



Gestionnaire
du Réseau de Transport d'Électricité

Étude des contraintes subies par le matériel de coupure sur les réseaux THT

Sommaire

→ Problématique

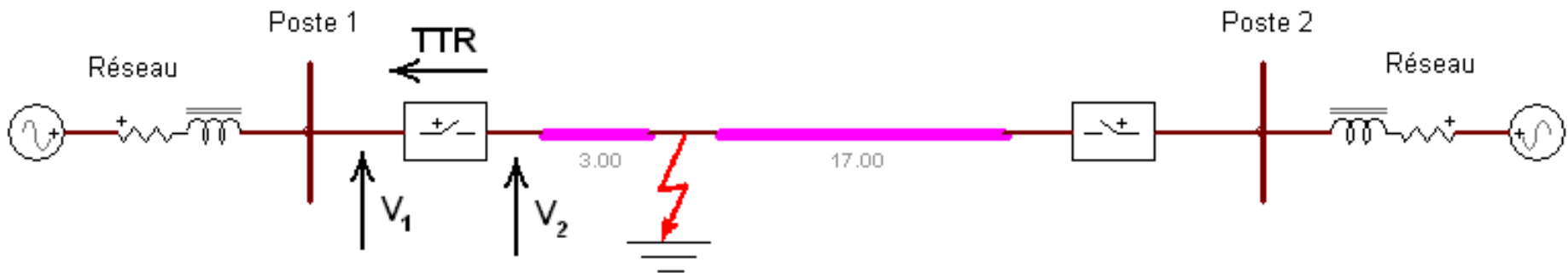
→ Études réalisées à RTE

- Modèles
- Types d'étude

→ Limites et questionnements

Problématique

Tension transitoire de rétablissement



À l'ouverture du DJ, système (RLC) oscillant à haute fréquence:

$$TTR = V_1 - V_2 \approx V \cdot (\cos(\Omega \cdot t) - e^{-\lambda t} \cdot \cos(\omega_0 \cdot t))$$

→ Risques pour le matériel

Arrivée de nouveaux matériels...

Les besoins sur le réseau évoluent:

- installation de producteurs
- augmentation de la puissance appelée
- difficultés pour développer le réseau

Solution: optimiser le réseau électrique existant:

- bobines d'inductance série
- condensateurs série
- batteries de condensateur shunt
- ...

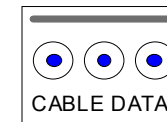
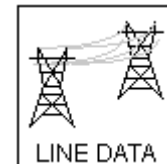
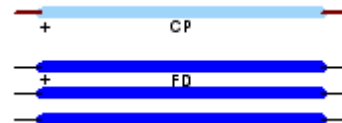
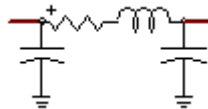
→ Les DJ existant supporteront-ils ces modifications?

Études de TTR à RTE

Modèles de simulation

Fréquences étudiées ~ 10/20 kHz: les modèles 50 Hz habituels ne sont plus valables...

→ quels modèles utiliser?



Guide CEI 60071-4

Phénomènes transitoires à front lent

- Lignes: modèle à constantes réparties
- Transformateurs: prennent en compte les non-linéarités, les pertes, le flux rémanent et les capacités parasites
- Machines synchrones: source U + impédance transitoire directe
- Pylônes et jeux de barres: \emptyset
- Parafoudres: caractéristique 30/80 μ s
- Réseau amont: schéma de Thévenin équivalent
- Schéma de réseau: profondeur de 1-2 poste(s)

