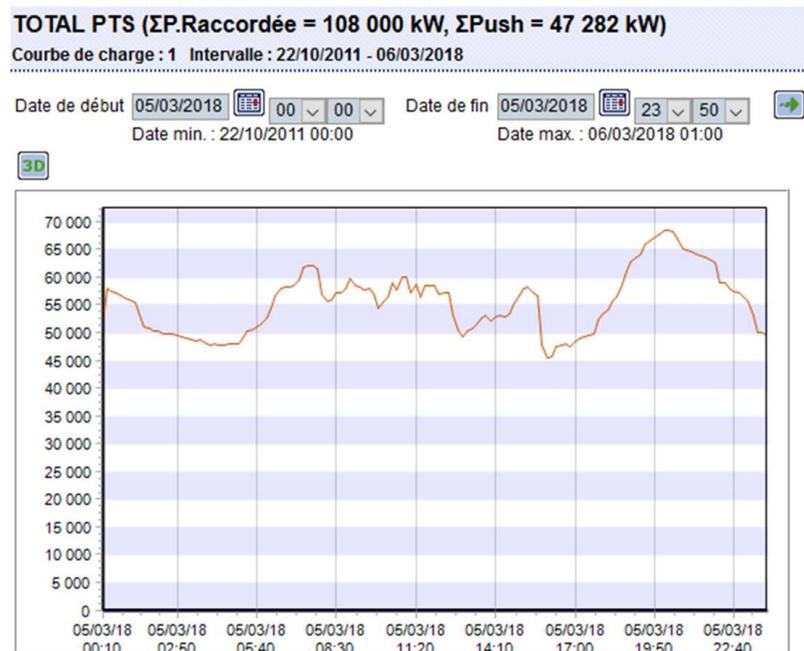
Les sources d'énergie ont toutes des caractéristiques propres
Les sources d'énergie électriques ne s'opposent pas, elles se complètent

Exemple actuel : PV sans stockage



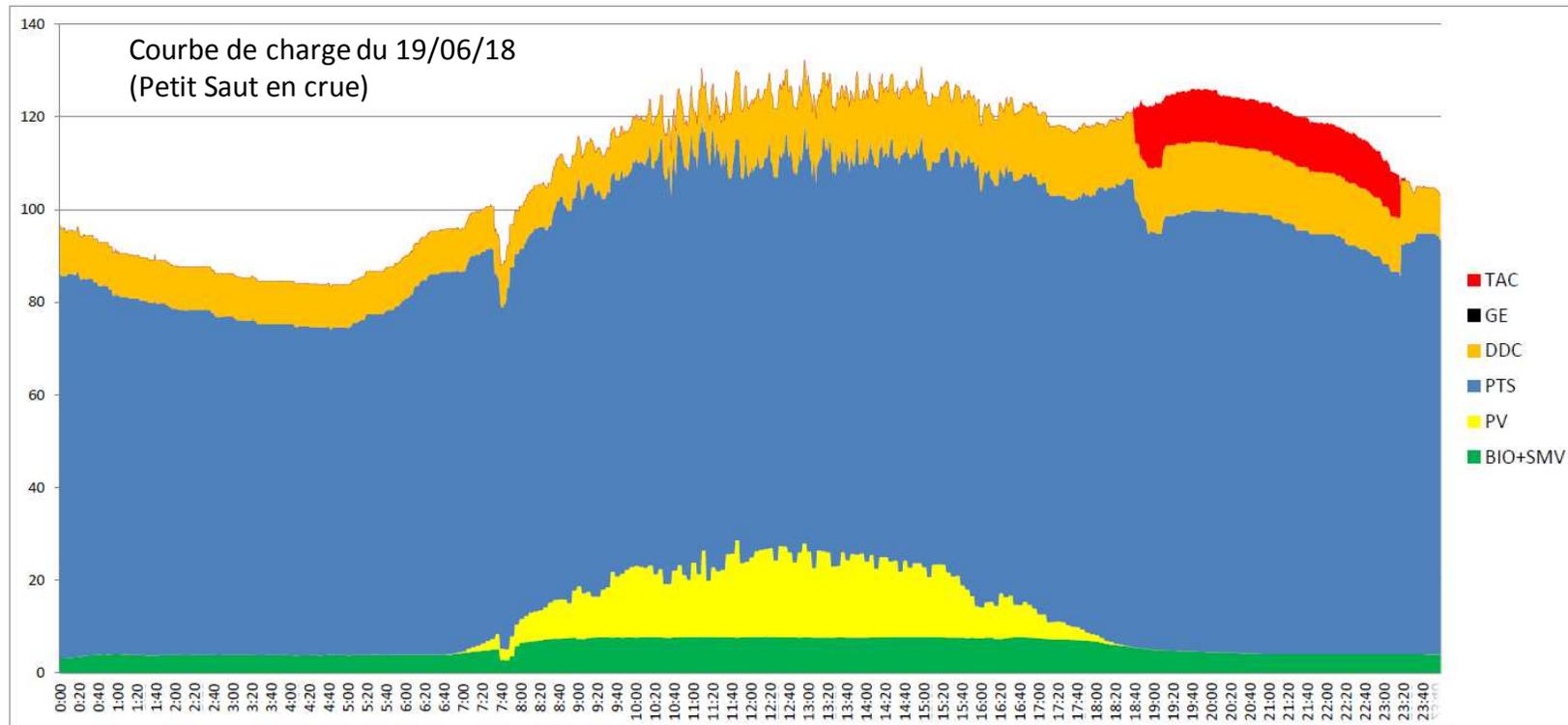
- Variation subie (passage de nuage, nuit)
- Prévisibilité court et long terme non garantie
- Supporte mal les variations du réseau
- Répartition sur le réseau (sensibilité au délestage)
- N'apporte pas d'inertie au réseau ni de PCC
- Coïncide avec l'appel de charge de la journée

Exemple actuel : Grande hydraulique



- Variation voulue
- Prévisibilité CT garantie (LT dépend du stock d'eau)
- Supporte les variations extrêmes du réseau
- Centralisées sur le réseau (insensible au délestage)
- Apporte de l'inertie au réseau et de la PCC (masse en rotation)
- L'adéquation avec la courbe de charge dépend du stock

