



La modélisation et la flexibilité du secteur énergétique

Exercice pratique 13 (EP_13)

Veuillez utiliser la citation suivante au besoin:

- **Cet exercice pratique**

Alex Kell, Pooya Hoseinpoori & Adam Hawkes. (2021, March). Hands-on 13: Energy and Flexibility Modelling (Version 1.3). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4618351>

Résultats attendus des apprentissages

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

1. exécuter le modèle « DemoModel-2 »;
2. explorer les résultats du modèle « DemoModel-2 »;
3. éliminer les limites maximales des investissements des centrales éoliennes et des centrales thermiques au gaz naturel;
4. créer votre propre scénario.

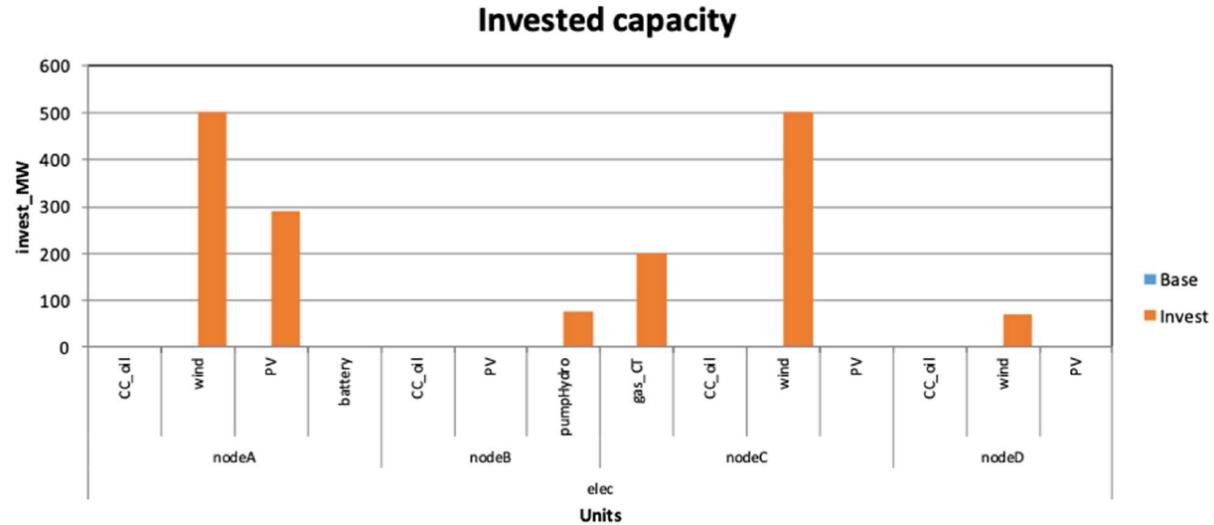
Activité 1

Nous exécuterons maintenant les scénario (1) **Base** et (2) **Invest** du modèle **DemoModel-2** et analyserons leurs résultats pour l'année 2030.

Ces scénarios sont des outils de planification à moyen et long terme et ils nécessitent des estimations des prix qui peuvent fluctuer dans le temps. Par exemple, on suppose qu'il y aura des baisses de prix des centrales éoliennes, des centrales photovoltaïques et des batteries.



Vous devriez être en mesure d'exécuter les émissions **Base** et **Invest** et d'obtenir le graphique ci-dessous.



Ensuite, vérifiez les résultats suivants qui se trouvent dans la feuille de calcul **summary_D: unit_type**, **capacity (MW)** et **Transfer, capacity (MW)**.

