



Introduction aux CLEW

Cours pratique 7 : Introduction de nouveaux paramètres et du système de gestion de l'eau

Abhishek Shivakumara^{b,c}, Vignesh Sridharan^d, Francesco Gardumie^e, Taco Niet^f, Thomas Alfstad^g, 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 Heredia^e, Francesco Gardumie^e, Leigh Martindale^c,
Abhishek Shivakumara^{b,c}, Thomas Alfstad^a

V1.3.0

Révisé par : Kane Alexander^{cd}, Leigh Martindale^c

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

Citer comme suit : K. Alexander, A. Shivakumar, V. Sridharan, F. Gardumi, T. Niet, T. Alfstad, 'Introduction to CLEWs Hands on lecture 7 : Introducing new parameters and the water system', Climate Compatible Growth, 2023. DOI : 10.5281/zenodo.8340875.

Tags : CLEWs ; Climat ; Terre ; Energie ; Eau ; Système hydrique ; Modélisation des systèmes ; Intégré ; Cohérence des politiques ; 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 6

Résultats de l'apprentissage

À la fin de ce cours pratique, vous serez en mesure de .. :

- 1) Comprendre l'utilisation des paramètres qui facilitent la mise en œuvre des contraintes de capacité et d'activité dans les systèmes CLEW
- 2) Décrire les principales caractéristiques d'un réseau de distribution d'eau
- 3) Créer une représentation technique et simplifiée d'un système d'eau et de ses liens avec les autres systèmes CLEW.

Vue d'ensemble

Jusqu'à présent, vous avez intégré des aspects des systèmes énergétiques et terrestres dans le modèle. Dans cet exercice pratique, vous allez créer des produits et des technologies pour représenter le système de l'eau dans le modèle CLEWs. Avant de représenter le système de l'eau, nous aurons un bref aperçu de certains nouveaux paramètres qui facilitent la mise en œuvre des contraintes de capacité et d'activité. Ensuite, vous utiliserez ces paramètres dans la première activité pour mettre en œuvre des contraintes sur certains types d'occupation du sol. Le tableau suivant présente quatre paramètres liés à la capacité et à l'activité ainsi que leur fonctionnalité.

Paramètres	Limite ?	Description
Capacité minimale annuelle totale	Capacité	La capacité annuelle totale doit être supérieure à cette valeur
TotalAnnualMinCapacityInvestment	Capacité	La nouvelle capacité annuelle doit être supérieure à cette valeur
Capacité maximale annuelle totale	Capacité	La capacité annuelle totale ne peut pas dépasser cette valeur
TotalAnnualMaxCapacityInvestment	Capacité	La nouvelle capacité annuelle ne peut pas dépasser cette valeur
TotalTechnologyActivityLowerLimit (limite inférieure d'activité technologique)	Activité	L'activité annuelle doit être supérieure à cette valeur
TotalTechnologyActivityAnnualUpperLimit (limite supérieure de l'activité technologique)	Activité	L'activité annuelle ne peut pas dépasser cette valeur
TechnologieActivité par modeLimite inférieure	Activité	L'activité annuelle dans un mode spécifique doit être supérieure à cette valeur.

TechnologyActivityByModeUpperLimit	Activité	L'activité annuelle dans un mode spécifique ne peut pas dépasser cette valeur
TotalTechnologyModelPeriodActivityLowerLimit	Activité	L'activité totale sur l'ensemble de la période couverte par le modèle doit être supérieure à cette valeur.
TotalTechnologyModelPeriodActivityUpperLimit (limite supérieure de l'activité)	Activité	L'activité totale sur l'ensemble de la période du modèle ne peut dépasser cette valeur.

Il faut tenir compte du fait que les paramètres décrits ci-dessus ont différents indices. Certains peuvent être définis pour chaque mode de fonctionnement, tandis que d'autres doivent l'être pour l'ensemble de la technologie. Le tableau ci-dessous indique les indices des paramètres respectifs. La compréhension des indices facilitera également les routines de saisie des données. Il est également important de noter que chacun de ces paramètres a une "valeur par défaut" dans OSeMOSYS. Cela signifie que, si les paramètres ne sont pas spécifiés explicitement, la valeur par défaut est prise en compte. Le tableau ci-dessous détaille également la valeur par défaut des paramètres.

