



Introduction aux CLEW

Cours pratique 5 : Introduction d'éléments dépendant du temps

Abhishek Shivakumara^{b,c}, Vignesh Sridharand, Francesco Gardumie, Taco Nietf, Thomas Alfstada, Kane Alexander^{cd}

*a*Département des affaires économiques et sociales des Nations unies, New York

*b*University College London, Royaume-Uni *c*Loughborough

University, Royaume-Uni *d*Imperial College London, Royaume-Uni

*e*KTH Royal Institute of Technology, Suède *f*Simon Fraser University,

Canada

V1.2.0

Révisé par : Shravan Kumar Pinayur^{Kannane}, Roberto Herediae, Francesco Gardumie, Leigh Martindalec, Abhishek Shivakumara^{b,c}, Thomas Alfstada

V1.3.0

Révisé par : Kane Alexander^{cd}, Leigh Martindalec

Ce travail est placé sous la licence [Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) International License.

Citer comme : K. Alexander, A. Shivakumar, V. Sridharan, F. Gardumi, T. Niet, T. Alfstad, 'Introduction to CLEWs Hands on lecture 5 : Introducing time-dependent elements', Climate Compatible Growth, 2023. DOI : 10.5281/zenodo.8340850.

Tags : CLEWs ; Climat ; Terre ; Energie ; Eau ; Modélisation des systèmes ; Intégré ; Cohérence des politiques ; Représentation du temps ; Modèle de système énergétique ; Pratique ; Croissance compatible avec le climat ; Open Source ; Kit pédagogique.

Liens utiles :

- 1) [Forum de discussion](#) pour les CLEW
- 2) [Résultats de ces mains-on](#)

Pré-requis :

- 1) Réussite du cours pratique 4

Résultats de l'apprentissage

A la fin de cet exercice, vous serez capable de :

- 1) Comprendre comment les demandes variables dans le temps et les profils de demande sont ajoutés à un modèle de système énergétique
- 2) Présenter les sources d'énergie renouvelables variables et leurs caractéristiques technico-économiques
- 3) Comprendre l'influence de l'offre et de la demande en fonction du temps sur la planification à moindre coût d'un système énergétique

Activité 1 - Vérifier la définition du temps dans le modèle

Avant de commencer cet exercice, copiez le dernier modèle du cours pratique 4 (si vous ne vous rappelez pas comment faire, veuillez vous référer aux instructions du même cours pratique).

Dans la conférence 5, vous avez découvert les concepts de TimeSlice et de YearSplit. Quel que soit leur nom, ces concepts sont souvent utilisés dans les modèles de systèmes énergétiques à long terme. Nous avons inclus pour vous les TimeSlices et les valeurs pour le YearSplit dans votre modèle.

Vous pouvez entrer dans YearSplit en suivant les étapes suivantes :

- Cliquez sur "**Saisie des données**".
- Recherchez le paramètre YearSplit et sélectionnez-le.
- Faites défiler vers le bas jusqu'au tableau pour saisir les données
- Vérifier si 4 tranches de temps sont affichées dans le tableau
- Inscrivez les valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous, pour toute l'année.
- Lorsque vous saisissez les données relatives à la division de l'année, assurez-vous que la somme de toutes les valeurs de la division de l'année est égale à 1 pour chaque année. (**Vous devrez arrondir les décimales en conséquence**).

Tranche de temps	2019	2020	2021	2022
SD (S11)	0.4457	0.4457	0.4457	0.4457
SN (S12)	0.2228	0.2228	0.2228	0.2228



WD (S21)	0.1657	0.1657	0.1657	0.1657
WN (S22)	0.1657	0.1657	0.1657	0.1657

Essayez de vous rappeler la signification de **TimeSlice** et de **YearSplit**. Vous devrez répondre à des questions à ce sujet dans le quiz annexé à cette session pratique.

Activité 2 - Ajouter une demande annuelle spécifiée

Avant de commencer cette activité, copiez le dernier modèle, c'est-à-dire celui de l'activité

1 de l'activité pratique 4 (si vous ne vous souvenez pas de la manière de procéder, veuillez vous référer aux instructions de la même activité).

Première étape :

- Accédez au **paramètre** AccumulatedAnnualDemand et supprimez les quatre valeurs annuelles qui apparaissent maintenant pour le produit ELC002.
- Cliquez sur **Enregistrer les données**

Deuxième étape :

- Accédez au **paramètre** SpecifiedAnnualDemand et ajoutez une demande de 100 (PJ) pour chaque année (2019, 2020, 2021, 2022), pour le produit ELC002.

