

APSIM: Manuel de Formation pour l'Afrique de l'Ouest

Table des matières

Vue d'ensemble de l'interface d'utilisateur	3
Introduction	3
Commencer	3
Description d'une simulation	5
Ajouter des composants à une simulation via la boîte d'outils (Tool Box)	6
Comment construire, faire fonctionner et tracer des graphiques d'une simulation	7
Construction, fonctionnement et traçage de graphiques d'une simulation	7
Climat.....	7
Sol	7
Résidus / Matière organique de surface	10
Engrais	10
Cultures.....	10
Gestionnaire de simulation	11
Rapport	12
Variables	13
Fréquence des rapports.....	14
Simulations multiples	15
Exécuter une(des) simulation(s).....	16
Tracer un graphique de sortie et Exporter sur Excel	18
Le système d'aide	19
Comment débiter avec les données africaines	19

Exercices	20
1. Equilibre de l'eau de jachère	20
Effet du type de sol sur l'équilibre de l'eau	27
2. Effet de la couverture de résidu sur le stockage de l'eau de sol lors de la jachère.....	30
Traçage du déclin de la couverture comme décomposé de résidu.....	30
Effet du déclin de la couverture sur le ruissellement et l'évaporation	32
Effet du type de résidu sur la vitesse de décomposition.....	33
3. Cycle d'azote.....	34
Illustration de l'extension et des conditions requises pour les pertes de dénitrification	37
Exploration du mouvement vertical du nitrate après fertilisation par le profil de sol.....	37
Mouvement d'azote entre les fonds de matières organiques	39
4. Simulation – Saison simple	41
Réponse du maïs aux entrées N organiques et inorganiques	43
5. Simulations de maïs sur plusieurs saisons.....	46
Réponse du maïs à l'engrais N - sur 10 ans	46
6. Projections de changement climatique dans APSIM	49
7. Rotations.....	52

APSIM 7.4

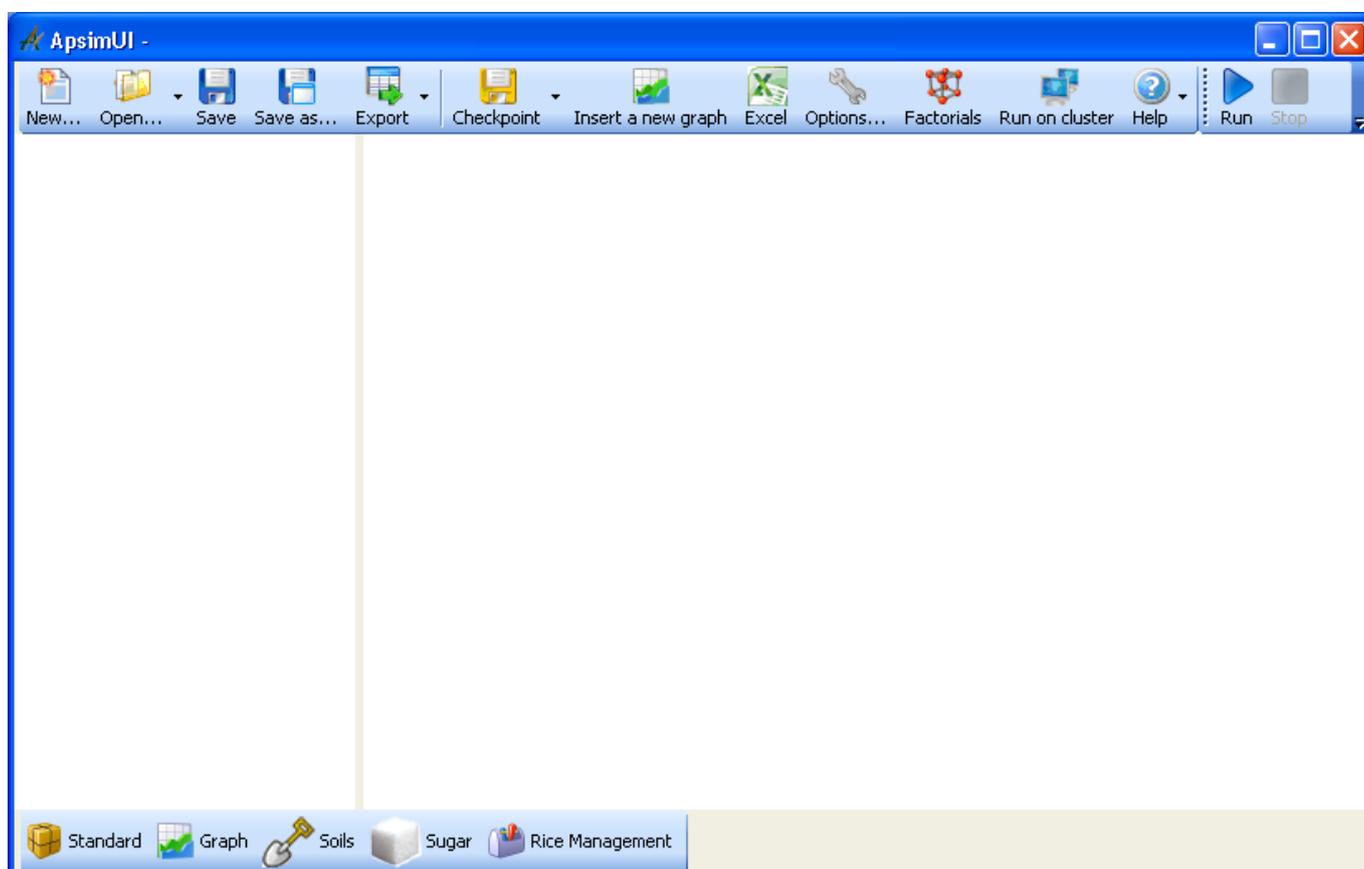
Vue d'ensemble de l'interface d'utilisateur

Introduction

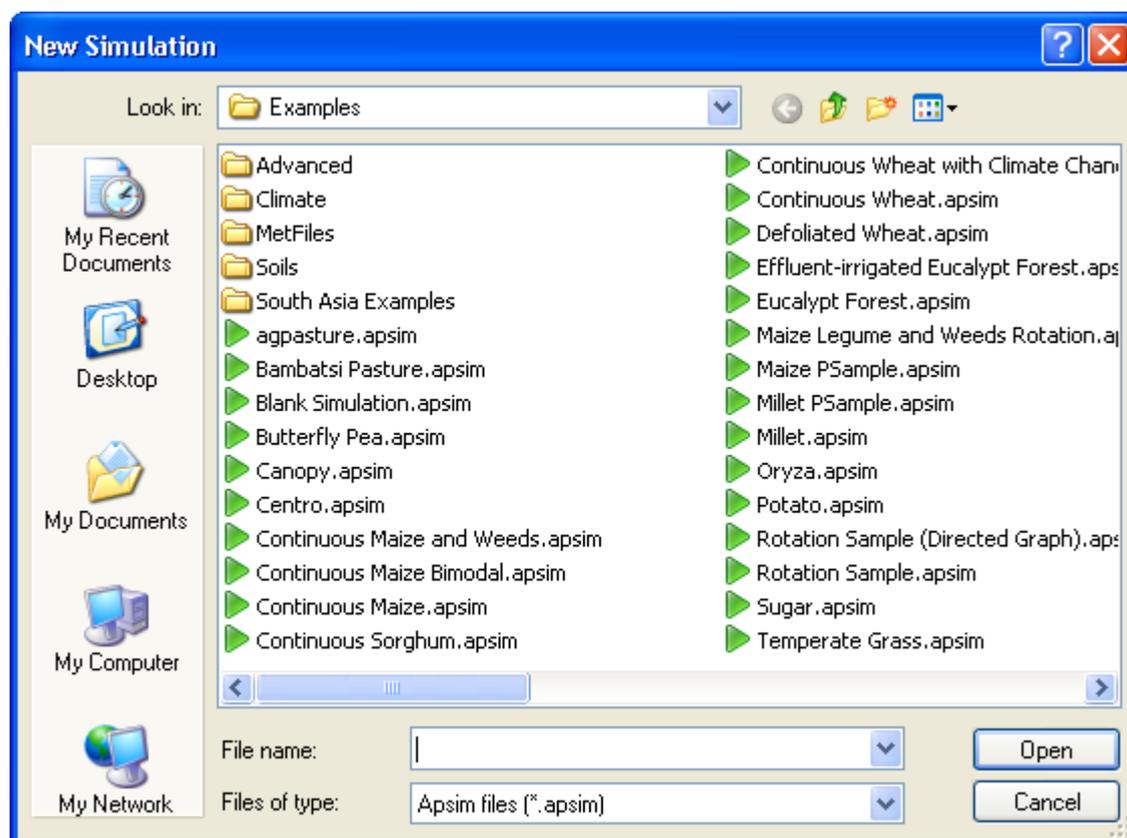
Pour commencer avec la version 4, APSIM vient avec une interface qui permet aux utilisateurs de configurer des simulations en utilisant un paradigme faire glisser-poser. Cette interface fournit un accès complet à tous les paramètres APSIM et supporte des simulations à points multiples.

Commencer

Lors du premier lancement (en cliquant Windows Start Menu -> All Programs -> APSIM 7.4 r2286 -> APSIM User Interface), l'interface montre une barre d'outils en haut, une barre d'outils en bas et deux panneaux vides entre les deux.

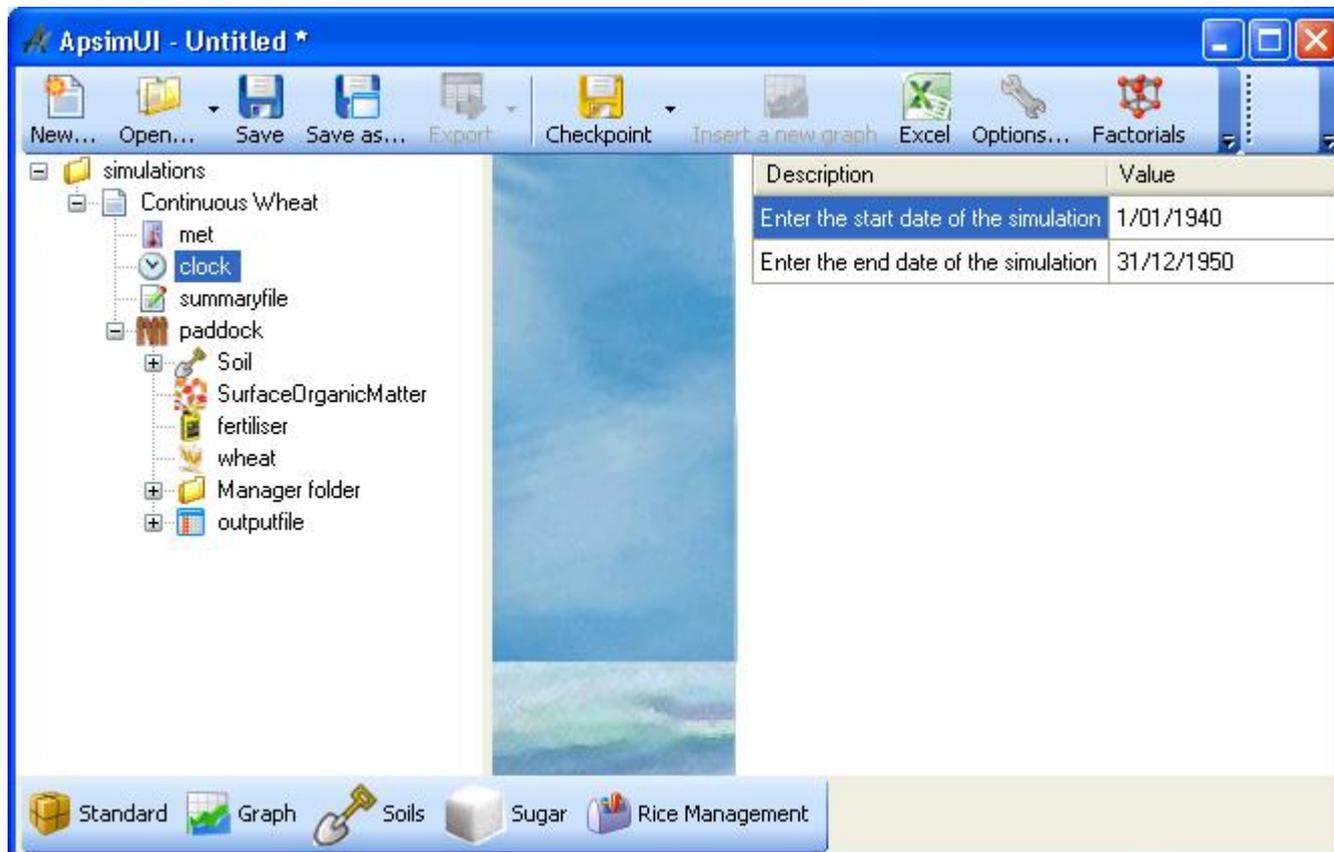


Pour créer une simulation, cliquez **Nouveau (New)** sur la barre d'outils en haut de l'écran et sélectionnez une simulation la plus proche du type de simulation que vous voulez créer.



La liste de simulations par défaut va s'allonger dans la durée. En fait, vous pouvez ajouter vos propres simulations par défaut à cette liste vous permettant ainsi de réutiliser des simulations courantes.

Description d'une simulation



Arbre de configuration de simulation

Propriétés du composant sélectionné (horloge)

L'arbre de contrôle sur la gauche montre les composants qui structurent la simulation APSIM (arbre de simulation). En cliquant sur le composant, il vous sera montré les propriétés du composant sur la droite. L'illustration ci-dessus montre l'horloge (clock) du composant sélectionné et ses propriétés sur la droite.

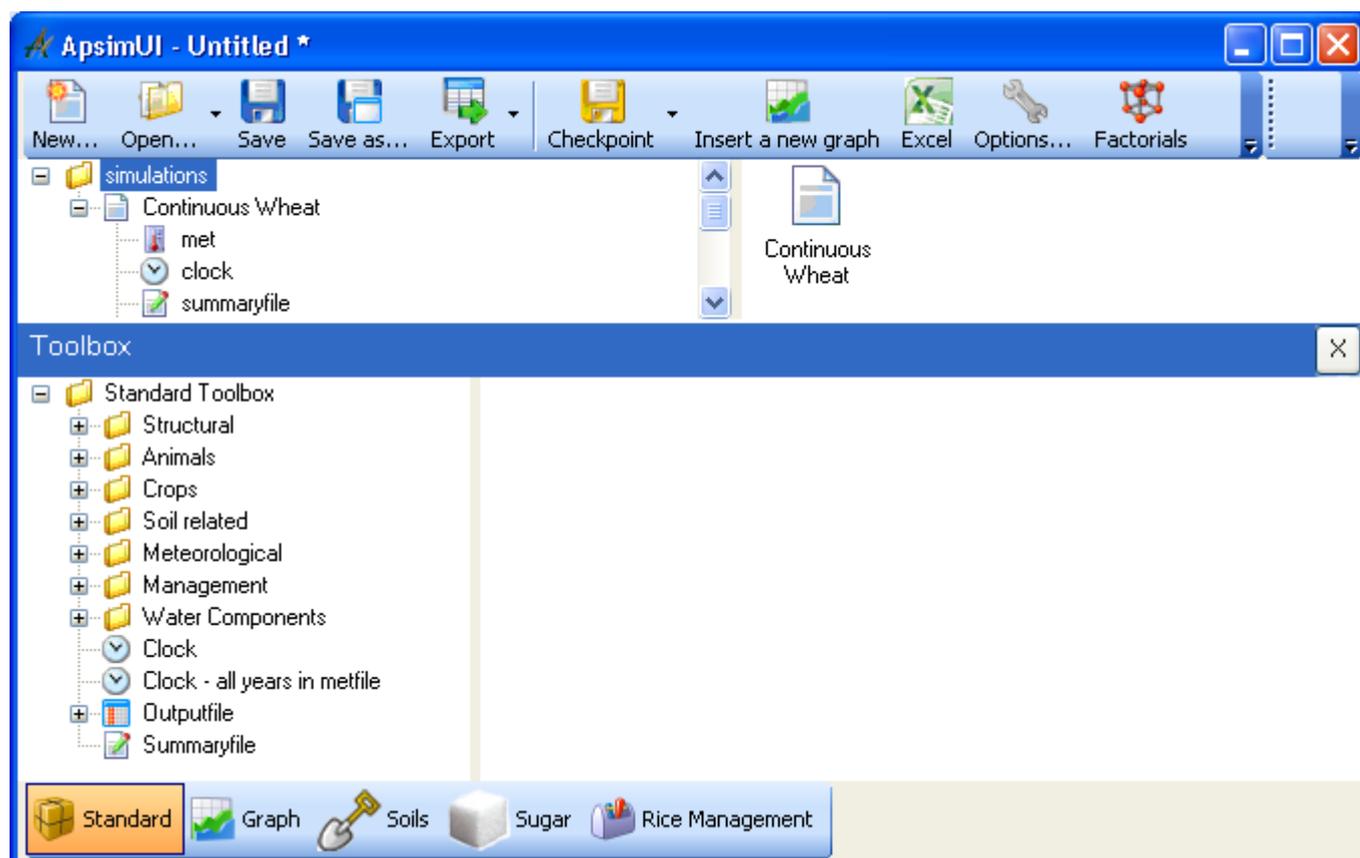
Il est recommandé que les utilisateurs suivent le cheminement du haut vers le bas dans l'arbre de simulation, en vérifiant les propriétés de chaque composant. Les composants peuvent être renommés en les sélectionnant, en faisant une pause d'une seconde et en cliquant à nouveau. Les composants peuvent être supprimés de l'arbre de simulation en sélectionnant le composant et en pressant Supprimer (Delete). Ils peuvent aussi être renommés ou supprimés en les cliquant-droit sur la souris et en sélectionnant 'Renommer (Rename)' ou 'Supprimer (Delete)'

Rappelez-vous cependant que supprimer ou renommer des composants a en général des conséquences sur les autres composants. Par exemple, supprimer une culture signifie généralement que la Gestionnaire de cette culture (par ex., semilles, moisson, etc.), dans le composant Gestionnaire (Manager), doit aussi être changée.

Notez que vous pouvez changer l'ordre des composants dans l'arbre. Vous faites cela en cliquant-droit la souris sur le composant et en cliquant **Monter** (Move Up) ou **Descendre** (Move down) ou vous pouvez maintenir la touche Ctrl et utiliser les flèches de montée ou de descente. L'ordre des composants n'est généralement pas important, il n'est que de pure forme. La seule exception est l'ordre sous le composant Fichier de Gestionnaire (Manager Folder).

Ajouter des composants à une simulation via la boîte d'outils (Tool Box)

Pour ajouter des composants à un arbre de simulation, cliquez la touche **Standard** sur la barre d'outils de la fenêtre. Cela montrera la boîte d'outils standards contenant de nombreux composants et entités de simulation qui peuvent être glissées sur l'arbre de simulation.



Une boîte d'outils est une collection de composants de simulation réutilisables. Par défaut, de nombreux composants se trouvent dans la boîte d'outils standard et couvrent un grand nombre des fonctionnalités standard requises. Cependant, l'utilisateur doit savoir quelles sont les combinaisons qui fonctionnent ensemble. Nous ne nous attendons pas à ce que les utilisateurs qui en font l'utilisation pour la première fois connaissent les composants fonctionnant ensemble. Il est recommandé de commencer avec une simulation préfabriquée et de la modifier plutôt que de commencer de rien. En cas de doute, contactez le forum APSIM (<https://groups.google.com/forum/#!forum/apsim>).

Comment construire, faire fonctionner et tracer des graphiques d'une simulation

Construction, fonctionnement et traçage de graphiques d'une simulation

Cliquez sur la touche **Nouveau (New)** et sélectionnez une simulation qui corresponde le mieux à la simulation que vous voulez créer.

Pour cet exemple, choisissez **Simulation de Blé en Continu (Continuous Wheat Simulation)**.

Climat (Weather)

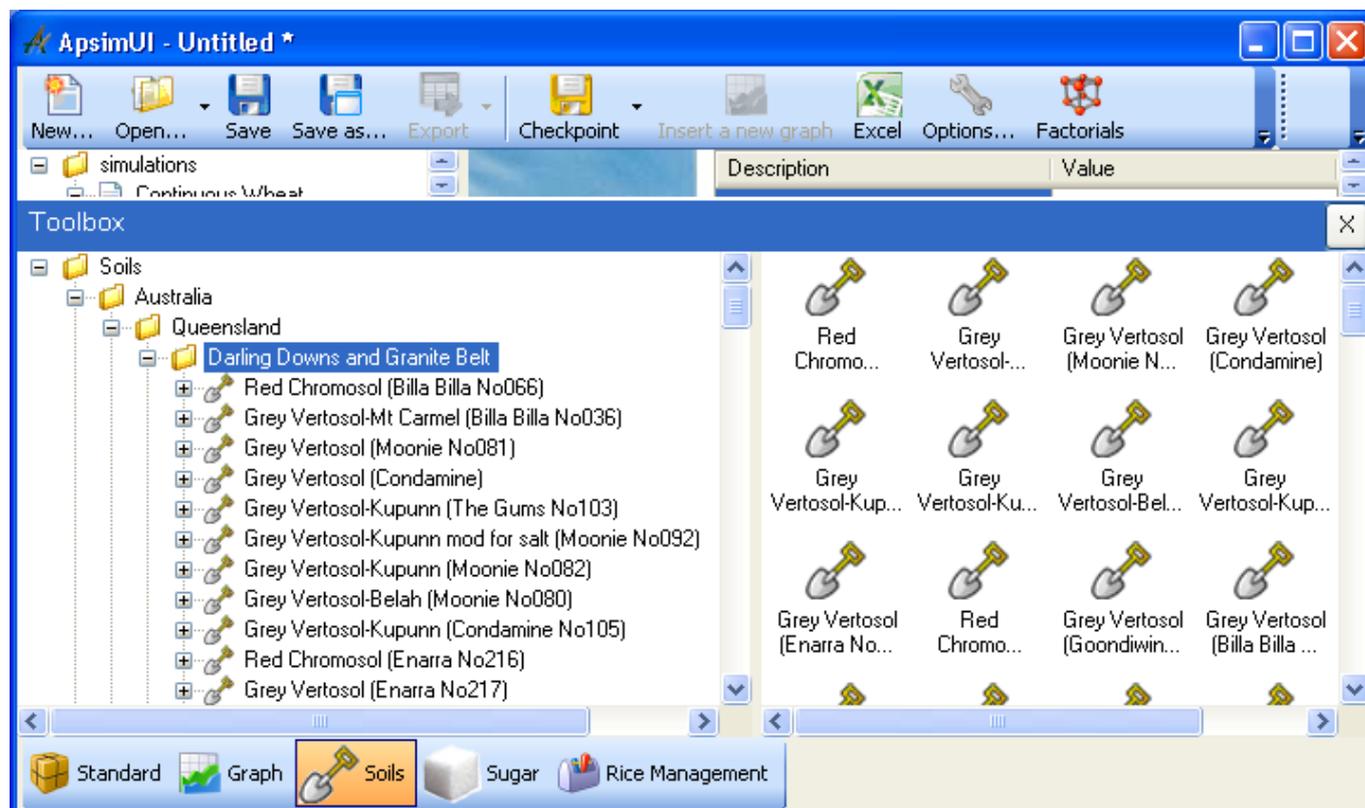
Les propriétés climatiques se situent dans le composant Météo (Met) dans l'arbre de simulation. Là vous pourrez rechercher un fichier de climat. Les fichiers de climat doivent être en format APSIM et doivent avoir une extension .met. Des fichiers d'échantillons de climat (par ex., Dalby) peuvent être trouvés dans le répertoire **Exemples/FichiersMétéo (Examples\MetFiles)** dans votre installation APSIM.

Par ex.: **C:\Program Files\Apsim74 r2286\Examples\MetFiles**

En proche relation avec le fichier de climat se trouvent la Date de Début (Start date) et la Date d'Achèvement (End date) de la simulation. Ces deux propriétés se trouvent dans le composant Horloge (Clock). Elles doivent se situer dans la plage du fichier de climat. A ce stade, régler les propriétés de l'Horloge (Clock) pour inclure les données complètes du climat implique de regarder le fichier Météo (Met) en prenant note de la première et dernière date et d'entrer ces dates dans l'écran de propriétés de l'Horloge (Clock).

Sol (Soil)

Choisir un fichier de sol (soil) implique de trouver un sol favorable dans la boîte d'outils **Sols (Soils)**. Ouvrir la boîte d'outils en cliquant la touche **Sols (Soils)** sur la barre d'outils sur la fenêtre. Il y a un grand choix de sols dans la boîte d'outils **Sols (Soils)**.



Faites glisser le sol choisi depuis la boîte d'outil et posez-le dans le champ (paddock) de l'arbre de simulation.

Vous pouvez ensuite supprimer le sol existant dans le champ car il n'est plus nécessaire.

Une fois que le sol a été posé, il peut être modifié en le cliquant et en modifiant ensuite les paramètres sur la droite.

Important:

1. Une fois que vous avez glissé votre sol sur votre arbre de simulation, vous devriez le renommer avec un nom plus court.
 - Certains noms de sols dans la boîte d'outils sont trop longs et entraîneront le crash de votre fonction s'ils ne sont pas renommés avec un nom plus court.
2. Il est important de se rappeler que le sol doit être paramétré pour les cultures que vous allez récolter.
 - Si votre simulation va récolter du blé (wheat), le sol doit avoir les valeurs LL, KL et XF pour le blé (wheat).
 - Ces valeurs de sol/culture peuvent être ajoutées au sol mais il est préférable de choisir un sol déjà paramétré pour les cultures que vous désirez.

