



Etude PPE n°4

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

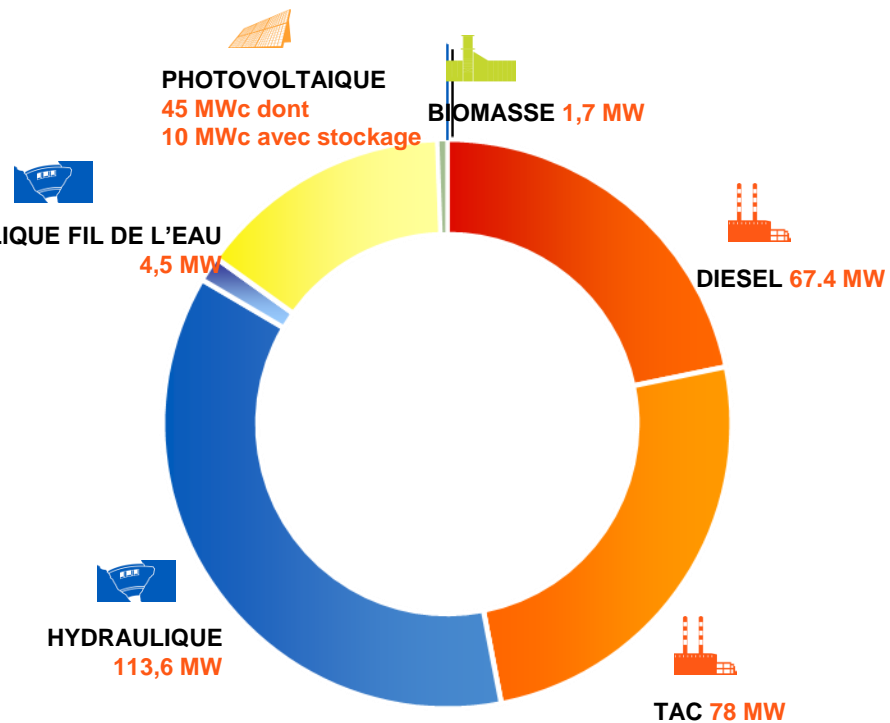
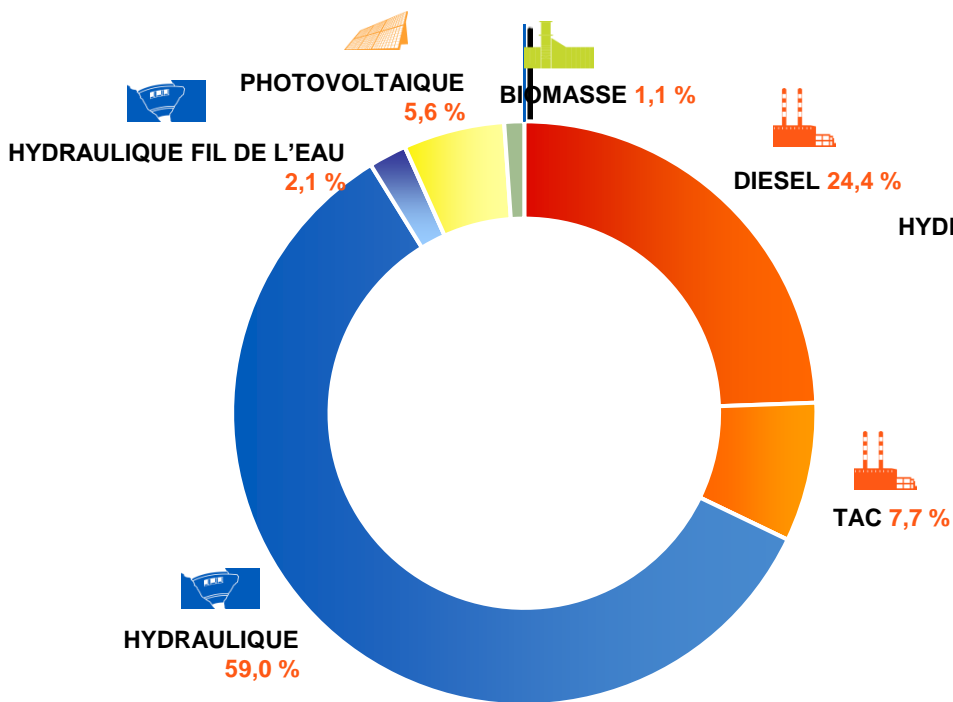
Comment insérer plus d'EnR intermittentes en maintenant la sûreté du système électrique ?

Comité Opérationnel EnR du 28/05/2018

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

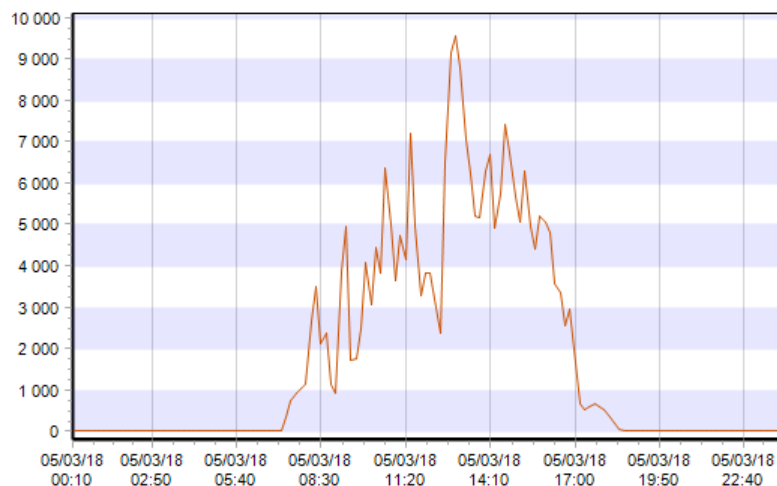


Les sources d'énergie électrique ont toutes des caractéristiques propres

PV sans stockage (variation subie)

Courbe de charge : 1 Configuration : 29/03/2011 - 06/03/2018
Date de début 05/03/2018 00 00 Date de fin 05/03/2018 23 50
Date min. : 29/03/2011 00:00 Date max. : 06/03/2018 01:00

3D



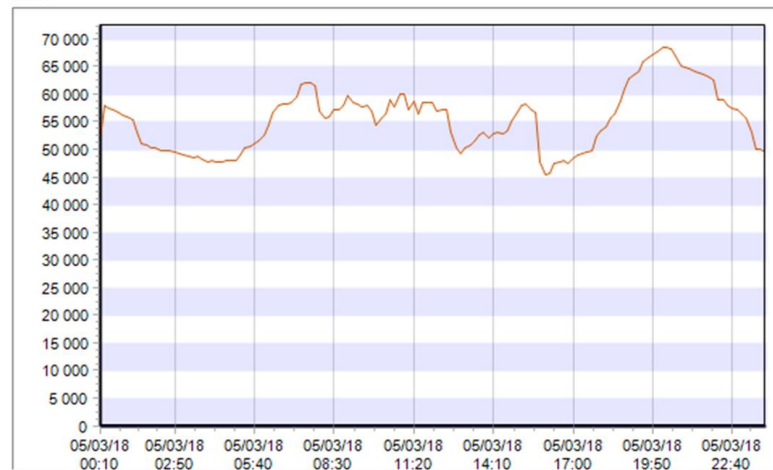
Grande hydraulique (variation voulue)

TOTAL PTS ($\Sigma P.$ Raccordée = 108 000 kW, $\Sigma P.$ Push = 47 282 kW)