Cas d'étude 1: bobine série au poste de Lucy

Contexte: nouveau groupe de production local

↳ augmentation du transit, dépassement de l'IMAP sur l'axe HENRI PAUL – LUCY

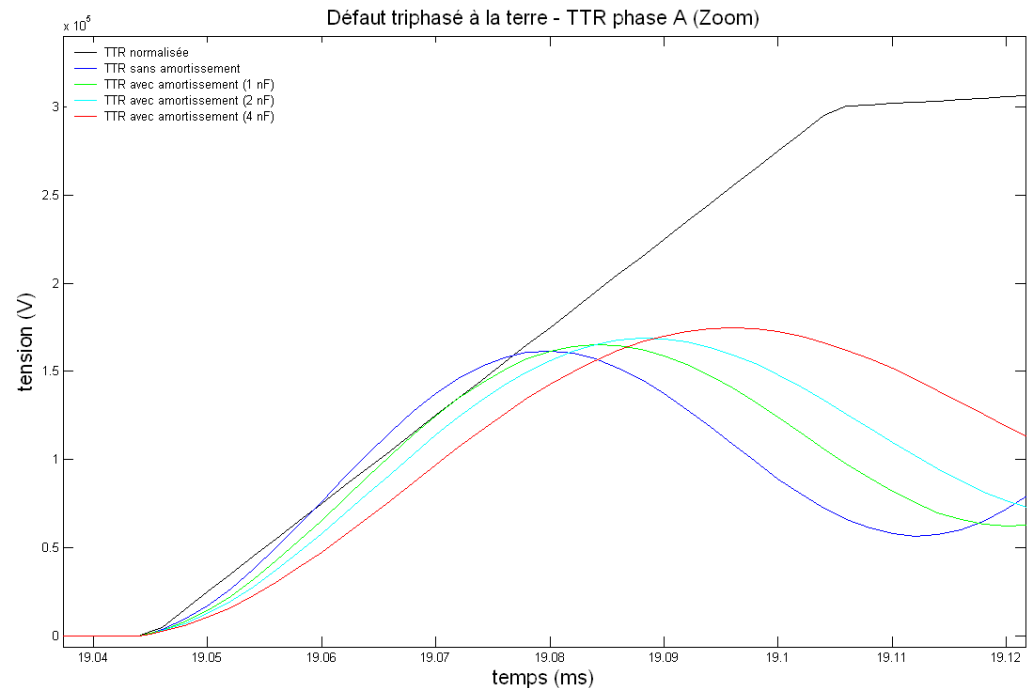
↳ installation d'une bobine d'inductance série de 10Ω

➔ En cas de TTR dépassant le gabarit de tension normalisé, un dispositif d'amortissement capacitif nécessaire...

Cas d'étude 1: bobine série au poste de Lucy

Déroulement de l'étude:

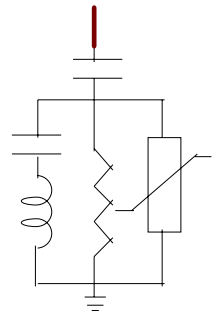
- Modélisation du réseau
 - multipôle équivalent
 - lignes
 - transformateurs
 - groupes de production
 - câble de raccordement
- Validation du schéma (RP)
- Simulations en N
 - Sans dispositif d'amortissement
 - Dimensionnement du dispositif d'amortissement



Cas d'étude 2: batteries filtrées aux postes de La Gaudière, Saint-Vincent et Tamareau

Contexte: risque d'écroulement de la tension dans la zone

- ↳ besoin de 500 MVAR de compensation
 - ↳ installation de batteries de condensateur filtrées, réparties sur la zone