Le démarrage de l'eau qu'une simulation initialise peut être trouvé en étirant le composant de sol dans l'arbre de simulation et en cliquant sur Eau Initiale (Initial water).

The screenshot displays the ApsimUI software interface. On the left, a tree view shows the simulation structure, with 'Initial water' selected under the 'Soil' component. The main panel is titled 'You can specify the starting water by:' and offers three methods:

- Specifying a fraction of maximum available water:** A dropdown menu is set to '100' with the label '% full'. Two radio buttons are present: 'Filled from top' (selected) and 'Evenly distributed'.
- Specifying a depth of wet soil:** A text input field is empty, followed by 'cm wet soil'.
- Specifying a plant available water (PAW) directly:** A text input field contains '542' with the label 'mm water'. Below it, a dropdown menu is set to '115' with the label 'Relative to:'.

On the right, a graph titled 'Volumetric water (mm/mm)' plots water content against 'Depth (mm)'. The y-axis ranges from 0 to 2500 mm, and the x-axis ranges from 0 to 0.6 mm/mm. The graph shows a sharp drop in water content from approximately 0.55 mm/mm at the surface to near 0 mm/mm by 500 mm depth. A legend at the bottom right indicates the following series are checked: Air dry (mm/mm) (dashed blue line), DUL (mm/mm) (solid green line), SAT (mm/mm) (dashed yellow line), and LL15 (mm/mm) (solid purple line).

L'eau initiale peut être spécifiée de diverses manières en sélectionnant un des boutons radio et en entrant un pourcentage d'eau ou le montant d'eau en mm.

Tous les changements sont automatiquement reflétés dans le graphique sur la droite.

L'eau initiale peut aussi être spécifiée directement de couche en couche. Voir la colonne SW dans le nœud Azote Initial (Initial Nitrogen).

NB: En entrant le composant Azote Initial (Initial Nitrogen), vous pouvez spécifier l'eau et/ou l'azote mesuré dans le sol à n'importe quelle date dans la simulation.

APSIM se mettra en conformation avec ces valeurs d'eau et/ou azote dans le sol à la date et continuera la simulation.

Si vous ne mettez pas de date, APSIM l'assignera à la Date de Début (Start) de la simulation.

Le Début d'azote qu'une simulation initialise peut se trouver dans le nœud Azote Initial (Initial Nitrogen) du Sol (Soil) dans l'arbre de simulation.

The screenshot shows the 'Initial nitrogen' configuration window in ApsimUI. The window title is 'ApsimUI - Untitled *'. The left sidebar shows a tree view of the simulation components, with 'Initial nitrogen' selected under the 'Soil' component. The main area contains a table of initial nitrogen values and a graph of the nitrogen profile.

These values are used to initialise the simulation. Sample date is not used by APSIM. By right clicking on column headings, you can change the units of these variables: NO3, NH4, SW

Description	Value
Sample date:	

Depth (cm)	NO3 (kg/ha)	NH4 (kg/ha)	SW (mm/mm)
0-15	9.950	0.916	
15-30	3.246	0.155	
30-60	6.429	0.306	
60-90	5.205	0.306	
90-120	5.409	0.318	
120-150	5.664	0.333	
Total:	66.0	4.1	

The graph shows the profile of NO3 (kg/ha) and NH4 (kg/ha) in the soil. The x-axis is labeled 'NO3 (kg/ha)' and ranges from 4 to 10. The y-axis is labeled 'Depth (mm)' and ranges from 0 to 3000. The NO3 profile (orange line) shows a peak of approximately 6.5 kg/ha at a depth of 1000 mm. The NH4 profile (red line) shows a peak of approximately 0.3 kg/ha at a depth of 1000 mm.

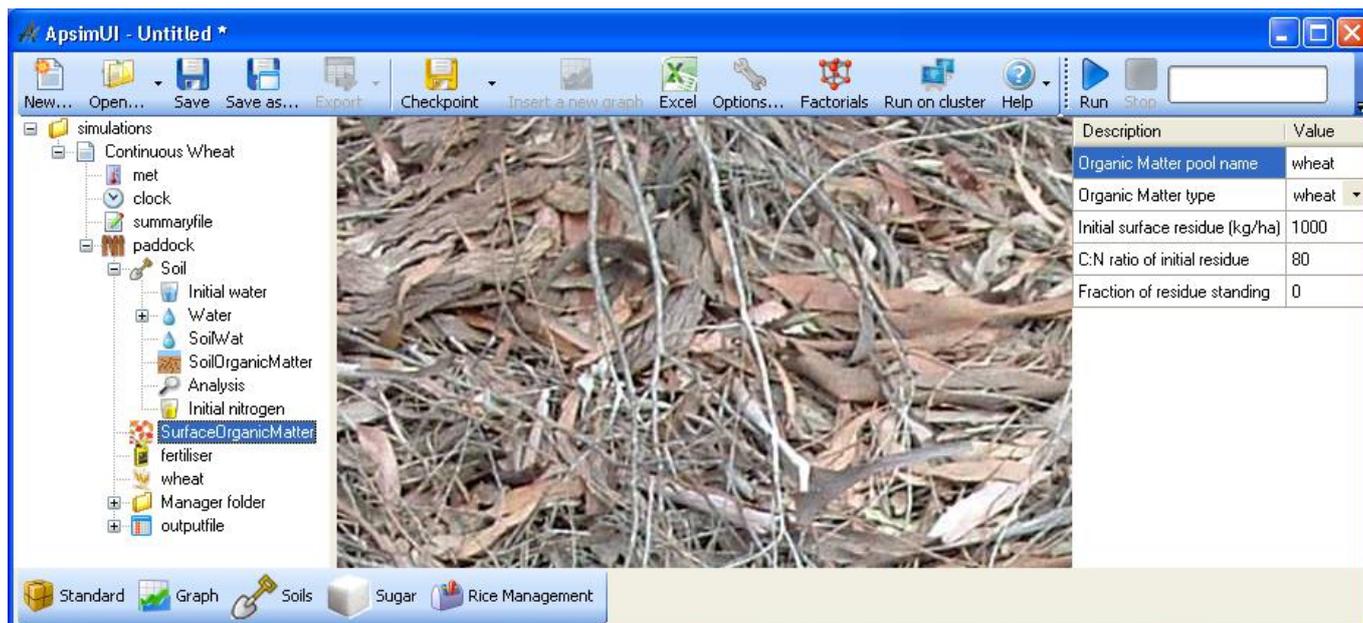
Une valeur unique pour le montant de nitrate ou d'ammoniac peut être entrée pour le profil complet (en kg/ha) (en cliquant dans les cellules respectives "Total" dans la grille)

OU

Les montants pour les couches individuelles peuvent être entrés dans la grille.

Résidus / Matière organique de surface (Surface Residues / Organic Matter)

Les paramètres pour les résidus de surface initiaux se trouvent dans le composant matière organique de surface (surface organic matter) dans l'arbre de simulation.



Le nom 'Dépôt de Matières Organiques' ("Organic Matter pool") n'est que la description alphabétique du dépôt de résidu.

Les paramètres les plus importants sont: 'Type de Matière Organique' (organic matter type) et 'Résidu de Surface Initial' (Initial surface residue), Ratio 'C:N du Résidu Initial' (C:N ratio of initial ratio), et 'Fraction de résidu Restant' (Fraction of standing residu).

Engrais (Fertiliser)

Ce composant n'a pas de paramètres à éditer. Ce composant a besoin d'être présent que si vous allez faire des applications d'engrais (fertiliser) dans votre simulation.

Cultures (Crops)

Les cultures (crops) peuvent être glissées depuis la boîte d'outils **Standard** et posées dans un champ (paddock).

Une culture peut être supprimée en la sélectionnant et en pressant Supprimer (Delete).

Les cultures n'ont typiquement pas de paramètres éditables.

Il est important de se rappeler que les paramètres LL de culture (crop) (Limite inférieure/Point de flétrissement) (Lower Limit/Wilting Point), KL et XF (paramètres de croissance des racines) sont sous sol (soil).

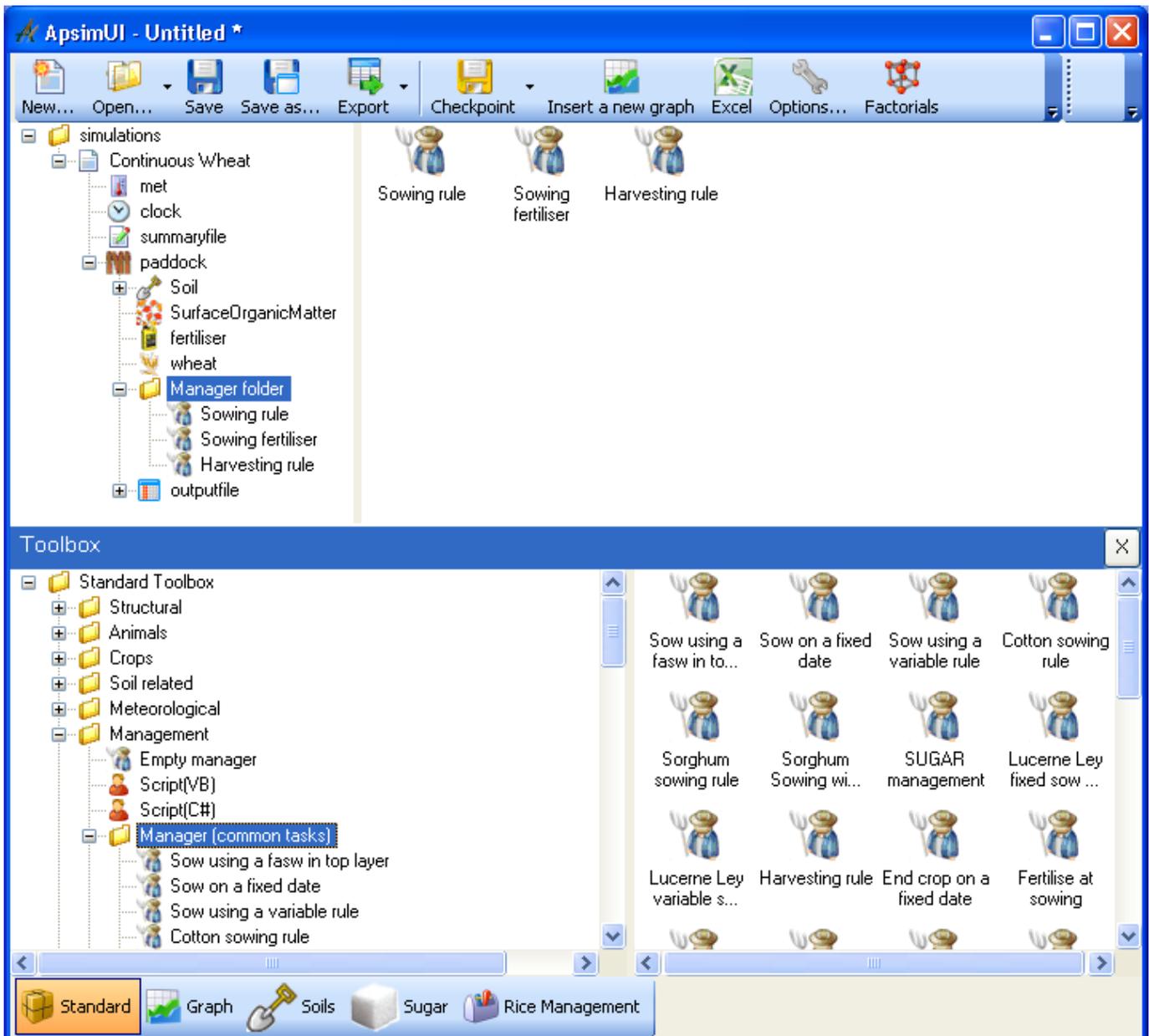
C'est parce qu'ils font partie des propriétés du sol même s'ils dépendent de cultures spécifiques.

Gestionnaire de simulation

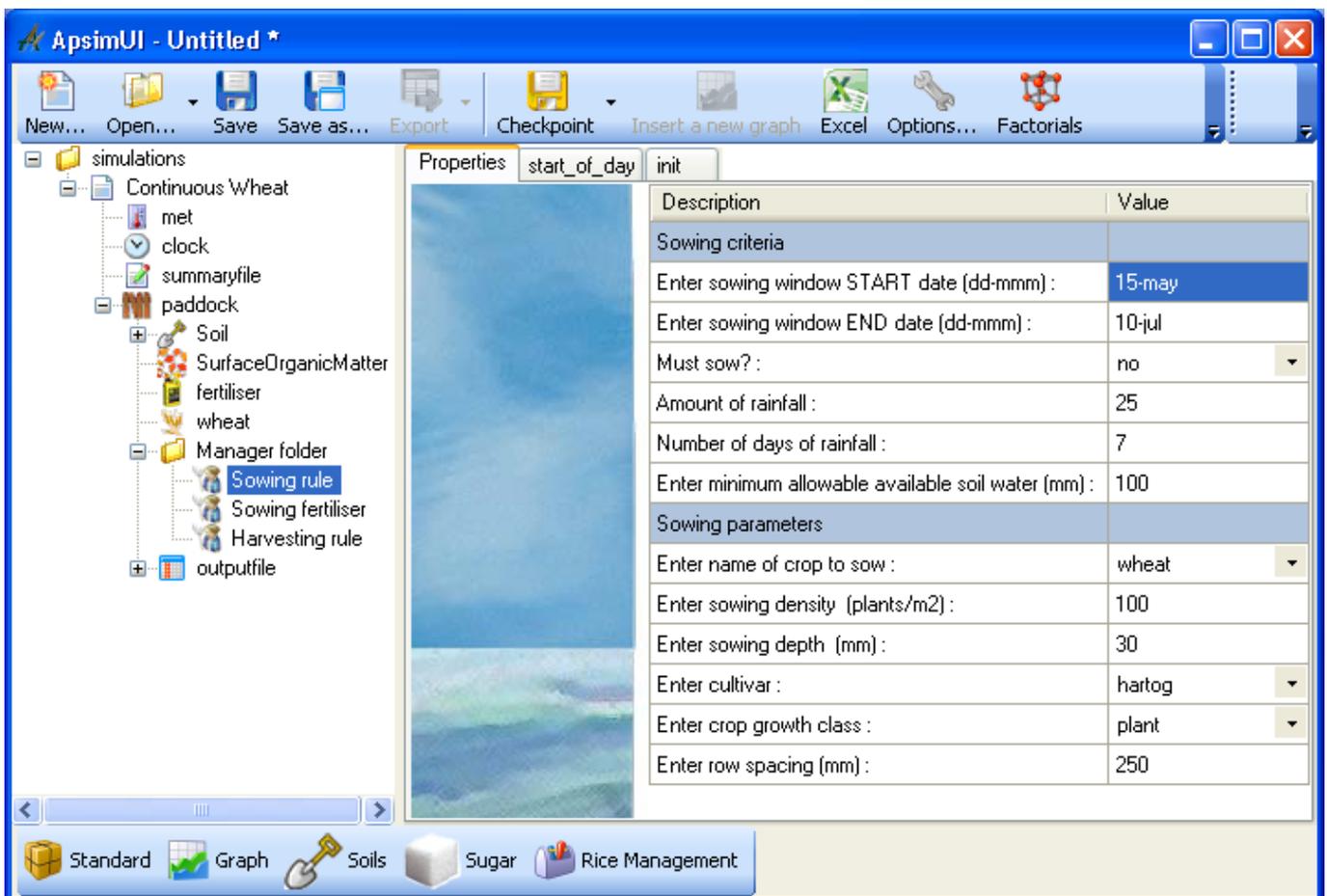
Le composant du Dossier de Gestionnaire (Manager folder) contient toutes les règles de gestion pour la simulation.

Ex.:

- semailles
- fertilisation
- irrigation
- labour
- remise à l'état d'origine de l'eau et de l'azote
- rotations



Ces règles peuvent être glissées de la boîte d'outils **Standard** (dans le dossier Gestion (Management) qui se trouve dans la boîte d'outils **Standard**) et emmenées dans un dossier Gestion (management) dans un champ (paddock)



Les propriétés de la règle de Gestion peuvent ensuite être modifiées sur la droite.

La règle de Gestion dans la boîte d'outils couvre la même sorte de fonctionnalités que le logiciel plus ancien APSFront.

Il est aussi possible de faire glisser un composant Programme d'Opérations (Operations Schedule) de la boîte d'outils **Standard** et le poser sur un champ (paddock).

Ce composant vous laisse spécifier exactement vos propres opérations de Gestionnaire pour les semilles, la moisson, etc.

Vous y serez familier si vous aviez bien en main les fichiers de contrôle/paramètre dans le passé.

Rapport

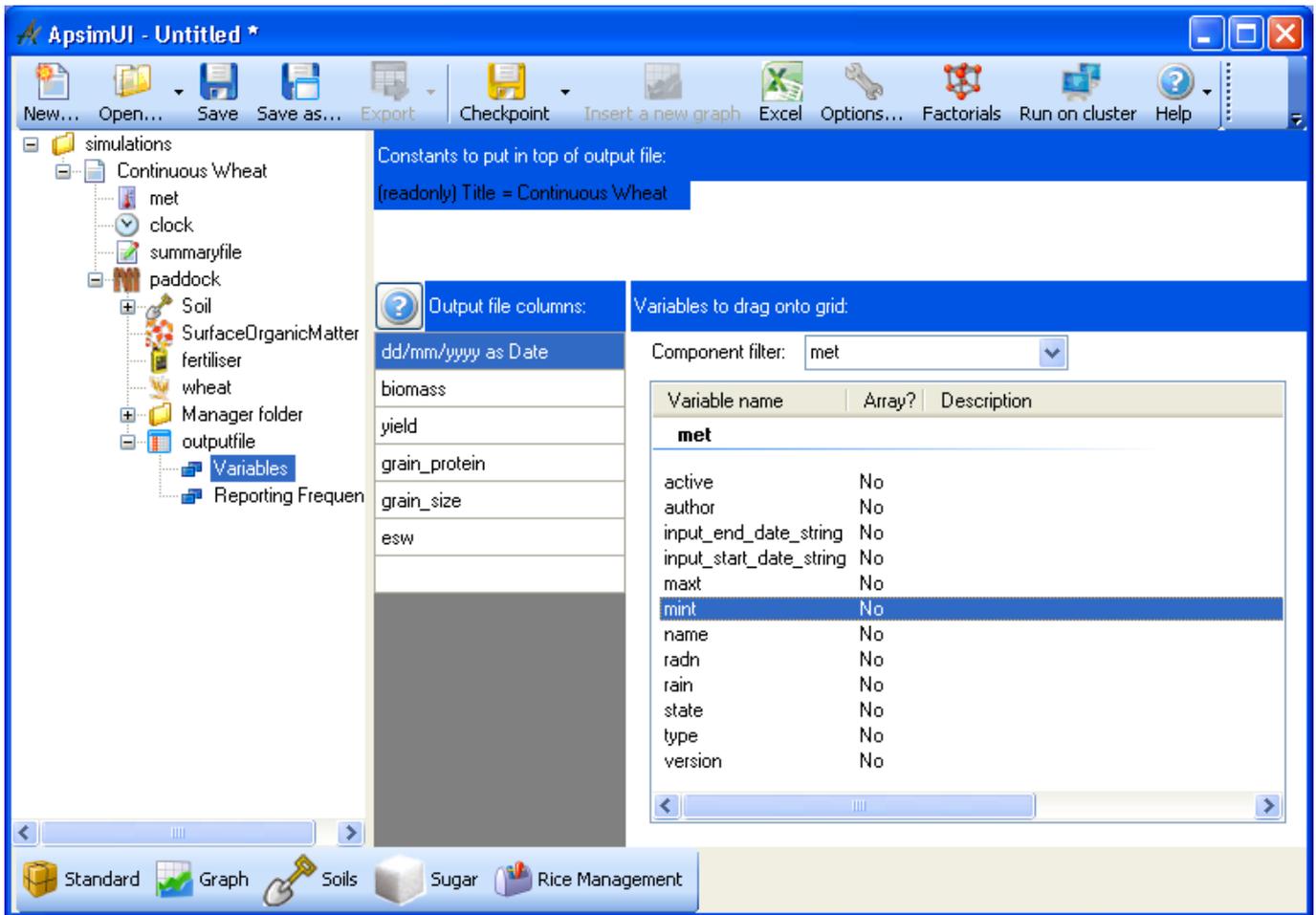
APSIM peut produire un fichier de sortie d'espace ASCII contenant les variables APSIM que vous voulez.

En fait, vous devez spécifier exactement les variables que vous voulez lier au fichier.

Tout est configuré par le composant de fichier de sortie (Output file).

Variables

Élargissez le fichier de sortie (output file) et cliquez sur Variables.



Le carreau du haut vous permet de rentrer un petit texte à placer en haut du fichier de sortie.

Ceci est utilisé couramment pour mettre des valeurs constantes que vous avez utilisées dans votre simulation.

Les listes du carreau en bas à gauche sont pour aller dans le fichier de sortie (date, production de biomasse, etc.) en colonnes.

Ces variables peuvent être supprimées et réorganisées vers le haut ou le bas de la même façon que pour les composants dans la simulation.

Le carreau en bas à droite vous donne les variables qui peuvent être glissées-posées sur la liste de variables dans le carreau de gauche (les ajoutant à la liste ; vous pouvez aussi cliquer-double dessus).

Les variables sont groupées en fonction des composants actuellement mis dans la simulation.

Pour voir les variables appartenant à chaque composant, choisissez simplement le composant de la liste déroulante 'Filtre de composants' (Component filter).

Certaines variables sont des variables de couche ou des variables de profil.

Ex. : Eau du sol extractible. Cherchez 'Oui' ou 'Non' dans la colonne **Rangée** (array) pour voir si une variable y est ou non.

Ces variables, quand elles sont mises dans la liste de variable, produiront un numéro pour chaque couche dans le fichier de sortie.

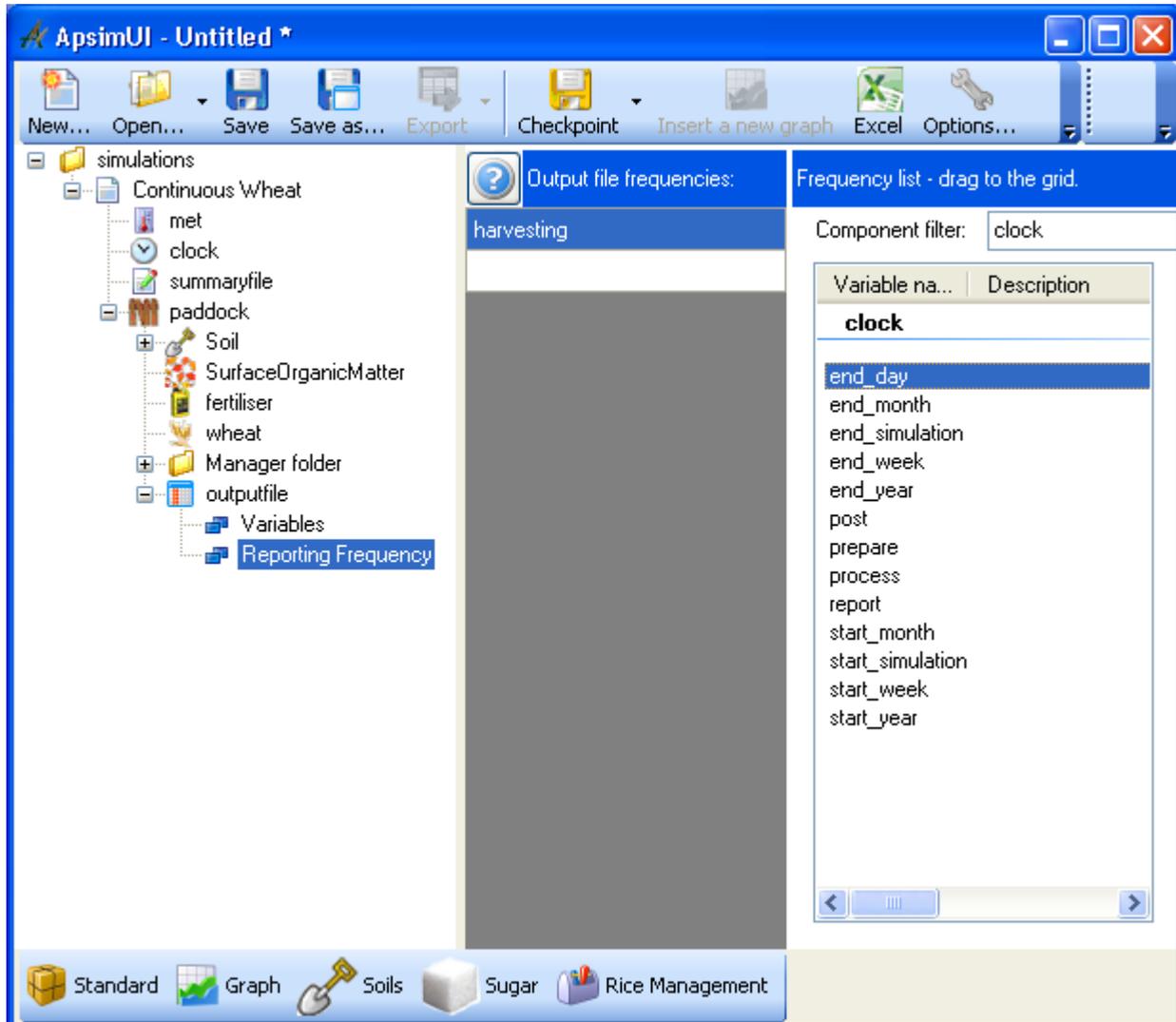
Si vous voulez la somme de toutes les couches, mettez un () à côté du nom dans la colonne **Nom de Variable** (Variable name) du carreau gauche.

