



La modélisation et la flexibilité du secteur énergétique

Exercice pratique 12 (EP_12)

Veuillez utiliser la citation suivante au besoin:

- **Cet exercice pratique**

Alex Kell, Pooya Hoseinpoori & Adam Hawkes. (2021, March). Hands-on 12: Energy and Flexibility Modelling (Version 1.3). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4618333>

Résultats attendus des apprentissages

À la fin de cet exercice, vous devriez être en mesure de:

1. exécuter un modèle « démo »;
2. comprendre les entrées d'un modèle « démo »;
3. comprendre les résultats d'un modèle « démo »;
4. modifier au besoin les entrées d'un modèle.

Étudier et exécuter le modèle « démo »

Dans cette activité, nous étudions et exécutons le modèle « démo » qui accompagne FlexTool. À cette fin, ouvrez le fichier Excel **inputData\demoModel-1.xlsx** qui se trouve dans le répertoire contenant **flexTool.xlsx**. Dans la liste des feuilles de calcul du fichier **inputData\demoModel-1.xlsx**, sélectionnez la feuille de calcul **units** afin de consulter le mix de l'offre d'électricité du modèle « démo ».

info	master	nodeGroup	gridNode	unit_type	fuel	unitGroup	units	nodeNode	ts_cf	ts_inflow
------	--------	-----------	----------	-----------	------	-----------	-------	----------	-------	-----------



On peut y voir que ce modèle présente une offre de production d'électricité principalement basée sur les énergies fossiles tout en ayant une certaine capacité de production hydroélectrique au nœud B, éolienne au nœud C et de faibles parts de PV et de biomasse dans la plupart des nœuds. On y constate les capacités de production suivantes (parmi d'autres):

1. **nœud A:** charbon: 500 MW; pétrole: 200 MW; biomasse: 30 MW;
2. **nœud B:** réserve hydraulique: 150 MW; hydraulique au fil de l'eau: 120 MW; pétrole: 150 MW;
3. **nœud C:** charbon: 500 MW; gaz naturel: 300 MW; pétrole: 200 MW; éolienne: 150 MW.

La figure ci-dessous présente le mix électrique du nœud A.

unitGroup	unit type	Choose one input option (none, fuel, cf profile, inflow <u>or</u> input grid+node)					Output #1		capacity (MW)
		fuel	cf profile	inflow	input grid	input node	output grid	output node	
Coal	ST_coal	coal					elec	nodeA	500
Oil	CC_oil	oil					elec	nodeA	200
Bio	ST_bio	biomass					elec	nodeA	30
Wind	wind		wind_A				elec	nodeA	0.01
PV	PV			PV			elec	nodeA	15
Battery	battery						elec	nodeA	0.01

Pour exécuter le modèle, ouvrez le fichier **flexTool.xlsxm** et sélectionnez la feuille de calcul **Sensitivity scenarios**.

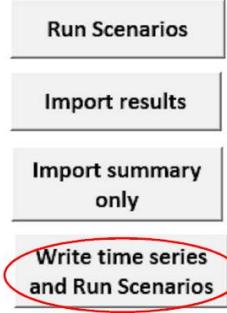


Il faut s'assurer que le modèle **demoModel-1.xlsxm** est dans la colonne **Active input files** et que ce ne soit pas le cas pour le modèle **template.xlsxm**. Cliquez sur « <-> » pour faire basculer la location de ces fichiers de données. FlexTool exécutera les fichiers de données de la colonne **Active input files**.

Active input files:	Inactive input files:
	<-> template.xlsxm
	<->
demoModel-1.xlsxm	<->
	<->
	<-> demoModel-2-2017.xlsxm
	<-> demoModel-2-2030.xlsxm
	<->
	<-> template-EVs.xlsxm



Pour exécuter le modèle **demoModel-1.xlsxm**, cliquez sur « **Write time series** ».