Paramètres	Indices	Défaut Valeur
Capacité minimale annuelle totale	Région, Technologie, Année	0
TotalAnnualMinCapacityInvestment	Région, Technologie, Année	0
Capacité maximale annuelle totale	Région, Technologie, Année	9999999
TotalAnnualMaxCapacityInvestment	Région, Technologie, Année	9999999
TotalTechnologyActivityLowerLimit (limite inférieure d'activité technologique)	Région, Technologie, Année	0
TotalTechnologyActivityAnnualUpperLimit (limite supérieure de l'activité technologique)	Région, Technologie, Année	9999999
TechnologieActivité par modeLimite inférieure	Région, technologie, mode de Fonctionnement, année	0
TechnologieActivitéParModeLimiteSupérieure	Région, technologie, mode de Fonctionnement, année	9999999
TotalTechnologyModelPeriodActivityLowerLimit	Région, Technologie	0
TotalTechnologyModelPeriodActivityUpperLimit (limite supérieure de l'activité)	Région, Technologie	9999999

Explication de l'utilisation des limites d'activité

- Ils peuvent être utilisés pour limiter ou forcer l'activité annuelle d'une technologie. Par exemple, la capacité de production annuelle maximale/minimale (activité) d'une usine de biodiesel peut être mise en œuvre à l'aide des paramètres suivants. Ces paramètres peuvent être utilisés pour limiter l'activité totale de la technologie. Ils sont indépendants du mode.

Paramètres	Y0	Y1	Y2	Yn
TotalTechnologyActivityAnnualUpperLimit (limite supérieure de l'activité technologique)	ValeurMax	ValeurMax	ValeurMax	ValeurMax
TotalTechnologyActivityLowerLimit (limite inférieure d'activité technologique)	ValeurMin	ValeurMin	ValeurMin	ValeurMin

- Ils peuvent être utilisés pour restreindre ou forcer l'activité annuelle de la technologie dans un certain mode de fonctionnement. Par exemple, les paramètres suivants peuvent déterminer l'activité annuelle d'un type de couverture terrestre. Ces paramètres dépendants du mode doivent être utilisés avec précaution, car ils peuvent entrer en concurrence avec les limites d'activité de la technologie.

