



# La modélisation et la flexibilité du secteur énergétique

## Exercice pratique 15 (EP\_15)

Veuillez utiliser la citation suivante au besoin:

- **Cet exercice pratique**

Cannone, Carla, Allington, Lucy & Howells, Mark. (2021, March). Hands-on 15: Energy and Flexibility Modelling (Version 3.0). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4610005>

- **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'.

---

## Résultats attendus des apprentissages

---

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

1. rassembler les données de l'interface clicSAND et les résultats du modèle OSeMOSYS afin de créer un fichier de données pouvant être utilisé par FlexTool.



# Les résultats de OSeMOSYS en tant que données de FlexTool

Nous apprendrons maintenant comment utiliser les données d'un modèle OSeMOSYS pour créer un fichier de données FlexTool. Nous étudierons chaque feuille de calcul de FlexTool et présenterons la façon de d'ajouter des données à ces feuilles de calcul. Il faut tout d'abord déterminer, dans FlexTool, l'année précise pour laquelle nous souhaitons effectuer une analyse de la flexibilité du système. Choisissons, par exemple, l'année 2030.

## 1. La feuille de calcul **gridNode**

OSeMOSYS: nom et cellule	FlexTool: nom et cellule	Manipu- lation requisée?	Actions requises
<b>SpecifiedAnnualDemand</b>  Z41983 (INDELC); Z41984 (COMELC); Z41985 (RESELC)	<b>Demand</b> (MWh) F2	Oui	<b>Somme</b> des valeurs de <b>SpecifiedAnnualDemand</b> en 2030 pour <b>INDELC</b> , <b>COMELC</b> et <b>RESELC</b> ;  Transformation des PJ en MWh (pour un résultat approximatif, multipliez la valeur en PJ par 277 778);  [72,1 PJ = <b>20 027 794 MWh</b> ]



<b>ReserveMargin</b>	<b>capacity margin</b> (MW) H2	Oui	<p>Dans les exercices précédents, nous avons supposé que la marge de réserve est égale à 15% de la demande. Nous devons donc multiplier la somme des demandes, i.e. <b>20 027 794 MWh</b>, par 0,15. Il faut ensuite diviser par le nombre d'heures d'une année, soit 8760, puisque la marge de capacité utilisée dans FlexTool est exprimée en MW et non en MWh.</p> <p><math>(0,15 * \text{somme\_des\_SpecifiedAnnualDemand}) / 8760 = \mathbf{343 \text{ MW}}</math></p>
----------------------	--------------------------------------	-----	--

## 2. La feuille de calcul **unit\_type**

Dans n'inclurons que les technologies de production (**PWRCOA**, **PWROHC**, **PWRNGH001**, **PWRNGS002**, **PWRBIO**, **PWRHYD**, **PWRGEO**, **PWRNUC**, **PWRSOL** et **PWRWND**) qui produise la forme d'énergie ELC001 (aucun transport ni distribution d'électricité, aucune technologie d'offre d'énergie primaire, aucun secteur particulier de la demande en électricité).

- a. Rendement:** Il faut diviser le paramètre **OutputActivityRatio** par le paramètre **InputActivityRatio** pour chacune des technologies en 2030. Le tableau ci-dessous peut vous aider à effectuer cette tâche.

YEAR 2030					
Technologie (clicSAND)	Forme d'énergie de sortie (clicSAND)	Paramètre <b>Output Activity Ratio</b> (clicSAND)	Forme d'énergie en entrée (clicSAND)	Paramètre <b>Input Activity Ratio</b> (clicSAND)	Paramètre <b>Efficiency</b> colonne B (clicSAND)
PWRCOA	ELC001	1	COA	2.56	<b>0.39</b>
PWROHC	ELC001	1	OIL	2.86	<b>0.35</b>
PWRNGS001	ELC001	1	NGS	1.69	<b>0.59</b>
PWRNGS002	ELC001	1	NGS	2.56	<b>0.39</b>
PWRBIO	ELC001	1	BIO	2.86	<b>0.35</b>



PWRHYD	ELC001	1	HYD	1	<b>1</b>
PWRGEO	ELC001	1	GEO	1.25	<b>0.8</b>
PWRNUC	ELC001	1	NUC	3.03	<b>0.33</b>
PWRSOL	ELC001	1	SOL	1	<b>1</b>
PWRWND	ELC001	1	WND	1	<b>1</b>