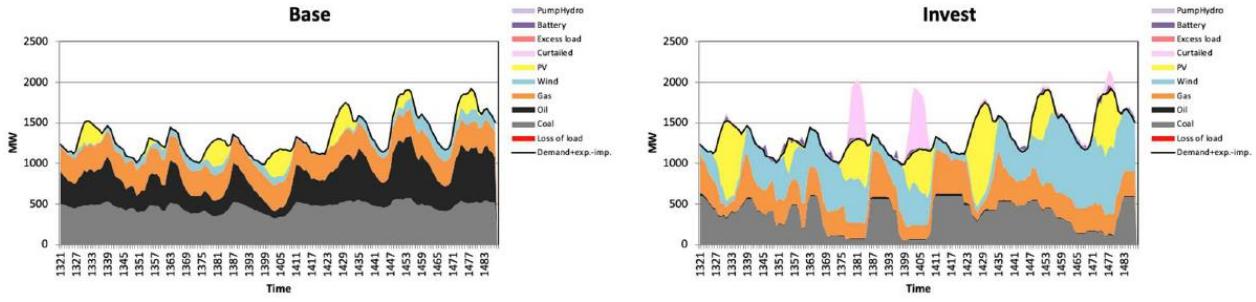
| A | B | C |
|-----------------|------------------|------------------|
| 1 Update sheets | demoModel-2-2030 | demoModel-2-2030 |
| 2 | Base | Invest |
| 65 | | |
| 66 Unit type | Capacity (MW) | Capacity (MW) |
| 67 ST_coal | 600 | 600 |
| 68 gas_CC | 300 | 300 |
| 69 gas_CT | 100 | 300 |
| 70 CC_oil | 1580 | 1580 |
| 71 wind | 250 | 1319.89 |
| 72 PV | 300 | 591.362 |
| 73 battery | 5 | 5 |
| 74 pumpHydro | 10 | 87.992 |

| A | B | C |
|-------------------|------------------|------------------|
| 1 Update sheets | demoModel-2-2030 | demoModel-2-2030 |
| 2 | Base | Invest |
| 75 | | |
| 96 Transfer | Capacity (MW) | Capacity (MW) |
| 97 nodeA - nodeB | 250 | 398.49 |
| 98 nodeB - nodeA | 250 | 398.49 |
| 99 nodeB - nodeC | 200 | 616.891 |
| 100 nodeC - nodeB | 200 | 616.891 |

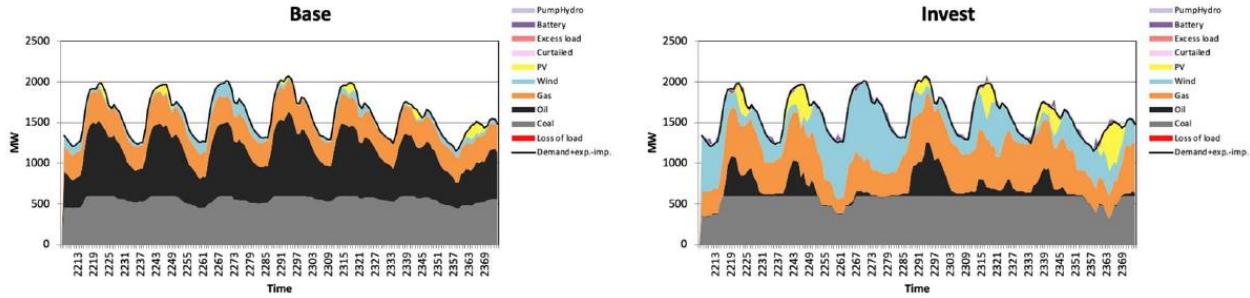
Vérifiez ensuite les résultats pour **units_invest_plot** afin de constater pour quels nœuds les investissements sont effectués.

Activité 2

Étudions davantage les résultats obtenus précédemment pour les deux scénarios. Vérifiez les résultats présentées à la feuille de calcul **genUnitGroup_elec_plot**. Vous y verrez des graphiques présentant la répartition pour chacune des semaines. Les figures ci-dessous présentent la répartition pour la « Semaine 1 ».