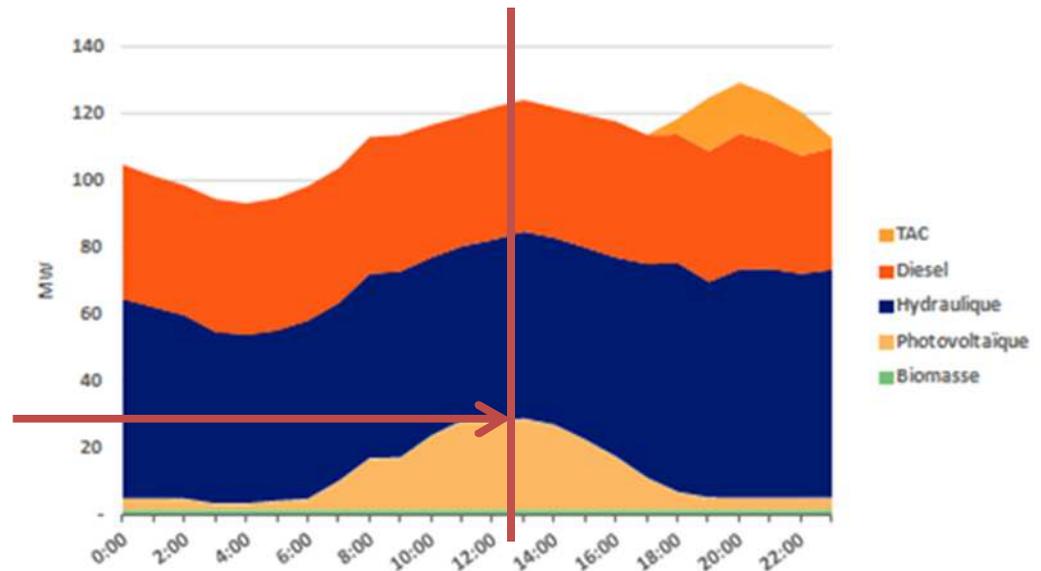
Les sources d'énergie ont toutes des caractéristiques propres
Les sources d'énergie électriques ne s'opposent pas, elles se complètent



- 1) Intégrer 100% d'EnR garanties interfacées au réseau par un alternateur est accessible avec peu de R&D et de travaux (hors travaux réseau).
- 2) Intégrer 100% d'EnR dont une partie intermittente interfacée au réseau par de l'électronique de puissance (onduleur) significative n'est à ce stade pas garanti et nécessite une R&D significative => en partie objet de cette étude

EnR INTERMITTENTE : LE TAUX DE PÉNÉTRATION INSTANTANÉ EN PUISSANCE EST TRÈS DIFFÉRENT DU TAUX DE PÉNÉTRATION EN ÉNERGIE

Avec une production de 30 MW pour une charge totale de 120 MW, le taux de pénétration instantané en puissance est de 25 %



Source BP Guyane 2016

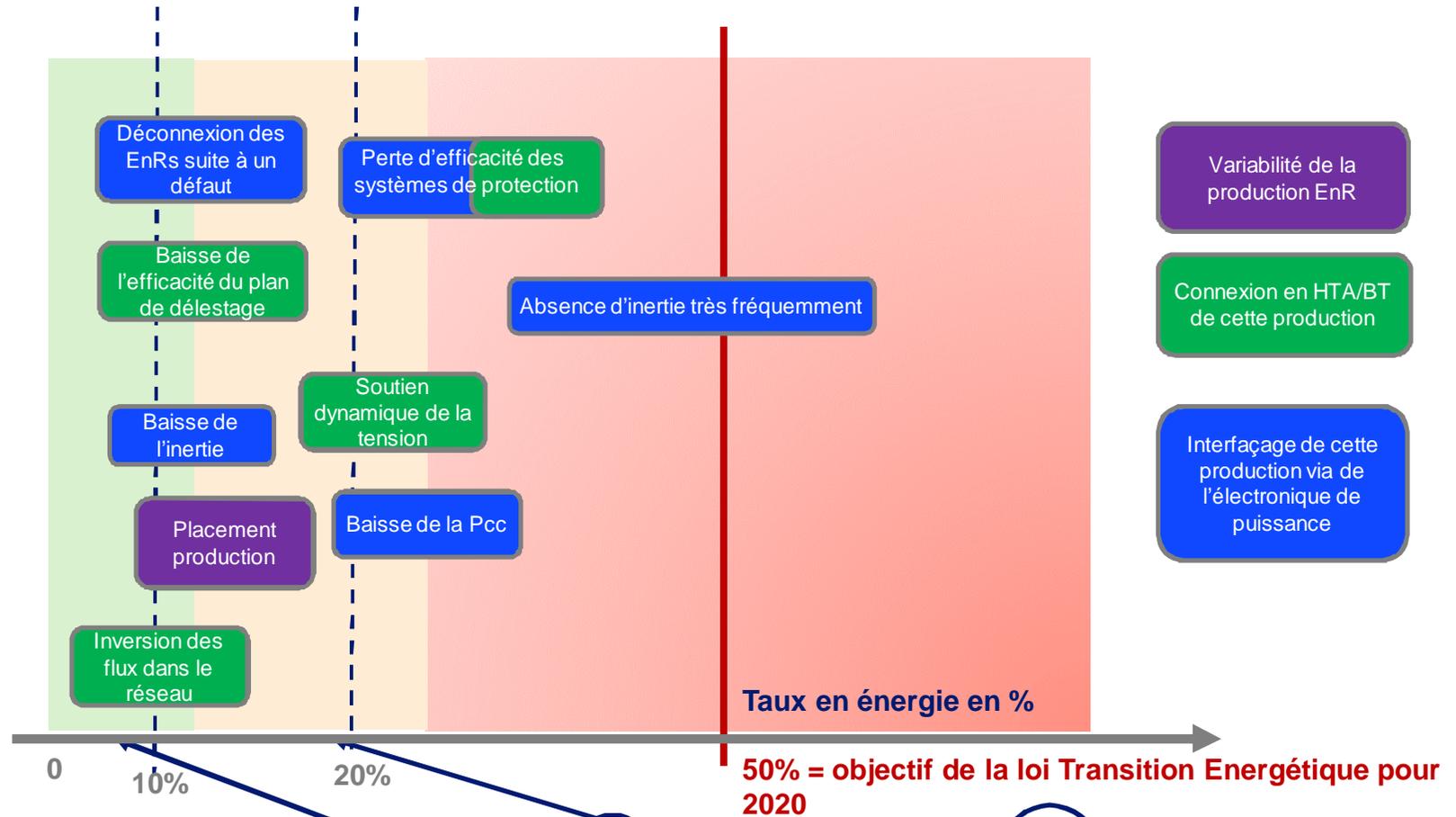


- Thermique (44.7%)
- Photovoltaïque (6.1%)
- Hydraulique (47.9%)
- Biomasse (1.3%)

