



# La modélisation et la flexibilité du secteur énergétique

## Exercice pratique 9 (EP\_09)

Veuillez utiliser les citations suivantes au besoin:

- **Cet exercice pratique**

Cannone, Carla, Allington, Lucy, & Howells, Mark. (2021, March). Hands-on 9: Energy and Flexibility Modelling (Version 3.1.). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4609954>

- **Interface clicSAND**

Cannone, C., Allington, L., De Wet, N., Shivakumar, A., Goyns, P., Valderrama, C., Howells, M. (2021). clicSAND [computer software]. <http://doi.org/10.5281/zenodo.4593100>

- **Groupe de discussion Google concernant OSeMOSYS**

Veuillez vous inscrire au groupe d'aide Google [ici](#). Lors de difficultés au cours de votre apprentissage, n'hésitez pas à y poser vos questions. Vous pouvez aussi répondre aux questions de ce groupe si vous avez les connaissances pour le faire. Dans les deux cas veuillez indiquer que vous utilisez l'interface 'clicSAND'.

- **Vidéo informative “pas-à-pas” sur Youtube**

Un enregistrement vidéo de cet exercice est disponible sur la chaîne Youtube du CCG au lien suivant:  
[EP\\_09](#).

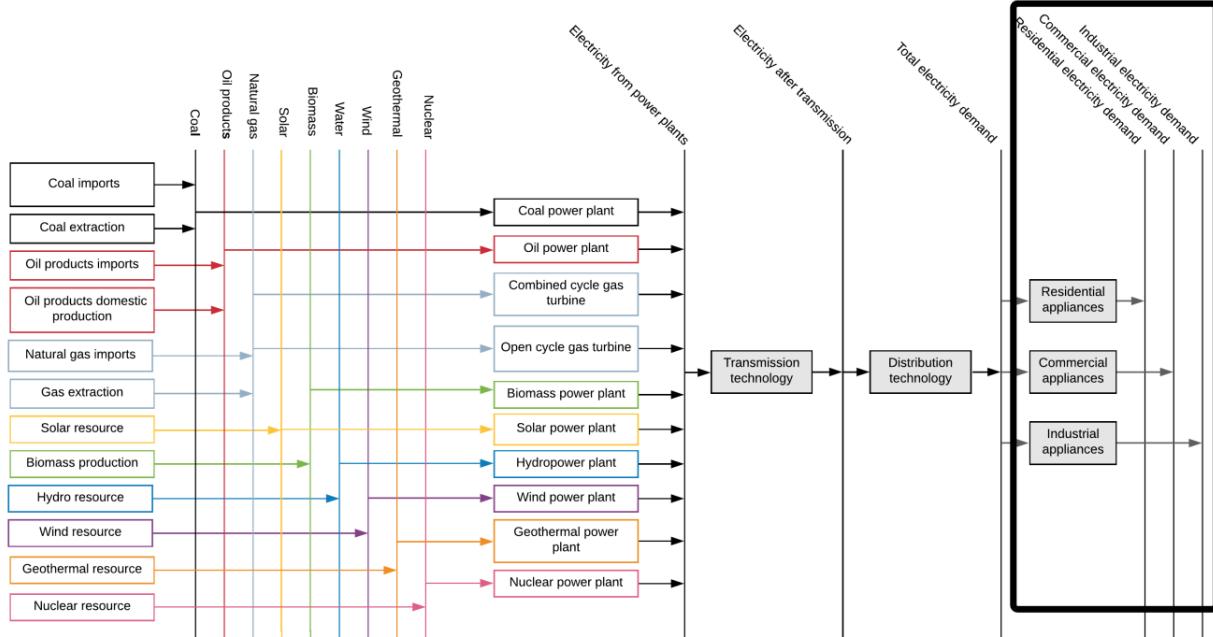
---

## Résultats attendus des apprentissages

---

À la fin de cet exercice, vous devriez être en mesure de représenter les éléments suivants dans OSeMOSYS:

1. la demande en électricité du secteur résidentiel;
2. la demande en électricité du secteur commercial;
3. la demande en électricité du secteur industriel;
4. le potentiel des ressources, limitant ainsi la production d'énergie.



## Créer la demande spécifique des secteurs résidentiel, commercial et industriel

Jusqu'ici, la demande totale d'électricité de tous les secteurs était représentée par la forme d'énergie **ELC003**. Les paramètres **SpecifiedAnnualDemand** et **SpecifiedDemandProfile** servaient à préciser la valeur de cette demande pour chacune des tranches de temps de chaque année du modèle.