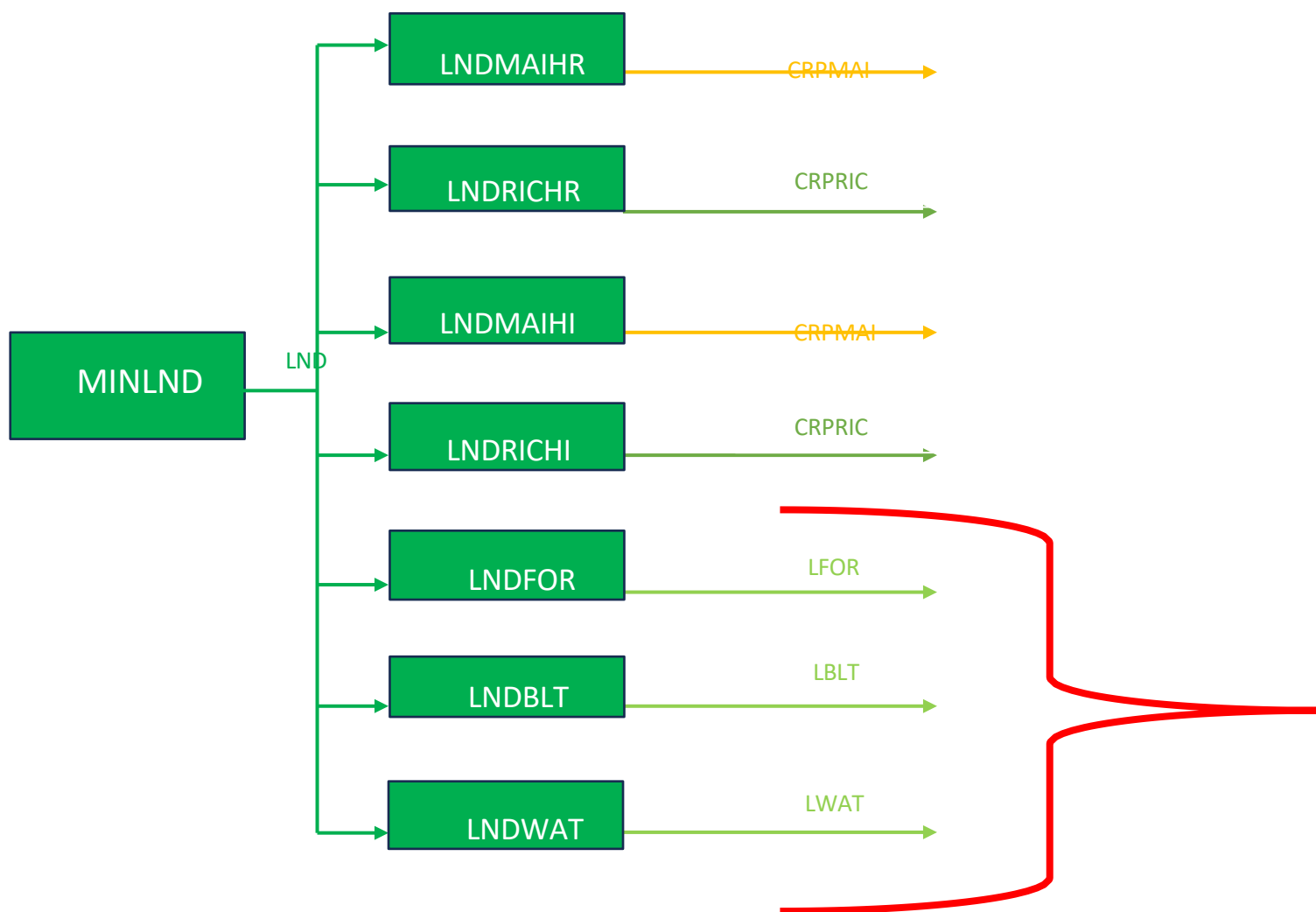
Paramètres	Y0	Y1	Y2	Yn
Activité technologique par mode Limite supérieure	ValeurMax	ValeurMax	ValeurMax	ValeurMax
Activité technologique par mode Limite inférieure	ValeurMin	ValeurMin	ValeurMin	ValeurMin

- Ils peuvent également être utilisés pour définir l'activité maximale d'une technologie pour l'ensemble de la période couverte par le modèle. Par exemple, supposons que la quantité exploitable de réserves de pétrole dans un pays soit fixe. Dans ce cas, ce paramètre peut donner une valeur maximale pour cette quantité dans un pays. De même, les paramètres peuvent également être utilisés pour définir une contrainte d'activité minimale.

Paramètres	Période de référence
TotalTechnologyModelPeriodActivityUpperLimit (limite supérieure de l'activité)	ValeurMax
TotalTechnologyModelPeriodActivityLowerLimit	ValeurMin

Activité 1 - Introduire les contraintes de l'activité pour les terrains bâtis et les plans d'eau

Dans cette activité, vous utiliserez les paramètres introduits ci-dessus pour mettre en place des contraintes d'activité pour les terrains bâtis et les plans d'eau. Vous travaillerez avec des limites supérieures et inférieures d'activité dépendant du mode, comme indiqué ci-dessous.