Le taux de pénétration en énergie du PV dans le mix annuel s'élève à 6.1 %

Source BP Guyane 2016

LES CARACTÉRISTIQUES DES ENR ONT DES IMPACTS SUR LA SURETÉ DE FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME ÉLECTRIQUE



Puissance PV installée	2018 = 45 MWc	71 MWc	126 MWc
Energie annuelle produite (GWh)	55	87	154
Part dans le mix annuel	6.1 %	9,6%	17 %
Taux de pénétration maximum atteint *	25 %	39 %	70 %

L'ATTEINTE DES OBJECTIFS DE LA PPE NÉCESSITE DE REPOUSSER LA LIMITE ACTUELLE D'INSERTION DES ENR

- L'arrêté 30/04/2017 fixe à **35 % le taux instantané de production à compter du 01/01/18**, à partir duquel le gestionnaire de réseau peut déconnecter les producteurs pour préserver la sûreté de fonctionnement du système
- Loi de transition énergétique ambitionne de porter à **50% la part des énergies renouvelables** dans la consommation finale d'énergie des zones insulaires non interconnectées en 2020 (vers une autonomie énergétique en 2030).

Dans ce contexte EDF SEI a

- **Quantifié l'impact d'un accroissement du taux en EnR intermittentes** sur la sûreté des systèmes électriques
- **Identifié les briques technologiques** à mettre en œuvre pour augmenter ces limites.

LES SYSTÈMES ÉLECTRIQUES NON INTERCONNECTÉS SONT FRAGILES

Garantir la sûreté du Système Electrique c'est faire en sorte de:

- Ne pas avoir d'incident généralisé en cas de perte de site complet de production
 - Ne pas avoir de délestage fréquence-métrique en cas de court-circuit HTB correctement éliminé
 - Maîtriser le recours au délestage en cas de perte de groupe pour limiter les impacts clients et pour un coût maîtrisé
- => Ceci définit la **POLITIQUE DE RISQUE DU GESTIONNAIRE DE SYSTÈME**

→ L'étude a donc consisté à vérifier si, à chaque pas horaire de 2020 et avec un taux de pénétration des EnR intermittentes allant jusqu'à 70%, la politique de risque du GS était respectée en cas de perte d'un groupe de production.

Type de production	Libération de la réserve primaire (1 rapide– 4 lente)	Coûts variable de Production (1 bas – 3 élevé)	Coût de démarrage (1 bas – 3 élevé)	Délestage clientèle autorisé en cas de perte d'un groupe
Biomasse	3	2	3	NON
Diesel	2	2	2	NON
TAC	1	3	1	OUI
Hydro	4	0	0	OUI
PV, Eolien	Pas d'exigence*	0	0	NON
Micro-hydro, cogénération.)	Pas d'exigence	0	0	NON

LA LIMITE ACTUELLE À 30% N'ASSURE PAS SYSTÉMATIQUEMENT LA SÛRETÉ DES SYSTÈMES

Pas de réglage secondaire de fréquence

Déconnexion des ENR* < 100 kVA sous 49.5 Hz

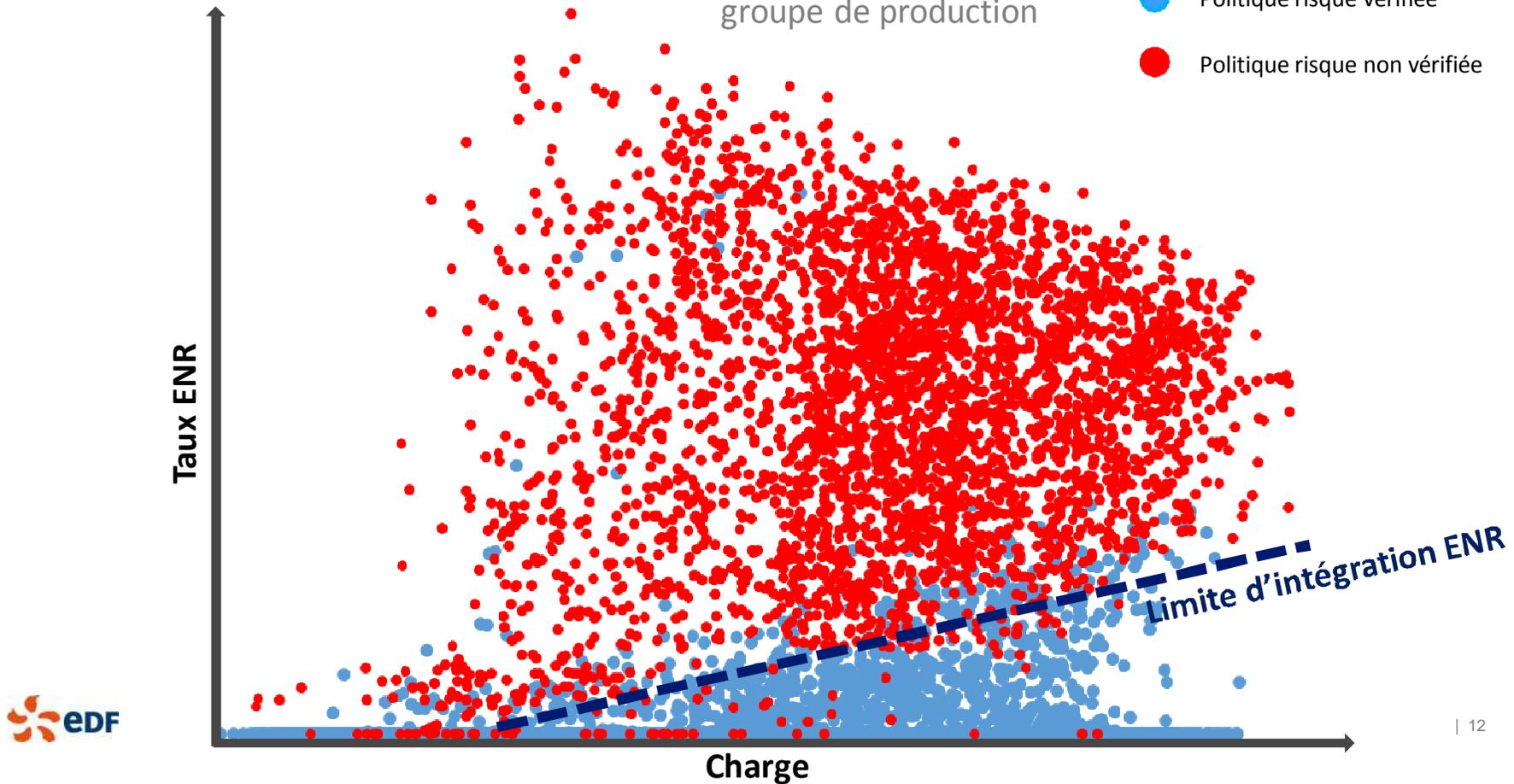
ENR raccordées sur les départs délestables