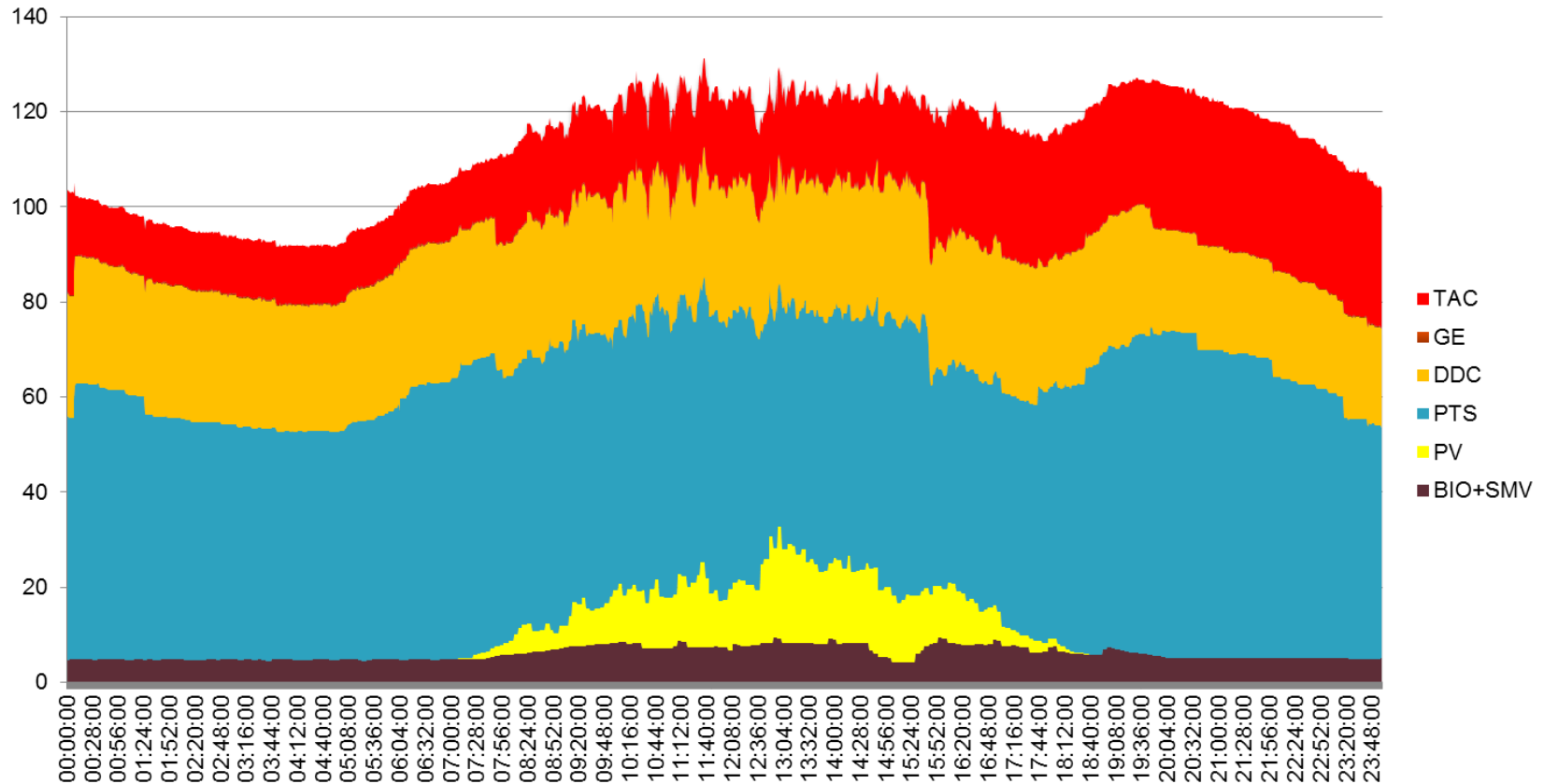
Courbe de charge : 1 Intervalle : 22/10/2011 - 06/03/2018

Date de début 05/03/2018 00 00 Date de fin 05/03/2018 23 50
Date min. : 22/10/2011 00:00 Date max. : 06/03/2018 01:00

3D



Les sources d'énergie électrique ont toutes des caractéristiques propres



- 1) Intégrer 100% d'EnR garanties interfacées au réseau par un alternateur est accessible avec peu de R&D et de travaux.
- 2) Intégrer 100% d'EnR dont une partie intermittente interfacée au réseau par de l'électronique de puissance n'est à ce stade pas garanti et nécessite de la recherche et du développement significatif, en partie objet de cette étude.

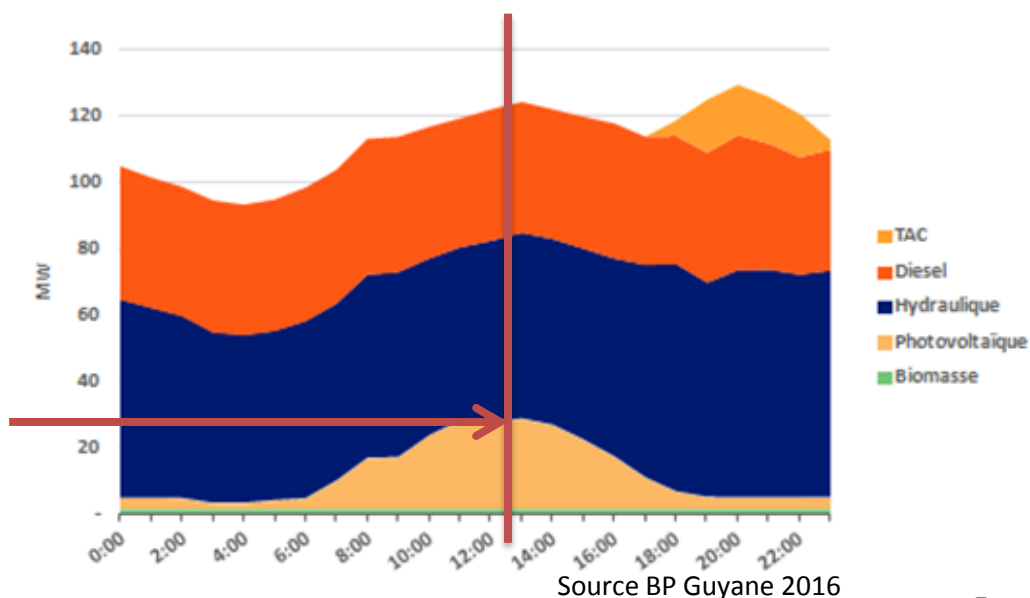
Le TAUX INSTANTANÉ DE PÉNÉTRATION EST TRÈS DIFFÉRENT DU TAUX DE PÉNÉTRATION EN ÉNERGIE