**b. Entrée de données pour définir les technologies**

<b>OSeMOSYS: nom et cellule</b>	<b>FlexTool: nom et cellule</b>	<b>Manipulation requise?</b>	<b>Actions requises</b>
<b>VariableCost</b> (\$/GJ)  Z48470; Z48471; Z48472; Z48473; Z48477; Z48479; Z48481; Z48483; Z48485; Z48487	<b>O&amp;M cost</b> (\$/MWh) colonne G	Oui	Il faut convertir les coûts de (\$/GJ) à (\$/MWh).  $0.0001 \text{ ($/GJ)} * 3.6 = 0.00036 \text{ ($/MWh)}$
<b>AvailabilityFactor</b>  Z69; Z70; Z71; Z72; Z76; Z78; Z80; Z82; Z84; Z86	<b>availability</b> colonne H	Non	Copier-coller de clicSAND à FlexTool
<b>RETagTechnology</b>  Z41580; Z41581; Z41582; Z41583; Z41587; Z41591;	<b>max reserve</b> colonne I	Non	Copier-coller de clicSAND à FlexTool



Z41593; Z41595; Z41597			
<b>FixedCost</b>  Z20971; Z20972; Z20973; Z20974; Z20978; Z20980; Z20982; Z20984; Z20986; Z20988	<b>fixed cost</b> (\$/kW/year) colonne K	Non	Copier-coller de clicSAND à FlexTool
<b>CapitalCost</b>  Z19770; Z19771; Z19772; Z19773; Z19777; Z19779; Z19781; Z19783; Z19785; Z19787	<b>inv.cost</b> (\$/kW) colonne L	Non	Copier-coller de clicSAND à FlexTool
<b>OperationalLife</b>  Z31130; Z31131; Z31132; Z31133; Z31137; Z31139; Z31141; Z31143; Z31145; Z31147	<b>lifetime</b> (years) colonne U	Non	Copier-coller de clicSAND à FlexTool
<b>DiscountRate</b>  J19963	<b>interest</b> (%) colonne V	Non	Copier-coller de clicSAND à FlexTool



### 3. La feuille de calcul **fuel**

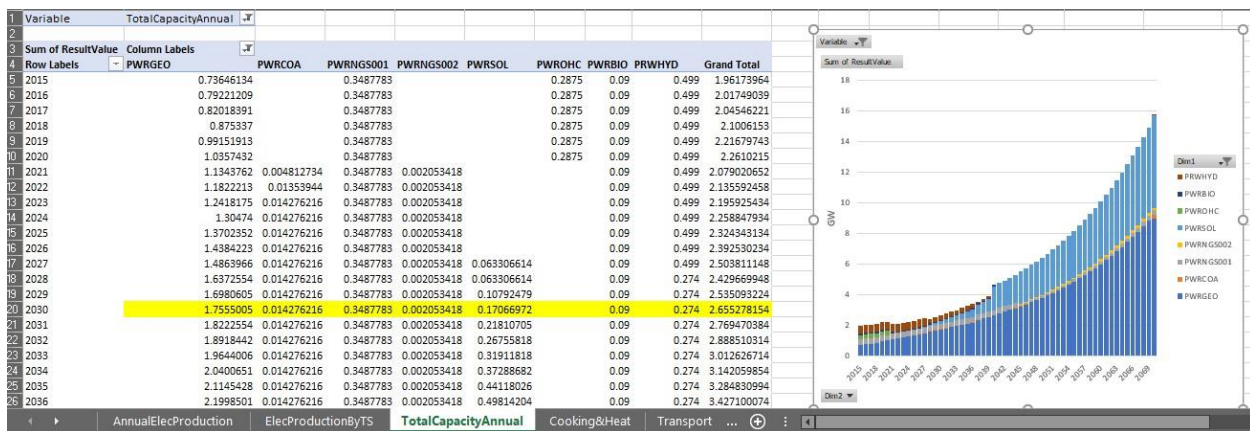
<b>OSeMOSYS: nom et cellule</b>	<b>FlexTool: nom et cellule</b>	<b>Manipulation requise?</b>	<b>Actions requises</b>
<b>VariableCost</b> (\$/GJ)  Z48464; Z48465; Z48466; Z48467; Z48468; Z48469; Z48476	<b>fuel</b> (\$/MWh) colonne G	Oui	<p>Make the average cost for <b>MINCOA</b> and <b>IMPCOA</b>; <b>MINOIL</b> and <b>IMPOIL</b>; <b>MINNGS</b> and <b>IMPNGS</b>. We didn't include an <b>IMPBIO</b> tech so you can take directly the value there for <b>MINBIO</b>.</p> <p><b>Convert the cost from (\$/GJ) to (\$/MWh).</b></p> <p><b>BIO:</b> <math>1.6 \text{ (\$/GJ)} * 3.6 = 5.76 \text{ (\$/MWh)}</math></p> <p><b>COA:</b> <math>4.8 \text{ (\$/GJ)} * 3.6 = 17.3 \text{ (\$/MWh)}</math></p> <p><b>NGS:</b> <math>12.03 \text{ (\$/GJ)} * 3.6 = 43.2 \text{ (\$/MWh)}</math></p> <p><b>OIL:</b> <math>13.6 \text{ (\$/GJ)} * 3.6 = 49.0 \text{ (\$/MWh)}</math></p>
<b>EmissionActivityRatio</b>  Z19969; Z19974; Z19979; Z19984; Z19989; Z19994; Z20029	<b>CO2 content</b> (t/MWh) colonne C	Oui	<p>Make the average cost for <b>MINCOA</b> and <b>IMPCOA</b>; <b>MINOIL</b> and <b>IMPOIL</b>; <b>MINNGS</b> and <b>IMPNGS</b>. We didn't include an <b>IMPBIO</b> tech so you can take directly the value there for <b>MINBIO</b>.</p> <p><b>Convert the cost from (kg/GJ) to (t/MWh).</b></p> <p><b>BIO:</b> <math>100 \text{ (kg/GJ)} / 1000 * 3.6 = 0.36 \text{ (t/MWh)}</math></p> <p><b>COA:</b> <math>94.6 \text{ (kg/GJ)} / 1000 * 3.6 = 0.34 \text{ (t/MWh)}</math></p>