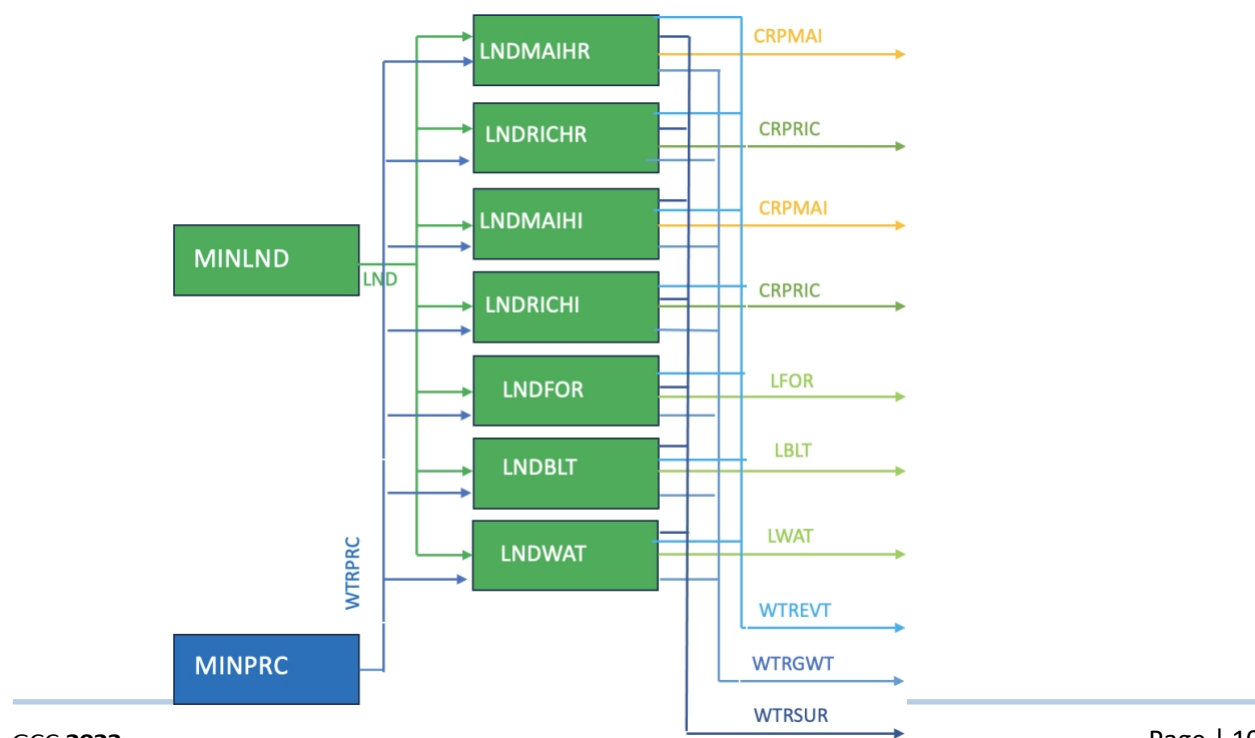


Supposons que les terrains alloués à la catégorie des terrains bâtis passent de 70 unités en 2019 à un taux de croissance annuel de 2 % jusqu'en 2022, c'est-à-dire que la valeur en 2020 sera de $70 * 1,02$, et la valeur en 2021 sera de $70 * 1,02 * 1,02$ et ainsi de suite. Vous devrez utiliser le paramètre "**Limite inférieure de l'activité technologique par mode**". En outre, les terres allouées aux plans d'eau devraient rester constantes à 30 unités de 2019 à 2022. Utilisez le même paramètre que pour l'ajout de terres bâties et ajoutez la valeur constante de 30. **Lorsque les changements mentionnés ci-dessus ont été mis en œuvre, veuillez réexécuter le modèle sur la plateforme en ligne et visualiser les résultats.**

Activité 2 - Présentation des liens entre les systèmes d'approvisionnement en eau - partie 1

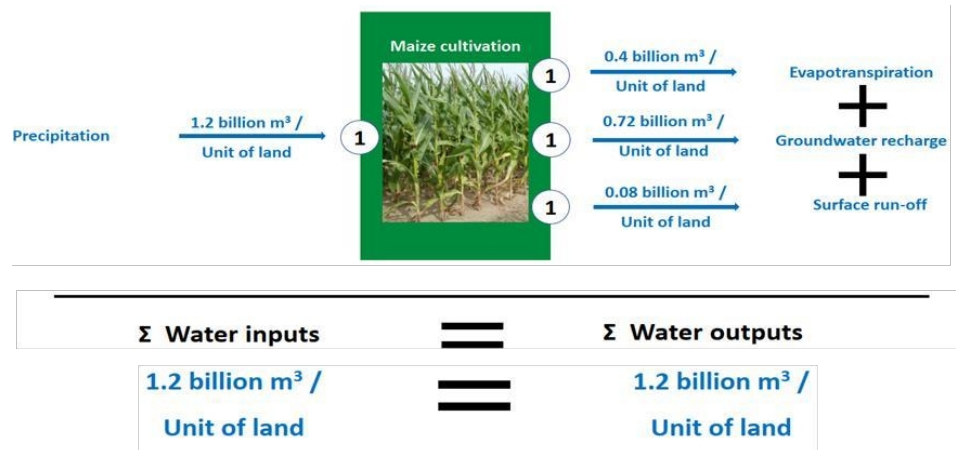
Veillez créer une nouvelle version du modèle en copiant la dernière.