D'autres options incluent un (1-3) pour les ' premières couches ou un (5) pour les 5 couches. (cliquez la touche ? sur le carreau de gauche pour plus d'informations).

Fréquence des rapports (Reporting Frequency)

La fréquence de sortie est contrôlée par le sous-composant Fréquence des Rapports (Reporting frequency). Le carreau de gauche contient une liste des événements.

Quel que soit le moment où ces événements apparaissent dans la simulation, une ligne avec les valeurs actuelles des variables sera inscrite dans le fichier de sortie.



Dans l'exemple ci-dessus, une ligne de sortie sera produite à chaque fois que la simulation récolte (harvest) une culture. Comme avec les variables, utilisez la liste déroulante de "Filtre de composant" (component filter) sur le carreau de droite pour voir les événements pour chaque composant qui peuvent être glissés dans le carreau de gauche.

Si vous voulez une sortie quotidienne Daily, cela peut être fait en glissant l'événement **Fin de Journée** (end day) dans le carreau de gauche. Cet événement Fin de journée (end day) se trouve en sélectionnant le composant Horloge (clock) dans la liste déroulante sur le carreau droit.

APSIM peut aussi produire des fichiers de sortie multiples.

L'utilisateur a juste à faire glisser et emmener les composants de fichiers de sortie (outputfile) multiples sur l'arbre de simulation de la boîte d'outils **Standard** (ou dupliquer un fichier de sortie (outputfile) existant). Chacun peut donc configurer indépendamment.

Spécifier précisément les sorties peut rapidement devenir ennuyeux.

Si vous utilisez fréquemment des sorties, pourquoi ne pas créer une boîte d'outils et faire glisser votre composant de fichier de sortie (outputfile) et l'emmener dans votre boîte d'outils. Vous pouvez

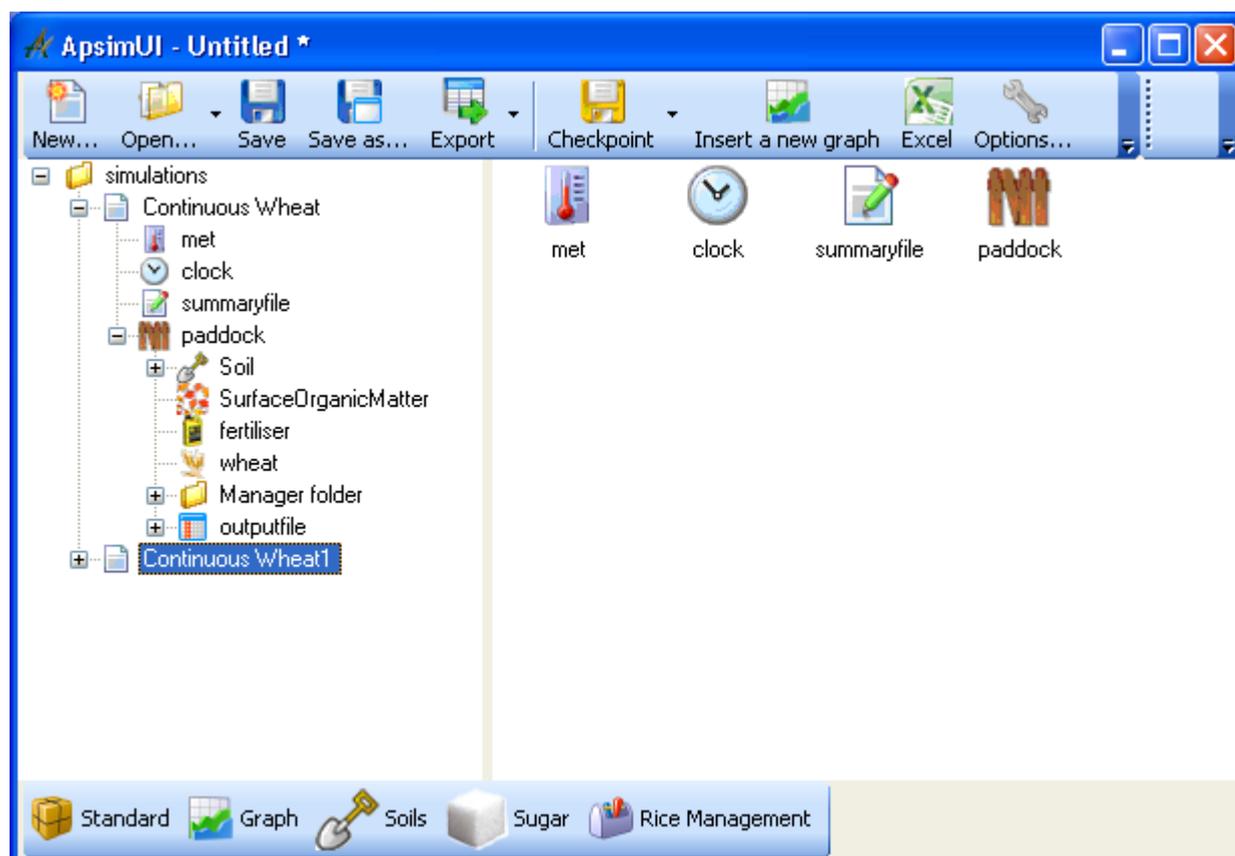
facilement réutiliser ce fichier de sortie dans votre prochaine simulation. Pour voir comment faire cela, lisez les vues d'ensemble sur les boîtes d'outil.

Simulations multiples

L'utilisateur de cette interface peut héberger des simulations multiples avec un seul arbre de simulation.

L'exemple sur lequel nous avons travaillé jusqu'ici a une simulation unique appelée **Blé continu** (Continuous wheat).

Vous pouvez ajouter une autre simulation simplement en faisant glisser et en la posant sur le nœud du niveau haut Simulations - une copie sera faite et il y aura deux simulations dans l'arbre de simulation.



Notez que la seconde simulation est appelée Blé continu1 (Continuous Wheat1) en bas.

Cette simulation sera identique à la première.

Généralement, vous changerez un paramètre dans la seconde simulation pour voir l'effet de ce paramètre sur le résultat comparé à la première simulation.

Avant de commencer les simulations, la première doit être renommée avec un nom plus adapté.

Exécuter une(des) simulation(s)

Les simulations peuvent être sauvegardées dans n'importe quel dossier en cliquant la touche **Sauvegarder** (Save).

De même, lancer une simulation est aussi simple que de cliquer **Exécuter** (Run) sur la barre de touches. Cliquez sur la touche **Exécuter** (Run) sur la barre de touches de votre écran pour exécuter la simulation.

Remarque:

Si vous avez des simulations multiples et que vous ne voulez qu'en exécuter une seule, cliquez sur la simulation que vous voulez exécuter et elle est surlignée comme l'est **Blé Continu1** (continuous wheat1) dans l'illustration ci-dessus.

Cliquez ensuite la touche **Exécuter** (Run). Seule la simulation de Blé Continu1 (continuous wheat1) sera exécutée.

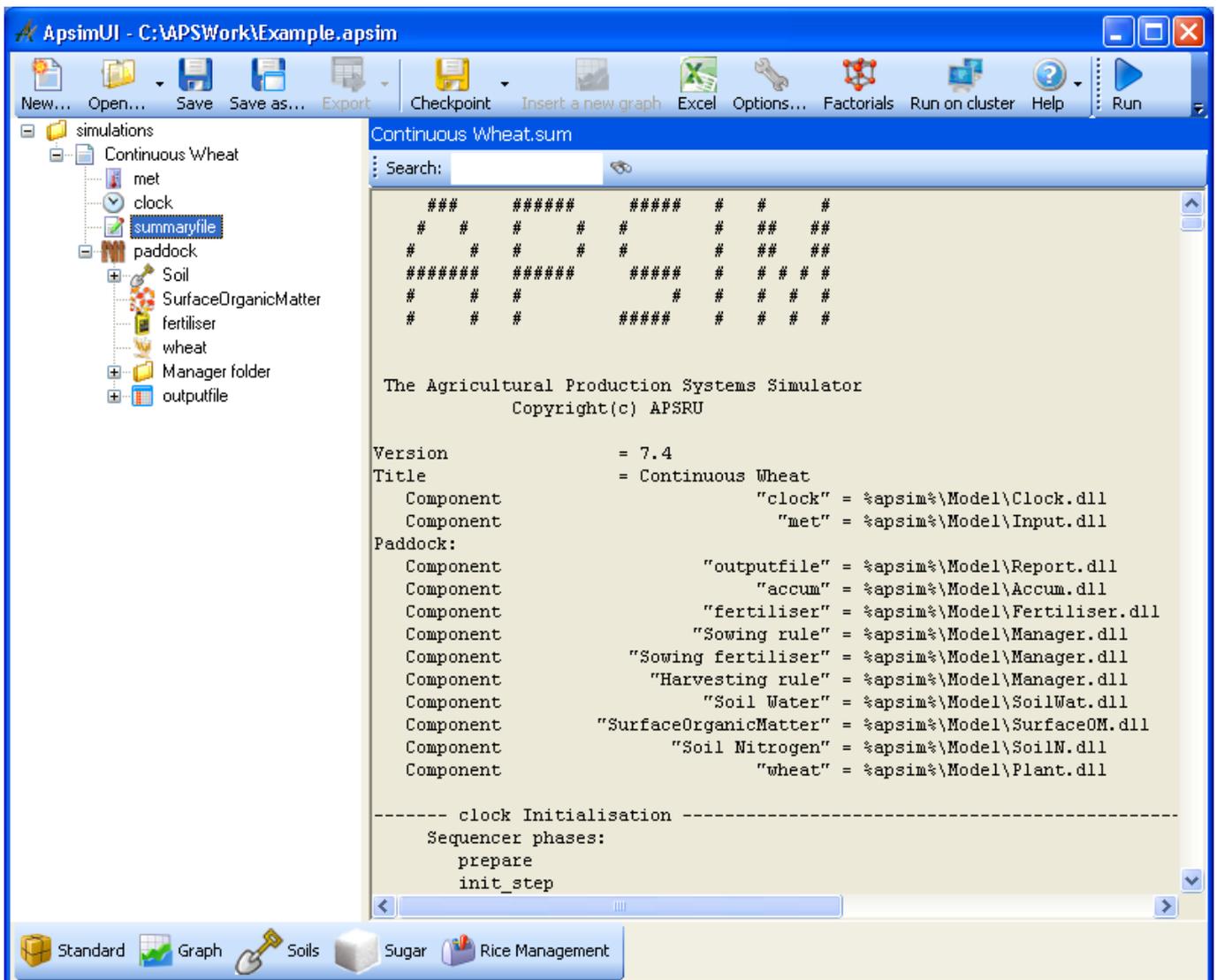
Si vous voulez exécuter les deux simulations, cliquez sur le haut du composant des simulations pour le surligner et cliquez ensuite la touche Exécuter (Run).

Toutes les simulations de l'arbre seront exécutées.

APSIM produira souvent une erreur fatale en conséquence d'une configuration ou saisie de paramètres invalide. Dans ce cas, il est important de consulter le fichier de sommaire que produit l'APSIM.

En cliquant sur le composant Sommaire (summaryfile), vous aurez accès au contenu de ce fichier.

En cherchant des erreurs, faites défiler vers le bas jusqu'à la première erreur et réglez-la en premier.



The screenshot shows the ApsimUI application window titled "C:\APSWork\Example.apsim". The interface includes a menu bar with options like "New...", "Open...", "Save", "Save as...", "Export", "Checkpoint", "Insert a new graph", "Excel", "Options...", "Factorials", "Run on cluster", "Help", and "Run". A toolbar contains icons for these functions. On the left, a tree view shows a simulation structure under "simulations": "Continuous Wheat" (containing "met", "clock", and "summaryfile"), "paddock" (containing "Soil", "SurfaceOrganicMatter", "fertiliser", "wheat", "Manager folder", and "outputfile"). The "summaryfile" is selected. The main window displays the content of "Continuous Wheat.sum", which includes a search bar and a text area with the following content:

```
### ##### ##### # # #
# # # # # # # # #
# # # # # # # # #
##### ##### ##### # # # #
# # # # # # # # #
# # # ##### # # # #

The Agricultural Production Systems Simulator
Copyright(c) APSRU

Version          = 7.4
Title            = Continuous Wheat
Component        "clock" = %apsim%\Model\Clock.dll
Component        "met"   = %apsim%\Model\Input.dll
Paddock:
Component        "outputfile" = %apsim%\Model\Report.dll
Component        "accum"   = %apsim%\Model\Accum.dll
Component        "fertiliser" = %apsim%\Model\Fertiliser.dll
Component        "Sowing rule" = %apsim%\Model\Manager.dll
Component        "Sowing fertiliser" = %apsim%\Model\Manager.dll
Component        "Harvesting rule" = %apsim%\Model\Manager.dll
Component        "Soil Water" = %apsim%\Model\SoilWat.dll
Component        "SurfaceOrganicMatter" = %apsim%\Model\SurfaceOM.dll
Component        "Soil Nitrogen" = %apsim%\Model\SoilN.dll
Component        "wheat"   = %apsim%\Model\Plant.dll

----- clock Initialisation -----
Sequencer phases:
prepare
init_step
```

At the bottom, there is a navigation bar with icons for "Standard", "Graph", "Soils", "Sugar", and "Rice Management".

Une fois que la simulation a été exécutée avec succès, cliquez sur le composant fichier de sortie (outputfile) pour le voir.

Remarque: Le fichier de sortie et celui du sommaire sont des fichiers texte.

En tant que tels, les fichiers de sortie peuvent être utilisés pour les ensembles de logiciel de statistiques tels que R, SYSTAT, MATLAB, GENSTAT etc.

Ils peuvent aussi être ouverts par n'importe quel Editeur de Texte.

Après une exécution, vous trouverez les fichiers de sortie et de sommaire dans les mêmes dossiers dans lequel vous avez sauvegardé la simulation.

L'interface d'utilisateur nomme automatiquement le fichier de sortie et de sommaire.

Il utilise le nom de simulation dans l'arbre (ex. : Simulation de Blé Continu) (Continuous Wheat Simulation) puis ajoute le nom du fichier de sortie (ex. : fichier de sortie) (outputfile)

(NB : vous pouvez renommer le fichier de sortie)

Les suffixes .out et .sum sont utilisés respectivement pour les fichiers de sortie et de sommaire.

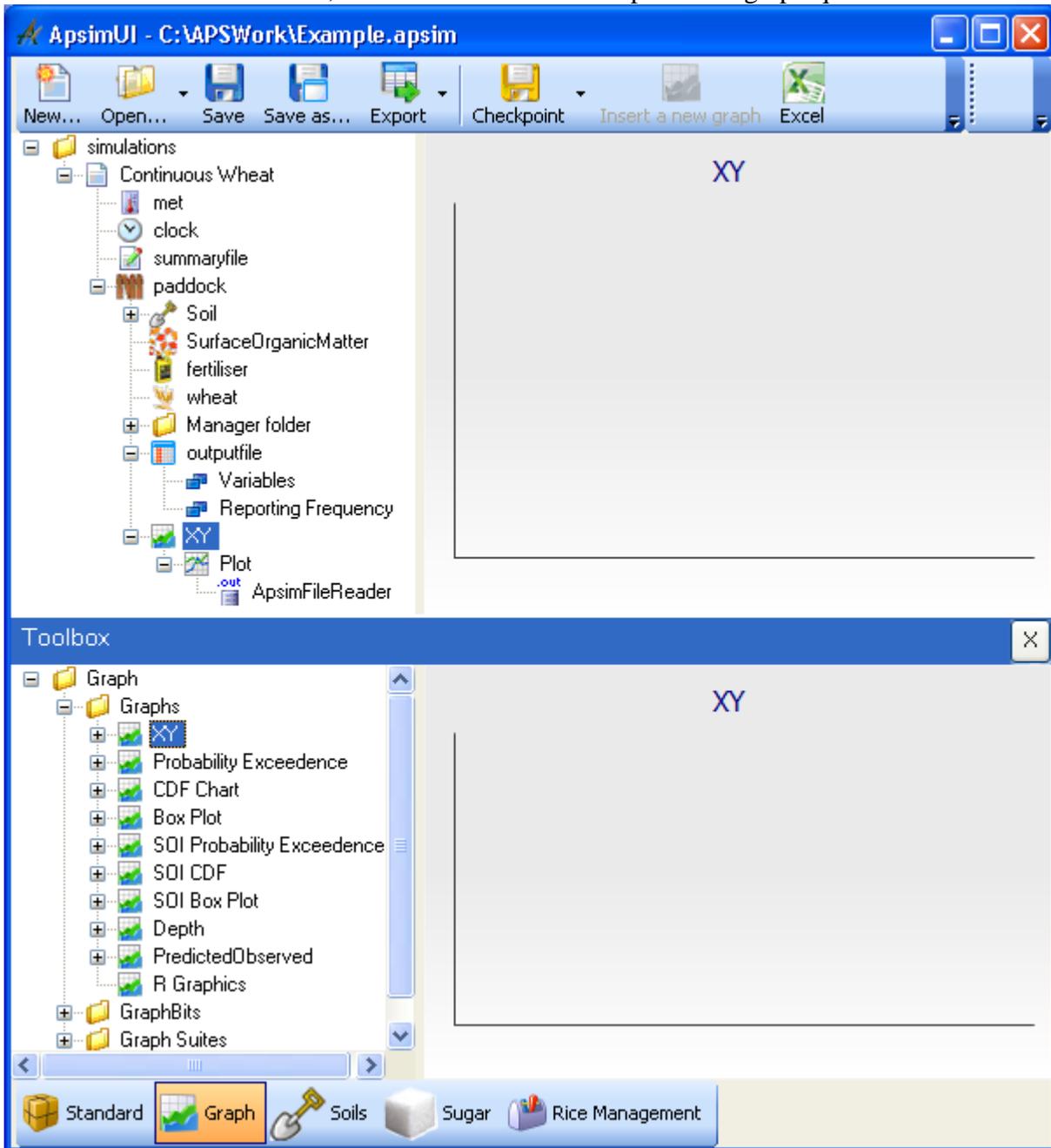
Cette appellation automatique assure que vous pouvez facilement identifier quelle sortie et sommaire appartiennent à telles simulations.

Tracer un graphique de sortie et Exporter sur Excel

Si vous n'avez pas déjà un composant de graphique dans votre arbre de simulation, vous pouvez donc en faire glisser un depuis la boîte d'outils **Graphique** (Graph).

Il existe différents types de composants de graphique disponible vous permettant de choisir le type de graphique que vous voulez utiliser.

Dans l'illustration ci-dessous, nous avons choisi un composant de graphique XY.



Le composant de graphique (graph) peut trouver n'importe quel fichier de sortie au même niveau ou plus bas dans l'arbre de simulation.

Ainsi, emmener un composant de graphique (graph) en haut du nœud de simulations lui permettra de trouver tous les fichiers de sortie dans toutes les simulations.

Emmener sur une simulation spécifique lui permettra de trouver tous les fichiers de sortie dans la simulation et l'emmener sur un champ lui permettra de les trouver tous dans ce champ.

Si vous l'emmenez sur un fichier de sortie spécifique, il ne sera capable que de trouver ce fichier de sortie.

Pour faire le graphique du fichier de sortie, il faut d'abord étendre complètement le composant de

graphique (graph) en cliquant le symbole + à côté du composant de graphique puis allez vers le haut en configurant chaque sous-composant.

En général, vous pouvez ignorer le composant tout en bas, Lecteur de Fichier Apsim (ApsimFileReader). Ensuite, pour voir le graphique, tout ce que vous avez à faire, après avoir remonté depuis le sous-composant de configuration du bas, est de cliquer le composant de graphique (graph) lui-même au niveau du haut.

Selon du type de composant de graphique (graph) dont il s'agit, vous verrez ce type de graphique dans le carreau de propriétés.

APSIM a une touche sur la barre d'outils de l'application principale pour envoyer le fichier de sortie à Microsoft Excel.



Pour envoyer un fichier de sortie ou des fichiers multiples de sortie à Excel, sélectionnez-les dans l'arbre de simulation et cliquez la touche **Excel**.

Le système d'aide

La touche d'Aide (Help button) à l'extrémité de la barre d'outils (en haut de l'écran) donne un accès rapide à la Documentation APSIM.

De nombreux documents, incluant la documentation scientifique et comment certains des modules fonctionnent en différents endroits (par ex., tests de sensibilité), se trouvent dans **Documentation de module** (Module documentation).

REMARQUE: La documentation que vous obtenez en cliquant sur cette touche est une copie sauvegardée sur votre disque dur qui est venue quand vous avez installé APSIM.

Elle est fournie pour le moment où vous aurez une connexion Internet.

Pour une mise à jour plus récente d'une copie de la documentation, veuillez voir Documentation sur notre site Web (<http://www.apsim.info/Wiki/APSIM-Documentation.ashx>).

Comment débiter avec les données africaines

Sur le CD d'atelier, vous verrez un dossier appelé «Atelier APSIM' (workshop). Copiez-le sur votre ordinateur. Les exercices ci-dessous présument que ce sera "C:\Atelier Apsim" (workshop), bien que vous puissiez le copier n'importe où sur votre ordinateur.

Suivez les instructions dans Créer votre propre boîte d'outils ou Ajouter celle de quelqu'un d'autre (Create your own or Add someone else's toolbox) pour ajouter la boîte d'outils 'Sols Afrique de l'Ouest.sol' (West African Soils.soils) à votre interface d'utilisateur APSIM.

Suivez les instructions pour ajouter la boîte d'outils (Create your own or Add someone else's toolbox) (situées dans C:\Apsim_Workshop\Toolboxes). Ne pointez pas APSIM sur la boîte d'outils sur le CD, utilisez la copie stockée sur votre ordinateur local.

Exercices

1. Equilibre de l'eau de jachère

Dans cet exercice, vous explorerez les éléments d'intérêt majeurs dans l'équilibre de l'eau de sol au cours d'une jachère - stockage de l'eau de sol, drainage, ruissellement et évaporation. Les changements seront examinés sur une période d'un an dans la région de Ségou au Mali. Les exemples présumant que vous avez lu et navigué dans les documents précédents : Comment Construire, Exécuter et Faire un Graphique de Simulation.

1. Créez une nouvelle simulation en utilisant Simulation de maïs continu (Continuous Maize Simulation) comme point de départ.
2. Choisissez climat "Ségou - Mali 1972-2001.met" (c:\apsim_workshop\met)
3. Entrez la date de début de la simulation (Enter the start date of the simulation): 1/07/1999
Entrez la date de fin de la simulation (Enter the end date of the simulation): 30/11/1999
4. Supprimez le sol du nœud de champ (paddock) ("Soil" - Un générique de 'Australian Black Earth').
5. Dans la boîte d'outils Sols d'Afrique de l'Ouest (West African Soils), regardez dans Exemple de Sols (Example Soils) pour trouver le sol "Sand (PAWC = 87mm, 1.8m)". Faites glisser ce sol sur le nœud de champ (paddock) de l'arbre de simulation. Si vous le désirez, vous pouvez réorganiser le composant de sol pour qu'il soit juste sous le champ (paddock).
6. Déclenchez le début de l'eau à 50% depuis le haut (starting water to 50% full - filled from the top). (Etendez la branche sol pour voir Initialisation de l'eau (InitWater) – par ex., cliquez le + près de "Sand (PAWC = 87mm, 1.8m)").

The screenshot shows the ApsimUI software interface. The left sidebar displays a tree view of the simulation components, including 'Continuous Maize', 'clock', 'summaryfile', 'met', 'paddock', and 'Sand (PAWC = {)'. The 'InitWater' component is selected. The main window displays the 'InitWater' configuration options, which allow specifying the starting water by either a fraction of maximum available water (set to 50% full) or a depth of wet soil. The 'Filled from top' option is selected. To the right, a graph titled 'Volumetric water (mm/mm)' shows the soil moisture profile over a depth of 0 to 3000 mm. The graph displays four curves: Air dry (mm/mm), DUL (mm/mm), SAT (mm/mm), and LL15 (mm/mm). The 'Air dry' curve is dashed blue, 'DUL' is solid green, 'SAT' is dashed yellow, and 'LL15' is solid purple. The 'DUL' curve shows a sharp drop in moisture at approximately 1000 mm depth, indicating the water table level.

7. Au nœud de l'Azote Initial (Initial nitrogen), vous devrez taper dans les Profondeur de Couche (Depth layers) et régler le début de NO₃ et NH₄. Réglez le début de NO₃ à 11 kg/ha (par ex., 3 dans les 2 couches du haut et 1 dans les couches restantes) et le début de NH₄ à 5 kg/ha (par ex., 2 dans les 2 couches du haut et 0,2 dans les couches restantes).