La première étape pour représenter plus finement la demande d'énergie consiste à représenter la demande totale d'électricité **ELC003** en créant une forme d'énergie précisant la demande spécifique de chacun des secteurs. La forme d'énergie **ELC003** demeurera un élément nécessaire au modèle pour représenter et comptabiliser l'électricité dédiée aux consommateurs, mais on ne s'en servira plus pour spécifier la demande d'électricité. Dans cet exercice, nous allons identifier la demande des secteurs résidentiel, commercial et industriel.



Tel que nous l'avons vu au Cours 3, on représente une demande dans OSeMOSYS en créant de nouveaux éléments dans la colonne des formes d'énergie et des demandes (**Commodities**) de la feuille de calcul **SETS**.

1. **RESEL**: forme d'énergie représentant la demande en électricité du secteur résidentiel;
2. **COMELC**: forme d'énergie représentant la demande en électricité du secteur commercial;
3. **INDEL**: forme d'énergie représentant la demande en électricité du secteur industriel.

**À votre tour:** Les étapes ci-dessous présentent comment modifier les données liées à **ELC003** et ajouter celles liées aux formes d'énergie **RESEL**, **COMELC** et **INDEL**.

1. Allez à la feuille de calcul **Parameters**. Dans la colonne **A**, filtrez le paramètre **SpecifiedAnnualDemand**.
2. Dans la colonne **F**, filtrez **ELC003**. Vous verrez à la ligne 41971 les données que nous avions insérées plus tôt dans le cours.

	A	B	F	K	L	M	N	O	P	Q
1	Parameter		REGION FUEL	2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021						
41971	SpecifiedAnnualDemand	RE1	ELC003	3.112018 28.7 30 30.6 31.7 32.78937 33.9243						

3. Remplacez les valeurs de la figure précédente par 0 de 2015 à 2070.

	A	B	F	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	Parameter		REGION FUEL	2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023								
41971	SpecifiedAnnualDemand	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0 0 0								

4. Vous devez aussi vous assurer que toutes les valeurs du paramètre **SpecifiedDemandProfile** sont égales à 0 pour la forme d'énergie **ELC003**.

	A	B	F	K	L	M	N
1	Parameter		REGION FUEL	2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021			
42021	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42022	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42023	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42024	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42025	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42026	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42027	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42028	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42029	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42030	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42031	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42032	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42033	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42034	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42035	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42036	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42037	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42038	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42039	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42040	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42041	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42042	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42043	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42044	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42045	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42046	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42047	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42048	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42049	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42050	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			
42051	SpecifiedDemandProfile	RE1	ELC003	0 0 0 0 0 0 0			



5. Ajoutez les trois nouvelles formes d'énergie **RESELC**, **COMELC** et **INDELC** dans la feuille de calcul **SETS**.

Commodities	
<i>Code</i>	<i>Description</i>
ELC003	Electricity after distribution
COA	Coal
OIL	Oil fuel
NGS	Natural Gas
ELC001	Electricity from power plants
ELC002	Electricity after transmission
BIO	Biomass
HYD	Hydro
GEO	Geothermal
URN	Uranium
SOL	Sun
WND	Wind
INDELC	Industrial Electricity Demand
COMELC	Commercial Electricity Demand
RESELC	Residential Electricity Demand

6. Filtrez à nouveau le paramètre **SpecifiedAnnualDemand** de la feuille de calcul **Parameters**.
7. Dans la colonne **F**, filtrerez **RESELC**, **COMELC** et **INDELC**.
8. Ajoutez les données correspondantes proposées dans le fichier **DataPrep\_HO9** (ou **Prép\_Données\_EP\_09**).

	A	F	G	K	L	M	N	O	P
1	Parameter	FUEL	TIMESLICE	2015	2016	2017	2018	2019	2020
41383	SpecifiedAnnualDemand	INDELC		15.2	15.8	15.6	16.1	16.41592	16.73804
41384	SpecifiedAnnualDemand	COMELC		4.3	4.5	4.6	4.8	4.979539	5.165794
41385	SpecifiedAnnualDemand	RESELC		9.2	9.7	10.4	10.8	11.39391	12.02047



9. Dans la colonne **A**, filtrez seulement le paramètre **SpecifiedDemandProfile** et gardez le filtre de la colonne **F** pour **RESELC**, **COMEJC** et **INDELC**. Ajoutez les données correspondantes proposées dans le fichier **DataPrep\_HO9** (ou **Prép\_Données\_EP\_09**).