Tenue des ENR aux creux de tension

* ici PV et éolien

Simulation sur perte d'un groupe de production

- Politique risque vérifiée
- Politique risque non vérifiée



LE RÉGLAGE SECONDAIRE DE FRÉQUENCE PERMET DE RELEVER LA LIMITE

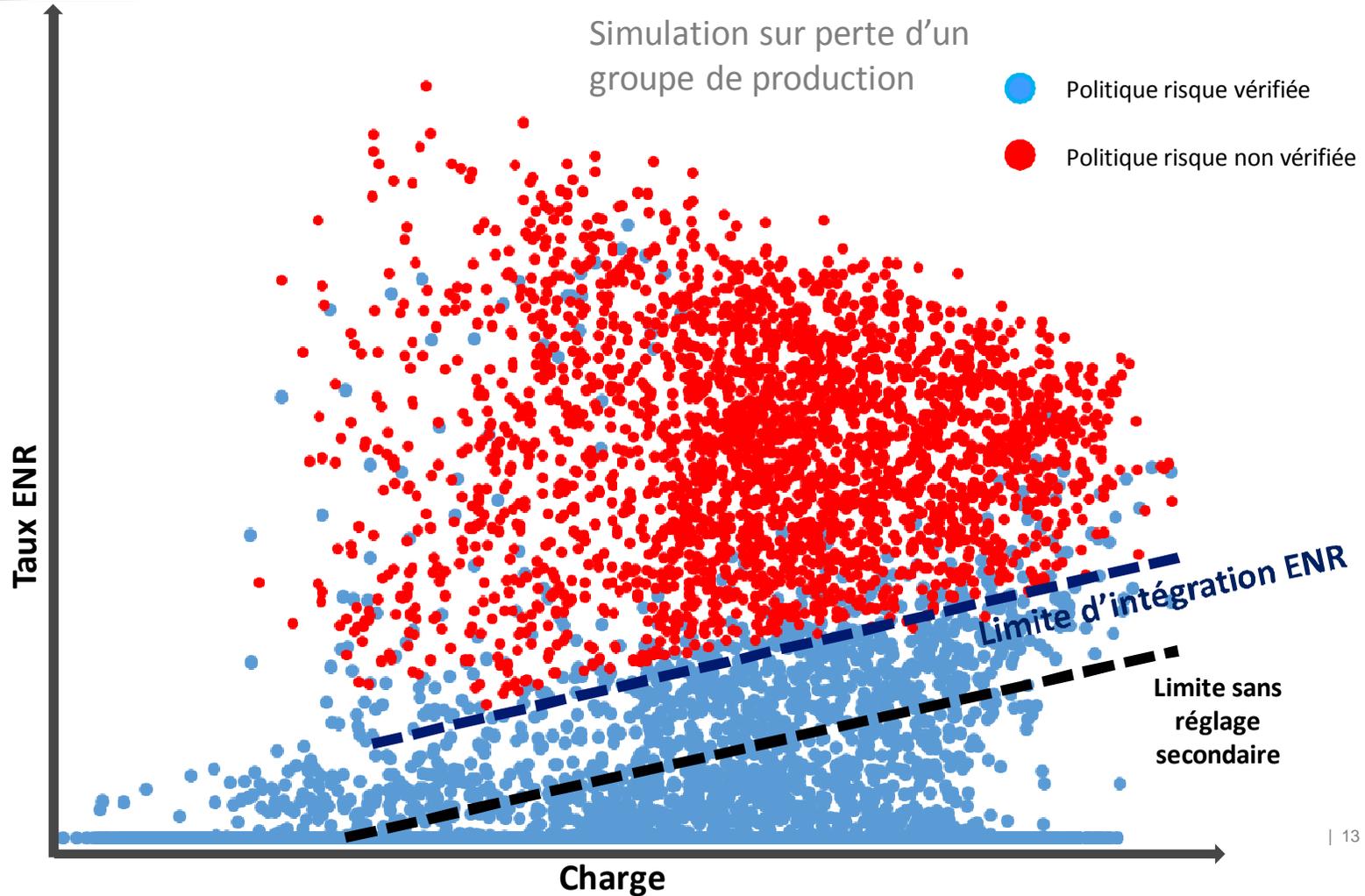
Réglage secondaire de fréquence automatique