These values are used to initialise the simulation. Sample date is not used by APSIM

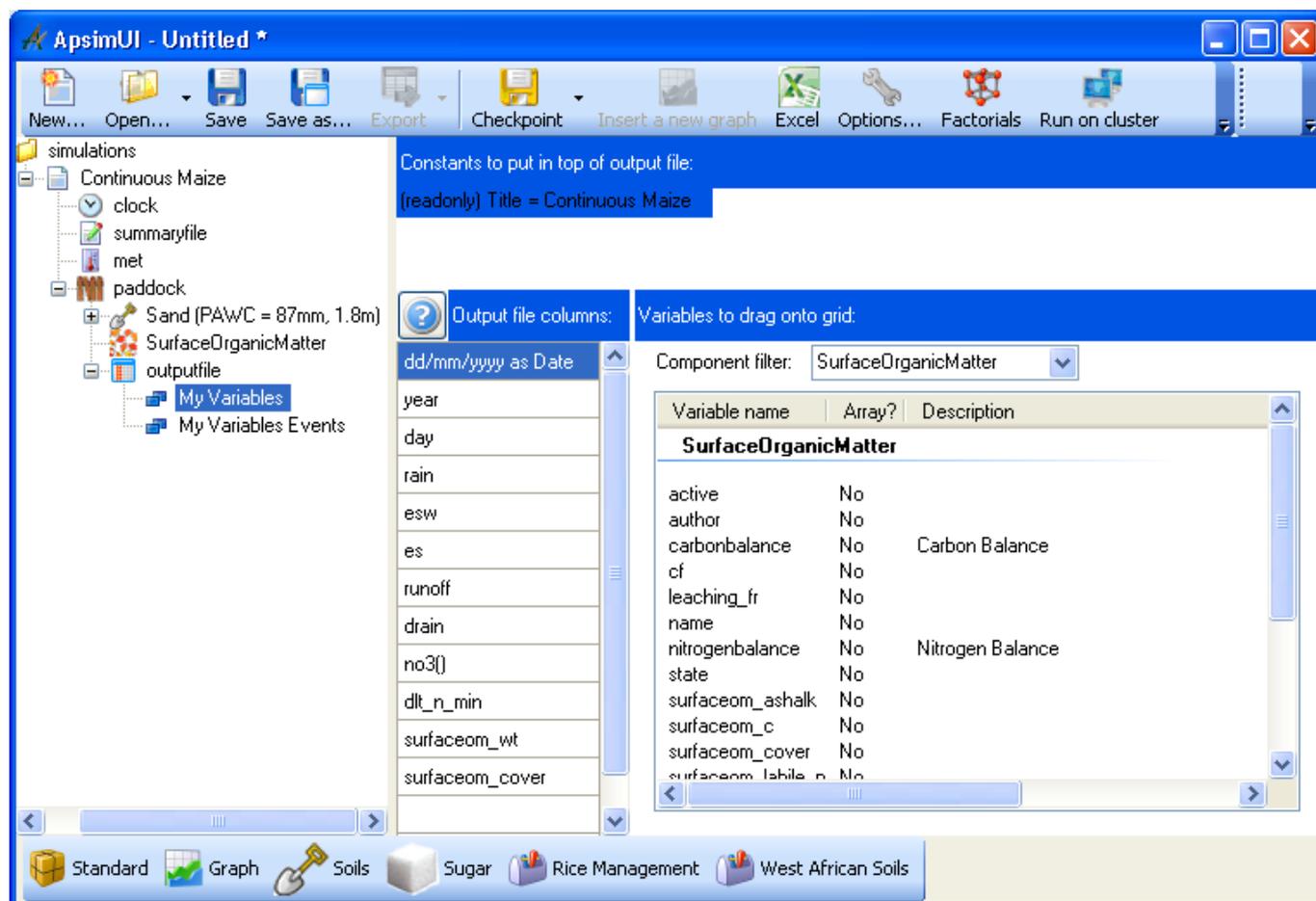
Depth (cm)	NO3 (kg/ha)	NH4 (kg/ha)	SW (mm/mm)
0-15	3.000	2.000	0.000
15-30	3.000	2.000	
30-60	1.000	0.200	
60-90	1.000	0.200	
90-120	1.000	0.200	
120-150	1.000	0.200	
150-180	1.000	0.200	
Total:	11.0	5.0	

8. Au nœud de Matière Organique de Surface (SurfaceOrganicMatter), vérifiez que le type de résidu initial par défaut dans le Fond de Matière Organique (Organic matter pool) et le Type de Matière Organique (Organic matter type) est le Maïs (maize) et le Résidu Initial de Surface (Initial surface residue) et de 0kg/ha.

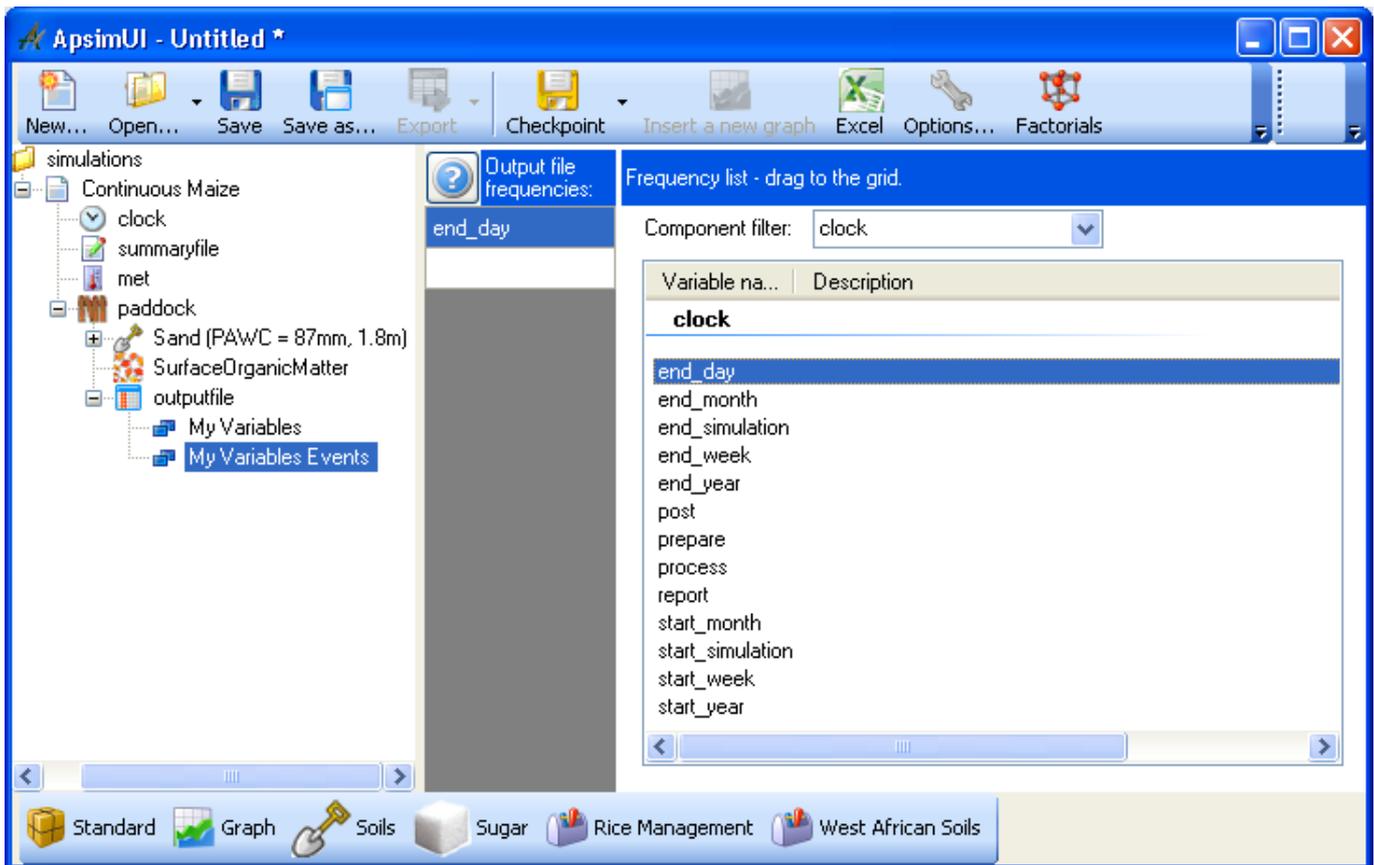
Description	Value
Organic Matter pool name	maize
Organic Matter type	maize
Initial surface residue (kg/ha)	0
C:N ratio of initial residue	80.0
Fraction of residue standing	0.0

9. Supprimer (Delete) les composants Engrais (Fertiliser), Maïs (Maize) et GestionnaireManager (Manager) de cette simulation. Ils ne sont pas nécessaires pour une exécution de jachères.
10. Sélectionnez le sous-composant 'Mes Variables' du fichier de sortie (outputfile). Choisissez ces variables pour le rapport (après avoir enlevé les anciennes):

Composant	Nom de la Variable	Description
Clock	dd/mm/yyyy as Date	
	Year	
	Day	
Met	Rain	
Sable	ESW	Eau de sol extractible (mm)
	ES	Evaporation
	Ruissellement	
	DRAIN	Drainage
	NO3	additionné sur le profil (Faites cela en mettant () près du nom dans la colonne "Nom Variable") par.
	DLT_N_MIN	N minéralisé - additionné sur le profil
Surface organic matter	SURFACEOM_WT -	Poids de matériaux de toute la surface organique.
	SURFACEOM_COVER	Fraction de sol couvert par les matériaux organiques de surface.



11. Sélectionnez le sous-composant ‘Mes Evénements Variables’ (My Variables Events). Choisissez ‘Fin de journée’ (end day) rapportant la fréquence pour le fichier de sortie. Il se trouve dans le filtre de composant Horloge (clock).



12. Renommez (rename) la simulation depuis “Maïs continu” (Continuous Maize) avec un nom plus significatif : jachere sableuse (sandfallow).
13. Sauvegardez la simulation comme *Exercice 1 -Equilibre d'eau de jachères.apsim*
14. Exécutez la simulation.
15. Créez un graphique de Date par rapport à ESW (Date vs ESW). Pour cela, cliquez sur la boîte d'outils Graphique (graph) en bas de la fenêtre pour ouvrir la boîte d'outils. Puis faites glisser un composant XY pour étendre le nœud. Cliquez sur le composant de Plot. Dans la fenêtre de plot, cliquez sur les variables X carrées pour être sûr que le fond du carré soit rose. Maintenant, cliquez sur l'entête de colonne ‘Date’. Elle doit apparaître dans la liste dans le carré. Maintenant, cliquez sur les variables Y carrées pour que son fond soit rose. Cliquez sur l'entête de la colonne ESW. Il sera ajouté aux variables Y. Pour avoir une ligne propre plotée sans point, sous le ‘Type de point’, choisissez ‘Aucun’ (none). Cliquez sur le composant XY pour voir le graphique.

ApsimUI - C:\APSIM_Workshop\Examples\Exercise 1 - Fallow water balance.apsim

simulations

- Sand fallow
 - clock
 - summaryfile
 - met
- paddock
 - Sand (PAWC = 87mm, 1.8m)
 - SurfaceOrganicMatter
- outputfile
 - My Variables
 - My Variables Events
 - XY
 - Plot

Select Y variables by clicking on the column(s) at the bottom.

X variables: Date

Y variables: esw

Type: Solid line

Point type: None

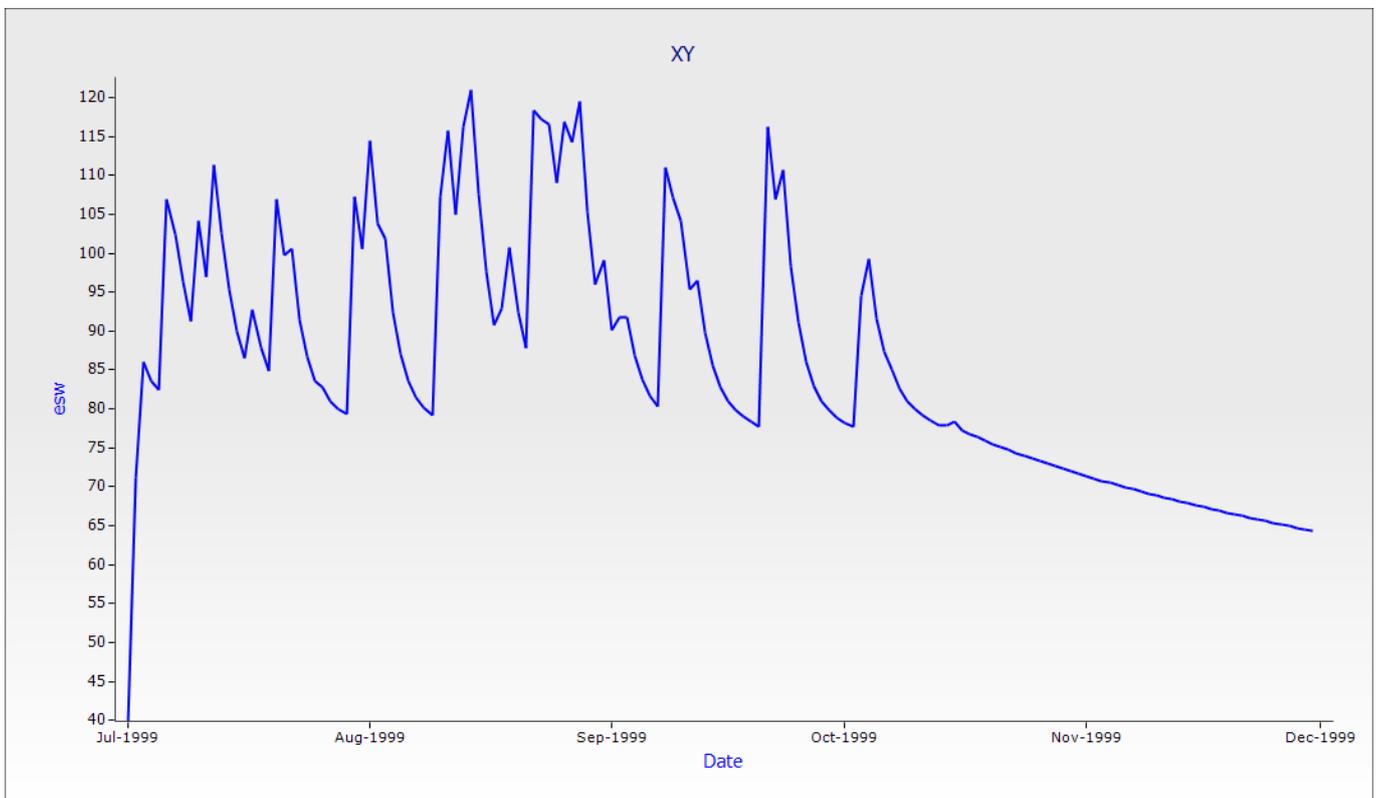
Specific colour?

Date year day rain esw es

Toolbox

- Graph
 - Graphs
 - XY
 - Probability Exceedence
 - CDF Chart
 - Box Plot
 - SOI Probability Exceedence
 - SOI CDF
 - SOI Box Plot
 - Depth
 - PredictedObserved
 - R Graphics
 - GraphBits
 - Graph Suites

Standard Graph Soils Sugar Rice Management West African Soils

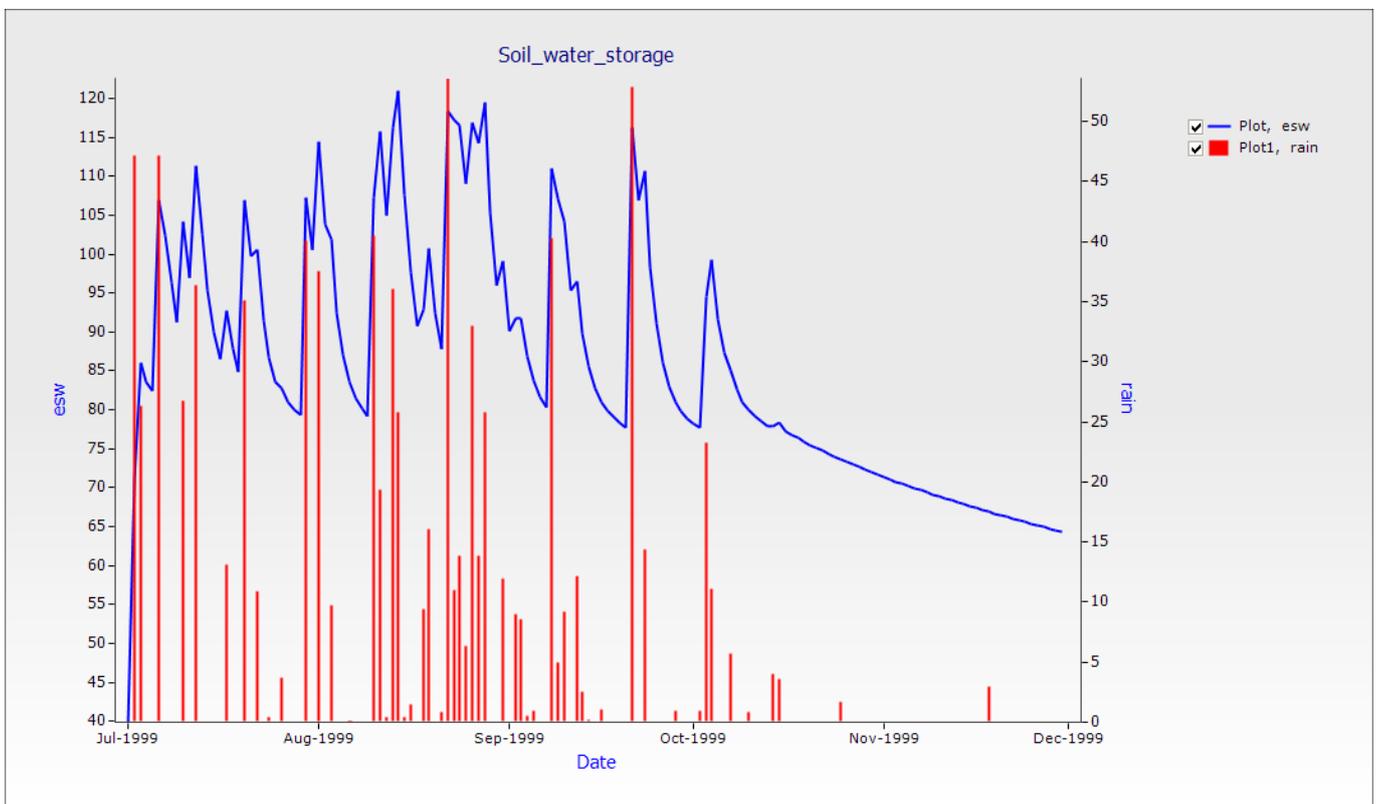


16. Une fois que vous avez créé un tableau, il est possible de faire des modifications en ajoutant de nouvelles variables. Il est aussi possible de mélanger les plots utilisés sur un graphique. Par exemple, nous ajouterons 'Pluie' (rain) comme barre de tableau dans l'axe Y2. Pour cela, faites glisser un 'plot' sur le nœud XY pour créer un duplicata 'plot1'. Sur 'plot1', retirez esw et ajoutez Pluie (rain) comme variable y. Pour que 'pluie' apparaisse sur l'axe de droite, cliquez pluie (rain) dans le carré pour le surligner, puis cliquez-droit une fois de plus dessus. Dans le menu pop-up, cliquez 'Axe de Droite' (Right Hand Axis). Sélectionnez 'barre' (bar) du menu déroulant 'type'. Sélectionnez le nœud XY pour voir la ligne et la combinaison de tableau de barre.

Select Y variables by clicking on the column(s) at the bottom.

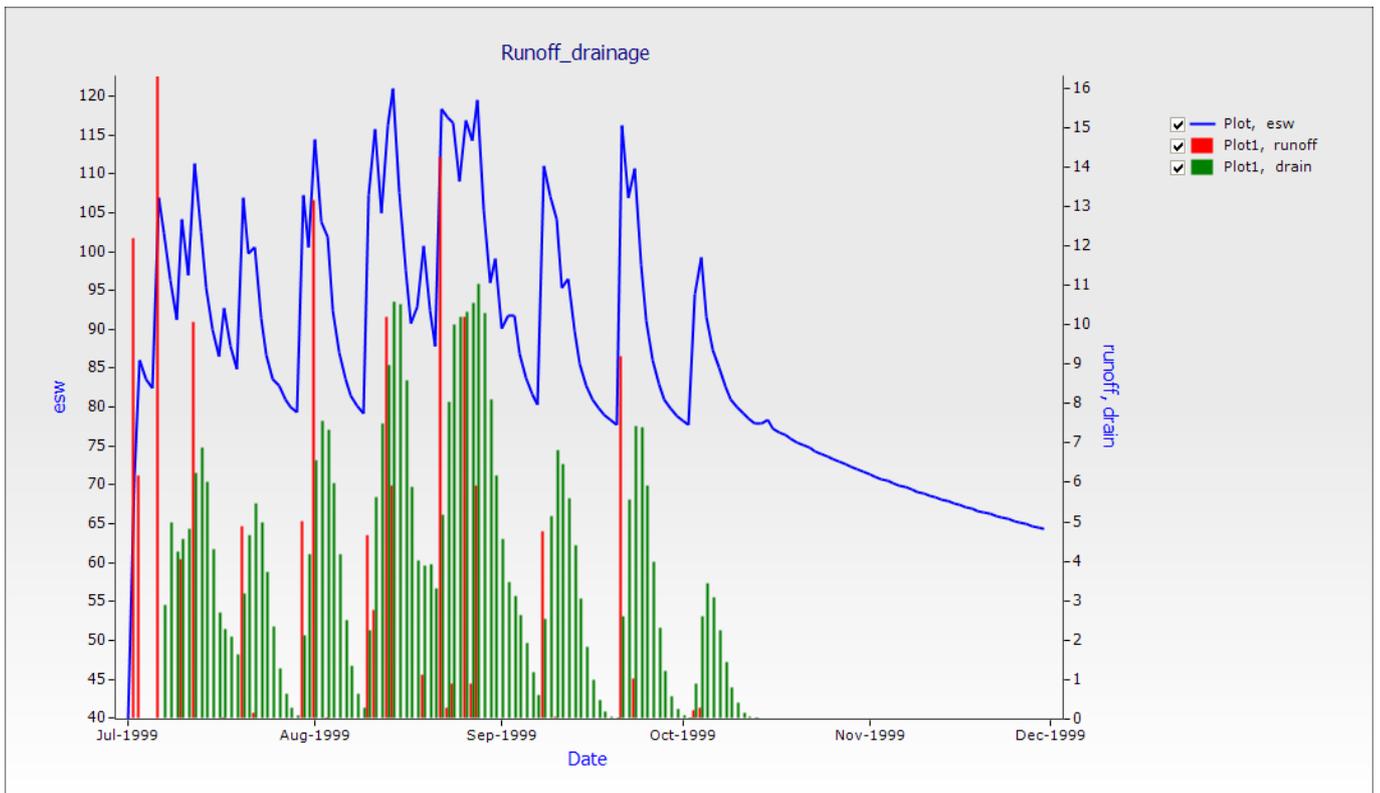
Date	year	day	rain	esw
1/07/1999	1999	182	0	39.872
2/07/1999	1999	183	47.2	71.176
3/07/1999	1999	184	26.3	85.98

17. Renommez le nœud de graphique XY en "Stockage de l'eau du Sol" (Soil water storage). Le graphique doit montrer l'ESW (mm). Les soudaines augmentations sont dues aux pluies et le déclin de l'évaporation et de la perte de drainage. La distribution des volumes de pluie journalière aide à y voir plus clairement.

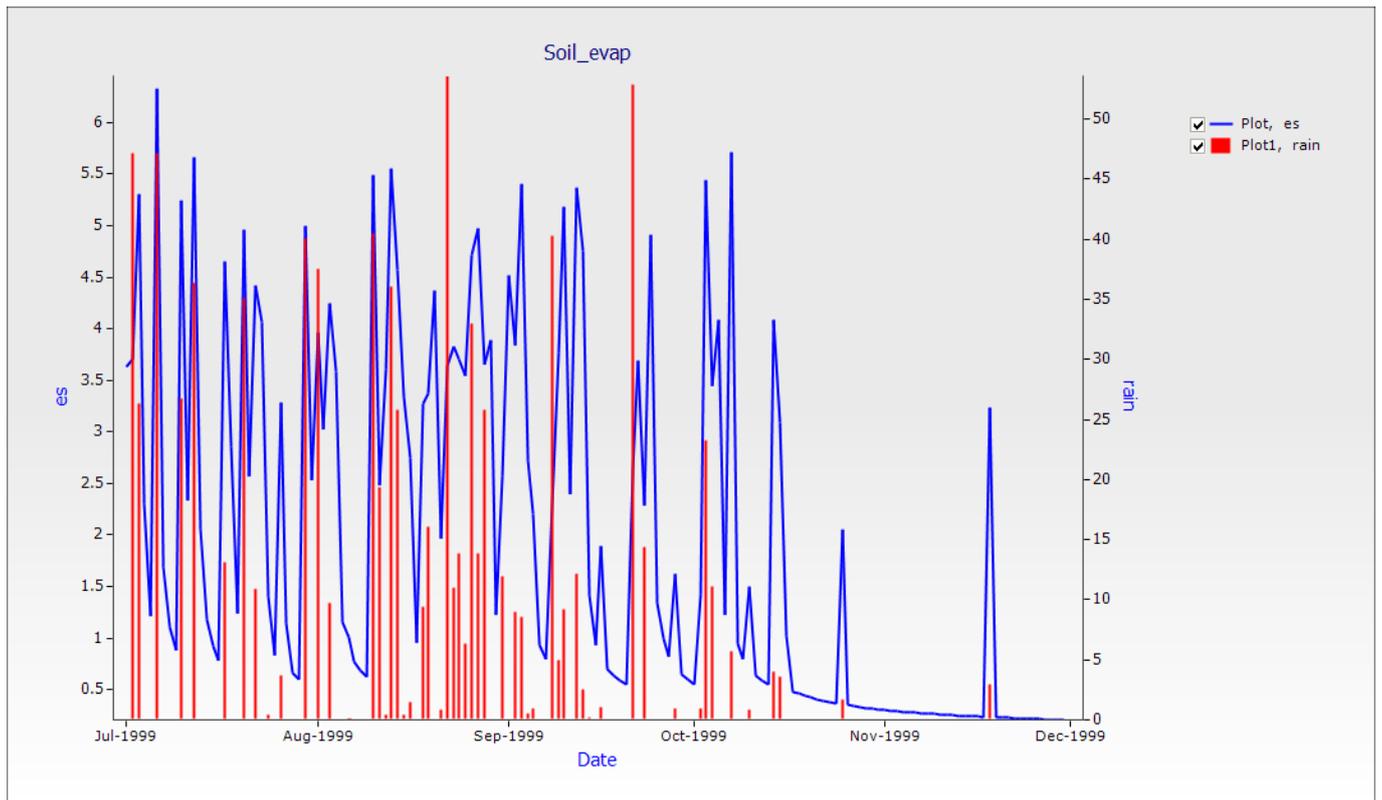


Nous pouvons aussi examiner les autres composants de l'équilibre d'eau de sol simulée.