Avant de passer au système d'eau, nous allons avoir une brève vue d'ensemble des connexions du système d'eau. À la fin de cette séance de travaux pratiques, vous devriez avoir représenté la configuration suivante à l'intérieur du modèle.



En ce qui concerne le système hydrique, il existe deux entrées et trois sorties principales qui interagissent avec le système foncier. La classification des terres agricoles est en fait fonction du type d'apport d'eau. Selon qu'il y a ou non un apport artificiel d'eau, on distingue les terres irriguées et les terres pluviales.

Dans cette activité, nous commençons par illustrer le cas où il n'y a pas d'apport artificiel d'eau à la terre agricole. La figure ci-dessous illustre les liens dans ce cas, avec l'exemple de la culture du maïs.



Pour cette activité, nous devons ajouter une nouvelle technologie (MINPRC) et quatre nouveaux produits (WTRPRC, WTREVT, WTRGWT, WTRSUR). L'unité d'activité pour les technologies et les produits liés à l'eau sera le milliard de m³ (d'eau). Reliez les technologies aux produits en vous basant sur la figure de la page précédente.

Convention d'appellation	Entité	Description
MINPRC	Technologie	Technologie qui produit de la pluie
WTRPRC	Produits de base	Eau de précipitation
WTREVT	Produits de base	Eau évapotranspirée
WTRGWT	Produits de base	Eau pour la recharge des nappes phréatiques
WTRSUR	Produits de base	Eau dans les sources d'eau de surface



Vous devez vous assurer que toutes les marchandises sont toujours liées à une technologie à leur source. Par exemple, le produit WTRPRC dans ce modèle devra être produit par une technologie (MINPRC). Dans cette activité, nous n'ajouterons que les entrées provenant des précipitations et toutes les sorties pertinentes. La composante pour l'eau irriguée est discutée dans l'activité suivante. Le tableau suivant fournit les données d'entrée pour cette activité.

Technologie	Produits de base	Valeur	Paramètres
MINPRC	WTRPRC	1 milliard de m ³ / milliard de m ³	Rapport d'activité de sortie

Comme indiqué ci-dessus, vous devrez d'abord relier le produit pour les précipitations à sa source en utilisant le paramètre "**OutputActivityRatio**". Ensuite, vous devrez saisir les liens nécessaires pour le système d'eau pour chaque technologie de type de couverture terrestre.

Produits de base de l'eau d'entrée	Technologie	Produits de base de l'eau		
		WTREVT	WTRGWT	WTRSUR
1.2	LNDMAIHR	0.4	0.08	0.72
1.2	LNDRIHR	0.6	0.06	0.54
1.2	LNDMAIHI	0.5	0.1	0.9
1.2	LNDRIHI	0.75	0.09	0.81
1.2	LNDFOR	0.85	0.03	0.32
1.2	LNDBLT	0.75	0.04	0.41
1.2	LNDWAT	0.4	0.08	0.72