Déconnexion des ENR* < 100 kVA sous 49.5 Hz

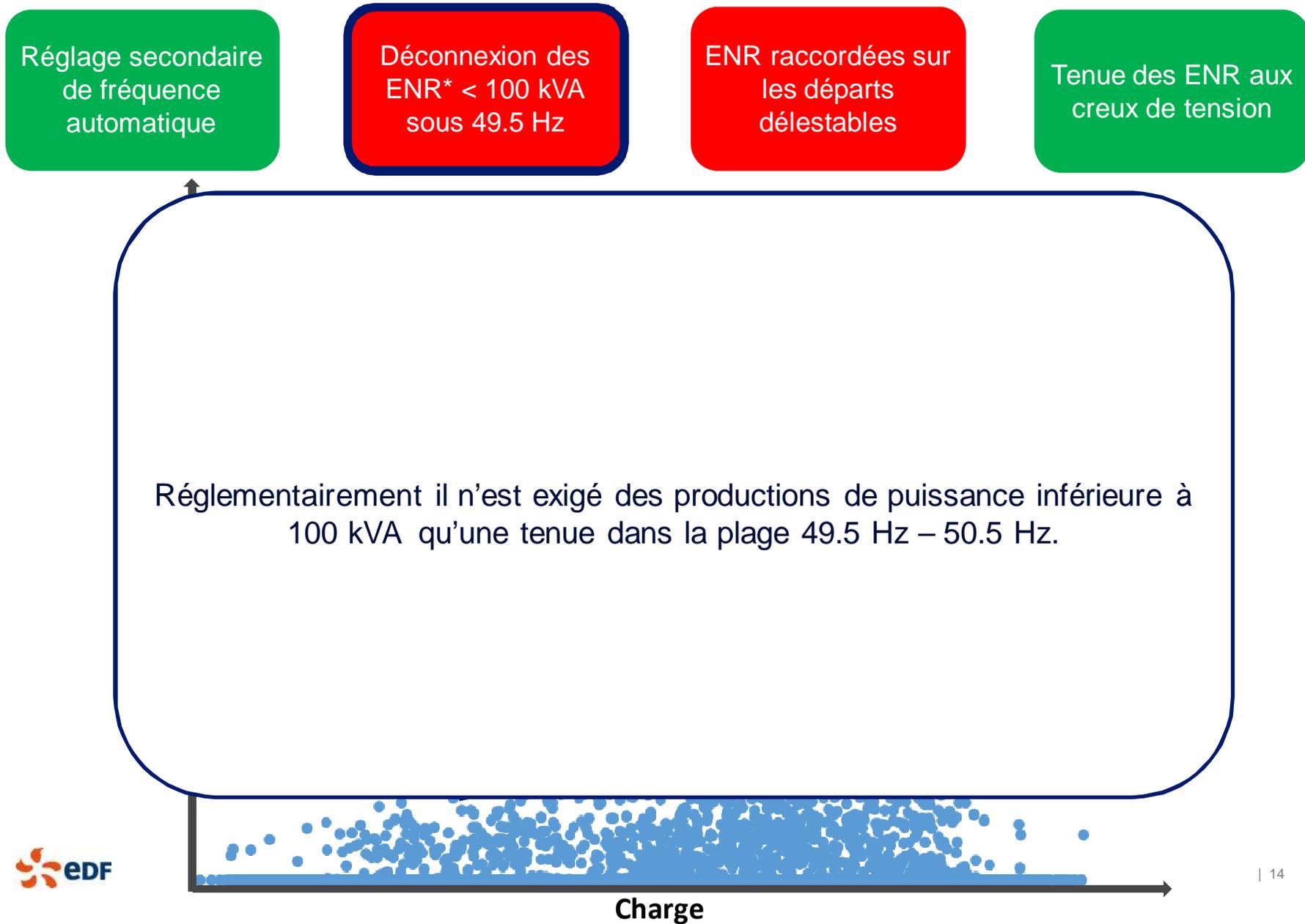
ENR raccordées sur les départs délestables

Tenue des ENR aux creux de tension

Simulation sur perte d'un groupe de production



NECESSITE D'ETENDRE LA PLAGES DE TENUE EN FREQUENCE DES ENR



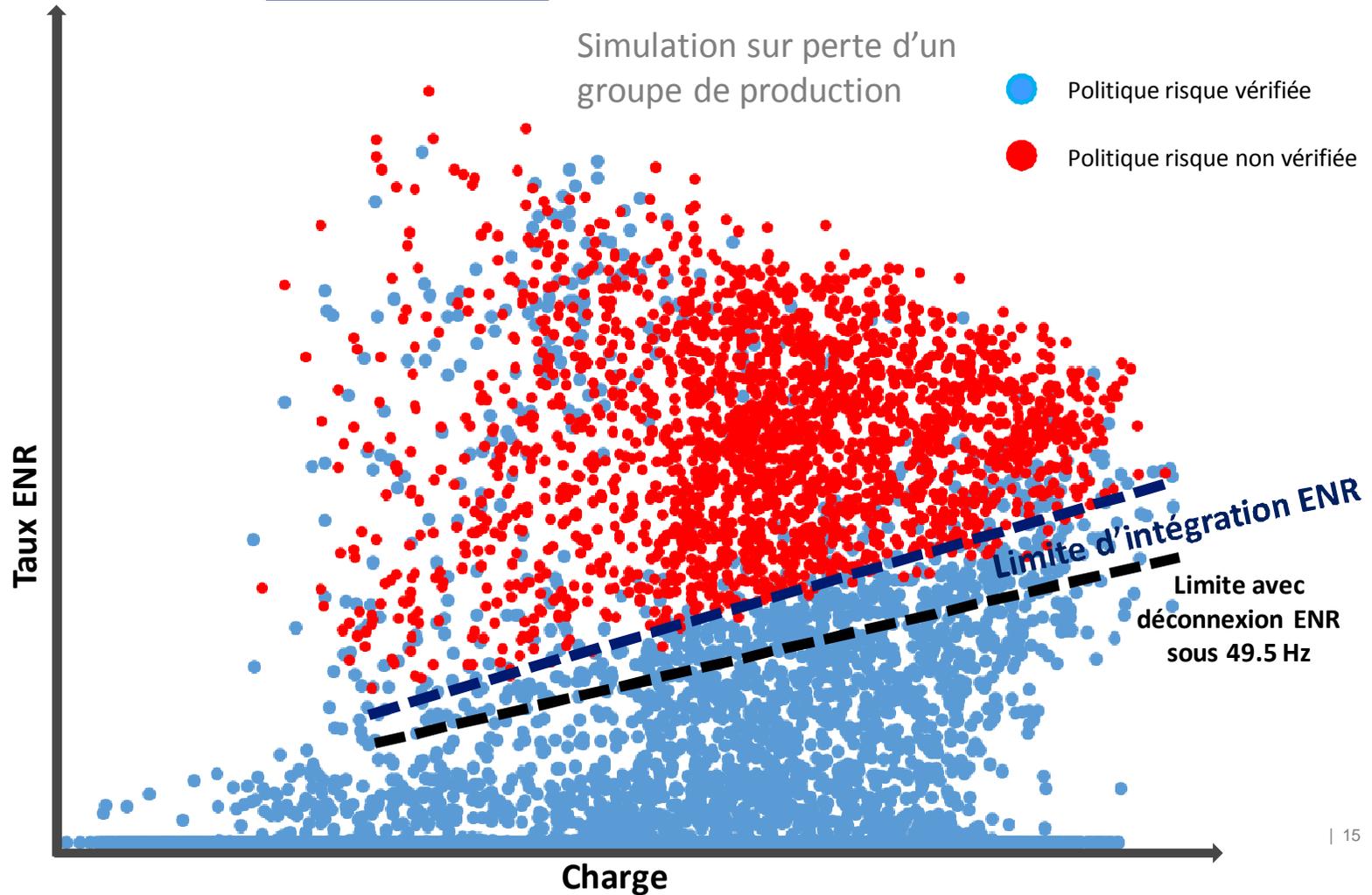
ACCROITRE LA PLAGE DE TENUE EN FREQUENCE DES ENR PERMET DE RELEVER LA LIMITE D'INSERTION