La part du PV dans le mix annuel s'élève à 6.1 %

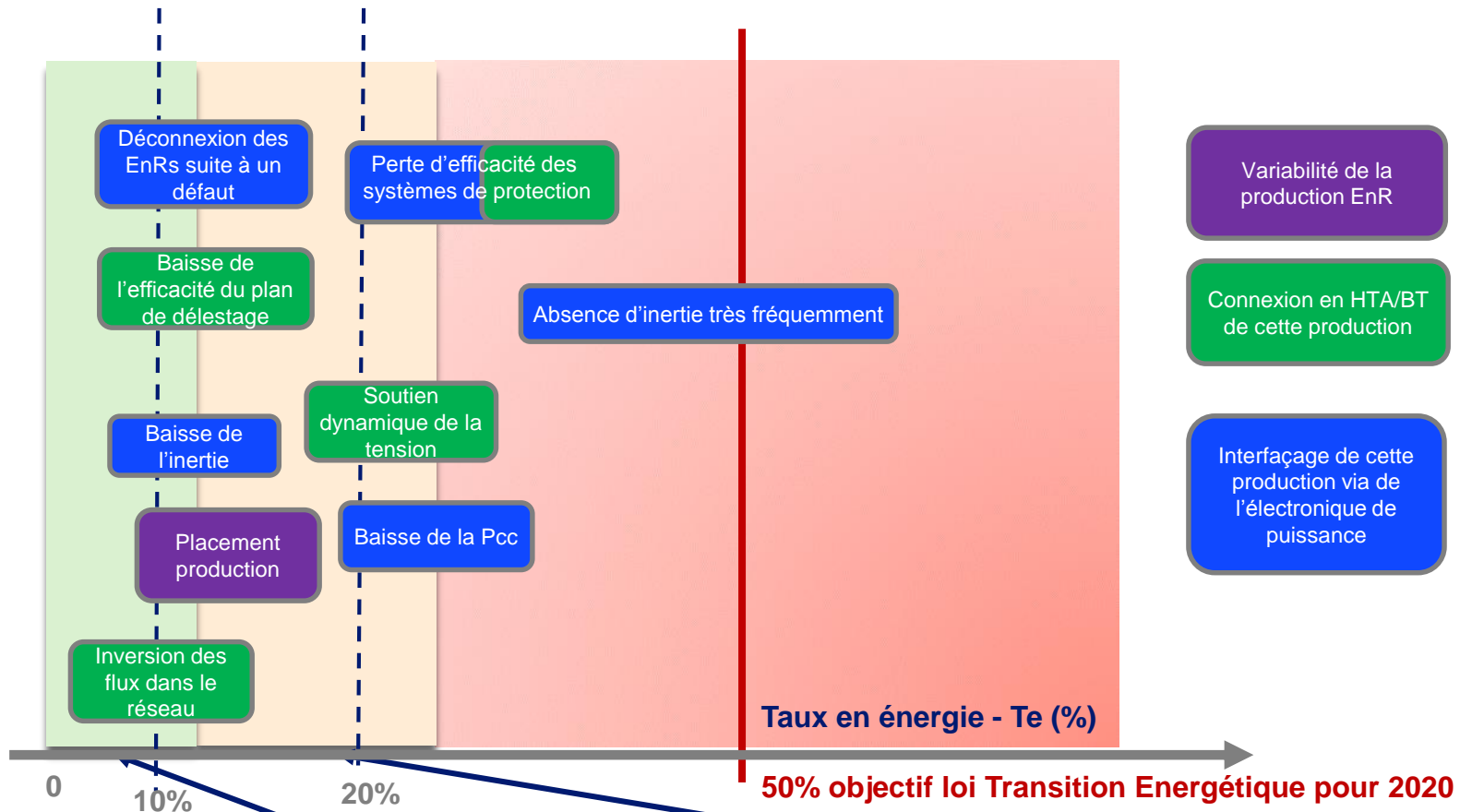
Source BP Guyane 2016

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



Source BP Guyane 2016

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



Puissance PV installée (MWc)	45	71	126
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.

