Unités PPM de type C ou D sur demande RTE, Offshore PPM

FICHE E5 : VALIDATION DU MODELE EMT

Essais
Dossier final

Objectifs

Le modèle numérique détaillé de type EMT (ElectroMagnetic Transient) fourni par le producteur doit permettre de simuler le comportement de l'installation dans les études de transitoires électromagnétiques menées par RTE.
La pertinence de ce modèle doit être validée par RTE.
Cette validation se fait en deux phases et sur deux fiches :

(i) Phase 1 (décrite dans cette fiche) : elle permet de comparer le modèle EMT développé par RTE au modèle utilisé par l'unité de production en confrontant les résultats de simulations des deux modèles~~.~~

(ii) Phase 2 (fiche F15) : elle permet de comparer le modèle EMT de RTE aux mesures sur site réalisées lors des essais de mise en service.

Des échanges entre le producteur, le constructeur et RTE seront nécessaires, dès le début du projet, pour élaborer et analyser l'acceptabilité des modèles décrits dans cette fiche.

Description

Un schéma de principe du raccordement d'un site de production utilisant des convertisseurs à base d'électronique de puissance est présenté à la Figure 1. Cette description se limite au point de raccordement au Réseau Public de Transport et ne contient donc pas d'équipements exploités par RTE. La description se veut la plus générique possible mais il est possible que certaines installations ne soient pas parfaitement représentées par ce schéma. Des échanges entre le producteur et RTE ~~pourront être~~seront nécessaires pour analyser l'acceptabilité des modèles décrits ci-dessous.

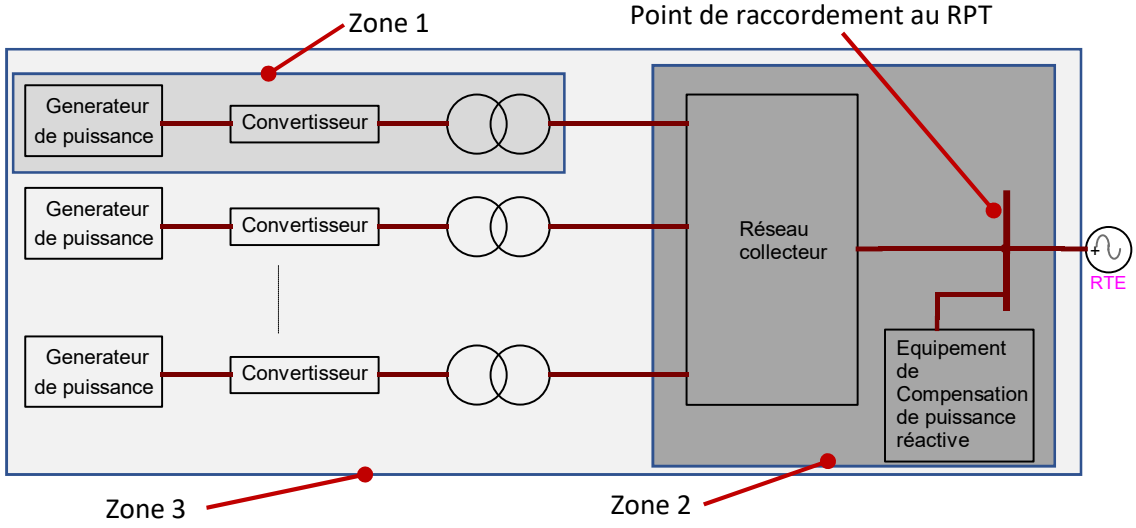


Figure 1

~~Figure 1~~

La validation se fera à minima selon les 3 étapes, qui sont décrites dans ce document,~~-~~ afin de valider le modèle de chaque zone du système de production.~~-~~ Elle s'effectuera avec le modèle EMT simulé avec des pas de temps~~,~~ ~~de~~ par exemple : 10, 20, 30, 40 et 50µs (la liste des pas de temps est à discuter avec les différentes parties). Finalement, le modèle doit s'initialiser en moins de 3s de simulation.
Le producteur pourra également proposer une méthode complémentaire de validation de ce modèle détaillé.