18. Faites glisser "Stockage d'eau de surface" (Soil water storage) sur le nœud de fichier de sortie pour faire une copie de ces nœuds de graphique. Renommez (Rename) la copie de "Drainage de ruissellement" (Runoff Drainage).
19. Sur le Plot1 (Plot1) sous le graphique 'drainage de ruissellement' (Runoff Drainage), retirez Pluie de la case des variables Y. Ajoutez Ruissellement (runoff) et Drainage (drain) à la case de variables Y. Changez 'type'(type) en 'barre'(barre). Mettez les deux sur l'axe de droite (cliquez-droit sur la variable) pour créer un plot similaire à la figure ci-dessous.



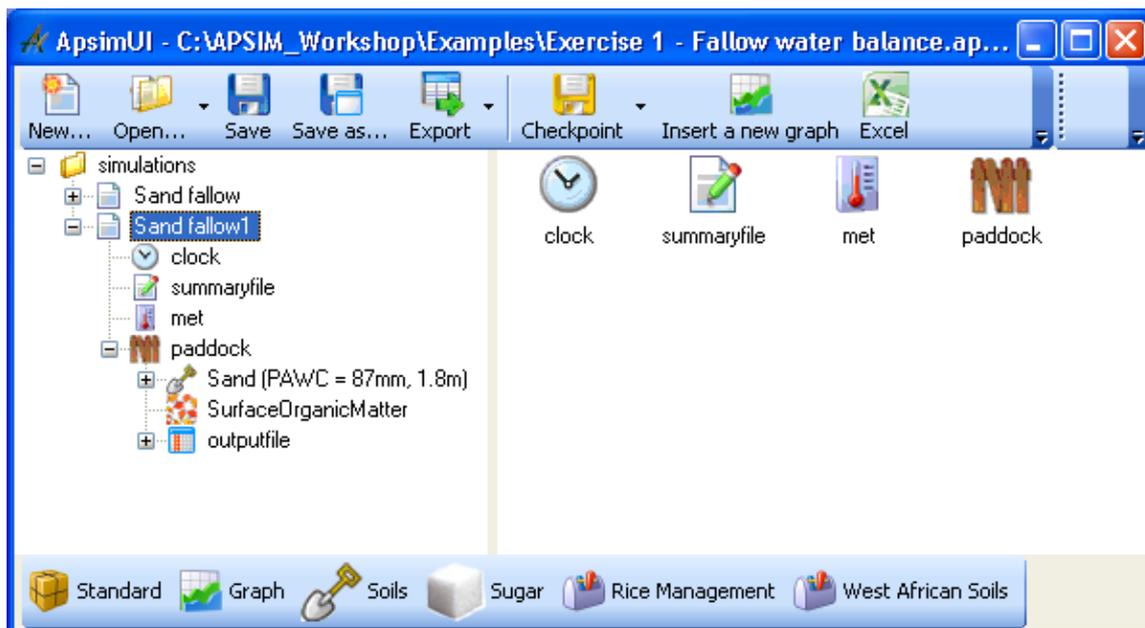
Vous pouvez aussi faire un plot d'évaporation de sol. Voir si pouvez faire cela vous-même.



Effet du type de sol sur l'équilibre de l'eau

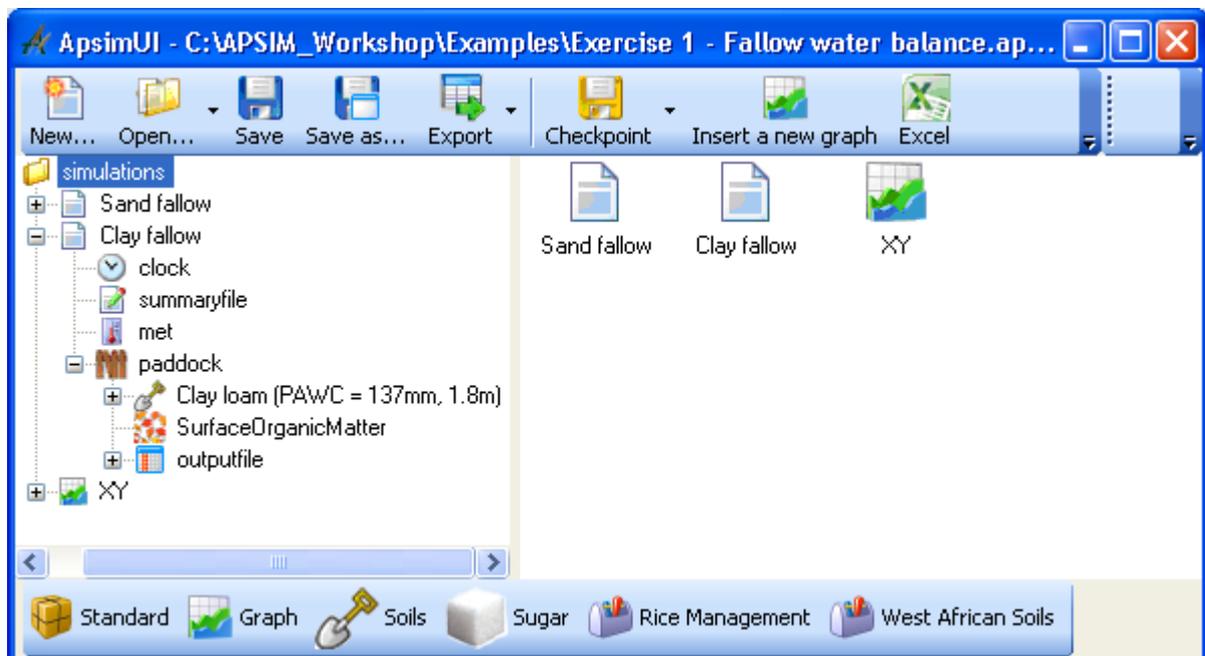
Le ruissellement, l'es (évaporation) et le drainage sont affectés par le climat et la capacité de stockage d'eau du sol. Cette exécution prend en compte un sol supplémentaire et compare le ruissellement des deux types de sol. L'interface d'utilisateur contient toujours toutes les spécifications fournies pour la simulation précédente.

Si vous faites glisser le nœud Jachère sableuse (Sand fallow) dans l'arbre de simulation en haut du nœud des simulations, une copie sera faite et votre fichier aura donc deux simulations dedans.

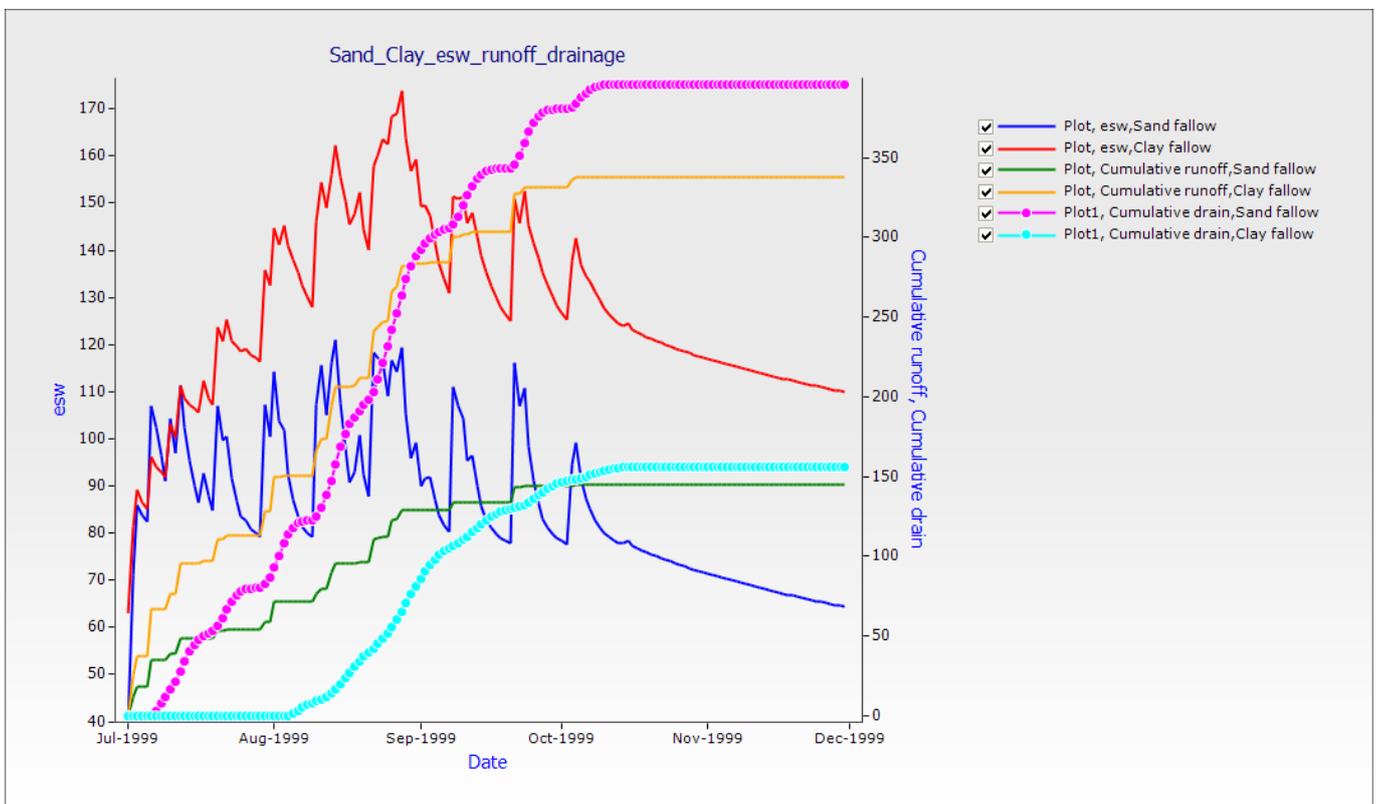


Cette seconde simulation peut être modifiée pour ajouter les caractéristiques de Terre Glaise (Clay loam soil).

1. Dans la boîte d'outils Sol d'Afrique de l'Ouest (West African Soils), regardez sous 'Exemple de sol' Example Soils pour trouver le sol 'Terre Glaise (PAWC = 137mm, 1.8m)' "Clay loam (PAWC = 137mm, 1.8m)". Faites glisser ce sol sur le nœud de champ (paddock) de l'arbre de simulation puis enlever l'ancien sol. Il est important de faire glisser un nouveau sol AVANT de supprimer l'ancien, sinon la simulation perdra toutes les variables se rapportant à votre sol.
2. Puisque nous avons maintenant un nouveau sol, nous avons besoin de régler l'eau initiale du sol (InitWater) à 50% rempli depuis le haut (to 50% filled from top) et l'azote initial du sol (Initial nitrogen) NO₃ à 11kg/ha et NH₄ à 5kg/ha comme auparavant. Quand vous supprimez des sols, vous supprimez également les conditions initiales d'eau du sol et celles de l'azote initial donc elles devront être réglées similairement aux conditions de sol "Sablonneux" (Sand).
3. Renommez la simulation en Jachère argileuse (Clay Fallow).
4. Sauvegardez les simulations.
5. Exécutez APSIM pour la simulation de sol argileux (Clay).
6. Faites le graphique pour les deux fichiers de sortie en faisant glisser le graphique XY en haut du nœud de simulations dans l'arbre de simulation. En plaçant le graphique XY sous le nœud de simulations, tous les fichiers de sortie dans la zone de simulation seront disponibles pour le pointage, dans ce cas, les sorties Sable (Sand) et Argile (Clay).



7. Créez un graphique de Date par rapport à l'esw et le ruissellement (cumulatif, axe de droite) (date vs esw and runoff (cumulative, right hand axis). Pour faire le cumul du ruissellement (runoff), c'est la même procédure que pour faire la Pluie (rain) apparaître sur l'axe de droite. Sélectionnez uniquement "Cumul" (Cumulative) du menu pop-up à la place de "Axe de droite" (Right Hand Axis). Réglez 'Type de point' à 'Aucun' (none).



L'illustration ci-dessus inclut un plot de drainage pour les 2 sols. Voyez si vous pouvez ajouter 'drainage' comme indiqué ci-dessus à votre plot esw-ruissellement (esw-runoff plot). (Conseil : créez un Plot1, faites le cumul (cumulative) et axe de droite (right hand axis) et choisissez 'cercles' (circles) sous le Type de Point (Point Type).

Le sol argileux (clay) a un ruissellement (runoff) plus élevé que le sol sableux (sandy) pour tous les événements simulés. Les ruissellements cumulés (cumulative runoff) pour le sable (sand) est d'environ 145mm. Pour l'argile (clay), ils sont de 340mm. Vous attendez-vous à cela étant donné la même pluie et des profils complets à 50% comme conditions de départ ?

Au commencement de la simulation, le sol argileux (clay) a un ESW supérieur à cause de sa capacité de retenue d'eau plus élevée et du fait que les deux sols étaient initialisés à 50% de capacité. Dans quelques jours, l'ESW dans le sable (sand) sera le même que dans l'argile (clay), signifiant qu'il a capté plus d'eau de pluie. Comment cela se fait-il ?

Le sol sableux (sandy) atteint une capacité de site (87mm) début juillet et le drainage depuis les couches inférieures commence à cette époque. En l'absence de culture, le drainage saisonnier est de 400mm. Le sol argileux atteint une capacité de site (134mm) près d'un mois après le sable et retient un ESW supérieur au sable pour le reste de la saison. Ceci est dû à une combinaison de PACW supérieur et moins de drainage au-delà de la zone racinaire comparé au sable (le drainage cumulé du sol argileux est d'environ 155mm).

Examen supplémentaire: explorez l'effet que l'indice de courbe (curve number) a sur l'équilibre de l'eau. par ex., pour le sol sableux (sandy), changez l'indice de courbe (curve number) de 73 à 85 dans le nœud Eau de sol (Soilwat).

2. Effet de la couverture de résidu sur le stockage de l'eau de sol lors de la jachère

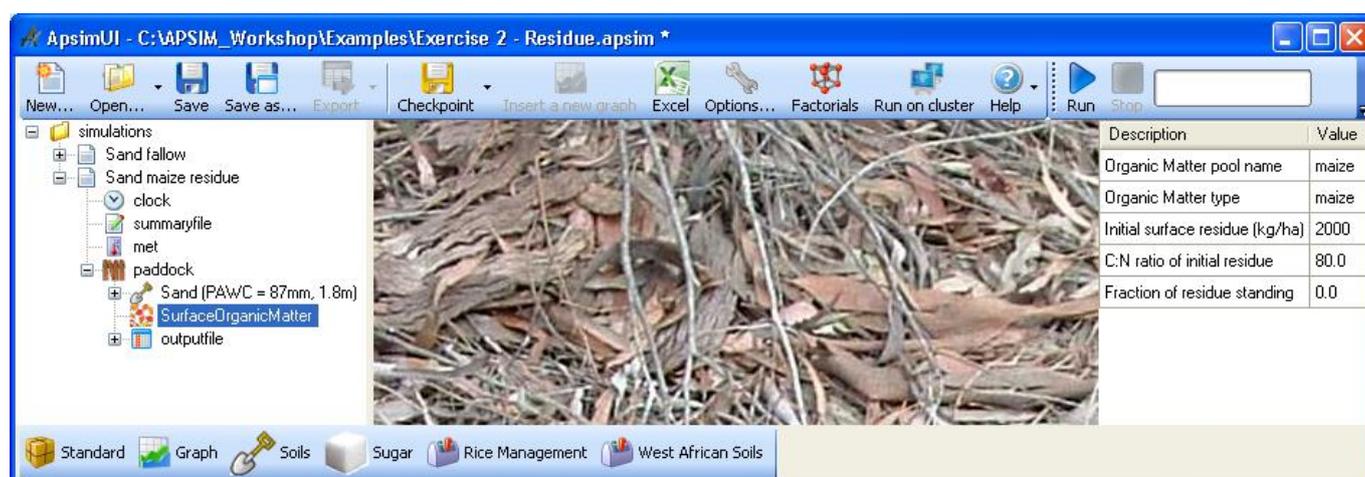
Traçage du déclin de la couverture comme décomposé de résidu

APSIM simule l'influence des résidus de culture sur l'efficacité avec laquelle l'eau est captée et retenue lors des jachères. Mais la couverture de résidu décline au fur et à mesure que le résidu se décompose. La décomposition de résidu est simulée dans APSIM en réponse au climat, de même que la composition chimique des résidus. En faisant cette simulation, vous augmenterez les qualifications apprises dans les exercices précédents et apprendrez à faire certaines modifications de valeurs de défaut pour 'personnaliser' vos simulations.

Les exemples présumant que vous avez lu et parcouru le document précédent: Comment Construire, Exécuter et Faire le Graphique d'une Simulation.

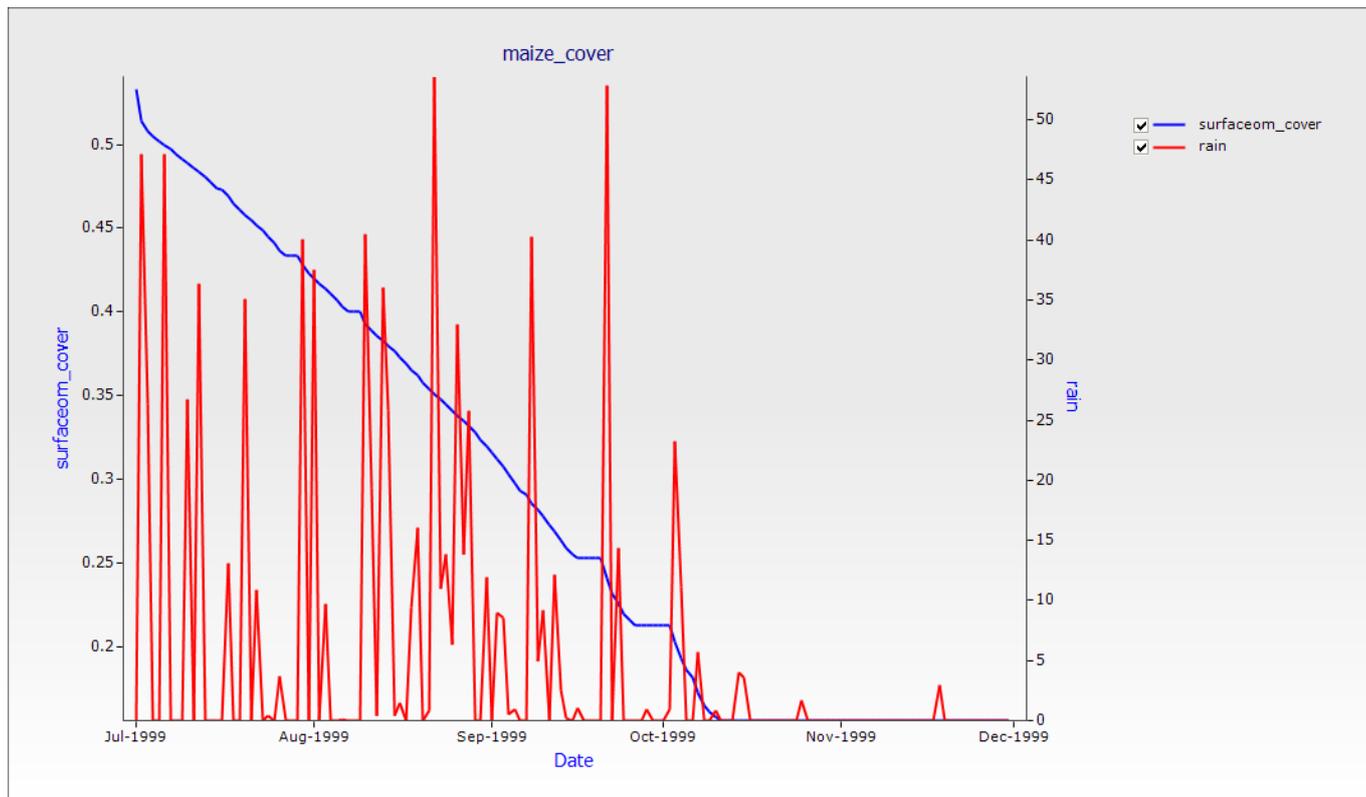
Cette simulation démontrera comment se décomposent les résidus dans le temps. Vous devez utiliser la simulation précédente comme point de départ de cette simulation. Il vous faut ajouter un volume initial de résidus de surface surface residues.

1. Rouvrir le fichier précédent (*Exercice 1 - Equilibre d'eau de jachères.apsim*) (*Exercise 1 - Fallow water balance.apsim*)
2. Sauvegardez (save) le fichier en *Exercice 2 -Residu.apsim* (**Rappel:** n'oubliez pas d'utiliser la touche Sauvegarder en (save as), PAS la touche Sauvegarder (save) ou vous sauvegarderez ces changements dans *Exercice 1 - Equilibre d'eau de jachères.apsim*)
3. Supprimez (delete) la simulation Jachère Argileuse (clay fallow). Nous allons utiliser Jachère sableuse (Sand fallow) comme point de départ pour cet exercice. Supprimez (delete) également les composants de graphique.
4. Faites une copie de la simulation Jachère sableuse en l'emmenant au nœud Supérieur de l'arbre (*simulations*).
5. Renommez la seconde simulation Résidu de Maïs Sableux.
6. Au nœud 'Matière Organique de Surface' (surface organic matter), réglez la masse de départ de matière organique de surface à 2 000 kg/ha (starting surface organic matter mass) et le Fond (Pool) et le Type de résidu du maïs (Type of residues to maize).



7. Exécutez la simulation
8. Créez un graphique de Date par Rapport à la Couverture et la Pluie (axe de droite) (date vs surface cover and rain(right hand axis) pour la simulation de Résidu de Maïs sableux (*Sand maize Residue*). Faites glisser un graphique XY du dossier Graphiques dans la boîte d'outils

Graphique dans le fichier de sortie (outputfile) et renommez-le *Couverture de maïs* (maize cover). Ne pas oublier de régler "Type point " ("Point type") sur "Aucun" ("None"). Pour savoir comment modifier un graphique, voir Comment modifier un composant graphique (How To Modify a Graph Component).