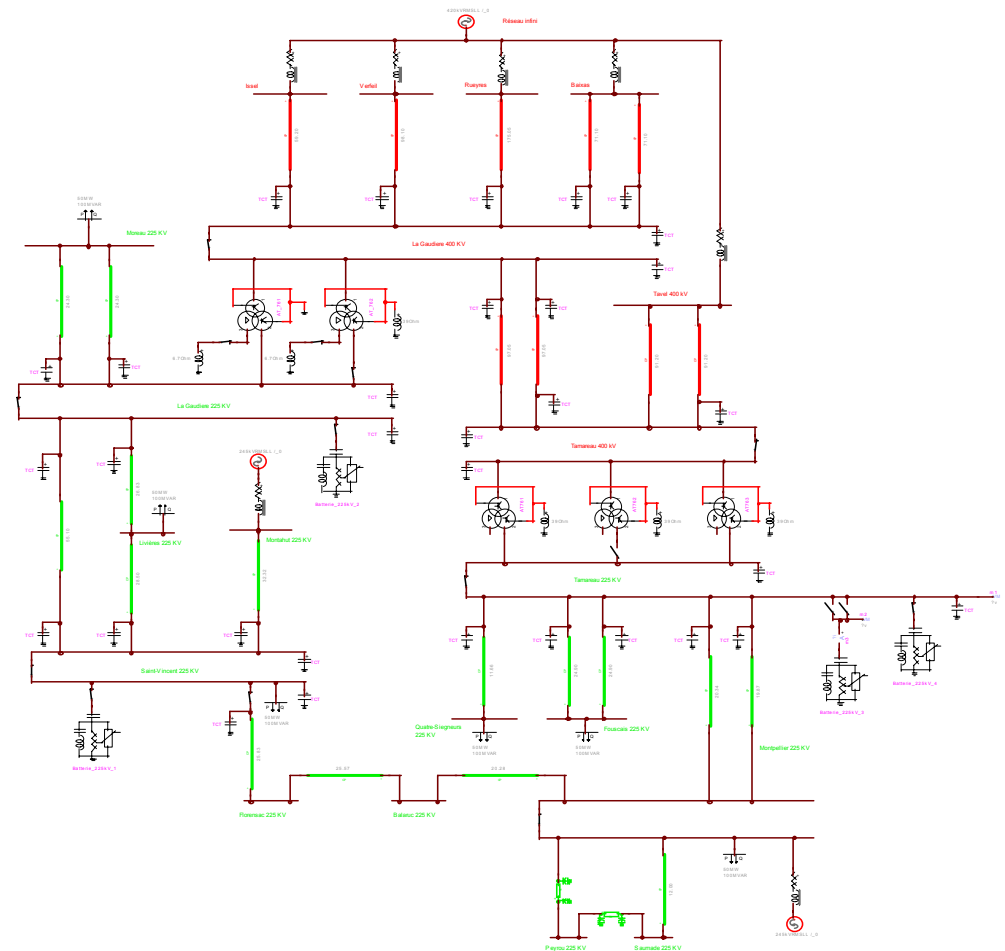
Batterie_225kV_1

➔ Observation des contraintes en tension et des courants HF en cas de ré-amorçage...

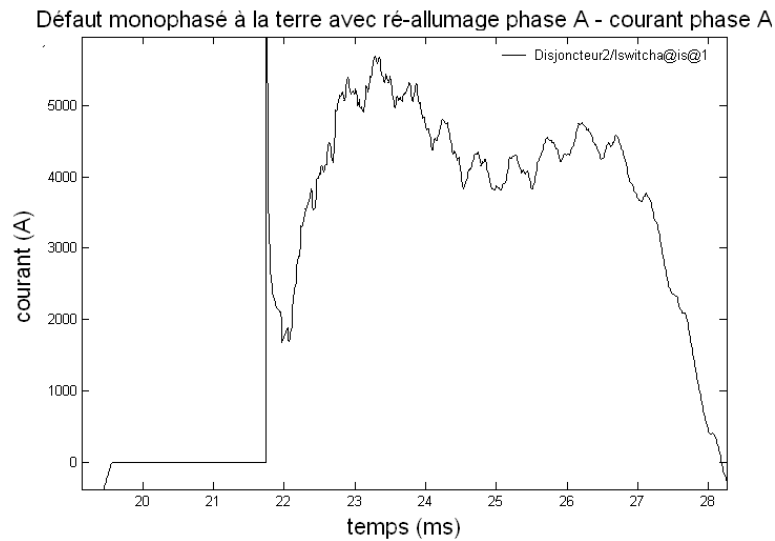
Cas d'étude 2: batteries filtrées aux postes de La Gaudière, Saint-Vincent et Tamareau

Déroulement de l'étude:

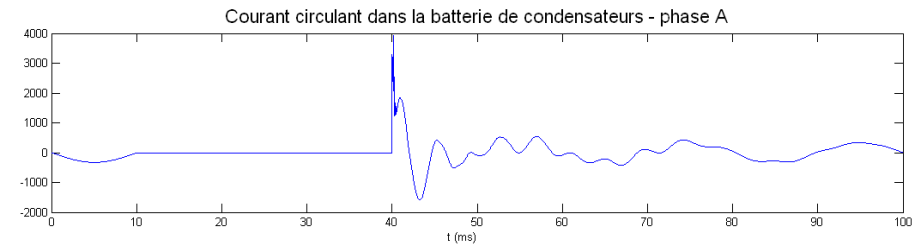
- Modélisation du réseau
- Validation du schéma (RP)
- Simulations en N
 - ➔ Étude des surtensions sur défaut triphasé franc
- Simulation en N-1
 - ➔ Étude des courants HF sur défaut monophasé
- Étude des courants d'appel au poste de Tamareau