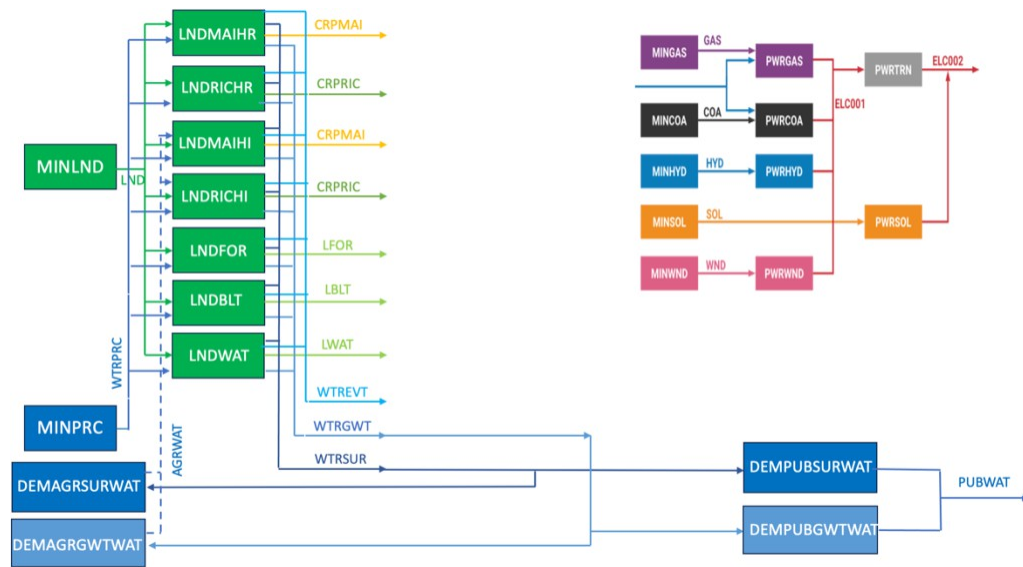
Il existe plusieurs façons d'introduire les données ci-dessus dans le modèle. La plus simple consiste à entrer les données un produit à la fois. L'unité utilisée pour toutes les entrées ci-dessus est le **milliard de m³ / 1000 km²**.

Les valeurs ci-dessus sont une version simplifiée et moyennée des données réelles du bilan hydrique pour différents types de couverture terrestre dans différentes conditions d'approvisionnement en eau. En réalité, ces valeurs varient considérablement en fonction de facteurs tels que le type de végétation, la situation géographique et la voie climatique. Les valeurs utilisées ici reflètent globalement les différences relatives entre les composantes du bilan hydrique pour chaque type de couverture terrestre.

Après avoir ajouté tous les intrants, exécutez le modèle et visualisez les résultats. modèle et visualisez les résultats.

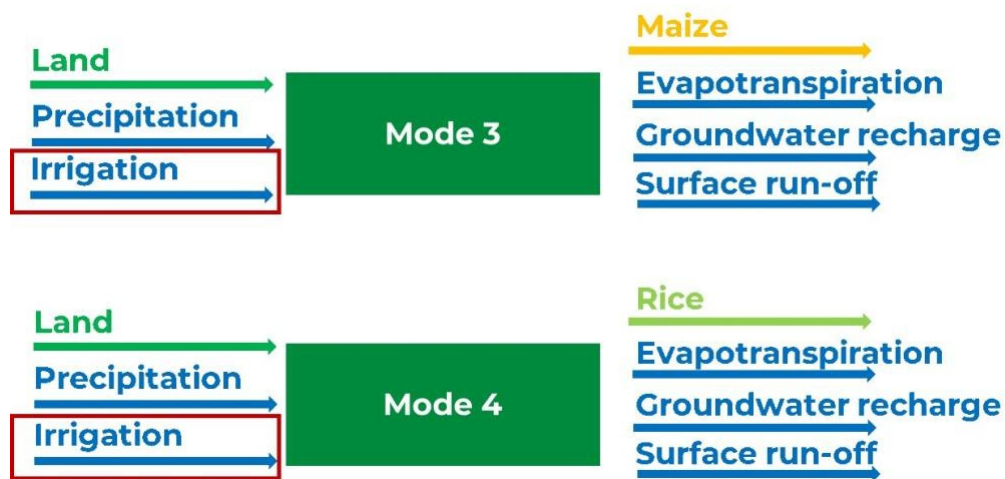
Activité 3 - Présentation des liens entre les systèmes d'approvisionnement en eau - partie 2

Dans cette activité, vous présenterez l'eau utilisée pour l'irrigation et vous inclurez les nouvelles technologies et les produits de base pour représenter la quantité d'eau utilisée pour répondre à la demande publique. Vous ferez également la distinction entre les ressources en eau de surface et les ressources en eau souterraines. À la fin de l'activité, la structure de votre modèle pour les systèmes de terre et d'eau devrait ressembler au diagramme illustré ci-dessous.