Réglage secondaire de fréquence automatique

Plus de déconnexion des ENR sous 49.5 Hz

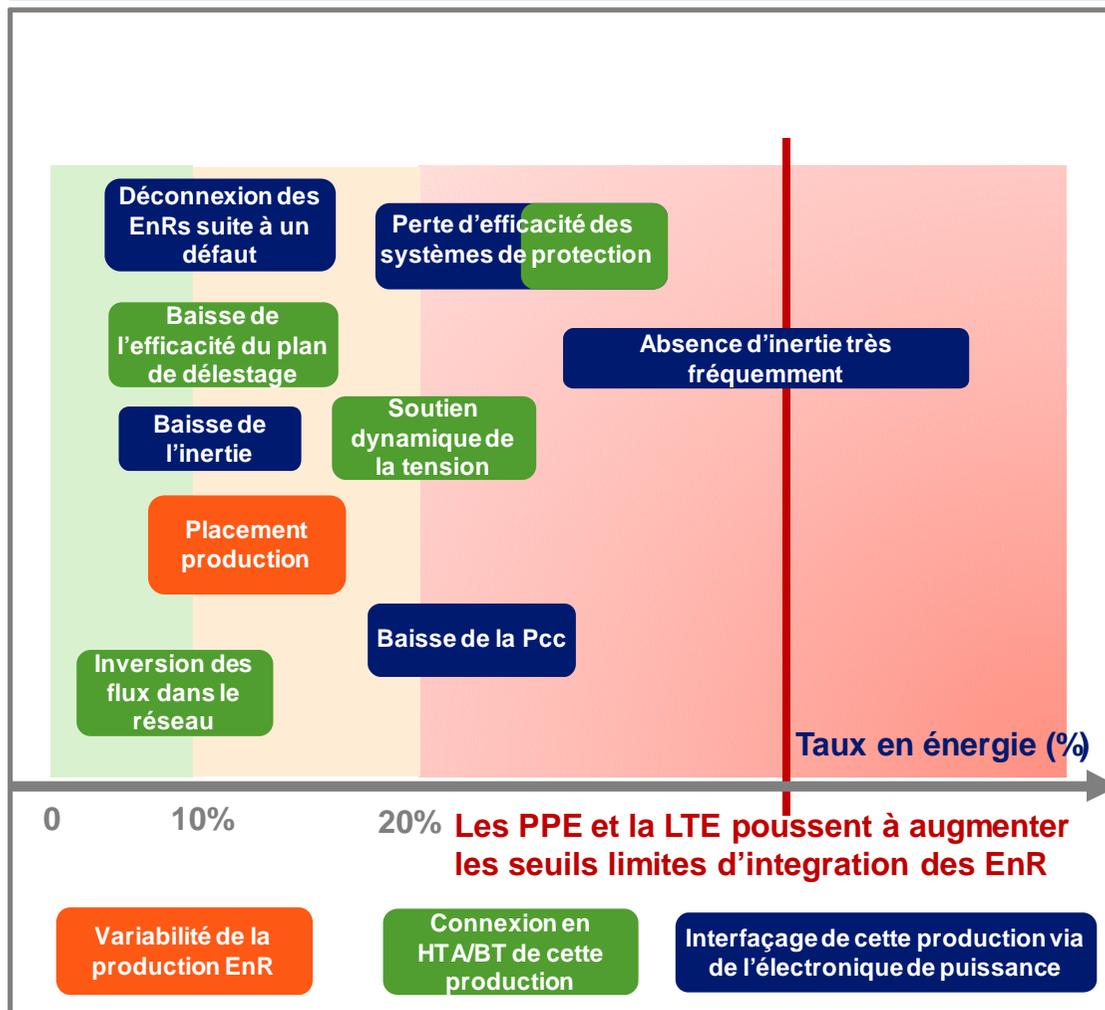
ENR raccordées sur les départs délestables

Tenue des ENR aux creux de tension



PLUSIEURS BRIQUES SONT À POSER POUR INTÉGRER PLUS D'ENR EN MAÎTRISANT LA SÛRETÉ SYSTÈME : LES PRODUCTEURS ET LE GS DOIVENT Y CONTRIBUER

Challenges liés à l'intégration des EnR dans les ZNI



Leviers et actions en cours



Producteurs

EDF SEI

EXEMPLE LEVIER : RENFORCEMENT DES EXIGENCES DANS LA DTR SEI

I - Toute installation de production doit fonctionner sans limitation de durée dans la plage de fréquence de 48 Hz à 52 Hz.