IMPACTS LIÉS À L'INSERTION DES ENR DANS LES ZNI

Impacts locaux

Plan de tension

Îlotages
non intentionnels

Système de
protection

Périmètre de la
présentation

Domaines
de recherche
SEI

Périmètre de la
présentation

Impacts systèmes

Efficacité
du plan de délestage

EOD
Marges pour
gestion intermittence

Comportement dynamique
et sûreté du système

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, pour un coût contenu

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

* Sauf pour appels d'offres avec stockage

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

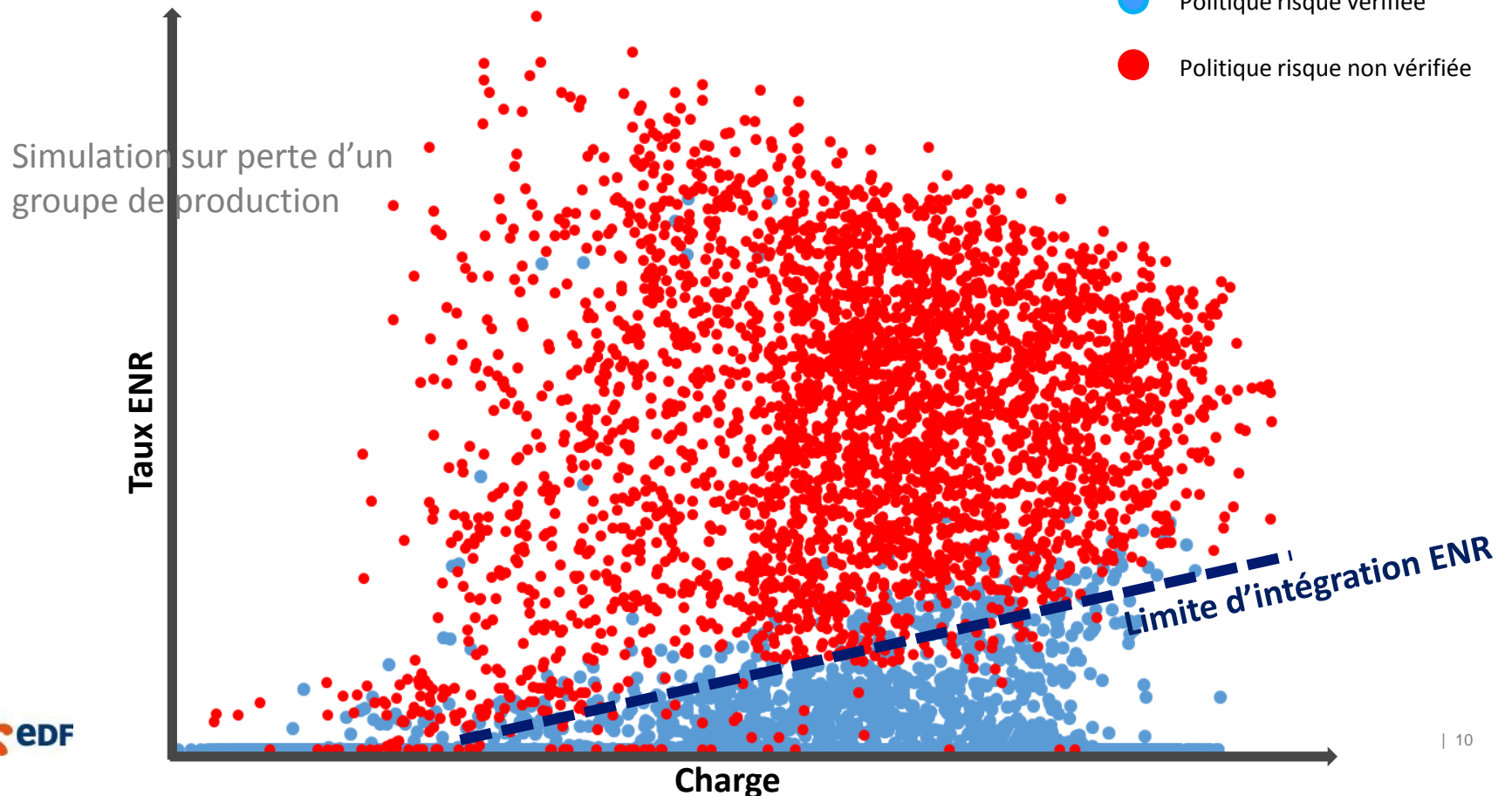
Pas de réglage
secondaire de
fréquence

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



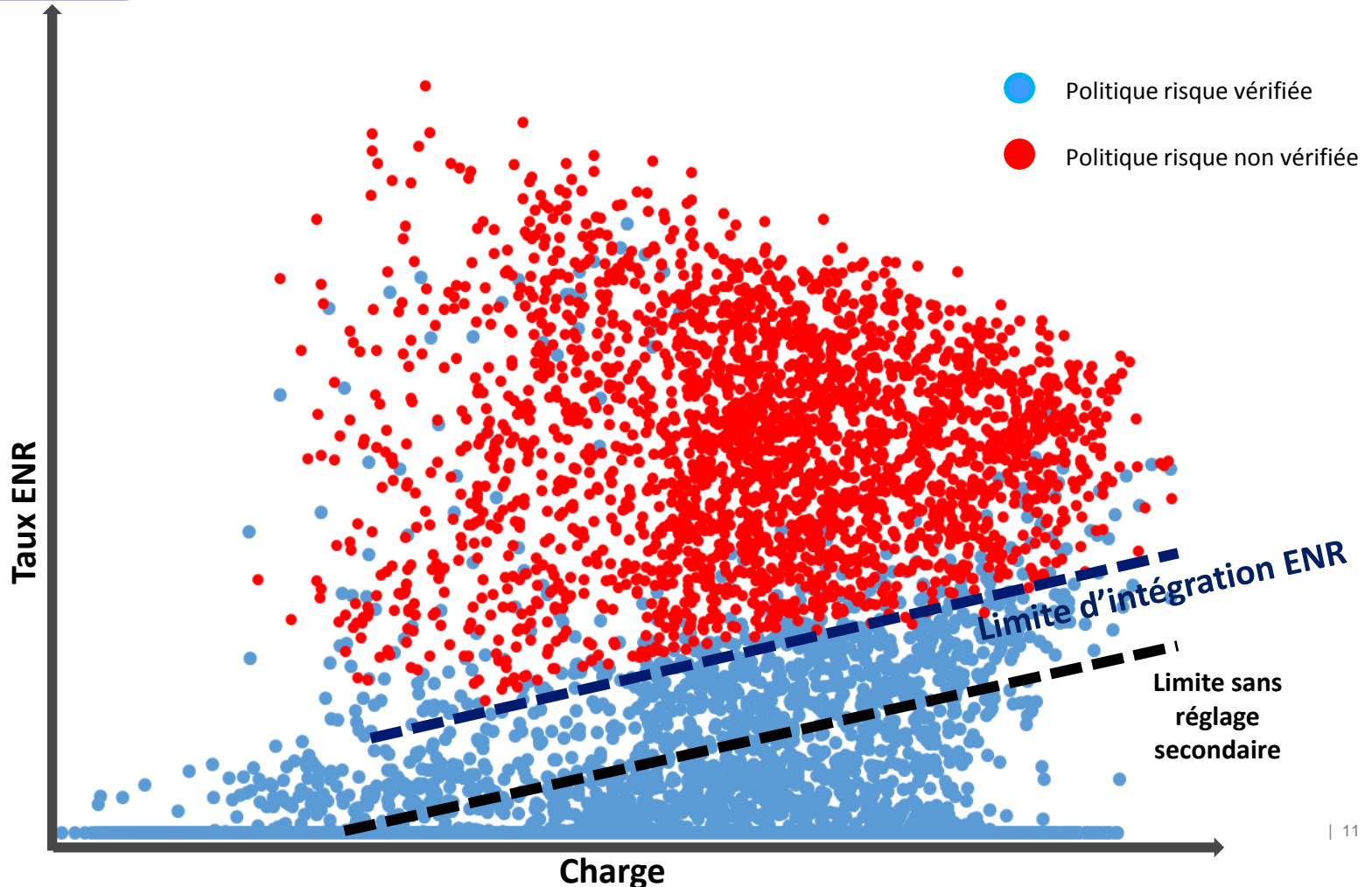
LE RÉGLAGE SECONDAIRE DE FRÉQUENCE PERMET DE RELEVER LA LIMITE

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



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

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

Réglementairement il n'est exigé des productions de puissance inférieure à 100 kVA qu'une tenue dans la plage 49.5 Hz – 50.5 Hz.

Sur les des départs HTA équipés de cycles de réenclenchement rapide, **les producteurs non équipés de téléaction sont tenus de se découpler en dehors de la plage 49.5 Hz – 50.5 Hz.**

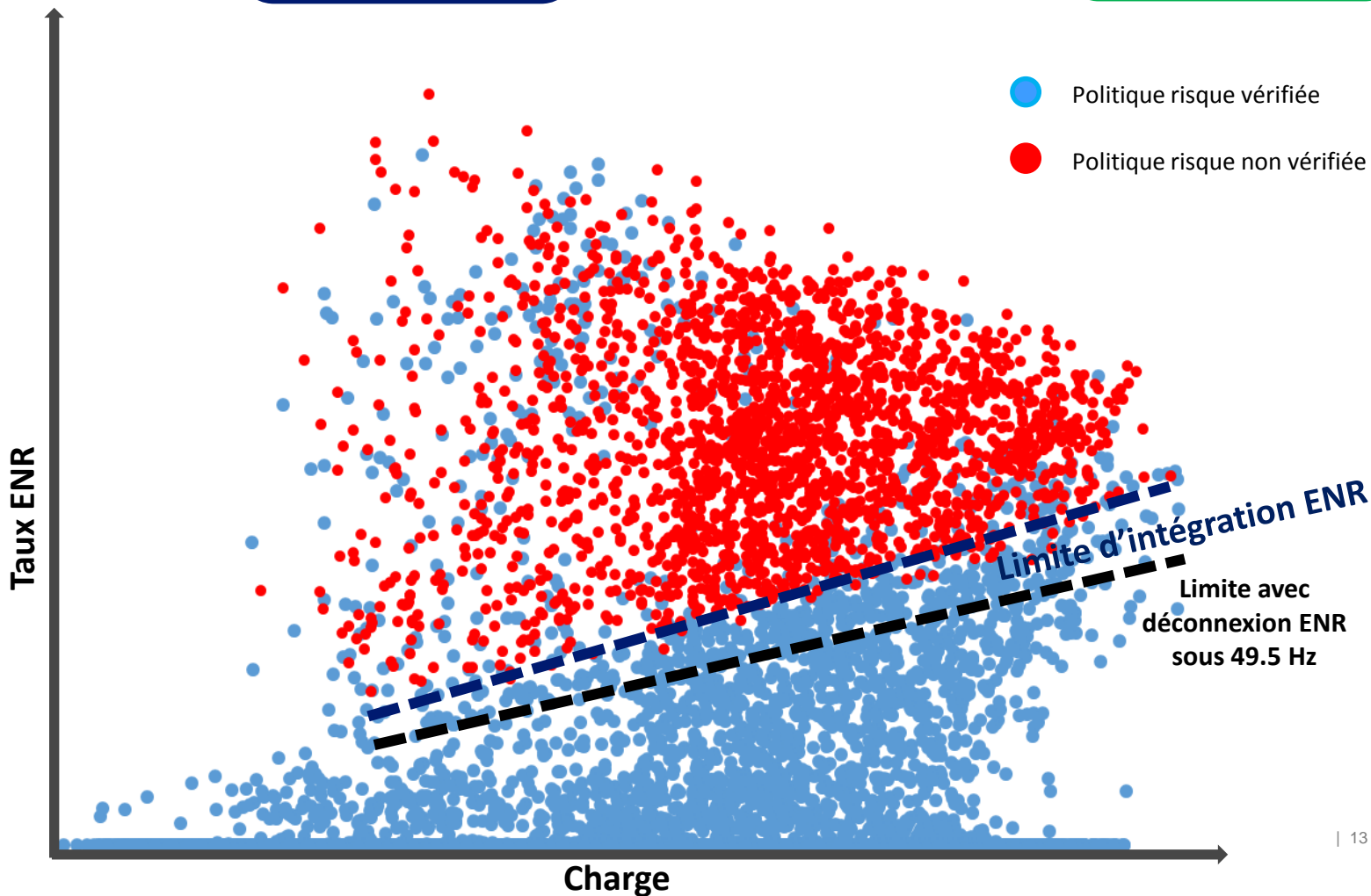
ACCROITRE LA PLAGE DE TENUE EN FREQUENCE DES ENR PERMET DE RELEVER LA LIMITE D'INSERTION

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



LIMITER LA PRODUCTION DÉCENTRALISÉE SUR LES DÉPARTS HTA DES PREMIERS STADES DE DÉLESTAGE PERMET DE RELEVER LA LIMITE D'INSERTION