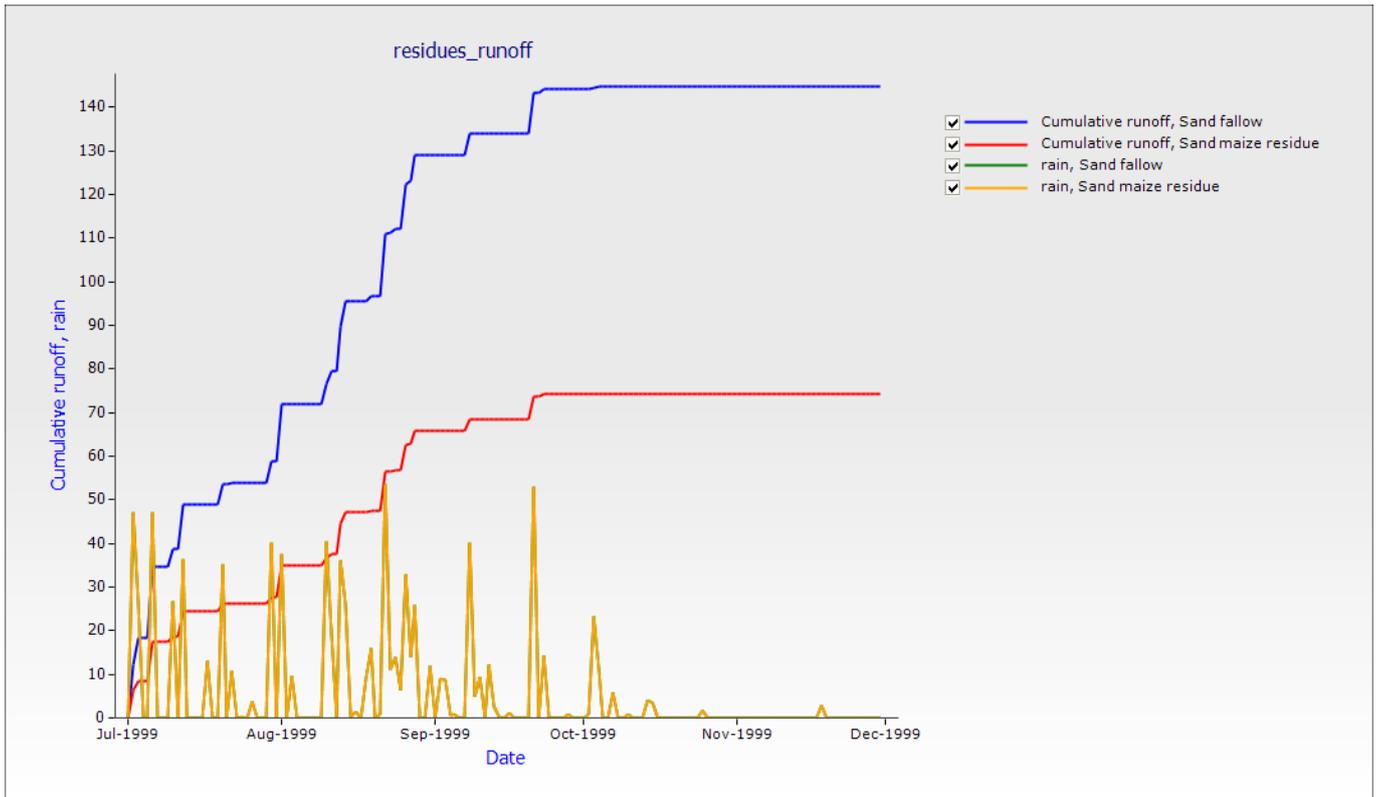


On peut voir que les taux de période de haute décomposition correspondent avec les plus grandes pluies et la basse décomposition avec les périodes sèches.

Effet du déclin de la couverture sur le ruissellement et l'évaporation

Dans cette activité, les deux simulations seront comparées: 'Jachère sableuse' et 'Résidu de maïs sableux'.

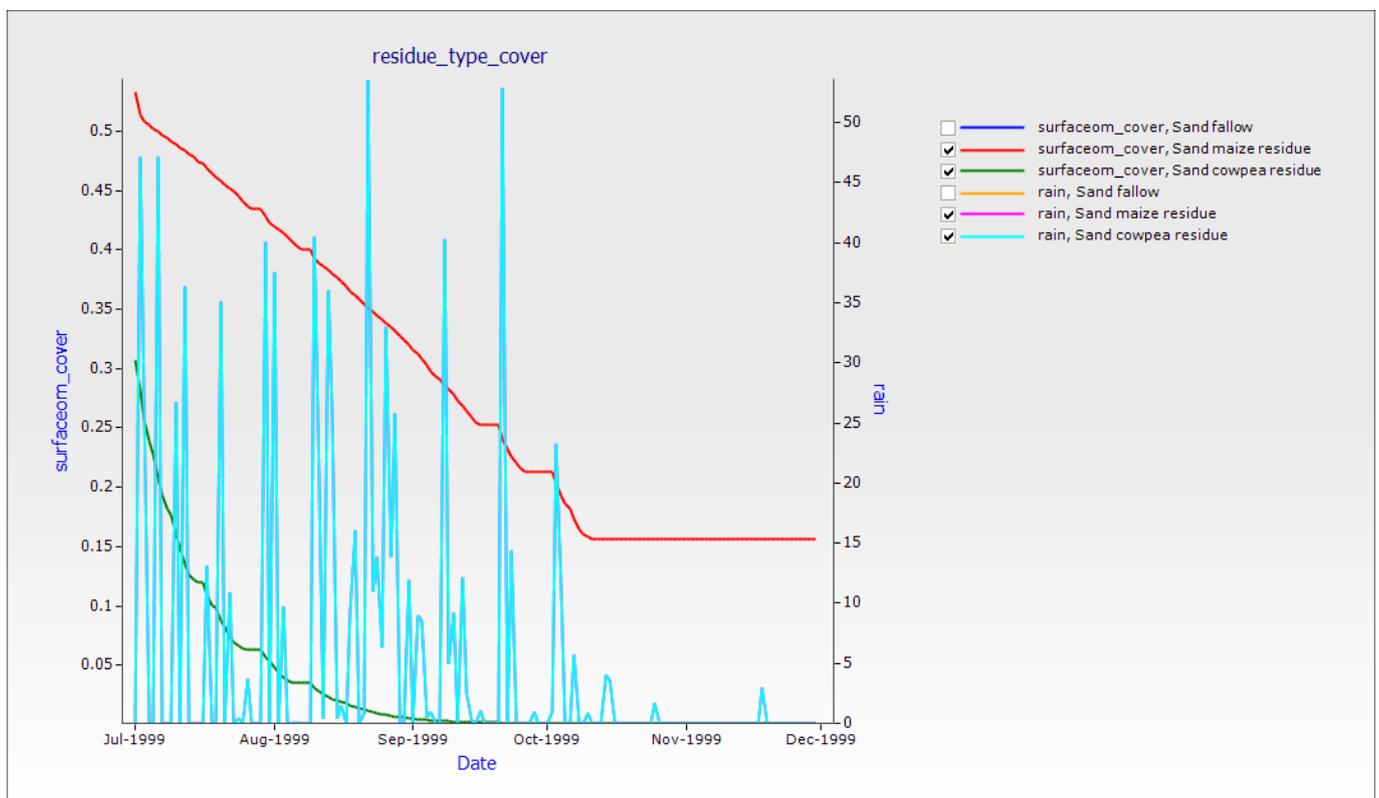
1. Copiez le graphique Couverture de maïs (*maize_cover*) que nous venons de créer sur le tableau d'affichage et passez-le sur le nœud de simulations en haut de l'arbre.
2. Faites le graphique Date par rapport à Ruissellement (cumul) et Pluie (Date vs runoff(cumulative) and rain) (cette fois sur le même axe que le ruissellement (runoff) **PAS** sur l'axe de droite (right hand axis))
3. Renommez ce graphique ruissellement des résidus (*residues_runoff*). Notez que les données des deux simulations apparaissent (Jachère sableuse et Résidus de maïs sableux) (*Sand Fallow* and *Sand maize residue*).



Effet du type de résidu sur la vitesse de décomposition

Le modèle de résidu APSIM décompose des résidus à différents taux conformément au ratio C:N (C :N ratio) du matériau. Pour la démonstration, nous allons reproduire la simulation précédente mais appliquer Résidus de légumes (legume) à la place de Résidus de maïs (maize).

1. Créez une autre copie de la simulation Résidus de maïs sableux (Sand maize residue) et nommez-la Residu de fèves sableuses (Sand cowpea residue).
2. Changez les paramètres à 2000 kg/ha de résidus de fèves (cowpea(type) residue). Réglez le ratio C:N à 20 (C :N ratio to 20). (Rappelez-vous que vous pouvez changer le nom de Fond matière Organique (Organic Matter pool) en Fèves par exemple).
3. Exécutez (Run) cette nouvelle simulation. (Si vous venez de sélectionner cette simulation dans l'arbre et de cliquer la touche Exécuter (Run), seule cette simulation sera exécutée au lieu de l'ensemble).
4. Faites le graphique des simulations de Maïs sableux (Sand maize) et Résidu de fèves sableuses (Sand cowpea residue) avec la couverture de résidu (residue cover) comme fonction de temps (par ex., Date). Ajouter Pluie (rain) sur l'axe de droite (right hand axis) si vous le voulez.
5. Renommez le graphique 'couverture de type residu'.



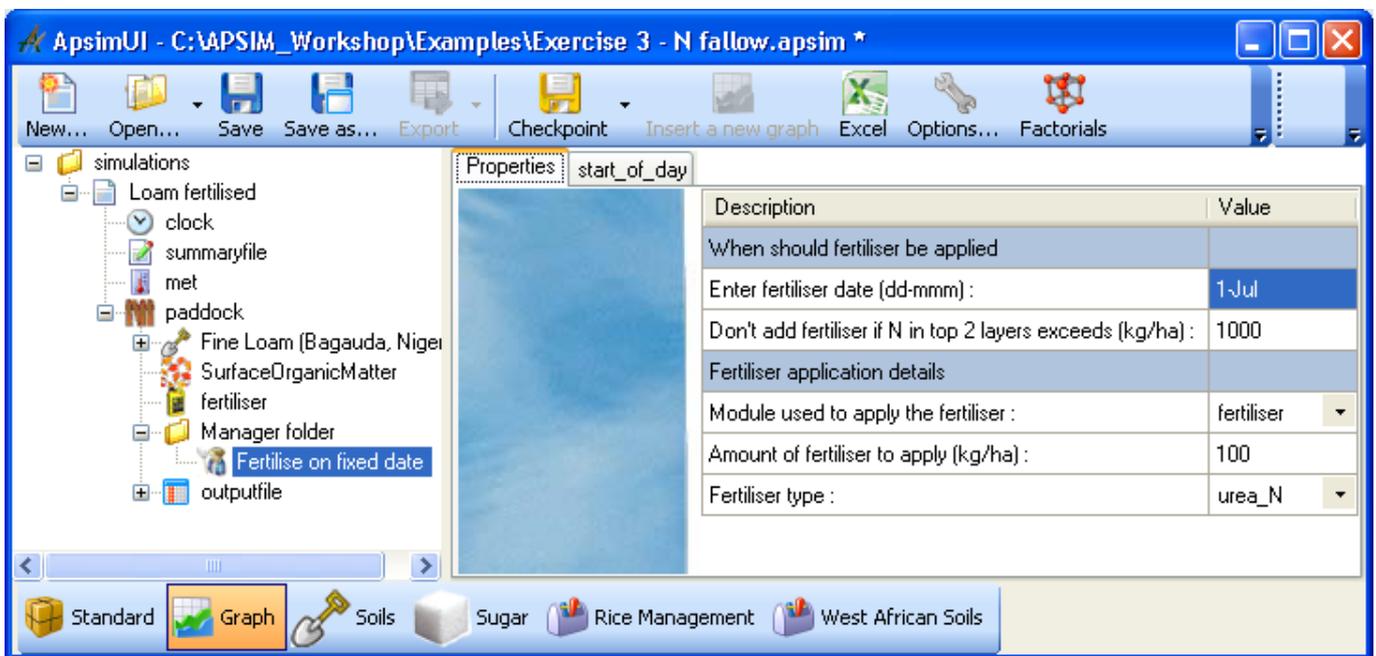
3. Cycle d'azote

Dans cet exercice, vous observerez le sort de l'engrais d'azote (fertiliser nitrogen) dans les situations de jachère suivantes: Urée vers ammoniac vers nitrate et la perte de nitrates dans le sol par la dénitrification.

Cette simulation nous introduira à éditer une règle simple de Gestionnaire (Manager) et à d'autres dispositifs plus élaborés de résultats de simulation graphique. D'abord, nous devons régler nos données de climat (weather) et de sol (soil). La simulation est sur un sol argileux fin dans la région du Ségou au Mali.

Les exemples présumant que vous avez lu et navigué dans les documents précédents : Comment Construire, Exécuter et Faire un Graphique de Simulation (How to Build, Run and Graph a Simulation).

1. Commencez une nouvelle simulation basée sur Maïs continu (*Continuous maize*)
2. Changez le nom de la simulation en Argile fertilisée (*Loam fertilised*)
3. Sauvegardez (save) le fichier comme the file as *Exercice 3 -N jachère.apsim (Exercise 3 - N Fallow.apsim)*
4. Choisissez le climat "Ségou - Mali 1972-2001.met" (c:\apsim_workshop\met)
5. Entrez la date de début de simulation (enter the start date of the simulation): 1/07/1999
Entrez la date de fin de simulation (enter the end date of the simulation): 30/11/1999
6. Dans la boîte d'outils Sols d'Afrique de l'Ouest (West African Soils), sous Nigeria\Kano, cherchez le sol "Argile fine (Fine Loam) (Bagauda, Nigeria)". Emmenez ce sol sur le nœud de champ (paddock) de l'arbre de simulation. Retirez le sol ancien.
7. Réglez l'Eau de début à 50% (Starting water to 50% full), répartie également (evenly distributed).
8. Réglez le Début d'azote (Starting nitrogen) à 11 kg/ha NO₃ et 5 kg/ha NH₄.
9. Réglez la matière organique initiale de surface (initial surface organic matter) à 2000 kg/ha de résidu de maïs (to 2000kg/ha maize residues).
10. Retirez le composant de maïs (maize) du champ (paddock) et toutes les règles de Gestionnaire (manager) du dossier de Gestionnaire (manager).
11. Faites glisser un Engrais à date fixe (*Fertilise on fixed date*) dans votre composant Gestionnaire (manager). 'Boîte d'outils standards' > 'Gestion' > 'Gestion (tâches communes) ("Standard toolbox" -> "Management" -> "Manager (common tasks)")
12. Changez les paramètres de gestion de l'engrais (fertiliser) pour appliquer 100 kg/ha d'urée N sur la propriété du 1^{er} juillet (laisser le 'N'ajoutez pas d'engrais si N dans les 2 couches supérieures excède (kg/ha)' ("Don't add fertiliser if N in top 2 layers exceeds (kg/ha)" et réglez le "Module utilisé pour appliquer l'engrais" à "engrais" (Module used to apply the fertiliser to "fertiliser")



13. Assurez-vous que votre simulation contienne un composant Engrais (*Fertiliser*) dans votre champ (paddock). Même s'il n'a pas de propriétés changeables, il est quand même nécessaire quand un engrais doit être appliqué.

14. Choisissez ces variables pour rapporter (report) :

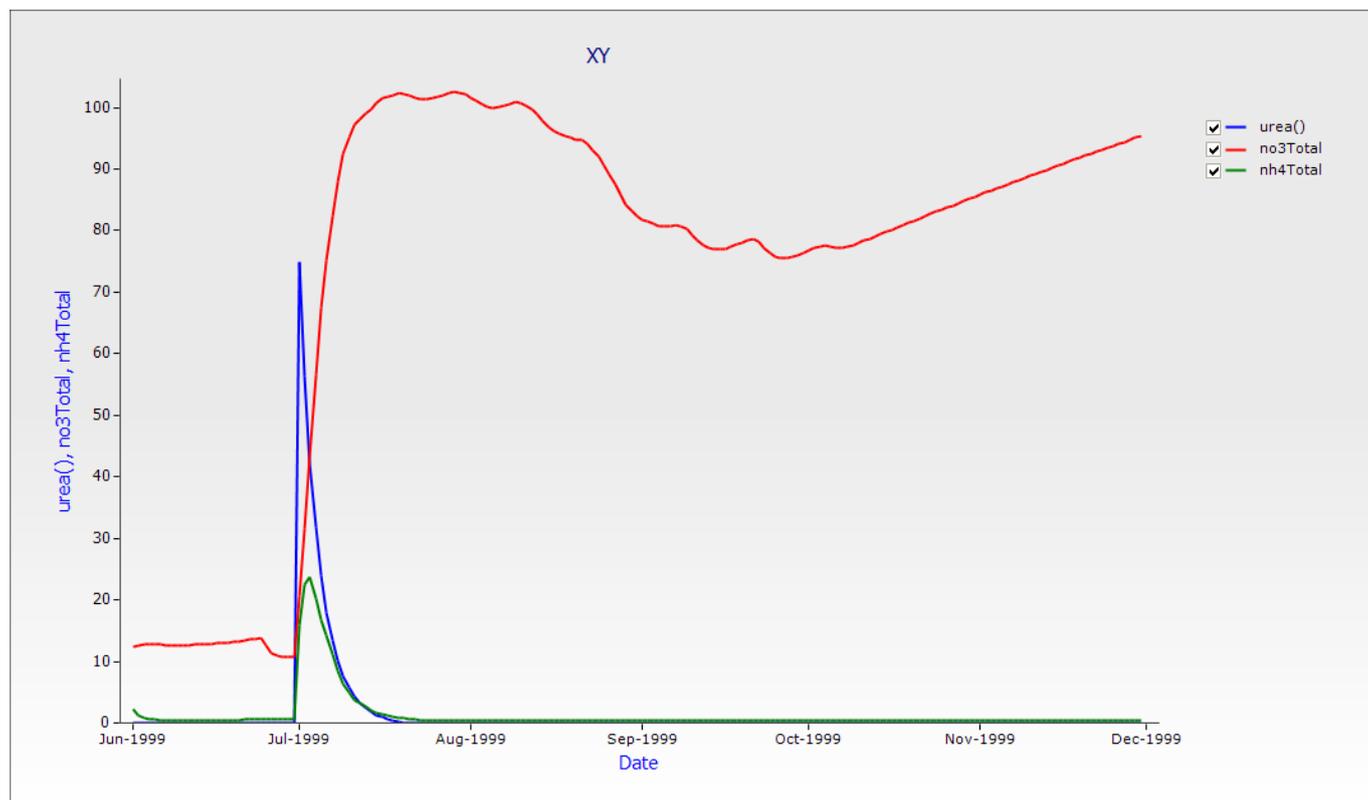
Component	Variable name	
Clock	dd/mm/yyyy as Date	
	Year	
	Day	
Met	Rain	
Soil (Fine Loam)	Dlayer	The thickness (in mm) of each soil layer
	Esw	Eau du sol extractible (mm)
	Drain	Drainage (mm)
	NO3() as NO3Total	Nitrate Azote - ajoutés sur le profil, sous le nom de NO3 total. (la touche <i>as</i> crée un alias)
	NH4() as NH4Total	Ammonium Azote, ajoutés sur le profil, sous le nom de NH4Total.
	urea()	
	dnit()	
	NO3	Nitrate Azote, en couches
	NH4	Ammoniac Azote, en couches

15. Changez la fréquence des rapports dans Evénements variables (*My Variables Events*) en fin de journée (end day).

16. Exécutez (run) la simulation.

17. Créez un graphique Date par rapport à l'urée, ammoniac total et nitrate total (date vs urea, total ammonium and total nitrate). Emmenez un composant graphique XY sur la simulation. Sur le

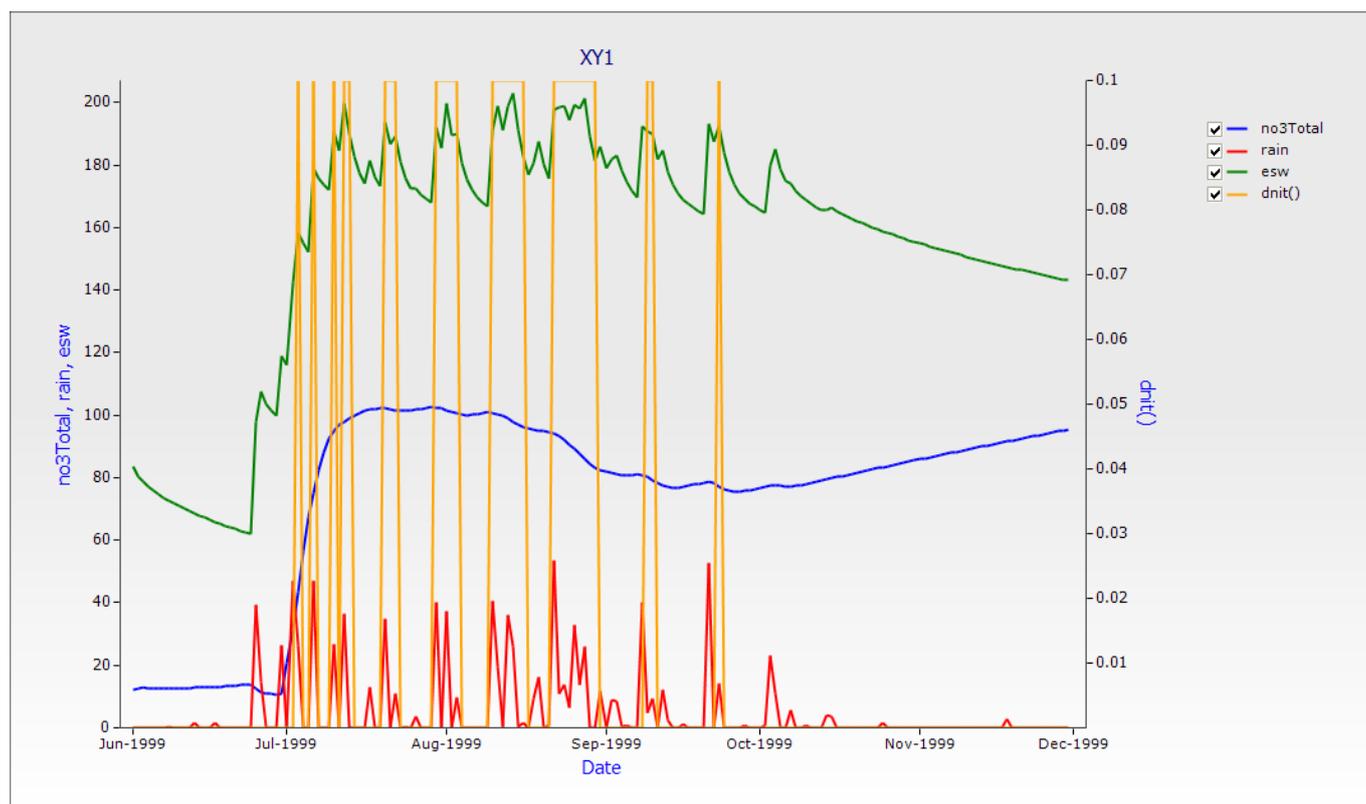
nœud de plot, réglez un Type de Point sur 'Aucun' (none) et laissez 'Type' comme 'Ligne solide' (Solid line).



Question: Pourquoi le graphique est-il comme ça ?

Illustration de l'extension et des conditions requises pour les pertes de dénitrification

Créez un nouveau tableau de Date par rapport à la Pluie (Date vs Rain), DNIT (sur l'axe de droite), ESW et NO3Total.



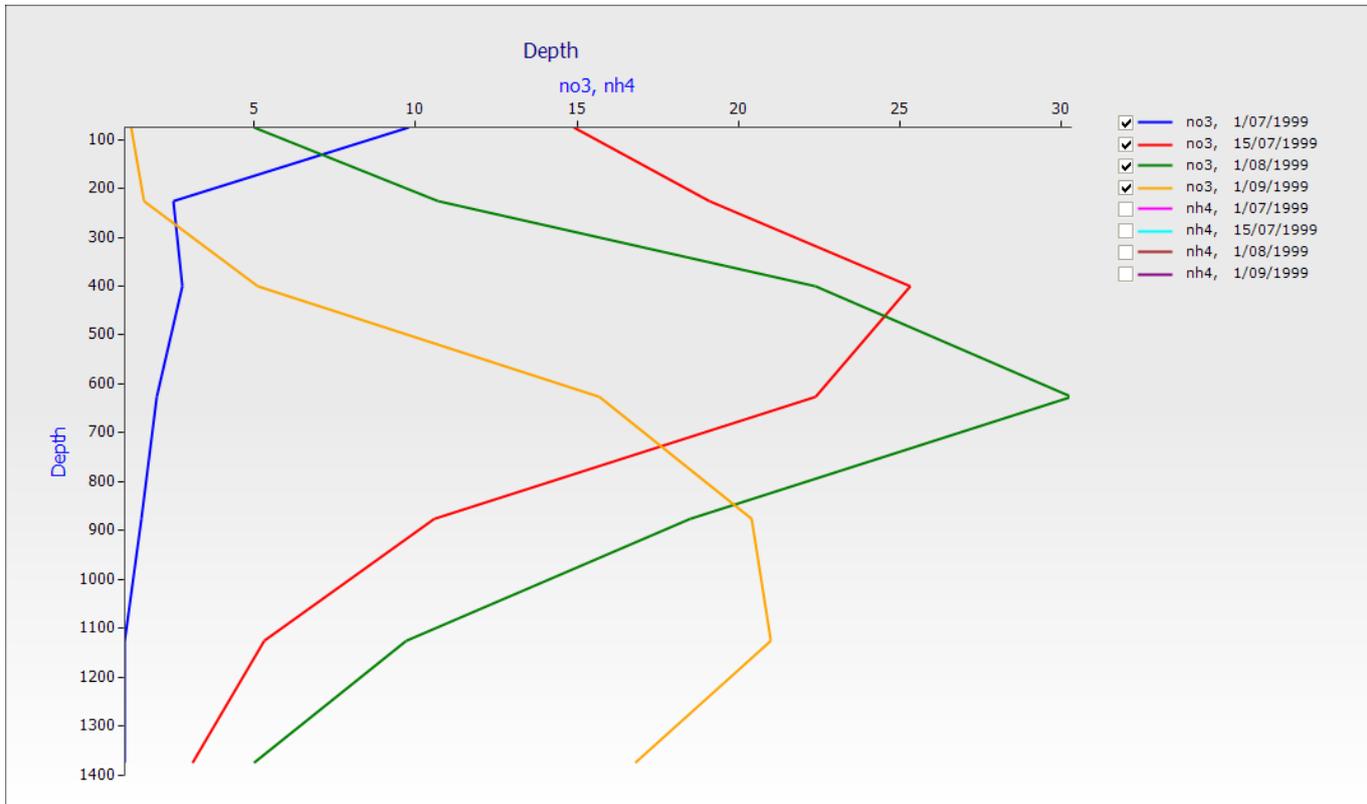
Dans ce tableau, vous pouvez voir que de l'azote est perdu par la dénitrification quand de grands volumes de nitrate sont disponibles dans des sols saturés. Mais pourquoi pensez-vous que le niveau de dénitrification est si bas (0.1 kgN/ha/jour) dans ce cas ?