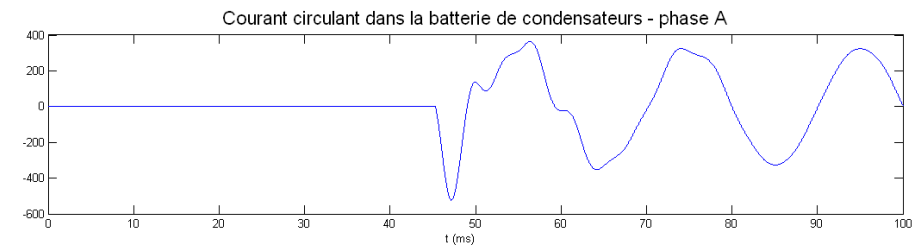
Cas d'étude 2: batteries filtrées aux postes de La Gaudière, Saint-Vincent et Tamareau



Enclenchement simultané des batteries:



Enclenchement synchronisé des batteries:

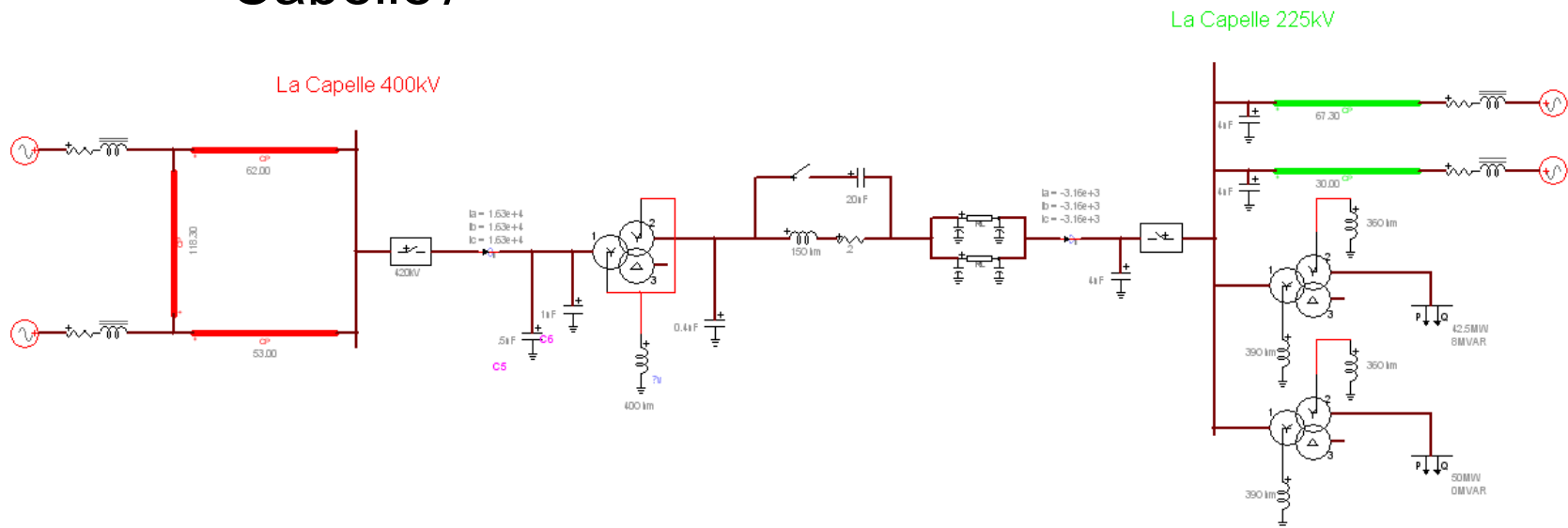


Limites et questionnements

Modélisation des transformateurs

Transformateurs modélisés à 50Hz

- Surestimation des TTR
- Perturbe les résultats obtenus en cas de proximité avec les transformateurs (cf: cas d'étude de La Capelle)



⇒ Quel modèle valide sur toute la plage [1Hz;20kHz]?