Réglage secondaire de fréquence automatique

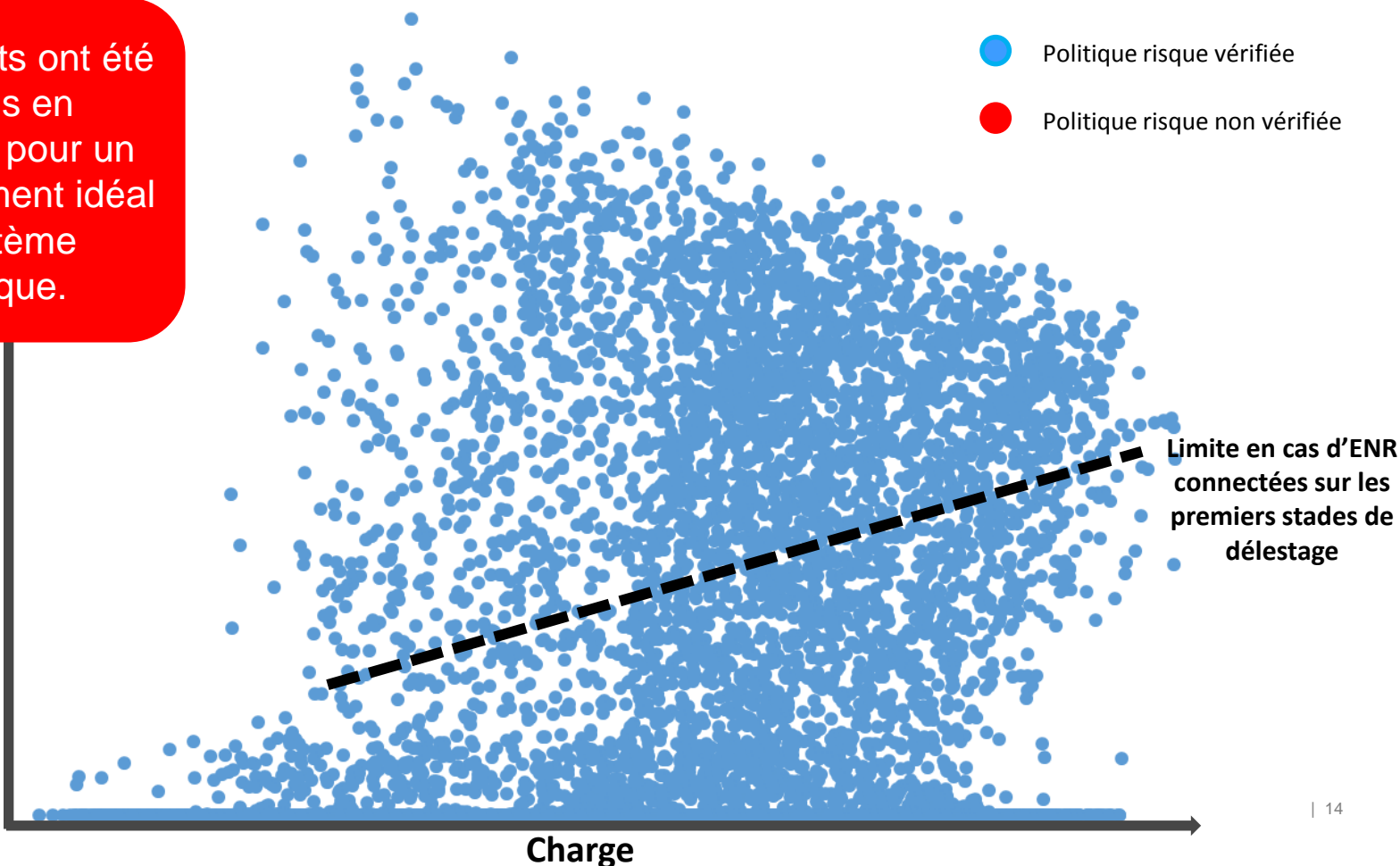
Plus de déconnexion des ENR sous 49.5 Hz

Plus d'ENR raccordées sur les premiers stades de délestage

Tenue des ENR aux creux de tension

Ces résultats ont été obtenus en simulation pour un fonctionnement idéal du système électrique.

Taux ENR



NÉCESSITÉ D'UN RENFORCEMENT DE LA TENUE DES ENR AUX CREUX DE TENSION HTB

Réglage secondaire de fréquence automatique

Plus de déconnexion des ENR sous 49.5 Hz

Plus d'ENR raccordées sur les premiers stades de délestage

Tenue des ENR aux creux de tension

Malgré l'exigence de tenue aux creux de tension imposée aux productions de plus de 100 kVA , des pertes massives de PV à La Réunion ont été observées suite à court-circuit HTB ayant conduit à l'activation du premier stade de délestage
(22 % de PV le 01/01/2015 et 21 % de PV le 03/03/2015).

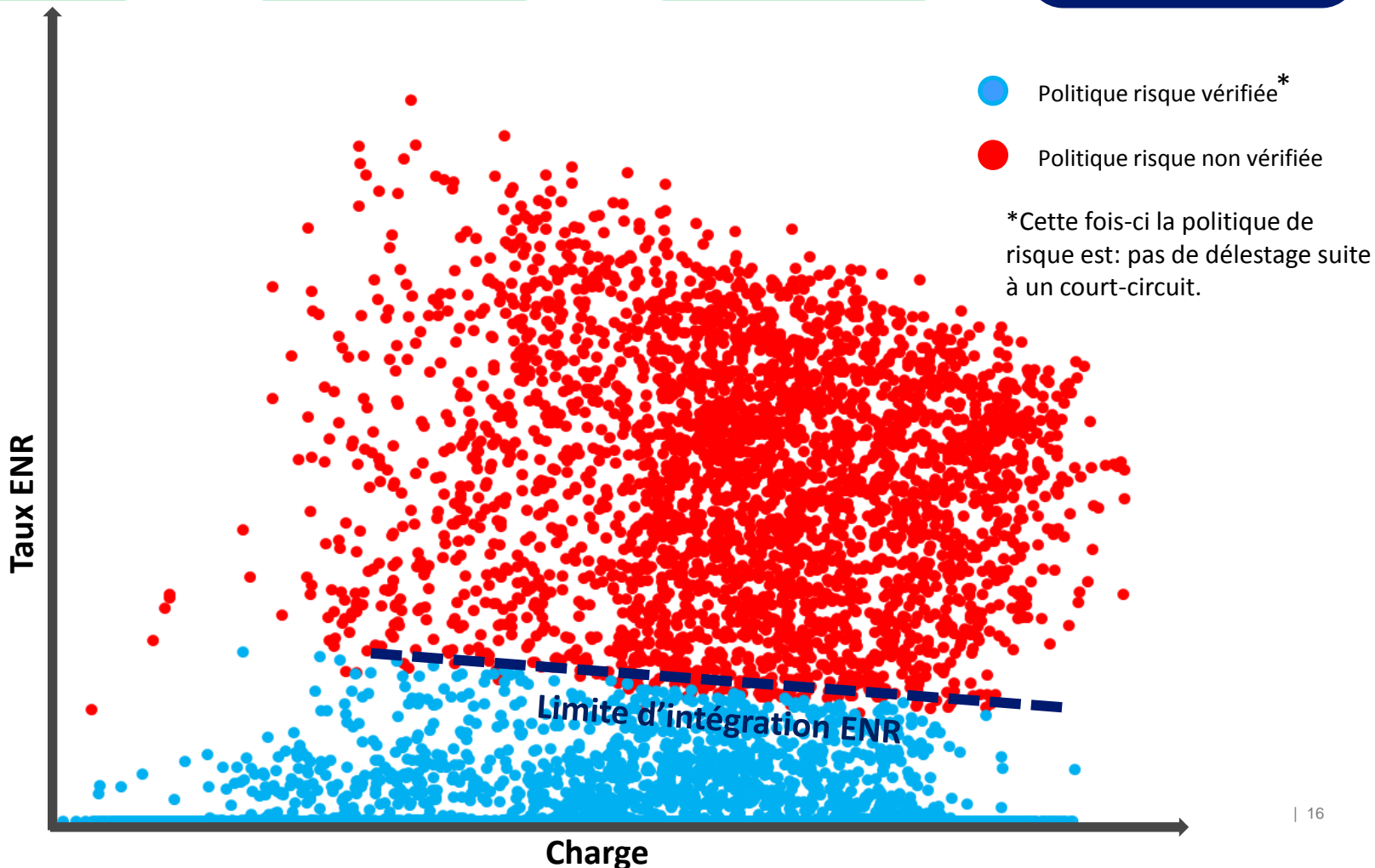
LA TENUE DES ENR AUX CREUX DE TENSION HTB PERMETTRA DE RELEVER LEUR LIMITE D'INSERTION DES ENR

Réglage secondaire de fréquence automatique

Plus de déconnexion des ENR sous 49.5 Hz

Plus d'ENR raccordées sur les premiers stades de délestage

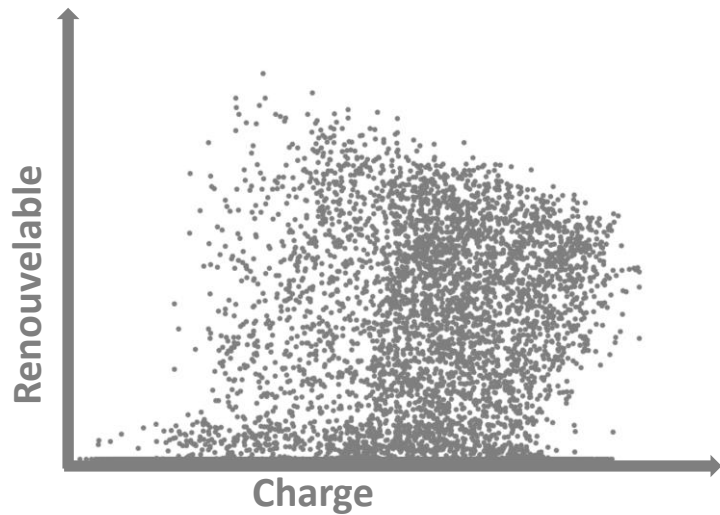
50 % des ENR se déconnectent en cas de creux de tension sous 0.8 Un



EVALUATION DYNAMIQUE DES PERTES DE SITES

Etape 0 : Définition d'une politique de risque pour chaque centre

Etape 1 : Construction d'un scénario avec un taux très élevé d'ENR intermittentes



Charge, PV,
Variabilité, Coûts,
Indisponibilités,...