Si FlexTool fonctionne tel qu'attendu, une fenêtre de commande « **cmd** » devrait s'ouvrir. Lorsque l'exécution sera complétée, un fichier Excel appelé **Results_année_mois_jour_heure_minutes** (avec la date et l'heure de la complétion de l'exécution) sera créé et s'ouvrira.

La prochaine section présente l'interprétation des résultats.

Analyse de la flexibilité du système

Vérifions s'il existe des problèmes de flexibilité dans ce système électrique. Dans le fichier des résultats, sélectionnez la feuille de calcul **summary_D**.

22	General results	elec
23	VRE share (% of annual demand)	8.554
24	Loss of load (% of annual demand)	2.368
25	-> ramp up constrained (% of annual demand)	0
26	Excess load (% of annual demand)	0
27	Insufficient reserves (% of reserve demand)	0
28	Insufficient inertia (% of inertia demand)	
29	Curtailment (% of VRE gen.)	-6.66E-06
30	-> ramp down constrained (% of VRE gen.)	0
31	Peak load (MW)	2101.55
32	Peak net load (MW)	1946.3
33		
34	Flexibility issues	elec
35	Loss of load (max MW)	255.475
36	Excess load (max MW)	0
37	Reserve inadequacy (max MW)	0
38	Insufficient inertia (TWh/a)	0
39	Curtailment (max MW)	0.000137541
40	Curtailment (TWh/a)	-7.48E-08
41	Model leakage (TWh/a)	0
42	Capacity inadequacy (max MW)	0
43	Spill (TWh/a)	0



Nous constatons que la part des ÉRV (en pourcentage de la demande) est supérieure à 8,5% et que la perte de charge est supérieure à 2%. Une telle perte de charge n'est pas négligeable et nous devons en connaître l'origine. On voit aussi un très faible (et négligeable) niveau d'inutilisation de la production des ÉRV. Aucun autre problème de flexibilité n'est identifié dans ce scénario.

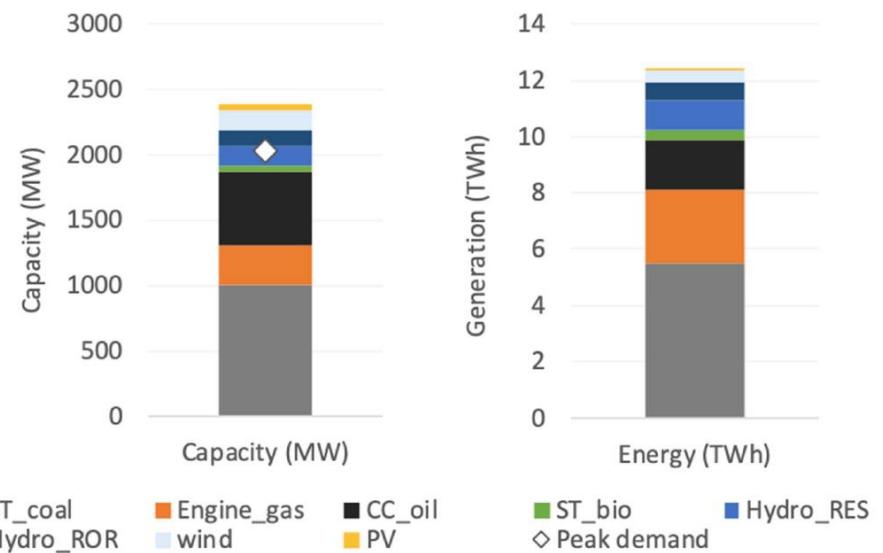
Pour faciliter la compréhension, la définition de chacun des résultats est fournie dans le fichier des résultats.

Analyse de la perte de charge

Afin de connaître l'origine de la perte de charge, vérifions si celle-ci est due à la capacité du système.

Voici le graphique de la capacité et de la production d'électricité de chacune des technologies de production du système. Ces résultats sont présentés entre les lignes 81 et 104 de la feuille de calcul [summary_D](#). La pointe de la demande est présentée à la ligne 31.