II – Toute installation de production doit rester en fonctionnement lorsque la fréquence du réseau public de distribution d'électricité prend des valeurs exceptionnelles, dans les conditions de durée et de perte maximale de puissance fixées dans le tableau ci-dessous :

Plage de fréquence	Durée minimale de fonctionnement	Perte maximale de puissance (pourcentage)
48 Hz- 47 Hz	3 minutes	4 %
47 Hz – 46 Hz	60 secondes	6 %
Sous 46 Hz	0.4 seconde	8 %

Pour toutes les installations de production raccordées au réseau du littoral guyanais, il convient de remplacer dans le tableau ci-dessus l'indication « 46 Hz » par « 45 Hz » et pour celles de puissance supérieure à 500 kW par « 44 Hz ».

EXEMPLE LEVIER : RENFORCEMENT DES EXIGENCES DANS LA DTR SEI

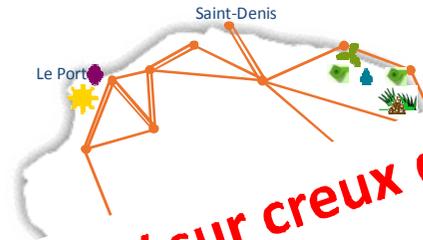
Le 01/01/2015 à 11h57 (PV = 22 %)

CC éliminé en 80 ms :
tensions HTA comprises
dans le gabarit mais

Perte de 50 % du PV

Chute

Délestage premier stade
15600 clients coupés



Le 03/03/2015 à 12h58 (PV = 21 %)

CC éliminé

100 ms
omprises
mais

Perte de 50 % du PV

Chute de fréquence sous 48 Hz



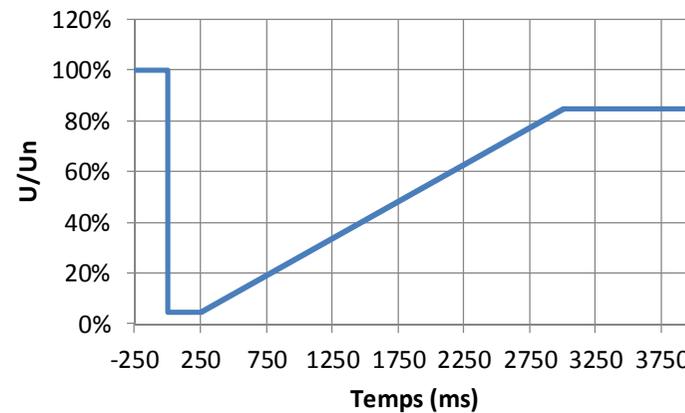
Délestage premier
stade
15600 clients
coupés

**La perte du PV sur creux de tension a
généré
des coupures clients
sur un événement normalement sans
conséquence**



EXEMPLE LEVIER : RENFORCEMENT DES EXIGENCES DANS LA DTR SEI

I - Toute installation de production dont la puissance P_{max} est supérieure ou égale à **10 kVA** doit rester en fonctionnement lors de l'apparition au point de livraison de l'installation d'un creux de tension s'inscrivant dans le gabarit défini comme ci-dessous :



II - Toute installation de production raccordée au réseau via une interface à électronique de puissance dont la puissance P_{max} est supérieure ou égale à **10 kVA** doit cesser l'injection de courant en moins de 100 ms après que la tension au point de livraison de l'installation ait chuté sous $0.8 U_n$.

III - Toute installation de production relevant du II doit retrouver en moins de 100 ms un niveau de production de puissance active à $\pm 10\%$ de la puissance active produite avant le creux lorsque la tension au point de livraison revient au dessus de $0.85 U_n$.

IV - Toute installation relevant du II et **raccordée sur un départ HTA dédié** devra être en capacité de participer au maintien de la tension durant un défaut. Elle devra être en mesure de fournir un courant réactif additionnel dans la limite de ses capacités constructives. Le temps d'établissement de ce courant additionnel doit être inférieur à 60 ms. Cette fonctionnalité pourra être activée ou désactivée sur site à la demande du gestionnaire du système.

EXEMPLE LEVIER : RENFORCEMENT DES EXIGENCES DANS LA DTR SEI

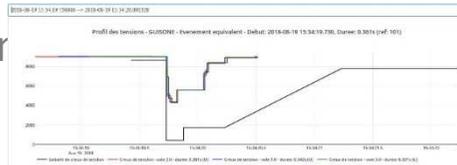
Après avoir renforcé les exigences il faut vérifier qu'elles sont respectées :

Par l'installation de système de r

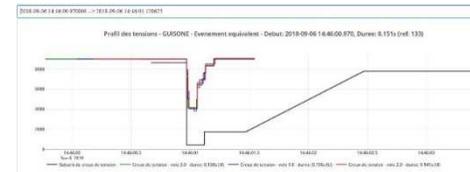
ALPTEC 2444 d+



4 entrées en tension
4 entrées en courant
Fixation sur rail DIN



OK



KO



Par la réalisation d'essais sur site avant la MSI :
étude en cours sur l'opportunité de se doter d'un
moyen d'essais mobile



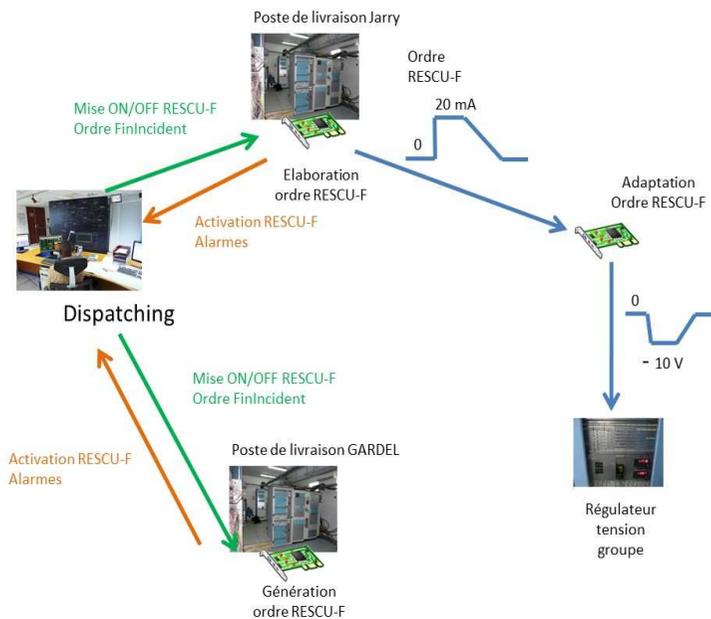
EXEMPLE LEVIER : DÉPLOIEMENT DU DÉLESTAGE À DÉRIVÉE DE FRÉQUENCE

Permet de réduire le besoin en inertie minimale pour éviter :