Etape 2 : Plan de production annuel au pas horaire

Développement d'un outil spécifique de placement en cohérence avec les outils opérationnels en exploitation

Plan
Annuel
de production

Etape 4 : Analyse

- Si respect de la politique de risque le pas horaire (charge, % ENR) apparaît en **Bleu** dans le graphe ci-dessus
- Sinon il apparaît en **Rouge**

Evaluation du
risque de
délestage

Etape 3 : Simulation du comportement dynamique du système

A chaque pas horaire,

- **Simulations successives de la perte de chaque site de production (incident poste Bonifacio pour la Corse)**

MISE EN ÉVIDENCE DE L'INTÉRÊT DU DÉLESTAGE A DÉRIVÉE DE FRÉQUENCE

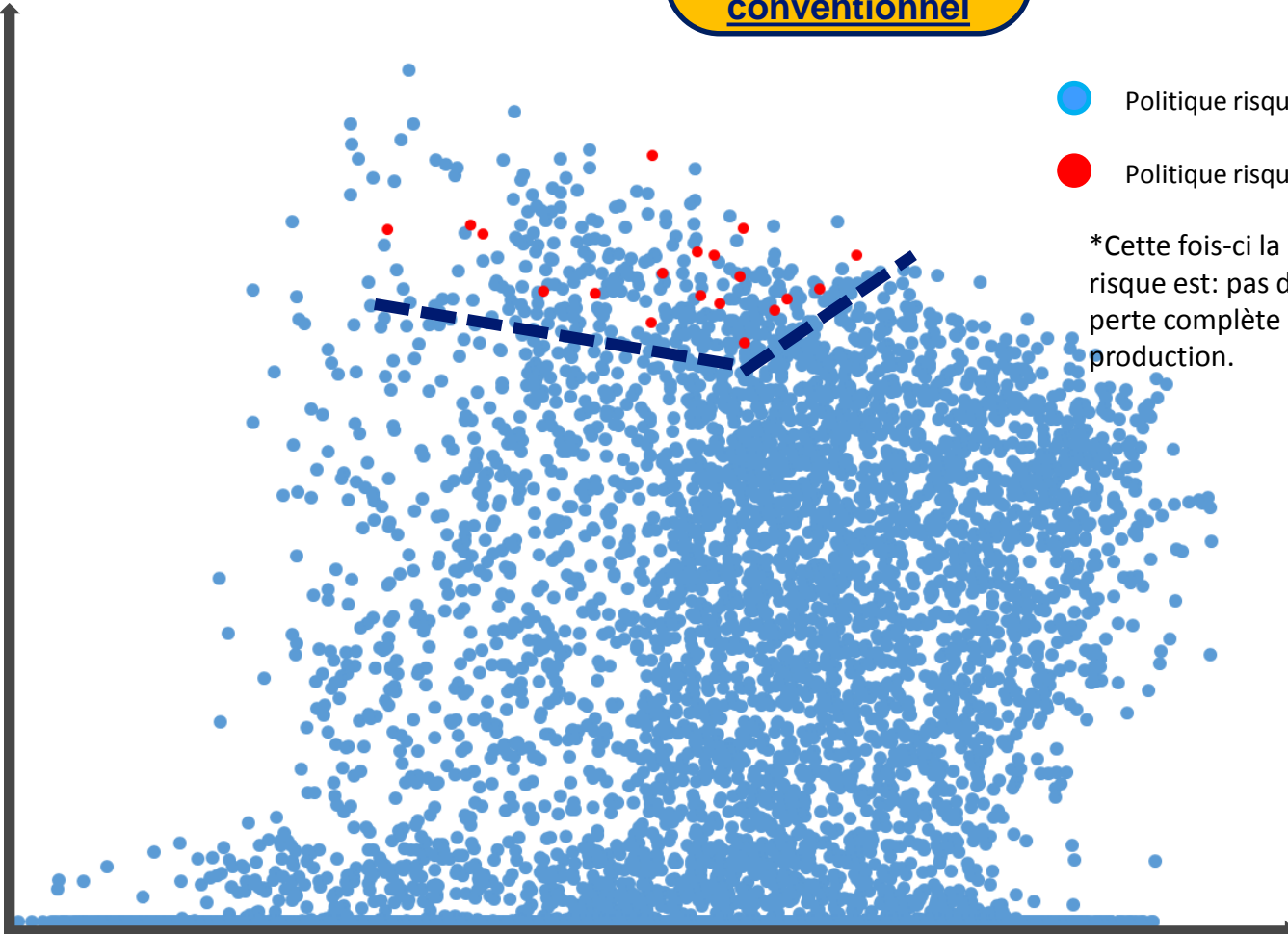
Réglage secondaire de fréquence automatique

Plus de déconnexion des ENR sous 49.5 Hz

Plus d'ENR raccordées sur les premiers stades de délestage + Délestage conventionnel

Tenue des ENR aux creux de tension

Taux ENR



- Politique risque vérifiée*
- Politique risque non vérifiée

*Cette fois-ci la politique de risque est: pas de black-out sur perte complète de site de production.

MISE EN ÉVIDENCE DE L'INTÉRÊT DU DÉLESTAGE A DÉRIVÉE DE FRÉQUENCE

Réglage secondaire de fréquence automatique

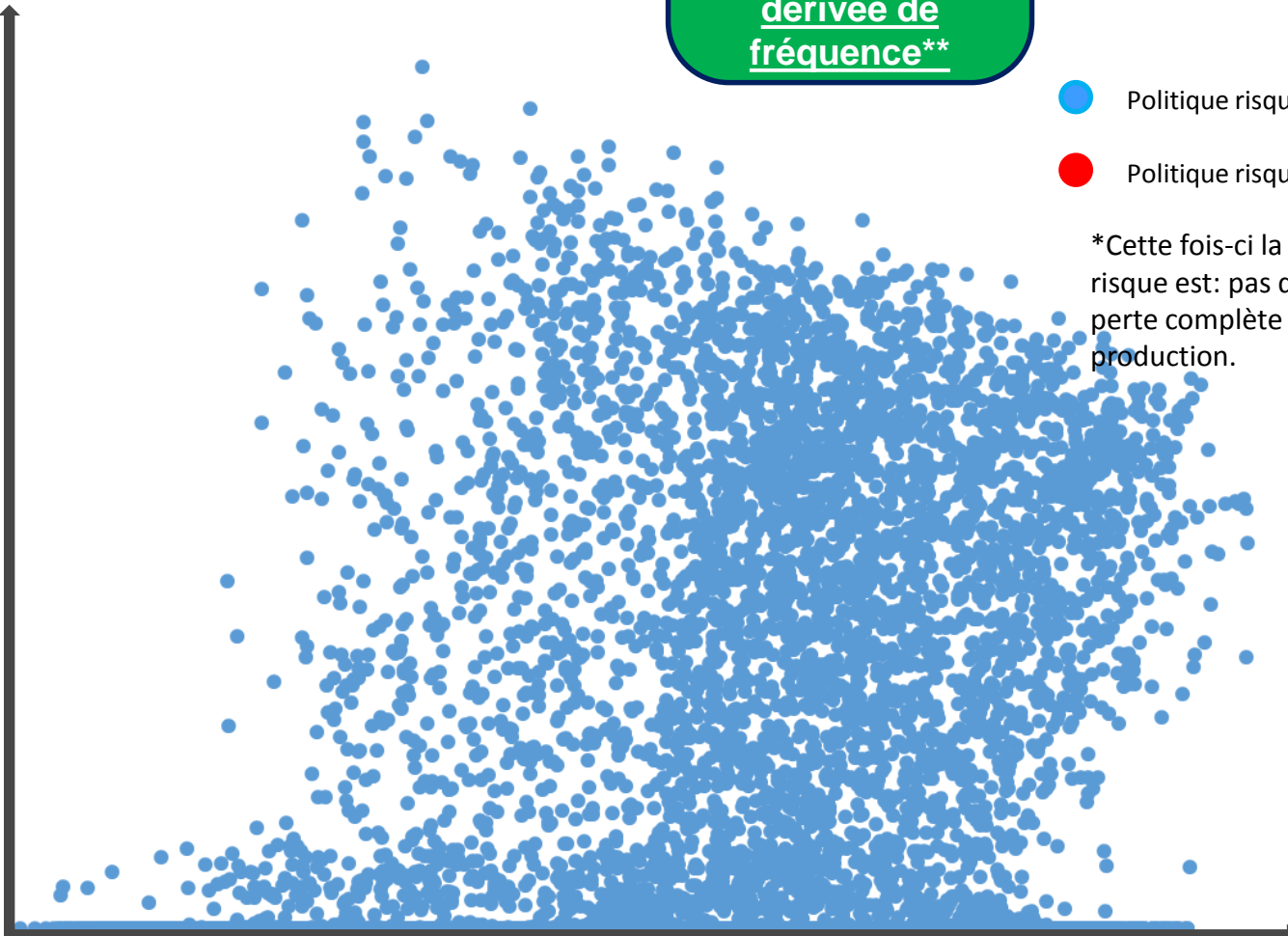
Plus de déconnexion des ENR sous 49.5 Hz