Troisième étape :

- Accédez au **paramètre** SpecifiedDemandProfile et ajoutez, pour le produit ELC002, les valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous, **pour toutes les années (veillez à sélectionner ELC002 comme produit !)**.
- Cliquez sur **Enregistrer les données**

Tranche de temps	Produit de base : ELC002
SD	0.32
SN	0.08
WD	0.18
WN	0.42

Essayez de vous souvenir de la signification de AccumulatedAnnualDemand, SpecifiedAnnualDemand et SpecifiedDemandProfile, **et revenez à la lecture 5 si vous ne vous en souvenez pas**. Répétez également par vous-même comment les fonctions YearSplit et



SpecifiedDemandProfile sont calculés et reflètent la **différence entre les deux**. Des questions vous seront posées à ce sujet dans les quiz.

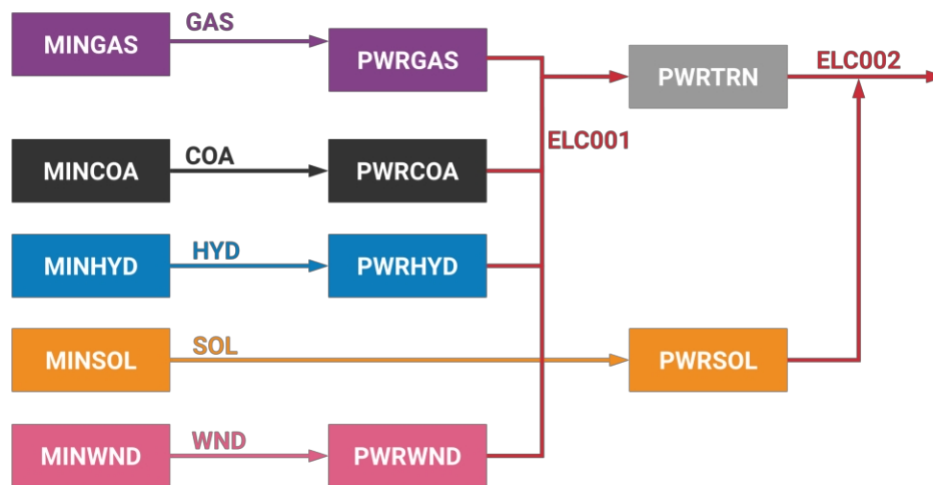
Activité 3 - Exécuter le modèle

Maintenant, générez un cas pour ce modèle, téléchargez le fichier de données et exécutez-le (si vous ne vous rappelez pas comment faire, veuillez vous reporter à l'activité 3 de l'exposé pratique 3).

Activité 4 - Ajouter l'offre d'énergie renouvelable

Avant de commencer cette activité, copiez le dernier modèle, c'est-à-dire celui de l'activité 2 de ce cours pratique (si vous ne vous rappelez pas comment faire, veuillez revenir à l'activité 1 du cours pratique 4).

Cette activité vous permettra d'introduire dans le modèle des technologies d'approvisionnement en énergies renouvelables qui pourraient contribuer à l'approvisionnement en électricité parallèlement à la centrale électrique au charbon et à la centrale électrique au gaz. Une fois cette activité terminée, le système énergétique de référence de votre modèle ressemblera à la figure ci-dessous. Par rapport à l'étape précédente, vous aurez ajouté l'hydroélectricité (PWRHYD), l'énergie solaire photovoltaïque en toiture (PWR SOL) et les éoliennes (PWRWND). Chacun de ces éléments exploite une ressource (respectivement MINHYD, MINSOL, MINWND pour les ressources hydroélectriques, solaires et éoliennes) et fournit de l'électricité pour répondre à la demande.



Pour commencer, vous devez **ajouter les nouvelles technologies et les produits de base connexes aux SET**.

Pour les produits de base :

- Pour le nouveau modèle que vous venez de copier, allez dans configurer le modèle et cliquez sur COMMODITIES.
- Ajouter au SET les 3 matières premières suivantes : HYD, SOL, WND
- Les unités pour tous ces produits seront les mêmes que celles des produits précédents.
- Cliquez sur **Enregistrer**

Pour les technologies :

- Pour le nouveau modèle que vous venez de copier, allez dans le modèle de configuration et TECHNOLOGIE
- Ajouter les 6 technologies suivantes : MINHYD, MINSOL, MINWND, PWRHYD, PWRWND et PWRTRN
- Attribuer les produits d'entrée et de sortie aux technologies sur la base de la figure ci-dessus.
- Les unités pour toutes ces technologies seront les mêmes que pour les technologies précédentes □ Cliquez sur **Enregistrer**

Créez maintenant les connexions entre les technologies et les produits de base conformément aux figures. Pour créer les connexions, vous devrez utiliser les paramètres InputActivityRatio et OutputActivityRatio. Vous supposerez que toutes ces technologies ont un rendement de 100 %. Cela correspond à des **valeurs de 1 PJ/PJ pour les paramètres InputActivityRatio et OutputActivityRatio** . Pour vous rappeler comment ces paramètres sont entrés, vous pouvez revenir à l'activité 1 du cours pratique 3 et vous rappeler comment vous avez procédé pour PWRCOA et PWRGAS. D'autres conseils sont donnés :