Dans chaque étape, il est question de comparer les résultats fournis par le modèle EMT (développé par RTE à l'aide de des données fournies par le producteur lors de la fiche E1) avec des données de référence (résultats des modèles utilisés par le producteur pour concevoir l'installation). Cette comparaison se fera par RTE. Pour réaliser cette comparaison le producteur devra fournir, pour chaque étape, les données de référence sous un format numérique (COMTRADE, CSV, fichiers de sortie PSCAD…). A la demande du producteur, le modèle développé par RTE pourra être transmis.

Etape 1 – Validation du modèle d'une unité de production (Zone 1)
L'objectif est de valider le modèle d'une unité de production (identifié Zone 1 sur la Figure 1). Cette validation consiste à comparer les résultats fournis par le modèle EMT utilisé par le constructeur dans la phase de conception de l'installation à ceux issus du modèle EMT développé par RTE sur la base des données transmises par le producteur lors la fiche E1.

Les essais devront être réalisés sur le circuit réduit tel que présenté à la Figure 2 :

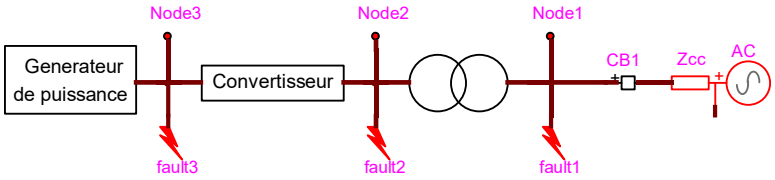


Figure 2

Simuler à minima les évènements suivants :

- ~~Défauts sans impédance monophasé à la terre (1ph-gnd), biphasé à la terre (2ph-gnd), biphasé flottant (2ph), triphasé à la terre (3ph-gnd) aux positions identifiées sur le schéma de la Figure 2 pour 2 niveaux d'injection en actif (0 et Max), 3 niveaux d'injection en réactif (0, +Qmax, -Qmax) ainsi que 2 niveaux de puissance de court-circuit (Min, Max). La durée des défauts est de 150ms.~~
- ~~Echelons de consignes de puissance active et réactive de l'unité de production.~~
- ~~Ouverture du disjoncteur CB1 lors du fonctionnement de l'unité de production pour deux situations de production (0 et Max).~~
- Défauts franc monophasé à la terre (1ph-gnd), biphasé à la terre (2ph-gnd), biphasé flottant (2ph), triphasé à la terre (3ph-gnd) aux nœuds « Node1 » identifiées sur le schéma de la Figure 2 pour 2 niveaux d'injection en actif (0 et Max), 3 niveaux d'injection en réactif (+Qmax, -Qmax) ainsi que 2 niveaux de puissance de court-circuit Minimal. La durée des défauts est de 150ms.
- Défauts franc monophasé à la terre (1ph-gnd) et triphasé à la terre (3ph-gnd) aux nœuds « Node2 » et « Node3 » identifiées sur le schéma de la Figure 2 pour 2 niveaux d'injection en actif (0 et Max), 1 niveau d'injection en réactif (+Qmax ou -Qmax) pour le niveau de puissance de court-circuit Maximal. La durée des défauts est de 150ms.
- Pour un défaut franc monophasé à la terre (1ph-gnd) au nœud « Node1 », réaliser la désactivation de la fonction d'injection rapide de courant réactif. Le nombre total de simulation est égal à 1.
- Echelons de consignes de puissance active et réactive et de tension AC de +5% et -5% de l'unité de production.
- Ouverture du disjoncteur CB1 lors du fonctionnement de l'unité de production pour deux situations de production (0 et Max).
- Séquence de démarrage de l'unité de production jusqu'au régime permanent à Pmax et Qmax pour les 2 niveaux de puissance de court-circuit (Min, Max).

Critères de conformité
Les critères d'acceptation s'appliquent aux tensions et courants instantanés (V, I) aux nœuds identifiés sur la Figure 2.

En régime transitoire la différence relative entre les valeurs instantanées des résultats issus des deux processus de simulation (celui du producteur vs celui de RTE) ne devra pas excéder 5%.

En régime permanent cette différence ne devra pas excéder 0.5%.

Tout dépassement de ces limites (5% et 0.5%) devra être ~~clairement~~ justifié via un échange entre les parties~~à l'aide d'un rapport technique détaillant les raisons de ces différences~~. RTE se réserve le droit de demander des compléments d'informations si les justifications ne sont pas jugées suffisantes ainsi qu'une révision du modèle EMT.