Exploration du mouvement vertical du nitrate après fertilisation par le profil de sol

Regardons la distribution de nitrate par le profil du sol à 15 et 31 jours après la fertilisation et encore à 2 mois.

1. Créez un graphique de profondeur (de la boîte d'outils) et étendez tous les enfants (children). Allez au nœud de profondeur le plus bas et sélectionnez (pour qu'ils montrent ainsi une marque) les dates 1/07/1999, 15/7/1999, 1/8/1999 et 1/9/1999. Allez au nœud de plot et sélectionnez NO3 et NH4 et les variables X. Laissez les variables Y comme 'Profondeur'. Sélectionnez le nœud du haut de graphique ('Profondeur') et démarquez les cases pour les lignes 'NH4'.

Les plots de profondeur ne peuvent être faits que quand la simulation a dlayer dans le fichier de sortie avec au moins une autre variable en couche. C'est pourquoi nous incluons les variables no3 et nh4 comme variables en couche dans le fichier de sortie et pas seulement les variables NO3Total and NO4Total.



2. De ce tableau, vous pouvez voir la distribution de nitrate dans le sol aux jours 1, 15 et 31 après l'addition d'urée et à 2 mois.

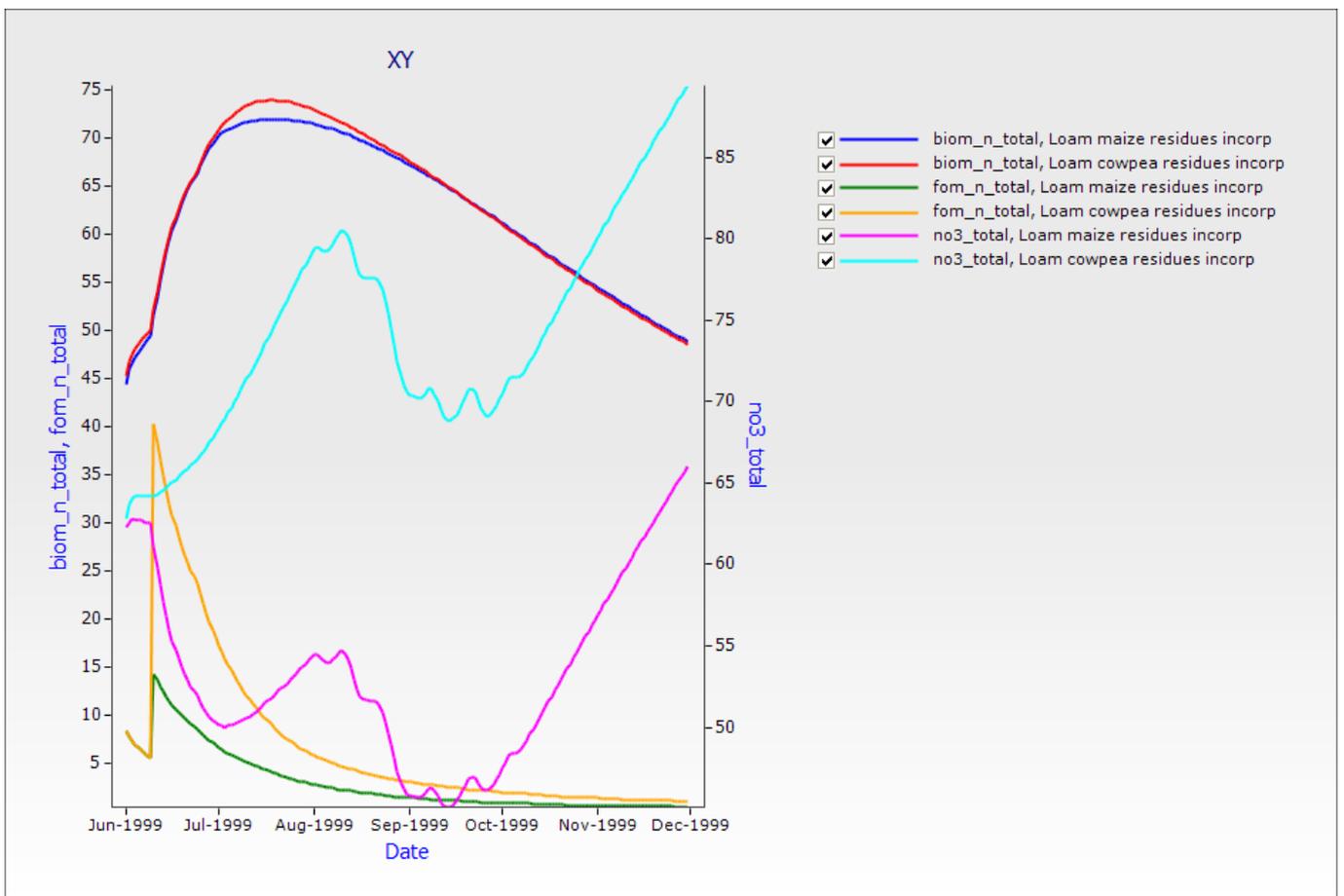
Mouvement d'azote entre les fonds de matières organiques

Dans cet exercice, nous traçons le mouvement d'azote dans la matière organique fraîche dans la biomasse microbienne de sol et plus tard dans l'azote minéral. Nous devons comparer les flux dans ces procédés pour incorporer deux types de résidu, le maïs et les fèves.

1. Faites une copie de la simulation de l'argile fertilisée (Loam fertilised) en emmenant le nœud du haut dans l'arbre (simulations). Ce réglage inclue déjà des résidus de maïs sur la surface à 2000 kg/ha
2. Changez le NO₃-N de début (starting NO₃-N) à 61 kg/ha (18 dans les deux couches du haut, 5 dans les couches restantes), en laissant NH₄-N à 5 kg/ha
3. Retirez la Date de fertilisation (*Fertilise on fixed date*) de votre composant de champ (paddock).
4. Faites glisser Labour à Date fixe (*Tillage on fixed date*) dans votre composant de 'champ' (paddock) pour cette nouvelle simulation. (ouvrez "Boîte d'outils (Standard toolbox)" -> "Gestion (Management)" -> "Gestionnaire (tâches communes) ((Manager) common tasks)
5. Changez les paramètres de gestion du Labour (Tillage) à:
date = 10 juin
Module utilisé pour appliquer le Labour = Matière organique de surface (Module used to apply the tillage = Surface Organic Matter)
Type de Labour = défini par l'utilisateur (Tillage Type = user_defined)
L'utilisateur définit la profondeur de la préparation du semis = 100 (mm) (User defined depth of seedbed preparation = 100 (mm))
L'utilisateur définit une fraction de résidu de surface à incorporer = 1.0 (User defined fraction of surface residues to incorporate = 1.0)
6. Changez le nom de ma simulation en Incorp. de résidu de maïs argileux (*Loam maize residues incorp.*)
7. Choisissez ces variables pour rapporter (report) :

Composant	Nom de la variable
Clock	dd/mm/yyyy as Date
Soil	Biom_n() as biom_n_Tot
	Fom_n() as fom_n_Tot
	NO3() as no3_Tot

8. Créez une copie de la simulation Incorp. de résidu du maïs argileux (*Loam maize residue Incorp*) et appelez-la incorp. le résidu de fèves argileuses (*Loam cowpea residue incorp*)
9. Changez les paramètres de résidu initial de surface (initial surface residue) à 2000 kg/ha de résidu de fèves (cowpea (type) residue). Réglez le ration C:N à 20 (C :N ratio to **20**). Rappelez-vous que vous pourriez changer le **Nom du fond de matière organique** (Organic Matter pool name) en fèves (to cowpea)).
10. Exécutez (run) les deux simulations pour l'incorporation de résidu.
11. Faites le graphique des deux simulations d'incorporation de résidu avec no3 tot (axe de droite) (right hand axis), biom_n_tot et fom_n_tot. (Faites glisser un graphique XY sur le nœud du haut (*simulations*), ouvrez le noeud ApsimReader et pointez vers les deux fichiers de sortie.



Examinez le changement d'organique frais N dans le résidu (fom_n) dans le temps.

Notez qu'il y a une forte augmentation dans les premiers jours quand le labour incorpore les résidus de surface et que le matériau est passé sur les modules Nsol alors que FOM. Sol fom-n pour les légumes est plus élevé que pour les résidus de maïs reflétant les différences du contenu N dans les 2 matériaux comme déterminé par les ratios C:N entrés dans le modèle.

Des différences entre les dynamiques de maïs et de légumes en décomposition peuvent se voir dans le transfert de N dans le fond N microbien (biom_n_tot), et les effets de ce transfert sur l'immobilisation/minéralisation nette de N organique par rapport au fond de nitrate de sol.

Qu'est-ce qui explique la diminution de NO₃-N en août?

4. Simulation – Saison simple

Dans cet exercice, nous allons simuler la croissance et le rendement de maïs et de fèves dans la même saison avec des conditions de démarrage identiques et nous allons comparer leur croissance et l'eau utilisée.

Vous en apprendrez plus sur la spécification du modèle Gestionnaire (Manager), ferez plus d'une exécution en mode de lot et utiliserez le simulateur pour faire une expérimentation 'quoi si' avec les taux et les types d'engrais. Ces aptitudes peuvent aussi être pour "expérimenter" au fil du temps, la plantation, le taux de semilles, les comparaisons et les différentes conditions d'humidité de sol de début.

Les exemples présumant que vous avez lu et navigué dans les documents précédents : Comment Construire, Exécuter et Faire un Graphique de Simulation (How to Build, Run and Graph a Simulation).

1. Démarrez une simulation en utilisant Sorgho Continu (Continuous Sorghum) comme modèle
2. Choisissez le climat "Ségou - Mali 1972-2001.met" (c:\apsim_workshop\met)
3. Entrez la date de début de la simulation (Enter the start date of the simulation): 1/06/1997
Entrez la date de fin de simulation (Enter the end date of the simulation): 30/09/1997
4. Dans la boîte d'outil Sols d'Afrique de l'Ouest (West African Soils), sous Nigeria\Kano, trouvez le sol 'Argile fine' (Fine Loam (Bagauda, Nigeria). Faites glisser ce sol sur le nœud du champ (paddock) de l'arbre de simulation.
5. Supprimez (Delete) le sol (soil) existant.
6. Réglez le Début eau à 75% capacité - rempli depuis le haut (Starting water to 75% full - filled from top).
7. Réglez le Début d'azote (Starting nitrogen) à 11 kg/ha de NO₃ (c'est-à-dire 3 sur les 2 couches supérieures et 1 dans les couches restantes) et en réglant NH₄ à 5 kg /ha (c'est-à-dire 2 sur les 2 couches supérieures et 0.2 dans les couches restantes)
8. Faites glisser Maïs (Maize) sur le champ de la simulation (de Standard Toolbox-> Crops) et **Supprimer le module de sorgho** (delete the sorghum module)
9. Dans le composant Matière organique de surface (Surface Organic Matter), changez le type et le fond de matière organique de surface (surface organic matter type and pool to maize) et réglez le résidu initial de surface (set initial surface residue) à 0 kg/ha.
10. Dans le composant Gestionnaire (*Manager*), supprimez la Règle de semilles du sorgho (*Sorghum Sowing rule*).
11. Faites glisser "Semille à date fixe" (Sow on a fixed date) dans un composant Gestionnaire (manager) (boîte d'outils standard > Gestion -> Gestionnaire (tâches communes) (Standard Toolbox -> Management -> "Manager (common tasks)")
12. Changez la règle de semilles (sowing rule):
réglez la date de semilles au 5 juillet (sowing date to 5-Jul).
réglez le nom de la culture en maïs (name of crop to maize).
réglez la densité de semilles (sowing density) à 4.4
réglez la profondeur de semilles mm (sowing depth (mm)) à 30
réglez la variété cultivée à katumani (cultivar to katumani)
réglez la classe de croissance de culture à planter (crop growth class to plant)
réglez écartement des rangées à 0.9 (row spacing to 0.9) (**NB**. Le module de maïs (maize) interprète les unités en mètres, pas en millimètres, (ce qui peut prêter à confusion)
13. Vérifiez que le 'nœud des Règles de moisson' ('harvest rule') indique que le maïs (*maize*) doit être moissonné.

14. Choisissez les variables du rapport:

Component	Variable name
Clock	dd/mm/yyyy as Date
	Year
	Day
Soil	ESW
	NO3() as no3_tot
Maize	daysaftersowing as Mz_das
	lai as Mz_lai
	yield as Mz_grn
	biomass as Mz_tbm
	biomass_n as Mz_Nuptk

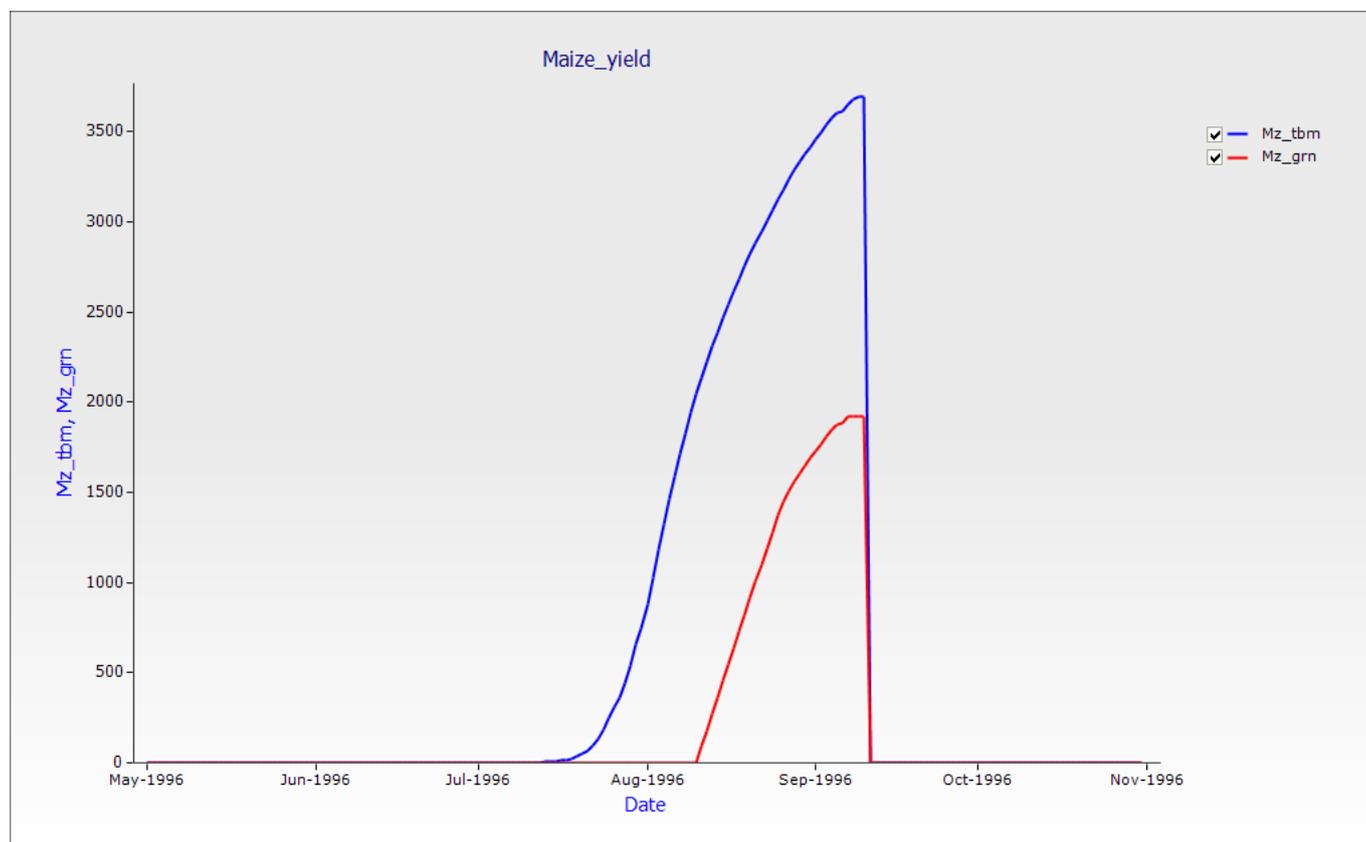
15. Choisissez la fréquence de rapport en fin de journée (end day reporting frequency).

16. Renommer (rename) la simulation en Mais (*Maize*) 0N 1997.

17. Sauvegardez le fichier de simulation comme *Exercice 4 - Crops_single_season.apsim*

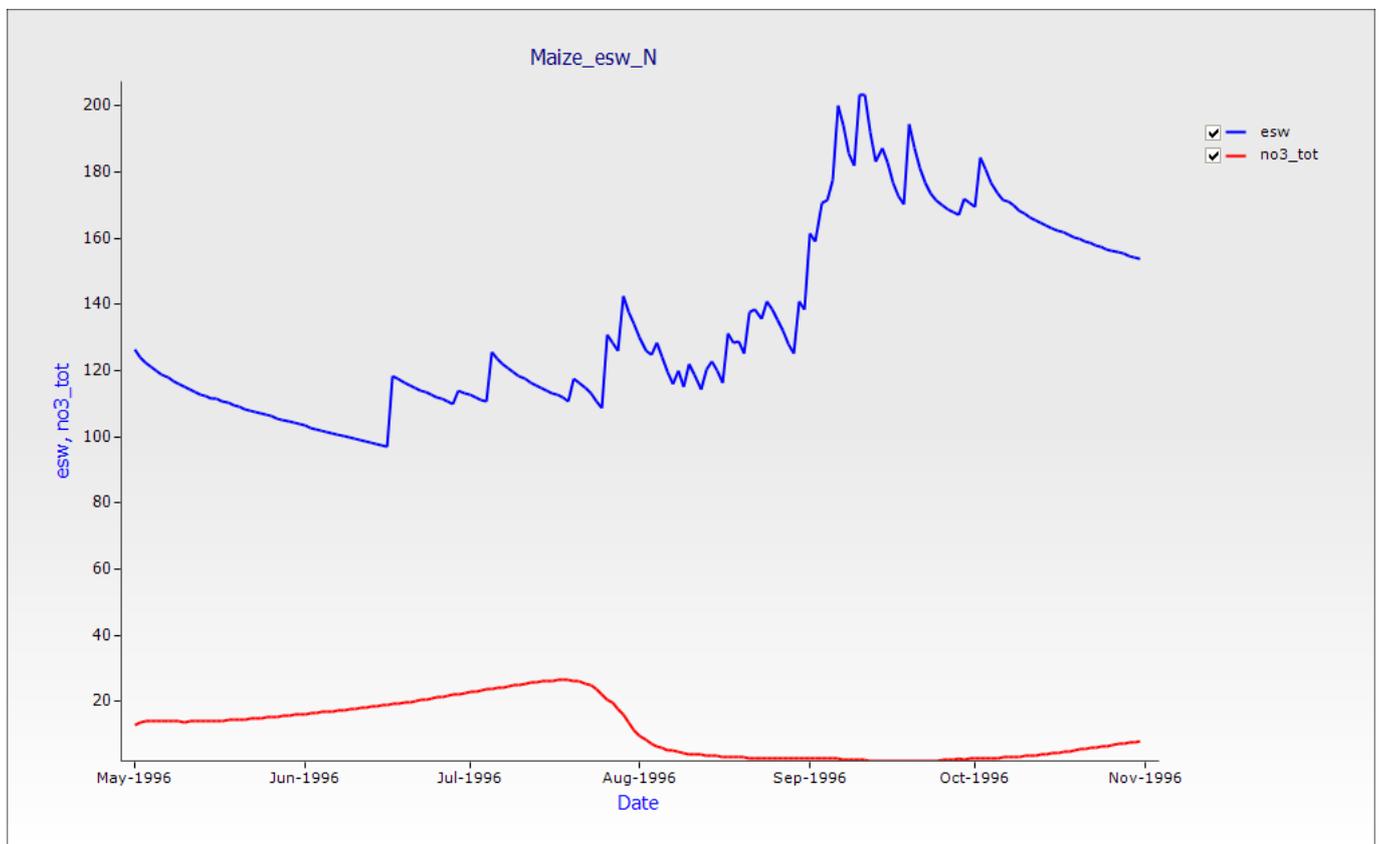
18. Exécutez la simulation de Maïs (maize) pour la saison 1997.

19. Plotez Mz_tbm et Mz_grn avec un graphique XY avec la Date en axe X.



Examinons les effets de la croissance de la culture sur les ressources du sol.

Plots esw et no3_tot sur un graphique XY.

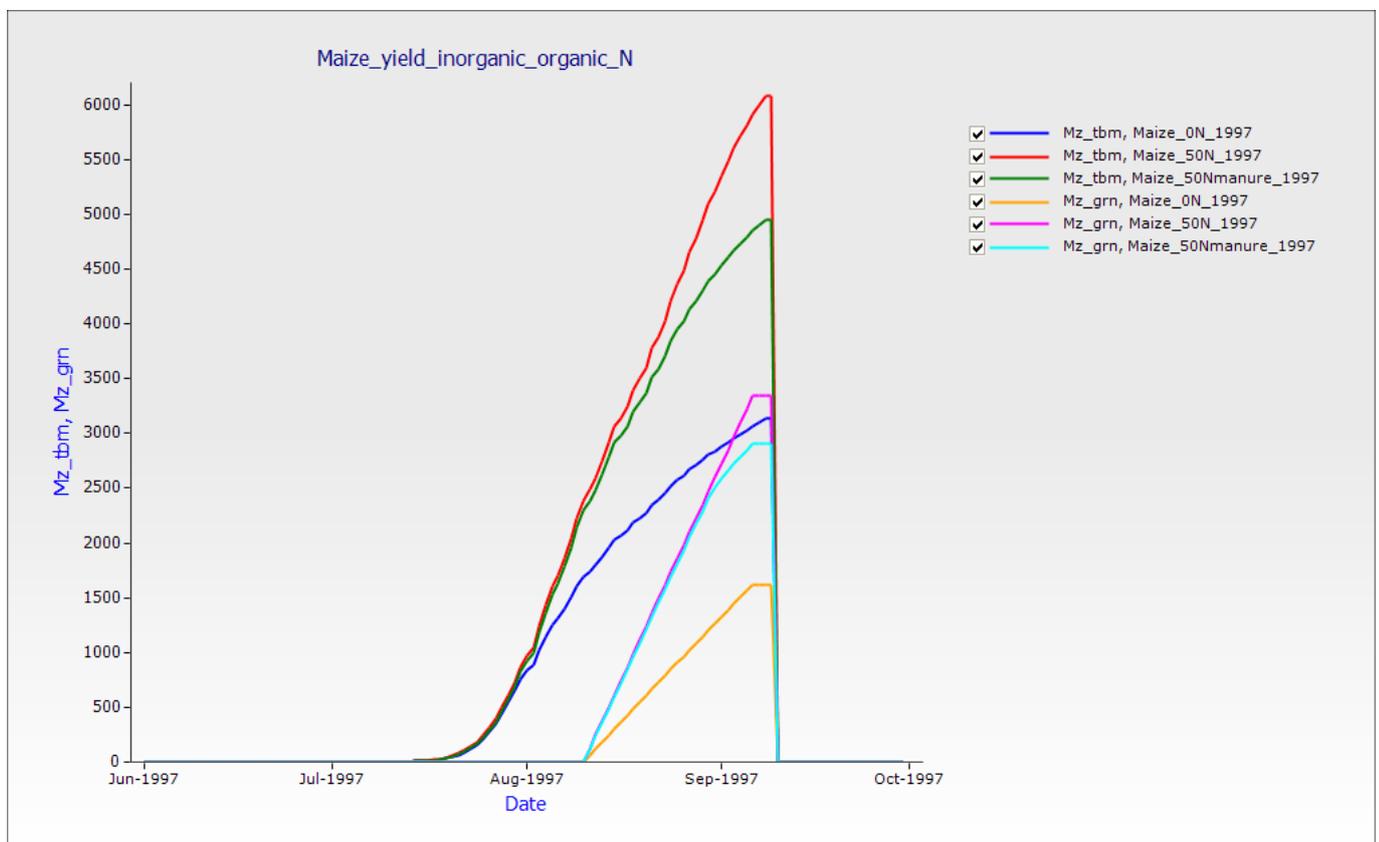


Réponse du maïs aux entrées N organiques et inorganiques

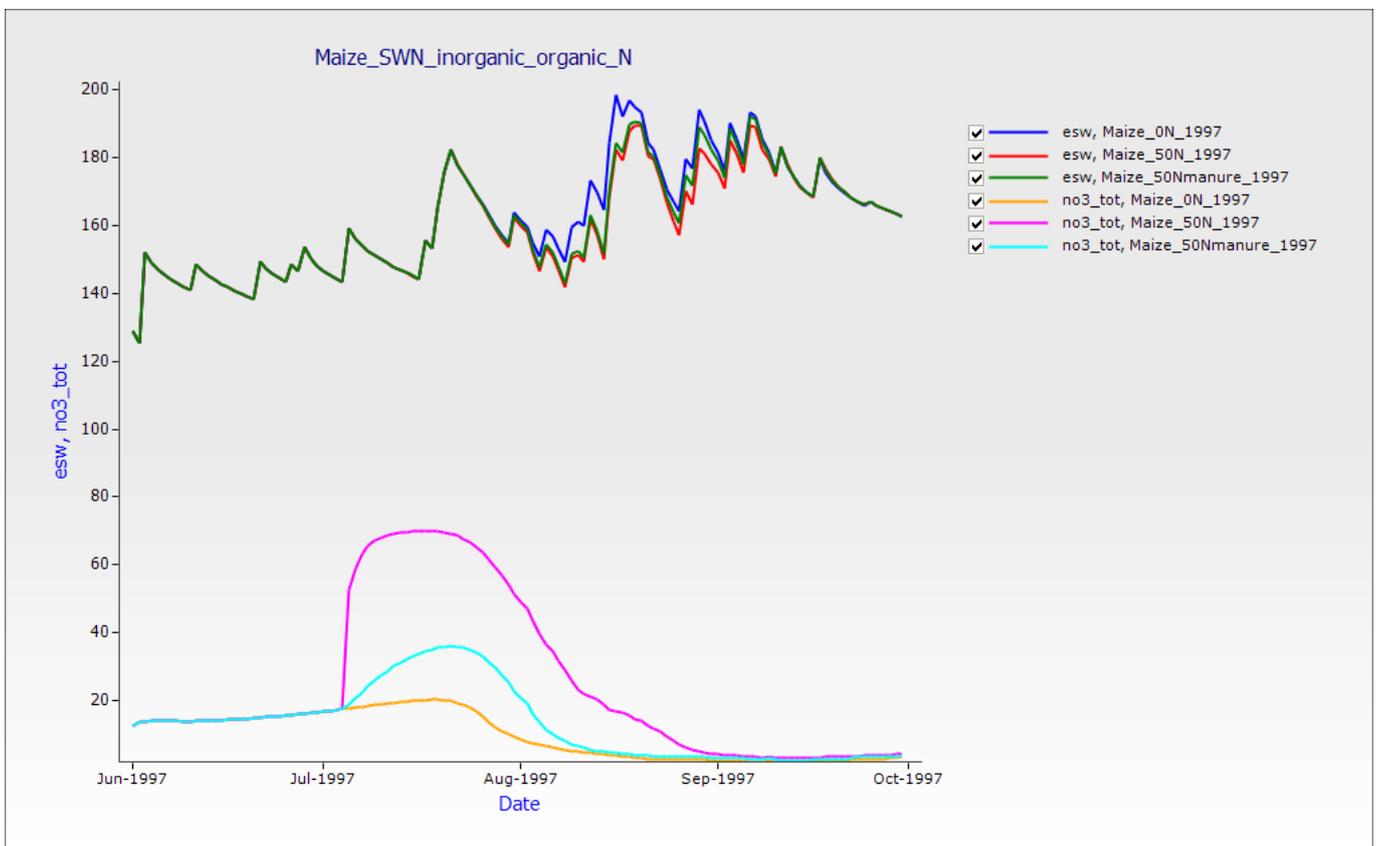
Dans cet exercice, nous allons simuler la réponse de croissance et de rendement du maïs comme engrais et fumier pour une seule saison (1997).

