Mini-projet

Réseaux électriques et haute tension

Yverdon-les-Bains, 2023-10

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Professeur** : | Mokhtar Bozorg |  |
| **Assistants** : | Antoine Giraldi & Luca Tomasini |  |

Mini projet de semestre :

Modélisation d’un réseau BT – *Trey*

# Description du laboratoire

Le but principal de ce laboratoire/mini projet est de modéliser un réseau basse tension, à partir de la carte d’un réseau existant du village Trey. Il faudra construire un réseau basse tension avec des hypothèses de production et consommation. Afin de simuler et développer ce réseau électrique, il sera nécessaire d’utiliser la librairie Python **panda**power utilisée lors des premiers tutoriels.

Le groupe d’étudiants devra être capable d’analyser le réseau en place en appliquant différentes théories vues en cours [1], [2].

# Donnée

Les étudiants devront réaliser le travail indiqué dans les points suivants.

Le nœud bilan (réseau externe) a les caractéristiques suivantes : Puissance court-circuit .

L’impédance de ligne au nœud bilan est exprimée comme suit : et .

La tension du réseau est de au départ du transformation moyenne tension : . La puissance du transformateur MT/BT est de (voir *datasheet* pour plus d’informations).

|  |
| --- |
| Figure 1 – Illustration simplifié du départ MT/BT, réseau Trey. |

La Figure 1 rappelle le modèle simplifié pour la poste de transformateur MT/BT qui alimente le réseau basse tension du village Trey.

Les étudiants devront suivre les étapes suivantes :

1. Modélisation du réseau Trey
2. Simulation du Load Flow avec les courbes de charge déterminées précédemment
3. Etude de méthodes permettant de limiter la surtension et les surcharges pour une production solaire locale dimensionnée
4. Simulation de courts-circuits (Bonus)
5. Rédiger un rapport de synthèse

Ces points sont détaillés dans les chapitres suivants.

## Modélisation du réseau Trey

Pour démarrer ce mini projet, il faudra créer un *Jupyter Notebook* et y développer le code (avec commentaires). L’analyse et le raisonnement seront intégrés au rapport. Le groupe devra transmettre son *Notebook* en annexe du rapport.

### Modélisation du réseau électrique

* Dessiner le réseau à l’aide de la librairie Python **panda**power et des deux cartes fournies en annexe[[1]](#footnote-1).
* Identifier les paramètres de lignes et du transformateur à l’aide des datasheets en annexe.
* Vérifier si la configuration du réseau est correcte avec une simulation de Load Flow rapide. Pour cette partie, il faut assigner des charges fixes avec **panda**power (et le fichier excel fourni) qui seront ensuite modifieées dans les sections suivantes.

### Identification et modélisation des courbes de charge des différents consommateurs

* En utilisant le fichier *.xlsx* transmis, recenser les consommateurs connectés à chaque cabinet.
* Estimer la consommation annuelle de chaque bâtiment selon leur surface au sol. S’inspirer des consommations annuelles moyennes disponibles sur l’OFS[[2]](#footnote-2), le rapport suisseenergie [3] ainsi que toutes autres sources pertinentes pour cette identification[[3]](#footnote-3).
* Définir deux scénarios différents représentant des jours typiques de charge du réseau.
* Selon chaque type de bâtiments et leur consommation énergétique, pondérer les charges qu’ils représentent. Utiliser le dossier de courbes de charge qui a été transmis. Regrouper ces courbes de charge pour chaque nœud (armoire BT) en indiquant les hypothèses de simplification nécessaires.

### Identification et modélisation des différents producteurs locaux

* Établir des hypothèses sur la production locale.
* S’aider d’un outil de cartographie en ligne[[4]](#footnote-4) ainsi que d’un outil d’étude de production solaire photovoltaïque (PVsyst, Toit solaire ou les données d’ensoleillement UE[[5]](#footnote-5)) pour générer les courbes.
* Intégrer ces nouvelles informations dans ***panda****power* à l’aide des fonctions Python disponibles.