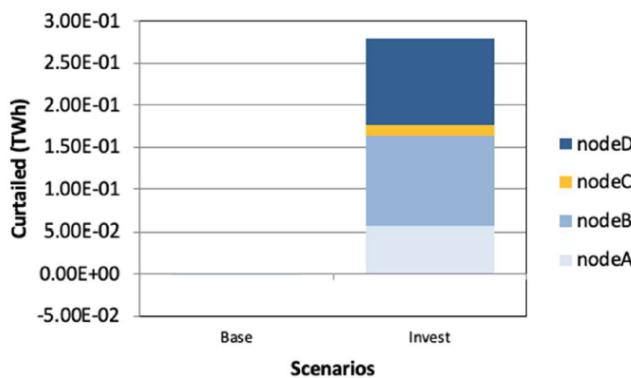


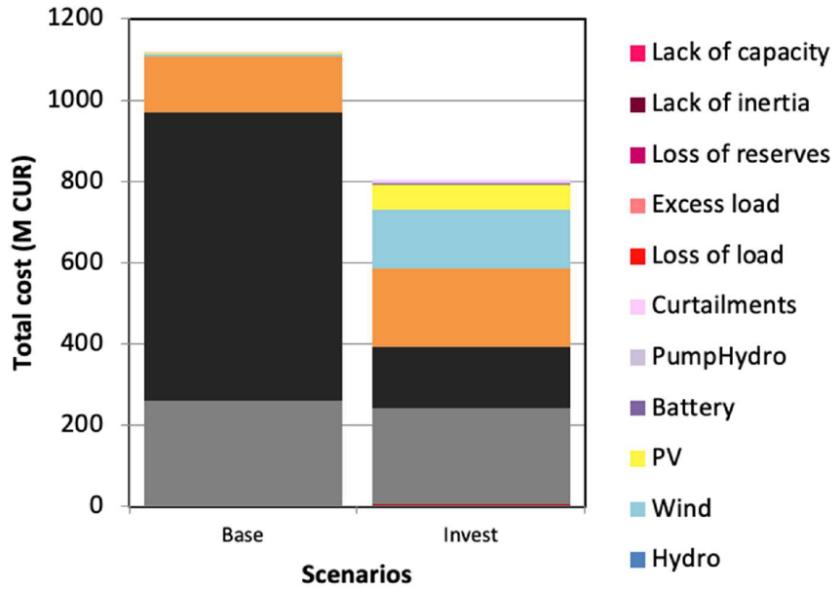
Les figures suivantes présentent la répartition pour la « Semaine 3 ». La demande de la « Semaine 3 » est supérieure à celle de la « Semaine 1 ».



Ensuite nous utilisons les résultats présentés à la feuille de calcul [summary_D](#) afin de déterminer s'il y a des problèmes de flexibilité. La feuille de calcul [node_plot](#) présente une version graphique des résultats. Nous constatons que la part des ÉRV est plus faible dans le scénario **Base** que dans le scénario **Invest** (légèrement moins de 9% comparativement à plus de 39%). On constate une légère inutilisation de la production des ÉRV pour le scénario **Invest**, ce qui induit un coût qui n'apparaît pas dans le cas du scénario **Base**. Cependant, le coût total du scénario **Invest** est inférieur à celui du scénario **Base**. Ceci est dû au fait que les coûts élevés en produits pétroliers du scénario **Base** sont supérieurs à la sommes des coûts des investissements et des coûts de pénalité pour l'inutilisation de la production des ÉRV. On peut constater ces résultats dans la feuille de calcul [costs_unitGroup_plot](#).