Plus d'ENR raccordées sur les premiers stades de délestage +
Délestage à dérivée de fréquence**

Tenue des ENR aux creux de tension

** Si la dérivée de la fréquence mesurée lorsque la fréquence franchit un certain seuil est importante, plusieurs crans de délestage sont simultanément activés.

Taux ENR



- Politique risque vérifiée*
- Politique risque non vérifiée

*Cette fois-ci la politique de risque est: pas de black-out sur perte complète de site de production.

MISE EN ÉVIDENCE DE L'INTÉRÊT DU DÉLESTAGE A DÉRIVÉE DE FRÉQUENCE

Les résultats obtenus ici portent sur un système électrique plus fragile.

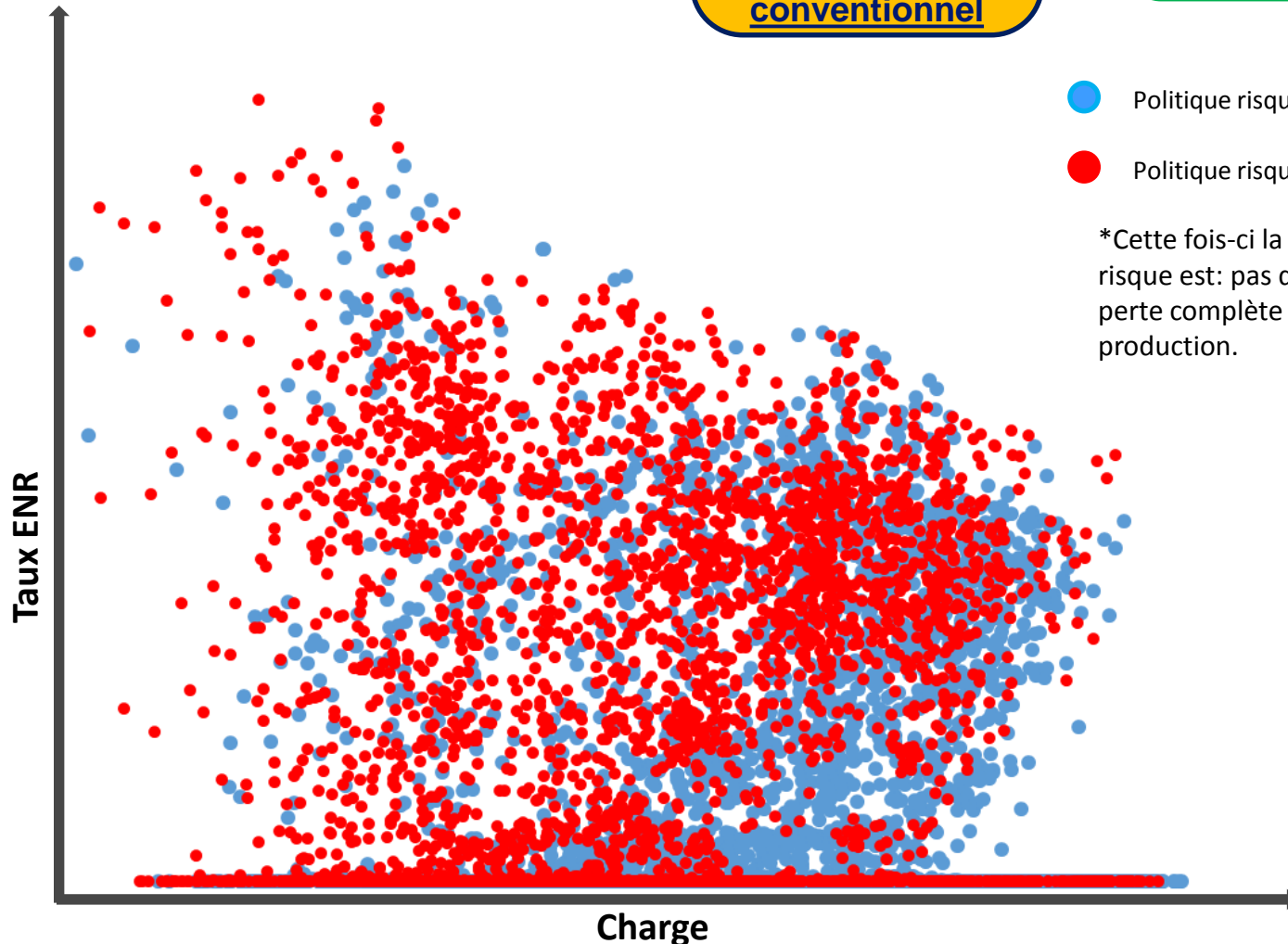
MISE EN ÉVIDENCE DE L'INTÉRÊT DU DÉLESTAGE A DÉRIVÉE DE FRÉQUENCE

Réglage secondaire de fréquence automatique

Plus de déconnexion des ENR sous 49.5 Hz

Plus d'ENR raccordées sur les premiers stades de délestage + Délestage conventionnel

Tenue des ENR aux creux de tension



- Politique risque vérifiée*
- Politique risque non vérifiée

*Cette fois-ci la politique de risque est: pas de black-out sur perte complète de site de production.

MISE EN ÉVIDENCE DE L'INTÉRÊT DU DÉLESTAGE A DÉRIVÉE DE FRÉQUENCE

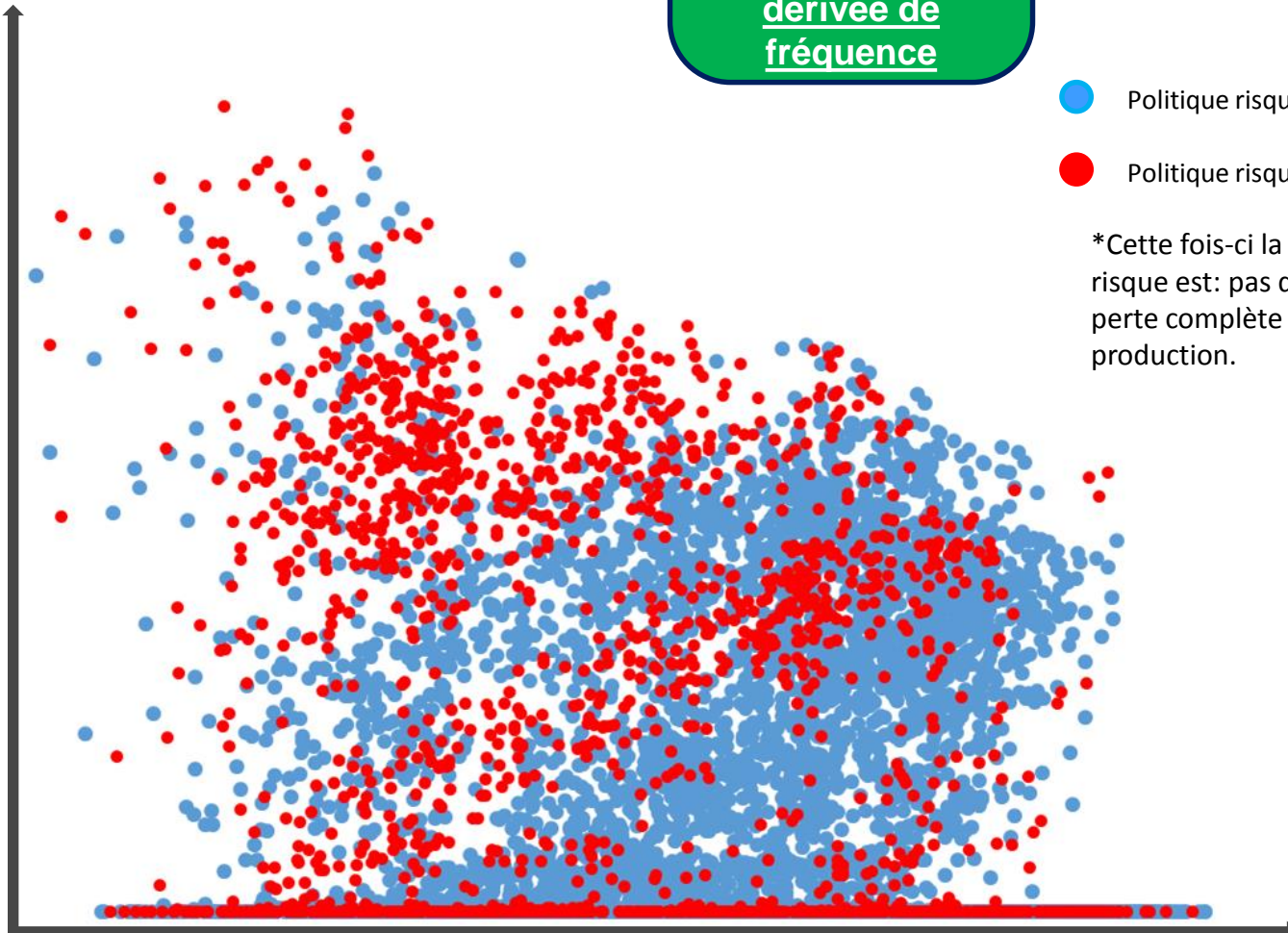
Réglage secondaire de fréquence automatique