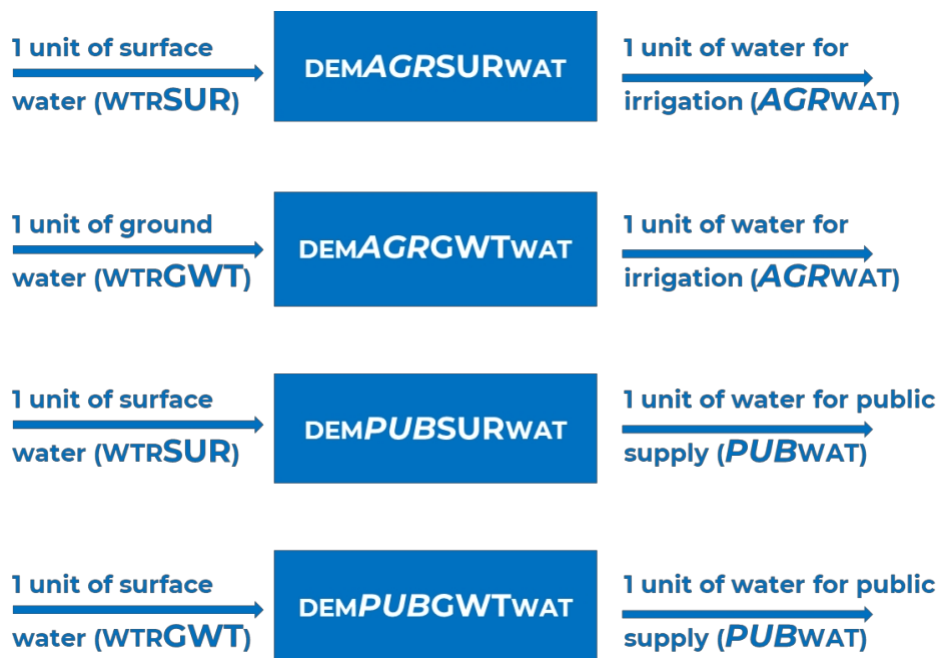


Avant de commencer l'activité, nous examinerons certains des schémas d'entrée et de sortie afin de comprendre les liens.



La marchandise représentant l'eau d'irrigation est appelée AGRWAT (Agricultural Water). Vous devrez ajouter cette nouvelle marchandise. L'AGRWAT peut être obtenue à partir des eaux de surface (WTRSUR) et des eaux souterraines (WTRGWT). De même, l'eau destinée à la consommation publique (PUBWAT) peut également provenir des deux mêmes sources. Pour tenir compte de la consommation d'eau provenant de différentes sources et différencier les demandes, nous utilisons quatre nouvelles technologies.

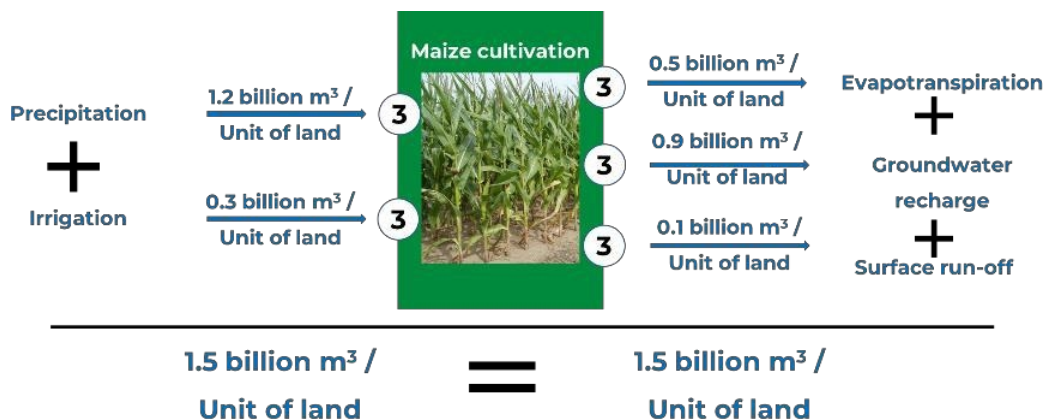
Les technologies **DEMAGRSURWAT** et **DEMAGRGWTWAT** permettent de comptabiliser l'eau utilisée pour l'irrigation. Les technologies **DEMPUBSURWAT** et **DEMPUBGWTWAT** prennent en compte l'approvisionnement public en eau.