VRE curtailment

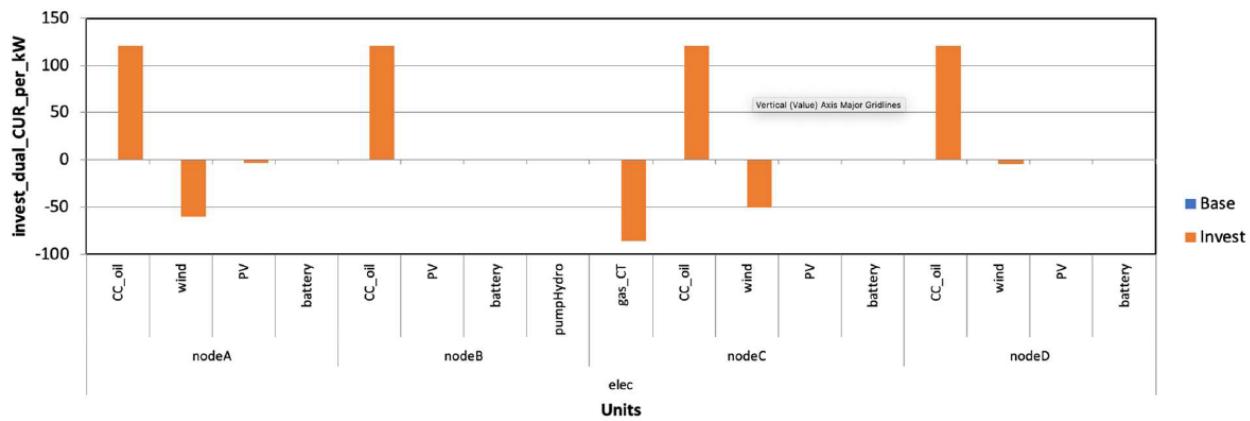




Vous pouvez ensuite consulter la feuille de calcul [units_invest_plot](#) afin de constater les unités de production ayant été pour effectuer des investissements.

Finalement, les valeurs marginales présentées dans la figure ci-dessous fournissent une estimation des impacts financiers de l'ajout de capacité, et ce pour de chaque type de technologie pour chacun des nœuds. Dans cet exemple, on constate que les centrales thermiques au gaz naturel et les centrales éoliennes ont des valeurs marginales négatives, indiquant qu'un investissement de ces technologies induit une réduction du coût total du système. Notez que ces investissements sont toutefois limités, dans le fichier de données du modèle, par des contraintes sur les investissements.

Shadow value for additional capacity





Éliminer les limites maximales des investissements des centrales éoliennes et des centrales thermiques au gaz naturel

Tel que présenté dans la figure ci-dessous, sélectionnez les scénarios **Base**, **Invest** et **demo2_windGas**.

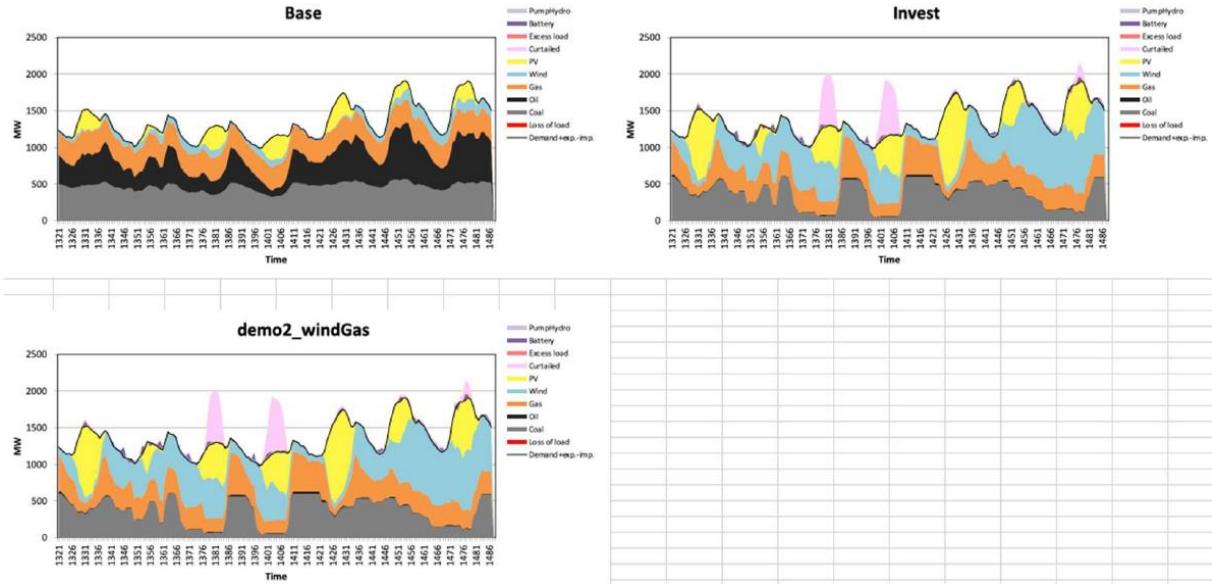
| Active input files: | Inactive input files: |
|-----------------------|----------------------------|
| | <-> template.xlsm |
| | <-> demoModel-1.xlsm |
| | <-> demoModel-2-2017.xlsm |
| demoModel-2-2030.xlsm | <-> template-EVs.xlsm |
| | <-> template-Storages.xlsm |
| | <-> |