Validation des schémas

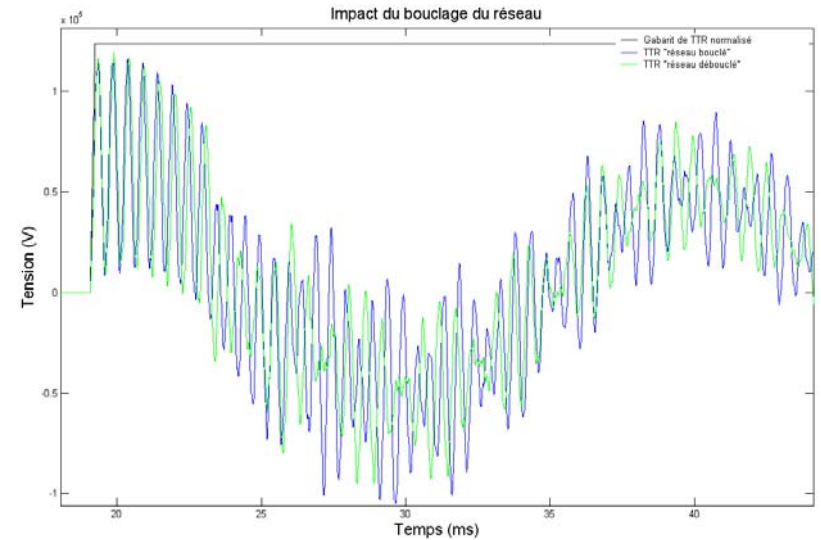
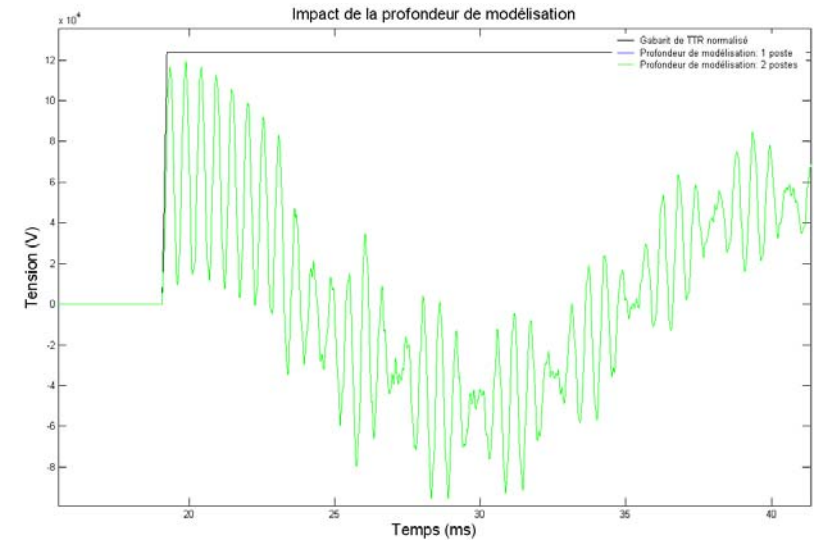
Comment valider les schémas électriques simulés?

- Outils existants limités à 50Hz
- Vérifications expérimentales difficiles

Profondeur de modélisation

Quel est l'impact de la profondeur de modélisation? (1 poste vs 2 postes)

Quel est l'impact du bouclage du réseau? (mutuelles entre les sources équivalentes)



Classification des phénomènes transitoires

Table 1 – Classes and shapes of overvoltages – Standard voltage shapes and standard withstand tests

Class	Low frequency		Transient		
	Continuous	Temporary	Slow-front	Fast-front	Very-fast-front
Voltage or over-voltage shapes					
Range of voltage or over-voltage shapes	$f = 50 \text{ Hz or } 60 \text{ Hz}$ $T_1 \geq 3\,600 \text{ s}$	$10 \text{ Hz} < f < 500 \text{ Hz}$ $0,03 \text{ s} \leq T_1 \leq 3\,600 \text{ s}$	$20 \mu\text{s} < T_p \leq 5\,000 \mu\text{s}$ $T_2 \leq 20 \text{ ms}$	$0,1 \mu\text{s} < T_1 \leq 20 \mu\text{s}$ $T_2 \leq 300 \mu\text{s}$	$3 \text{ ns} < T_1 \leq 100 \text{ ns}$ $0,3 \text{ MHz} < f_1 < 100 \text{ MHz}$ $30 \text{ kHz} < f_2 < 300 \text{ kHz}$
Standard voltage shapes	 $f = 50 \text{ Hz or } 60 \text{ Hz}$ T_1 ¹⁾	 $48 \text{ Hz} \leq f \leq 62 \text{ Hz}$ $T_1 = 60 \text{ s}$	 $T_p = 250 \mu\text{s}$ $T_2 = 2\,500 \mu\text{s}$	 $T_1 = 1,2 \mu\text{s}$ $T_2 = 50 \mu\text{s}$	¹⁾
Standard withstand test	¹⁾	Short-duration power frequency test	Switching impulse test	Lightning impulse test	¹⁾

¹⁾ To be specified by the relevant apparatus committees.