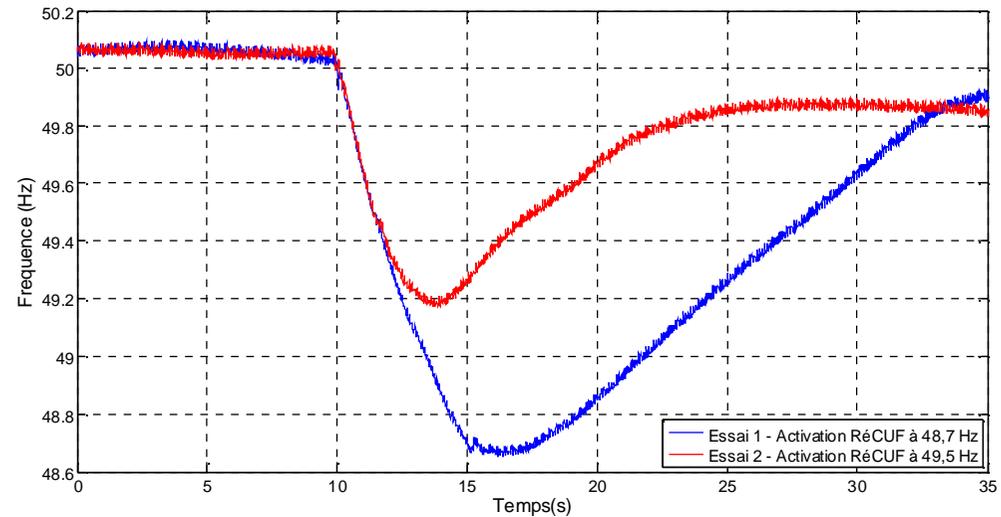
- le risque d'incident généralisé sur perte de site (fréquence < 46 Hz ou 44 Hz en Guyane)
- le risque de remontée trop rapide de la fréquence en cas de sur délestage (limite empirique fixée à 3 Hz/s)

EXEMPLE LEVIER : DEPLOIEMENT DU REGLAGE RESCU-F

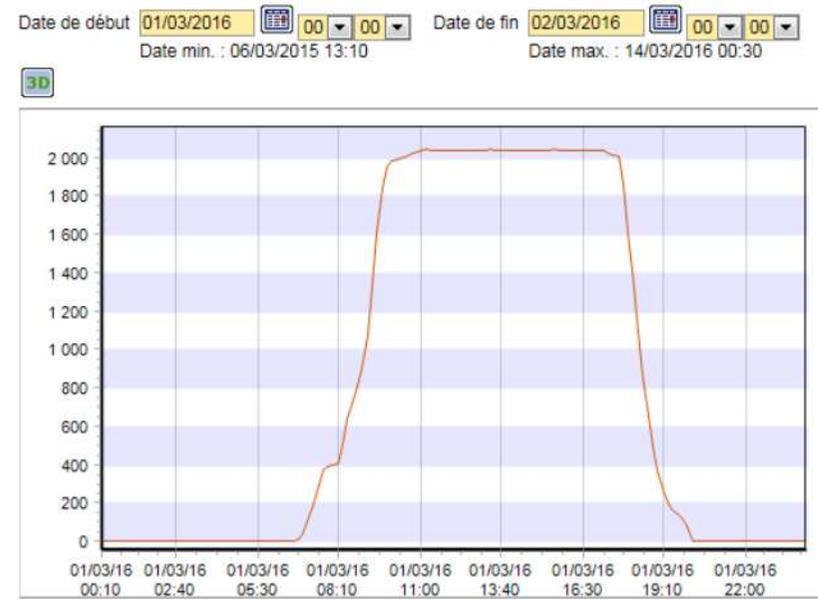
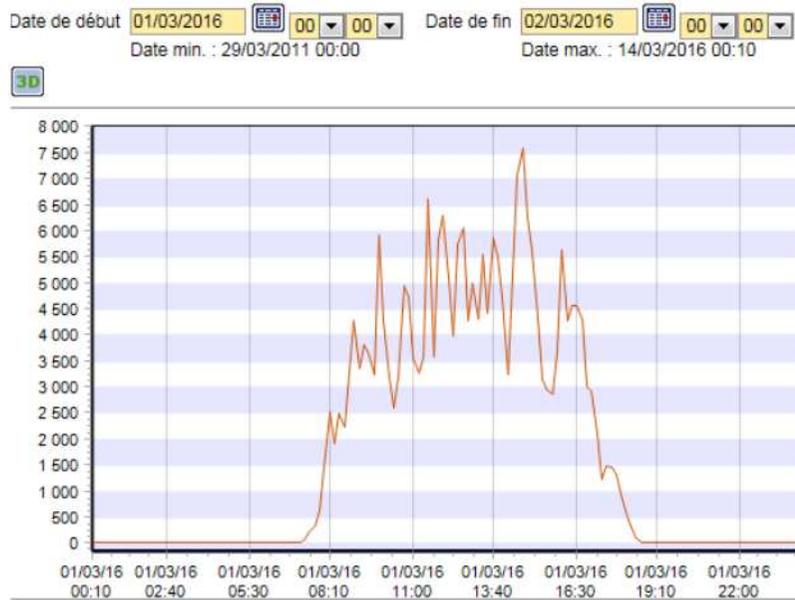
Permet de réduire la chute de fréquence en exploitant la sensibilité des charges à la tension d'alimentation



Evolutions de la fréquence en Guadeloupe lors de deux pertes de groupe provoquées



EXEMPLE LEVIER : LE STOCKAGE EN LISSAGE DE L'INTERMITTENCE



EXEMPLE LEVIER : DEPLOIEMENT DU STOCKAGE

Permet de réduire la chute de fréquence en exploitant la sensibilité des charges à la tension d'alimentation

Evolutions de la fréquence en Guadeloupe lors de deux pertes de groupe provoquées