Plus de déconnexion des ENR sous 49.5 Hz

Plus d'ENR raccordées sur les premiers stades de délestage +
Délestage à dérivée de fréquence

Tenue des ENR aux creux de tension

Taux ENR



- Politique risque vérifiée*
- Politique risque non vérifiée

*Cette fois-ci la politique de risque est: pas de black-out sur perte complète de site de production.

MISE EN ÉVIDENCE DE L'INTÉRÊT DU DÉLESTAGE A DÉRIVÉE DE FRÉQUENCE

Réglage secondaire de fréquence automatique

Plus de déconnexion des ENR sous 49.5 Hz

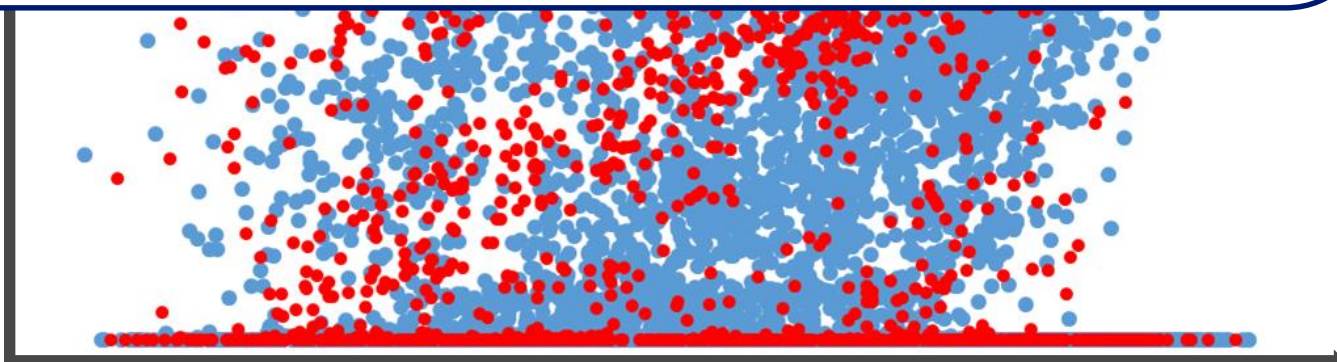
Plus d'ENR raccordées sur les premiers stades de délestage +
Délestage à dérivée de fréquence

Tenue des ENR aux creux de tension

Sur ce système électrique, toutes les solutions identifiées précédemment ne permettent pas de se prémunir d'un black-out en cas de perte de site de production.

Il est indispensable de **spécifier des contraintes en inertie** lors de l'optimisation qui fournit le plan de production.

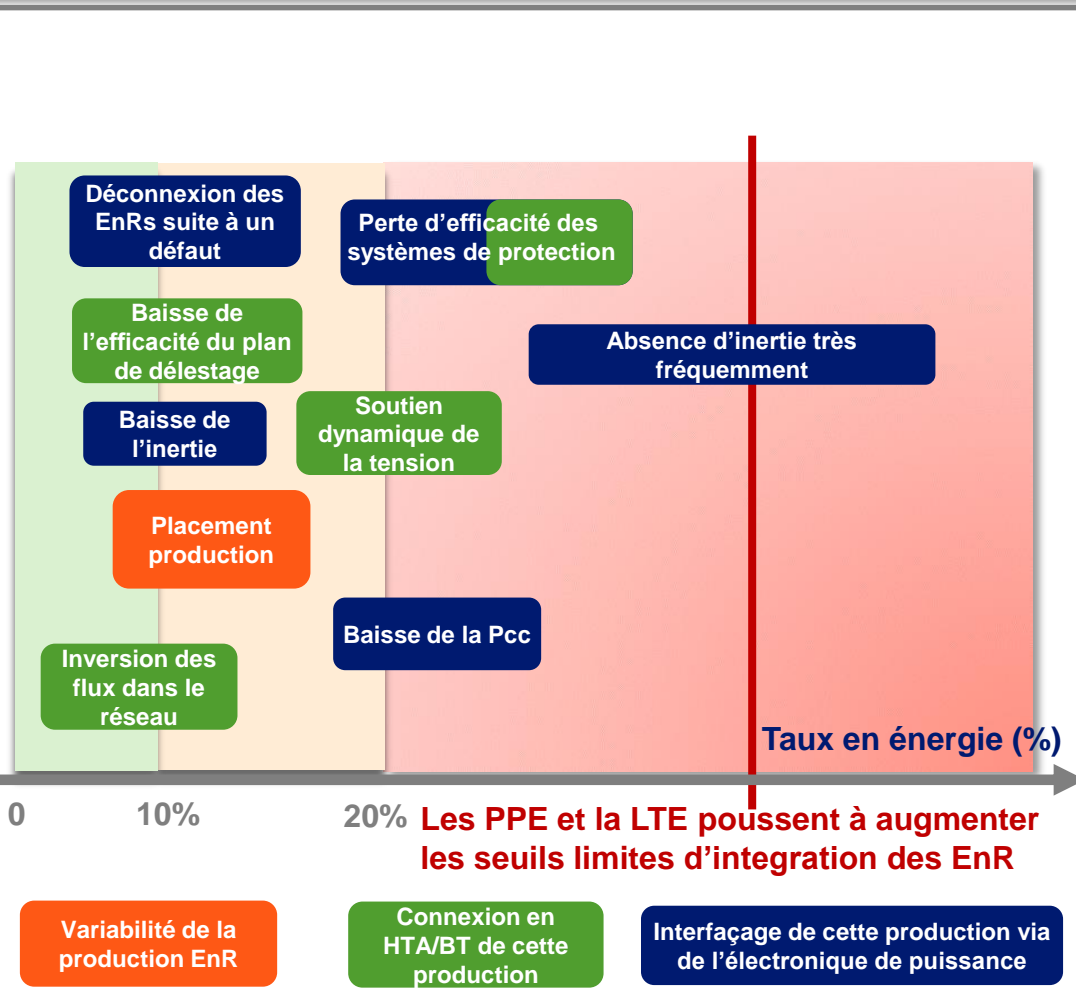
Tau



Charge

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

Challenges liés à l'intégration des EnR dans les ZNI



Leviers et actions en cours

Tenue des EnR aux creux de tension et fréquence

Optimisation des plans de délestage

Délestage à dérivée de fréquence

Mise en place d'une réserve secondaire automatique

Amélioration des outils (contrainte d'inertie, contraintes dynamiques...)

Stockage ?

Producteurs

EDF SEI