| Active scenarios: | Inactive scenarios: |
|-------------------|---------------------------|
| Base | <-> |
| Invest | <-> |
| | <-> demo1_invest_transCap |
| | <-> demo1_invest_genCap |
| | <-> demo1_invest_storages |
| | <-> demo1_invest_all |
| | <-> demo2_storages |
| demo2_windGas | <-> demo2_PV |

Le scénario **demo2_windGas** exclut les limites sur la capacité maximale des investissements sur les centrales éoliennes et les centrales thermiques au gaz naturel.

Afin de comparer, pour ces trois scénarios, les investissements dans les capacités des technologies de production d'électricité, vérifiez **unit_type**, **capacity (MW)** et **Transfer, capacity (MW)** de la feuille de calcul **summary_D**. Consultez aussi la feuille de calcul **units_invest_plot** afin d'identifier les nœuds pour lesquels ces investissements sont effectués.

Les graphiques suivants sont tirés de la feuille de calcul **genUnitGroup_elec_plot**. Ils présentent le mix électrique de chacun des trois scénarios. N'hésitez pas à analyser finement et à comparer les résultats de diverses semaines, chacune ayant son profil de demande pour l'électricité.



Voici des conclusions que nous pouvons tirer de cet exercice:

1. Une part plus importante des ÉRV est rentable. Cela permet au système électrique d'être plus flexible.
2. Si possible, il serait préférable que la capacité des ÉRV soit située près de la demande.
3. Cependant, ceci n'est qu'un exemple et une modélisation plus fine est nécessaire afin d'évaluer de plus importantes parts des ÉRV.
4. L'ajout de capacité pour les centrales thermiques au gaz naturel réduirait aussi le coût total du système puisque cela permettrait de réduire la part des centrales thermiques au fioul.
5. Au sujet du commentaire précédent, une amélioration du modèle est nécessaire pour:
 - a. inclure la production minimale et le nombre d'heures minimal d'utilisation annuelle des centrales thermiques;
 - b. identifier les divers éléments liés aux investissements additionnels devant être dédiés aux réseaux de gaz naturel (nécessité de fonctionnement à pleine capacité ou non, localisation, etc.).

Créer votre propre scénario

Pour compléter cet exercice pratique, créez votre propre scénario pour le modèle **DemoModel-2** et vérifiez comment ces modifications influencent les investissements.



1. Ouvrez **flexTool.xlsxm** et la feuille de calcul **Sensitivity scenarios**.
 - a. Ajoutez le nouveau nom du scénario à la liste des scénarios inactifs.
2. Ouvrez la feuille de calcul **Sensitivity definitions**.
 - a. Ajoutez des données dans certaines tables de données de type **Scenario definitions**.
 - b. Cet exemple augmente la demande annuelle au nœud A de 20%.
 - c. Si vous voulez étudier un scénario en mode investissement, vous devez aussi ajouter cela dans la première table de la feuille de calcul **Scenario definitions**. N'ajoutez pas cela si vous créez un scénario de répartition.