Etape 2 – Validation du modèle du réseau interne (Zone 2)
L'objectif est de valider le modèle de réseau interne du centre de production (non propriété de RTE) constitué des transformateurs, câbles et possibles matériels de compensation se raccordant au RPT. Les modèles d'éoliennes ne sont pas inclus dans cette zone. Etant donné que l'ensemble des données seront fournies pour que RTE puisse développer le

modèle EMT (pas de boîte noire dans cette partie), il est ici d'abord question de valider la complétude des données fournies par le producteur lors de la fiche E1.

RTE compare le comportement de ce modèle avec les résultats fournis par le modèle utilisé par le producteur pour ses études harmoniques. Les calculs d'impédance dans le domaine fréquentiel aux nœuds 1 à m identifiés sur le schéma de la Figure3 seront réalisés.

Critères de conformité

Les amplitudes et angles de ces impédances seront comparés sur une bande de fréquence entre 50Hz et 5kHz. Les différences relatives d'amplitude ne devront pas dépasser 5%.

Tout dépassement de ces limites devra être ~~clairement~~ justifié via un échange entre les parties~~à l'aide d'un rapport technique détaillant les raisons de ces différences~~. RTE se réserve le droit de demander des compléments d'informations si les justifications ne sont pas jugées suffisantes ainsi qu'une révision du modèle EMT.

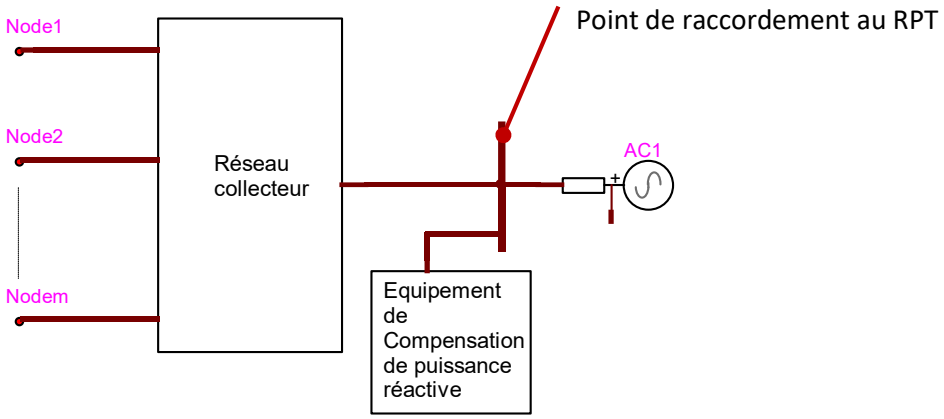


Figure 3

Etape 3 – Validation du modèle complet EMT avec modèle complet phaseur

Les résultats obtenus par le modèle EMT du site de production complet tel que présenté à la Figure 1 seront comparés par RTE aux résultats fournis par le modèle de type "phaseur" (PSS/E, DIgSILENT, PSLF…) utilisé par le producteur pour faire ses études dynamiques du site de production complet. ~~A minima 3~~ Trois simulations seront nécessaires pour réaliser cette étape de validation:

- Défaut triphasé de 150ms sans impédance au point de raccordement du parc de production au RPT.
- Déclenchement permanent d'une unité de production
- Défaut triphasé de 150ms sans impédance au point de raccordement d'une unité de production.

Critères de conformité

Les critères d'acceptation s'appliquent aux tensions et courants efficaces (Vrms, Irms) aux nœuds identifiés sur la Figure 3 et au point de raccordement du RPT (calculés à 50Hz).

Ces critères sont:

- En régime transitoire la différence relative entre les valeurs efficaces des résultats issus des deux processus de simulation ne devra pas excéder 10%.
- En régime permanent cette différence ne devra pas excéder 1%.

Tout dépassement de ces limites devra être ~~clairement~~ justifié via un échange entre les parties~~à l'aide d'un rapport technique détaillant les raisons de ces différences~~. RTE se réserve le droit de demander des compléments d'informations si les justifications ne sont pas jugées suffisantes ainsi qu'une révision du modèle EMT.

Résultats (Producteur → RTE)

1. *Données de référence pour la validation de l'étape 1*
2. *Données de référence pour la validation de l'étape 2*

3. Données de référence pour la validation de l'étape 3
Critère de conformité : Ils sont décrits dans chaque étape