## Simulation du Load Flow avec les courbes de charge déterminées précédemment

En s’inspirant du tutoriel vu en cours, analyser l’état du réseau comme suit :

* Vérifier l’évolution des tensions dans les nœuds. Expliquer et détailler les observations.
* Vérifier l’évolution des charges sur les lignes. Expliquer et détailler les observations.

## Etude de méthodes permettant de limiter la surtension et les surcharges pour une production solaire locale dimensionnée

Sur le réseau réalisé à l’aide de ***panda****power* :

* Ajouter une installation solaire de connectée au cabinet N1.
* Identifier quels sont les problèmes associés à cette installation.
* Calculer la puissance maximale que l’installation pourrait injecter dans la ligne. Déduire les pertes énergétiques et économiques sur la base des prix actuels du marchés[[6]](#footnote-6).

Déterminer la cohérence, la faisabilité et l’impact économique pour les mesures suivantes :

* Brider la production de puissance active de l’installation PV.
* Modifier le facteur de puissance ( – sans harmonique) en variant la puissance réactive et l’installation photovoltaïque.
* Effectuer un remplacement de la ligne et calculer le coût potentiel (voir cours [1], [4]).
* Effectuer une modification de la valeur du gradin du transformateur MT/BT par .
* Ajouter une unité de stockage d’énergie avec la technologie de la Table 1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Batterie** | **Coût [CHF/kWh]** | **Rendement** | **Nombre de cycles** |
| Lithium-Ion | 1’000 | 90 % | 10’000 |

Table 1 – Type de technologies pour les mesures d’amélioration.

**Note**: Pour l’ensemble des points, veillez à correctement analyser l’impact énergétique sur l’installation ainsi que son rendement économique. Expliquer votre raisonnement de manière détaillée et argumentée. Pour le premier point.

## Simulation de courts-circuits (Bonus)

En s’inspirant du tutoriel vu en cours :

* Générer un court-circuit triphasé sur chaque zone du réseau modélisé.
* Générer un court-circuit phase-terre sur chaque zone du réseau modélisé.

Analyser les résultats et déterminer théoriquement les caractéristiques physiques suivantes :

* Le courant de court-circuit max et min.
* L’impédance de court-circuit.

## Rédiger un rapport de synthèse

Ce rapport vise à présenter et à justifier vos choix pour résoudre le problème posé du laboratoire. Il faudra donc détailler les étapes de votre démarche, les méthodes et la théorie utilisées avec une discussion des résultats obtenus. Ce rapport doit être concis (pas plus de 20 pages, sans compter la page de couverture et les annexes), le but est simplement d’éviter les digressions et/ou redondances.

# Références

[1] M. Bozorg et M. Pellerin, « Réseaux électriques et haute tension (Cours RHT) », Yverdon-les-Bains, 2022.

[2] M. Pellerin, « Énergie et réseaux électriques (Cours EnResEl) », 2022.

[3] suisseenergie.ch, « Consommation électrique d’un ménage », août 2021.

[4] M. Pellerin, « Énergie et réseaux électriques (Cours EnResEl) », 2022.

1. C’est l’occasion de mettre en pratique ce que vous avez appris durant le tutoriel Python-**panda**power (https://github.com/heig-vd-iese/rht) [↑](#footnote-ref-1)
2. [Office fédéral de la statistique – Domaine énergétique | Système de chauffage et source d'énergie](https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/construction-logement/batiments/domaine-energetique.html%23:~:text=Syst%C3%A8me%20de%20chauffage%20et%20source%20d'%C3%A9nergie&text=17%25%20des%20b%C3%A2timents%20sont%20raccord%C3%A9s,%25%20et%208%25%20des%20b%C3%A2timents). [↑](#footnote-ref-2)
3. Attention à bien choisir des données « publiques » ou « privée » si c’est votre consommation personnelle par exemple. [↑](#footnote-ref-3)
4. Par exemple : <https://map.geo.admin.ch> et <https://www.google.ch/maps>. [↑](#footnote-ref-4)
5. <https://www.uvek-gis.admin.ch/BFE/sonnendach/?lang=fr> ou https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\_tools/en/tools.html. [↑](#footnote-ref-5)
6. <https://www.prix-electricite.elcom.admin.ch/?priceComponent=total&view=collapsed>. [↑](#footnote-ref-6)