			<p><b>NGS:</b> <math>56.1 \text{ (kg/GJ)}/1000 * 3.6 = 0.20 \text{ (t/MWh)}</math></p> <p><b>OIL:</b> <math>73.3 \text{ (kg/GJ)}/1000 * 3.6 = 0.26 \text{ (t/MWh)}</math></p>
--	--	--	---

#### 4. La feuille de calcul **units**

Nous devons spécifier le niveau des capacités installées ainsi que le niveau maximal des investissements potentiels pour chacune des technologies. Il faut aussi compléter les colonne C (**fuel**) et D (**cf profile**) de cette feuille de calcul.





OSeMOSYS: nom et cellule	FlexTool: nom et cellule	Manipulation requise?	Actions requises
Dans feuille de calcul <b>TotalCapacityAnnual</b> du fichier <b>ResultsTemplate_EPxx</b> , année 2030 (ligne 20)	<b>capacity</b> (MW) colonne J	Oui	Il faut convertir les capacités de GW à MW.  <b>PWRGEO:</b> $1.756 \text{ (GW)} * 1000 = \mathbf{1756 \text{ MW}}$  <b>PWRCOA:</b> $0.014 \text{ (GW)} * 1000 = \mathbf{14 \text{ MW}}$  <b>PWRNGS001:</b> $0.349 \text{ (GW)} * 1000 = \mathbf{349 \text{ MW}}$  <b>PWRNGS002:</b> $0.002 \text{ (GW)} * 1000 = \mathbf{2 \text{ MW}}$  <b>PWRSOL:</b> $0.170 \text{ (GW)} * 1000 = \mathbf{170 \text{ MW}}$  <b>PWROHC: 0 MW</b>  <b>PWRBIO:</b> $0.09 \text{ (GW)} * 1000 = \mathbf{90 \text{ MW}}$  <b>PWRHYD:</b> $0.274 \text{ (GW)} * 1000 = \mathbf{274 \text{ MW}}$
Potentiel des ressources  (pas inclus dans les exercices pratiques)	<b>max invest</b> (MW) colonne L	Non	Ajoutez une contrainte pour les centrales <b>PWRHYD</b> et <b>PWRGEO</b> .  Le niveau maximal des investissements est respectivement de 9000 MW et 10000 MW.





#### 5. La feuille de calcul **ts\_cf**

Il faut ajouter le profil du facteur de capacité pour les centrales éoliennes, photovoltaïques, hydroélectriques et géothermiques. Ces données ont été utilisées pour calculer les facteurs de capacité utilisés pour chacune des 96 tranches de temps définies dans clicSand. La source de ces données provient du logiciel PLEXOS (que nous n'aborderons pas dans le présent cours). Vous trouverez les données nécessaires dans le fichier de préparation des données [Data Prep HO15](#) (ou [Prép\\_données\\_EP\\_15](#) en français).

#### 6. La feuille de calcul **ts\_energy**

Dans cette feuille de calcul, il faut seulement ajouter le profil horaire de la demande pour l'année entière (8760 heures). Ici aussi ces données ont été utilisées pour calculer le paramètre **SpecifiedDemandProfile** utilisé dans clicSand pour chacune des 96 tranches de temps. La source de ces données provient aussi du logiciel PLEXOS. Vous trouverez les données nécessaires dans le fichier de préparation des données [Data Prep HO15](#) (ou [Prép\\_données\\_EP\\_15](#) en français).