- MINHYD, MINSOL et MINWND n'auront que des OutputActivityRatios, de valeur 1 PJ/PJ (PJ de production par PJ d'exercice), respectivement pour les produits indiqués dans la figure ci-dessus (avec les flèches vers l'extérieur). **Ils n'ont pas d'intrants. Les produits n'ont pas d'intrants.**

Il faut en être bien conscient, car si l'on introduit par erreur des données dans ces technologies, le modèle s'effondrera.

- PWRHYD et PWRWND auront à la fois un InputActivityRatio et un OutputActivityRatio, de valeur 1 PJ/PJ, respectivement pour les produits indiqués dans la figure ci-dessus par les différentes lignes entrantes et sortantes. Il est à noter que le produit électrique de sortie pour ces deux technologies est ELC001, c'est-à-dire l'électricité qui alimente le réseau de transmission.
- PWR SOL aura un InputActivityRatio de 1 PJ/PJ pour le produit SOL et un OutputActivityRatio de 1 PJ/PJ pour le produit ELC002, c'est-à-dire l'électricité destinée aux utilisations finales. Il convient de noter que, contrairement à PWRHYD et PWRWND, il n'y a pas de rapport d'activité de sortie pour ELC001, l'électricité alimentant le réseau de transport. Cela s'explique par le fait que PWR SOL représente l'énergie photovoltaïque de toiture et n'est pas connectée au réseau de transport.

Enfin, saisissez les paramètres technico-économiques pour toutes ces technologies. Commencez par introduire les valeurs des paramètres dans le tableau ci-dessous. N'oubliez pas de saisir ces valeurs **pour toutes les années**. La capacité par unité d'activité pour MINHYD, MINWND et MINSOL doit être de 1.

Paramètres	Unités	PWRHYD	PWR SOL	PWRWND
Facteur de disponibilité	Fraction	1	1	1
Coût du capital	\$/kW	2500	1200	1600
Coût fixe	\$/kW/an	60	20	40
Coût variable	\$/GJ	0	0	0
OperationalLife	Années	80	20	20
Capacité à l'unité d'activité	PJ/GW	31.536	31.536	31.536

Selon le tableau ci-dessous, introduisez les facteurs de capacité pour les trois technologies de fourniture d'électricité, PWRHYD, PWR SOL et PWRWND. Dans ce cas également, n'oubliez pas d'indiquer les valeurs **pour toutes les années**.

Tranche de temps	PWRHYD	PWR SOL	PWRWND
SD	0.30	0.45	0.30
SN	0.30	0.00	0.20



WD	0.50	0.35	0.25
WN	0.50	0.00	0.30

N'oubliez pas que les facteurs de capacité, dans le cas de l'approvisionnement en électricité renouvelable, indiquent dans le modèle que la ressource n'est pas toujours disponible et que seule une partie de la capacité installée peut être effectivement utilisée. Remarquez également que les facteurs de capacité ont des valeurs différentes selon les tranches de temps. Cela indique que les énergies renouvelables variables ne sont pas toujours là pour répondre à la demande d'électricité, quel que soit le profil de la demande. D'autres sources d'énergie (non renouvelables) pourraient alors s'avérer nécessaires pour répondre à la demande. Réfléchissez à tout cela et reportez-vous au cours 5 pour connaître tous les concepts. Cela vous aidera pour le quiz de cette séance pratique.

Activité 5 - Exécuter le modèle

Maintenant, générez un cas pour ce modèle, téléchargez le fichier de données et exécutez-le (si vous ne vous souvenez pas de la manière de procéder, veuillez vous reporter à l'activité 3 de la conférence pratique 3).

Réflexion personnelle

Facultatif (aucun produit à livrer)

- Quel type de situation votre modèle représente-t-il actuellement ? Quelles sont les demandes prises en compte ? Quelles sont les options d'approvisionnement ?
- Quels sont les changements dans les résultats de l'exercice 2.4 par rapport à l'exercice précédent et pourquoi ?
- Que se passe-t-il si le facteur de capacité des énergies renouvelables change, par exemple si les facteurs de capacité de l'énergie hydraulique ou de l'énergie éolienne passent à ? (vous pouvez choisir une valeur raisonnable à partir de sources nationales ou internationales et réexécuter le modèle)
- Que se passe-t-il si le coût d'une technologie diminue, par exemple l'énergie



solaire photovoltaïque. Modifiez le coût du capital en... (vous pouvez choisir une valeur raisonnable à partir de sources nationales ou internationales et réexécuter le modèle).