43173	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S101	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187
43174	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S102	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187
43175	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S103	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187
43176	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S104	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187
43177	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S105	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187
43178	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S106	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187
43179	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S107	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323
43180	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S108	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323
43181	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S109	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323
43182	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S110	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323
43183	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S111	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323
43184	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S112	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323
43185	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S113	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323
43186	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S114	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323
43187	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S115	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323
43188	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S116	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323
43189	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S117	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323
43190	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S118	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323	0.011323
43191	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S119	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187
43192	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S120	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187
43193	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S121	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187
43194	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S122	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187
43195	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S123	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187
43196	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S124	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187	0.009187
43197	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S201	0.00905	0.00905	0.00905	0.00905	0.00905	0.00905
43198	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S202	0.00905	0.00905	0.00905	0.00905	0.00905	0.00905
43199	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S203	0.00905	0.00905	0.00905	0.00905	0.00905	0.00905
43200	SpecifiedDemandProfile	INDELC	S204	0.00905	0.00905	0.00905	0.00905	0.00905	0.00905

Vous avez ainsi ajouté trois formes d'énergie qui représentent la demande spécifique d'électricité après distribution (i.e. **ELC003**) de trois secteur particuliers.

## Créer des technologies qui satisfont les demandes

La demande d'électricité d'un secteur est le résultat de diverses technologies qui sont liées à ce secteur et qui utilisent l'électricité. Par exemple, la demande du secteur résidentiel peut être le résultat de l'électricité utilisée pour les appareils électroménagers, le chauffage, la climatisation, l'éclairage, etc. Dans le présent exercice, nous ne créerons qu'une technologie particulière par secteur mais il serait facile par la suite d'en créer autant que souhaité pour représenter de façon adéquate l'ensemble des technologies d'un secteur donné.



1. **DEMRESEL**: technologie représentant les appareils électroménagers du secteur résidentiel;
2. **DEMCOMELC**: technologie représentant les appareils électriques du secteur commercial;
3. **DEMINDEL**: technologie représentant les appareils électriques du secteur industriel.

A	B	C
14	PWRTRN	Electricity Transmission
15	PWRDIST	Electricity Distribution
16	MINBIO	Biomass Extraction
17	PWRBIO	Biomass Power Plant
18	MINHYD	Hydro Potential
19	PRWHDY	Hydropower Plant
20	MINGEO	Geothermal Potential
21	PWRGEO	Geothermal Power Plant
22	MINURN	Uranium Potential
23	PWRNUC	Nuclear Power Plant
24	MINSOL	Solar Potential
25	PWRSOL	Solar Power Plant
26	MINWND	Wind Potential
27	PWRWND	Wind Power Plant
28	DEMDEL	Industry Standard Efficiency Appliances
29	DEMCOMELC	Commercial Standard Efficiency Appliances
30	DEMRESEL	Residential Standard Efficiency Appliances
	TEC000	Additional Technologies

Ces trois technologies doivent être définies dans OSeMOSYS comme les autres technologies du modèle alors les étapes nécessaires sont identiques à celles présentées lors du Cours 5. Les données dont vous avez besoin sont disponibles dans le fichier [Data\\_Prep\\_HO9](#).

**Attention:** Pour faciliter la représentation de ces trois nouvelles technologies, nous allons supposer pour cet exercice que les coûts en capital, les coûts fixes ainsi que les coûts variables sont nuls.



## Ajout du potentiel des ressources, limitant ainsi la production d'énergie

---

Nous allons maintenant spécifier une limite supérieure de production d'électricité par certaines technologies. À cette fin, nous utiliserons le paramètre **TotalAnnualMaxCapacity**.

**À votre tour:**

1. Dans la colonne **A**, filtrez le paramètre **TotalAnnualMaxCapacity**.
2. Le potentiel des ressources limite la capacité annuelle de production de la technologie **PWRGEO**. La capacité de production maximale de cette technologie est fixée à 9 GW.
3. La limite maximale similaire pour la technologie de production **PWRHYD** est fixée à 10 GW.
4. Ajoutez les données présentées dans le fichier **DataPrep\_HO9**.

## Exécuter le modèle et obtenir les résultats concernant la production annuelle d'électricité ainsi que pour la satisfaction des demandes RESELC, COMELC et INDELC

---

Si vous sélectionnez les graphiques *Annual Electricity Production* et *Demands*, vous devriez obtenir les deux graphiques ci-dessous. Dans le menu déroulant « Multiple Items » de la cellule **B1**, cochez les demandes **RESELC**, **COMELC** et **INDELC**. L'électricité nécessaire pour combler les besoins de chacun des secteurs peut ainsi être présentée.