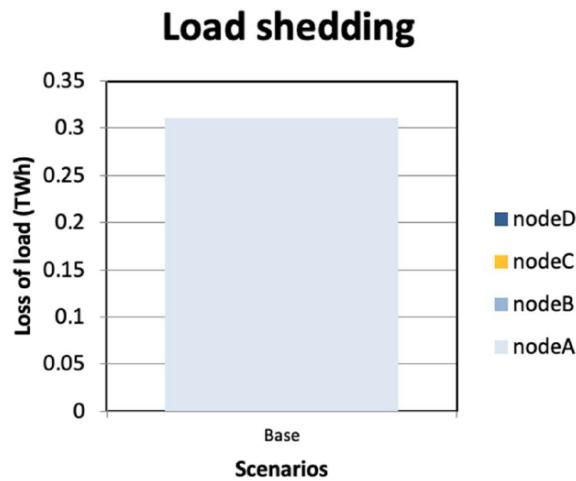
La figure ci-dessous indique que la pointe de la demande est inférieure à la capacité répartissable ([ST_coal](#), [Engine_gas](#), [CC_oil](#), [ST_bio](#) et [Hydro_RES](#)). Ainsi, au niveau de la région modélisée, il ne devrait pas y avoir de perte de charge. Le problème pourrait être lié à des particularités impliquant un nœud ou un ensemble de nœuds.



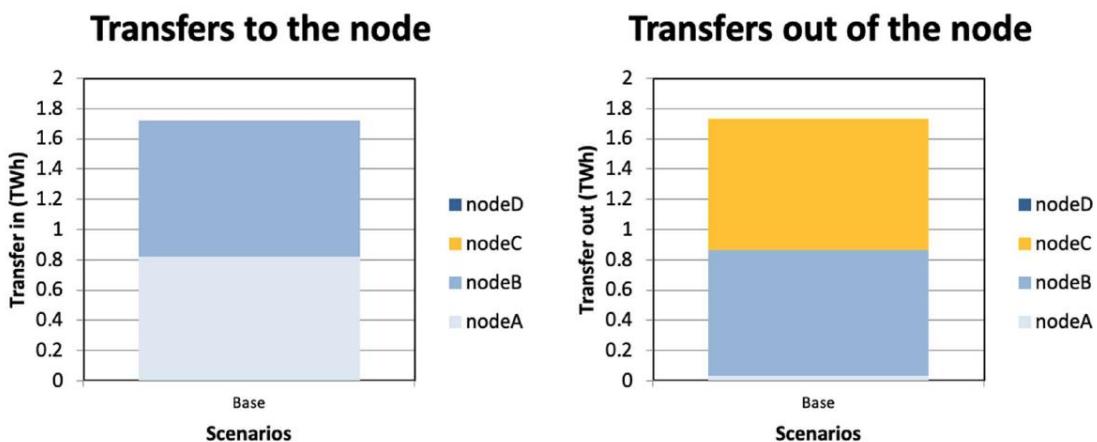


Suite de l'analyse de la perte de charge

Analysons davantage l'origine de la perte de charge. Afin de savoir si celle-ci est liée à un nœud ou à un ensemble de nœuds, sélectionnez la feuille de calcul **node_plot** du fichier des résultats. On y voit divers graphiques qui présentent des informations sur chacun des nœuds. Le premier graphique indique que toute la perte de charge est liée au nœud A (voir le graphique ci-dessous).



Les deux graphiques ci-dessous présentent le transfert d'électricité entre les nœuds. On constate que le nœud C transfère de l'électricité au nœud A.



À partir de ces graphiques, on peut conclure qu'il y a suffisamment de capacité de production (tel que nous l'avons vu précédemment) mais que celle-ci n'est pas produite au bon nœud ou encore que la capacité du réseau de transport n'est pas suffisante.



Trois solutions peuvent permettre de résoudre cette difficulté:

- 1.** investir dans le réseau de transport;
- 2.** investir dans la capacité de production;
- 3.** investir dans le stockage.

Les coûts et les bénéfices de chacune de ces options devraient être analysés afin de prendre une décision éclairée.