Vous devez maintenant être en mesure d'ajouter de nouvelles technologies et de nouveaux produits. Veuillez ajouter les éléments suivants.

- **Nouvelles technologies** : DEMAGRSURWAT, DEMAGRGWTWAT, DEMPUBSURWAT, DEMPUBGWTWAT
- **Nouvelles marchandises** : AGRWAT, PUBWAT

Lorsque les plantes sont irriguées, leurs rendements augmentent et, dans le même temps, l'évapotranspiration et les autres sorties d'eau augmentent également. C'est ce que montre l'illustration suivante pour un champ de maïs irrigué. L'équilibre doit encore être maintenu.



Le tableau suivant fournit les ratios nécessaires à l'entrée d'AGR_{WAT} pour la des terres irriguées pour le maïs et le riz. Les nouveaux intrants nécessaires sont marqués en rouge, avec les



Les données précédentes sont toujours présentes dans ce tableau. Une fois de plus, l'unité pour toutes les données du tableau est le **milliard de m³ / 1000 km²**.

Produits de base de l'eau d'entrée		Technologie	Produits de base de l'eau		
WTRPRC	AGRWAT		WTREVT	WTRGWT	WTRSUR
1.2		LNDMAIHR	0.4	0.08	0.72
1.2		LNDRICHR	0.6	0.06	0.54
1.2	0.3	LNDMAIHI	0.5	0.1	0.9
1.2	0.45	LNDRICHI	0.75	0.09	0.81
1.2		LNDFOR	0.85	0.03	0.32
1.2		LNDBLT	0.75	0.04	0.41
1.2		LNDWAT	0.4	0.08	0.72

Vous devrez inclure les données AGRWAT pour les technologies respectives. En outre, vous devrez également mettre en œuvre une nouvelle demande d'eau publique. Le paramètre "**AccumulatedAnnualDemand**" sera utilisé à cette fin. Il est prévu que la demande en eau publique (PUBWAT) passe de 12 milliards de mètres cubes (BCM) en 2019 à un taux de croissance annuel de 2 % jusqu'en 2022. Vous devrez également établir les connexions entre les technologies d'approvisionnement en eau et les centres de demande. **Le tableau suivant détaille toutes les données d'entrée et de sortie qui doivent être établies.**

DEMAGRSURWAT	Water supply technology that uses 1 unit of WTRSUR to produce 1 unit of AGRWAT	InputActivityRatio & OutputActivityRatio
DEMAGRGTWAT	Water supply technology that uses 1 unit of WTRGWT to produce 1 unit of AGRWAT	InputActivityRatio & OutputActivityRatio
DEMPUBSURWAT	Water supply technology that uses 1 unit of WTRSUR to produce 1 unit of PUBWAT	InputActivityRatio & OutputActivityRatio
DEMPUBGTWAT	Water supply technology that uses 1 unit of WTRGWT to produce 1 unit of PUBWAT	InputActivityRatio & OutputActivityRatio

Une fois toutes les données saisies, il suffit d'exécuter à nouveau le modèle et de visualiser les résultats à l'aide de la plateforme en ligne.



Réflexion personnelle

Facultatif (aucun produit à livrer)

- Quels sont les avantages et les inconvénients potentiels de cette représentation simplifiée du cycle de l'eau ?
- D'après votre expérience, existe-t-il d'autres approches et outils pour modéliser un système hydrique et ses liens avec le système terrestre ?
- Quelles sont les technologies et les produits qui, dans ce modèle, représentent aujourd'hui des utilisations finales de l'eau ?
- Examinez vos résultats de l'activité 3 : le bilan hydrique est-il respecté ?