1. Faites une copie de la simulation du Maïs (*Maize*) 0N 1997 en la faisant glisser au nœud de simulations en haut de l'arbre de simulation.
2. Renommer (rename) cette copie Maïs (*Maize*) 50N 1997.
3. Faites glisser Fertiliser lors des semailles (*Fertilise at sowing*) sur le dossier Gestionnaire (Manager Folder) (de boîte d'outils > Gestionn > Gestionnaire (tâches communes) (Standard Toolbox" -> Management-> "Manager (common tasks)"
4. Changez les propriétés:
réglez le module Événement (module event) à venir de Maïs (*maize*)
réglez le module Événement en semailles (*sowing*)
réglez pour appliquer en Engrais (*fertiliser*)
réglez le volume à 50 (kg/ha)
réglez le type à *NH4NO3*
5. Sauvegardez le fichier.
6. Faites une copie de la simulation Maïs (*Maize*)_50N_1997 en l'emmenant au nœud de simulations en haut de l'arbre de simulation.
7. Renommer (rename) cette copie Maïs (*Maize*)_50Nmanure_1997.
8. Faites glisser *Fumier à date fixe* (*Manure on fixed date*) ET *Fumier à la semaille* sous Gestionnaire (Manager) (Ces modèles se trouvent dans (de boîte d'outils > Gestion > Spécialisations africaines et indiennes > Phosphore et Fumier) ("Standard toolbox" -> Management-> "African and Indian specialisations" -> "Phosphorus and Manure")
9. Faites glisser Labour à Date fixe (*Tillage on a fixed date*) sur Gestionnaire (Manager)

10. Retirez Engrais aux semailles (*Fertilise at sowing*) de Gestionnaire (Manager).
11. Pour *Fumier à date fixe* (*Manure on fixed date*), réglez la date au 1^{er} juillet (1-Jul) pour un volume = 2500 kg/ha, type = fumier, CNR = 8 et CPR = 50.
12. Pour *Fumier aux semailles* (*Manure at sowing*), réglez 'Événement de' ('event from') au Maïs (maize), montant = 2500 kg/ha, type = fumier, CNR = 8 et CPR = 50. (Note: Par défaut, SurfaceOM type = fumier (manure) est de 8%C dans le résultat apsim standard. A CNR = 8 %, N est de 1%. Ceci a été choisi pour appliquer 25 kgN/ha à chaque application. Cela fait que le N total appliqué est égal au traitement fertilisé)
13. Pour *Labour à date fixe* (*Tillage on fixed date*), réglez la date = 5-sep, Module utilisé = matière organique de surface (surface organic matter), Type de labour (Tillage Type) = défini par l'utilisateur (user defined), profondeur = 100mm, incorporation de fraction = 1.0
14. Sauvegarder (save) le fichier
15. Exécuter (run) les deux simulations
16. Créez un tableau XY de Mz_grn et Mz_tbm pour les trois simulations; Maïs (*Maize*)_0N_1997, Maïs (*Maize*)_50N_1997, et Maïs (*Maize*)_50Nmanure_1997.



Le plot montre que la biomasse du maïs et le rendement de grain est plus haut pour le N appliqué comme engrais. Examinez les effets des différentes entrées N sur les ressources du sol. Plot no3_tot et esw Par rapport à la date



Il y a un accroissement rapide dans les niveaux no3 après l'application du NH_4NO_3 et avec la nitrification prenant place. Même avec cela, le montant de $\text{NO}_3\text{-N}$ dans le profil est épuisé par la croissance de la culture au fil du temps et approche zéro au premiers temps du remplissage des grains.

L'introduction de fumier n'augmente pas le niveau de NO_3 au-delà de zéro pendant toute la période de culture.

5. Simulations de maïs sur plusieurs saisons

Réponse du maïs à l'engrais N - sur 10 ans

Dans cet exercice, vous allez examiner la réponse des cultures de maïs à l'engrais N et observer les probabilités de rendement pour une période de 10 ans.

En faisant cette simulation, vous allez apprendre les règles basées sur les semailles, les simulations à long terme, nouveau réglage d'humidité et d'azote aux semailles et faire le graphique des données de probabilité.

Les exemples présumant que vous avez lu et navigué dans les documents précédents : Comment Construire, Exécuter et Faire un Graphique de Simulation (How to Build, Run and Graph a Simulation)

1. Démarrez une nouvelle simulation en utilisant Maïs Continu (*Continuous Maize*) comme modèle.
2. Renommez la simulation en Maïs (*Maize*)_0N_10years
3. Choisissez le climat de Ségou et réglez l'horloge pour commencer le 1/01/1991 et finir le 31/12/2000.
4. Choisissez le sol Argile fine (Fine Loam (Bagauda, Nigeria). Les conditions de départ au 1/01/1991 sont 25% l'eau de sol, rempli depuis le haut; 7 kg/ha NO₃-N (comme 3.8, 1.7, 0.3, 0.3, 0.3, 0.3 et 0.3 à chaque couche) et 5 kg/ha NH₄-N (comme 3.0, 1.0, 0.2, 0.2, 0.2, 0.2, 0.2). La masse de résidu est réglée à zéro (voir nœud de matière organique de surface). Il faut régler la gestion pour les semailles et la fertilisation des cultures.
5. Ouvrez le dossier Gestionnaire (Manager) sous le Champ (paddock). Vous verrez quatre différentes règles de Gestionnaire. Cliquez sur Semailles utilisant une règle variable pour les inter-semailles (Sow using a variable rule with intercropping). C'est un modèle Gestionnaire généralisé très répandu. Il traite des problèmes de fenêtres de semailles, de sol et de critères de semailles, de sélection de développement et de densité, pré et post et pendant les semailles avec la fertilisation N, les applications de fumier et les opérations de labour. Ce modèle inclut aussi 'l'inter-semailles' ('intercropping') au cas où vous voudriez semer de l'herbe par exemple. Pour l'instant, nous sèmerons uniquement du maïs et utiliserons principalement les réglages par défaut avec les changements suivants :

Propriétés de la culture (Crop properties)

Entrer le développement (Enter cultivar) : mwi_local

Critères de semailles (Sowing Criteria)

Entrer la Date de DEBUT des semailles (Enter sowing window START date) (dd-mmm): 1-May

Entrer la Date de FIN des semailles (Enter sowing window END date) (dd-mmm): 31-Jul

Semailles: oui (Must Sow: yes)

Entrer le montant d'eau (Enter amount of soil water) (mm): 0

Application d'engrais en surface (TopDress fertiliser application)

Quantité d'engrais en surface (Amount of TopDress fertiliser) (kg/ha): 0

Application d'engrais avant les semailles (Pre-sowing fertiliser application)

Quantité d'engrais avant les semailles (Amount of pre-crop fertiliser) (kg/ha): 0

Composants de labour (Tillage components)

Nom de votre module de sol (Name of your soil module) : Argile fine (Fine Loam) (Bagauda, Nigéria)

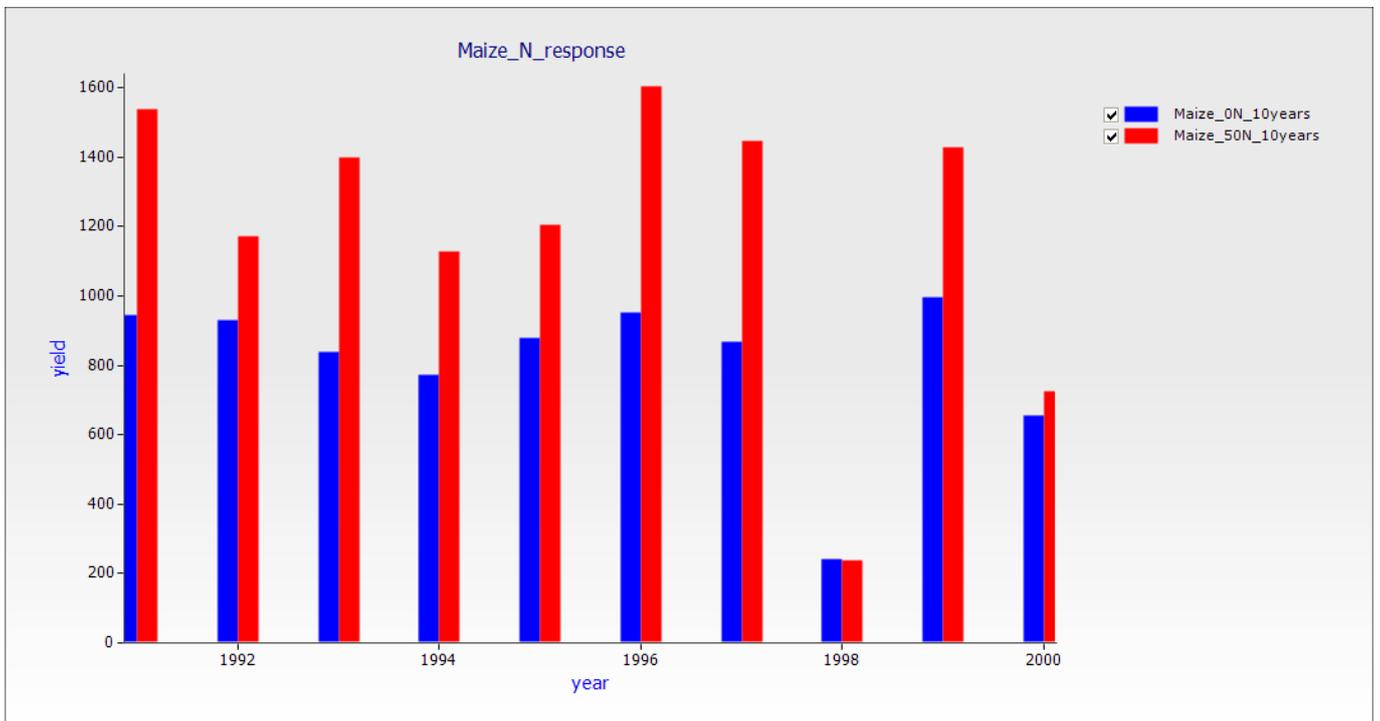
6. Laissez la Sortie de moisson inter-semailles (Output at harvesting for intercropping) et Règle de moissonnage pour l'inter-semailles (Harvesting rule for intercropping) avec des réglages par défaut.

7. Ouvrez Retirer tous les résidus à date fixe (Remove all residues on a fixed date) et réglez la date de retrait au 1^{er} déc (1-Dec).
8. Pour juger l'effet de la seule variabilité de la pluie en réponse N de culture, nous devons éliminer les variations dans les conditions de démarrage (eau, sol + N) et la gestion de culture (date des semilles, densité, développement) pour la simulation. Il faut régler à nouveau l'eau du sol et N aux semilles à chaque saison ainsi les effets de report de l'eau et N ou le ruissellement dans le sol OC n'influencent pas les résultats. Faites glisser *Régler eau, azote et surfaces OM aux semilles* sur Gestionnaire (de "Boîte d'outils Standard" > Gestion > "Gestionnaire (tâches communes)" (*Reset Water, Nitrogen and SurfaceOM on Sowing onto Manager (from "Standard Toolbox" -> Management -> "Manager (common tasks)"*))

Régler le module d'événement (Set event module) = maïs (maize),
 Module de sol = Argile fine (Bagauda, Nigéria) (Soil module = Fine Loam) (Bagauda, Nigeria)
 Module OM de surface = Matière organique de surface (surface OM module = SurfaceOrganicMatter),
 Régler eau de sol = oui (Reset soil water = yes),
 Régler l'azote du sol = oui (Reset soil nitrogen = yes),
 Régler la Matière Organique de Surface = oui (Reset surface organic matter = yes)
9. Montez la règle pour qu'elle soit la première sous le composant Gestionnaire (Manager) (L'ordre est important dans le composant Gestionnaire (manager). C'est l'ordre par lequel les règles sont vérifiées). Cliquez-droit sur la règle et sélectionnez Monter (Move-up)
10. Choisissez ces variables pour le rapport (suppression de variables par défaut non requises):

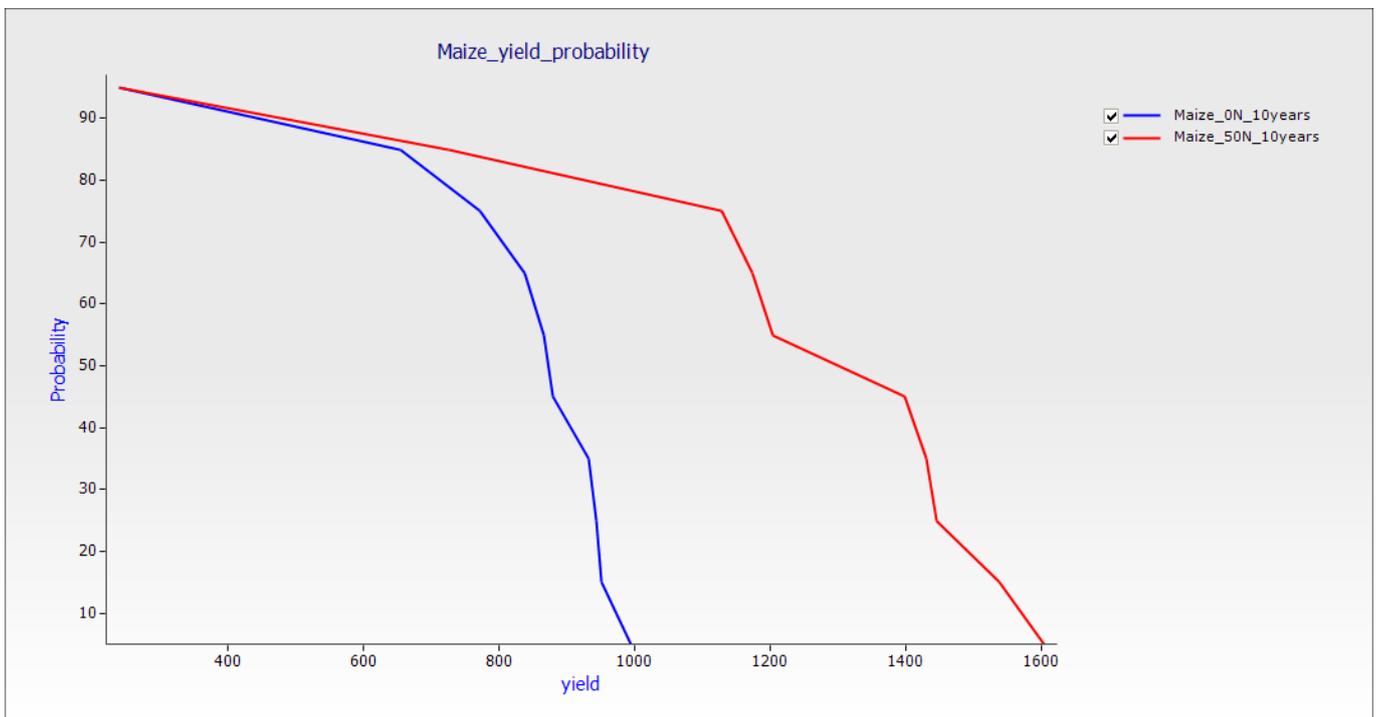
Composant	Variable name
Clock	dd/mm/yyyy as Date
	Year
	Day
Met	Rain
Soil water	ESW
Soil nitrogen	NO3()
Maize	DaysAfterSowing
	Biomass
	Yield

11. Sauvegardez le fichier de simulation en *Exercice 5 - Simulations de Maïs sur plusieurs saisons (Maize Simulations Multiple Seasons)*
12. Faites une copie de la simulation Maïs_SUR_10ans (*Maize*)_0N_10years en faisant glisser au nœud de simulations en haut de l'arbre de simulation.
13. Renommez (rename) cette copie en Maïs (*Maize*)_50N_10years. Ouvrez Semilles utilisant une règle variable avec un inter-semilles (Sow using a variable rule with intercropping) et réglez l'engrais de surface (Topdress fertiliser) = 50 kg/ha 35 jours après les semilles (35days after sowing).
14. Exécutez (Run) les deux simulations à long terme.
15. Plotez le rendement par rapport à l'année (Plot yield vs year) comme nouveau tableau de barre.



La réponse N est évidente dans toutes les saisons sauf en 1998. C'est clairement un faible risque pour les entrées N.

- Créez un plot de Probabilité d'excédent de Rendement (probability of exceedance plot of Yield) en utilisant un composant Graphique. Faites glisser un composant "Probabilité d'excédent" ("Probability of exceedance") sur le nœud de simulations (simulations) de la boîte d'outils Graphique (Graph).



Ce graphique montre la probabilité d'excédent pour le sol et les conditions de Gestionnaire des simulations.

6. Projections de changement climatique dans APSIM

Cet exercice vise à explorer les effets du changement climatique sur les systèmes de culture de maïs. En premier lieu, la réponse du maïs à l'élévation de CO₂ est examinée.

1. Construisez une simulation à long terme à Ségou; utilisez les simulations de maïs sur de multiples saisons (Multiple season maize simulations) comme guide (la simulation ci-dessous utilise la simulation Maïs (*Maize*)_50N_10years simulation). Sauvegardez le fichier de simulation comme *Exercice 6 - Changement climatique - Réponse au CO₂ (Climate Change – CO₂ response)*. Pour les analyses, nous voulons regarder les changements saisonniers sur la pluie, l'évaporation, la transpiration et le rendement des cultures.
2. Ajouter un composant "traceur" de "Boîte d'outils Standard > Gestion >" (Standard Toolbox" -> Management ->) au champ (paddock) et régler avec ceci :

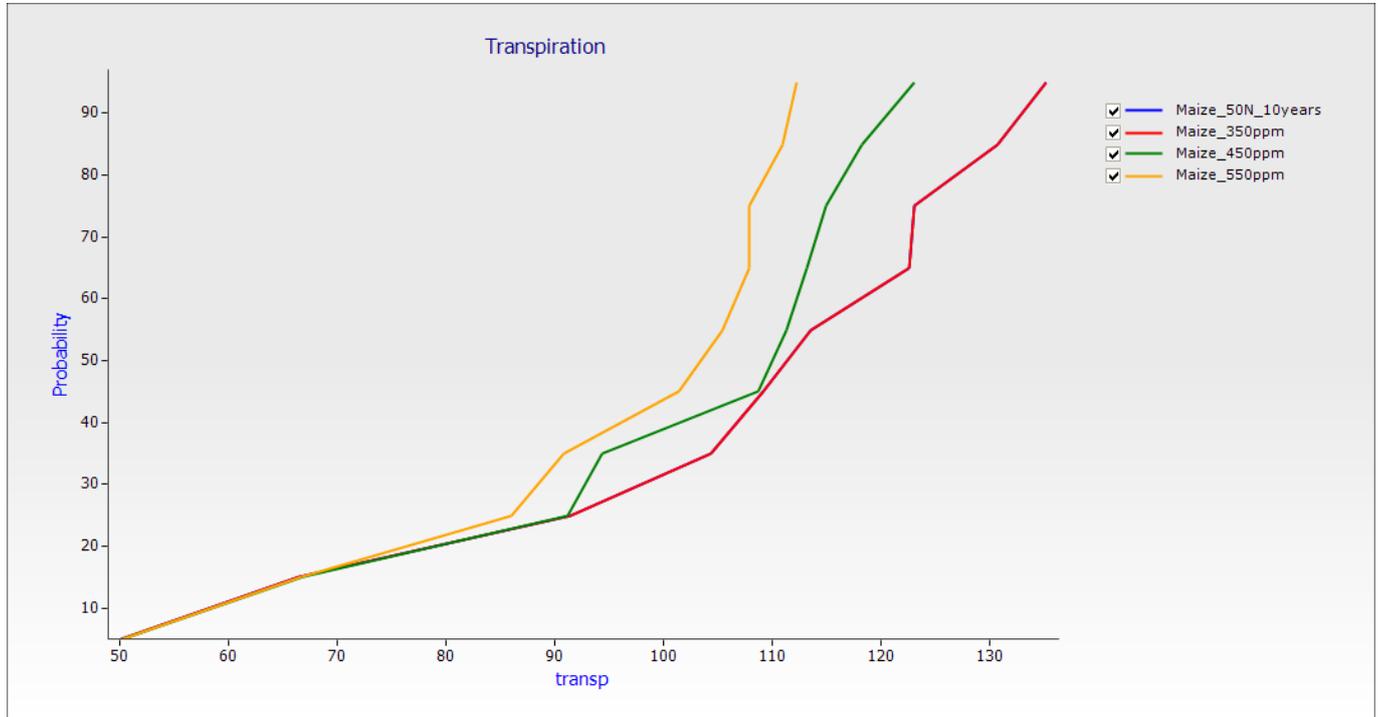
Variables de Traceur
sum of rain on start_of_day from sowing to now as RainSinceSowing
sum of ep on end_of_day from sowing to now as Transp
sum of es on end_of_day from sowing to now as SoilEvap

3. Dans le fichier de sortie, nous avons besoin des variables suivantes :

Composant	Nom de la variable
Clock	dd/mm/yyyy as Date
	Year
Maize	DaysAfterSowing
	Biomass
	Yield
Manager	DaysSinceSowing
tracker	RainSinceSowing
	SoilEvap
	Transp

4. Faites une simulation liée (linked simulation) et renommez-la (rename) "Maïs 350ppm". Les simulations liées peuvent être faites de plusieurs façons:
 - a) **Cliquez-droit** et tenir sur la simulation de source et faites glisser sur la simulation de source et faites glisser au niveau du nœud du haut (simulations). Un menu popup apparait quand vous laissez aller, sélectionnez l'option 'Créer un lien ici' ("Create Link Here").
 - b) Sélectionnez la simulation de source avec la touche gauche de la souris, maintenez appuyée la touche <alt> du clavier et faites glisser sur le nœud en haut (simulations). L'avantage des simulations liées est que les changements effectués sur n'importe quel composant sont fait sur tous les composants liés. Plus de détails se trouvent dans la section 'Utilisation de lien pour réduire la duplication de simulation' (Using linkage to reduce simulation duplication).
5. Sélectionnez la simulation Maïs (*Maize*) 350ppm (en bleu).
6. Depuis la boîte d'outils standards, faites glisser un objet "ini" du dossier 'Structure' ("Structural") sur le composant Maïs (maize) dans le champ (paddock). Cela nous permettra de supprimer la paramétrisation du maïs (maize) par défaut de 'pas de réponse CO' pour la remplacer par une qui a des réponses TE et N. Cliquez la touche de 'Recherche' (Browse) dans le composant de fichier 'ini' et pointez-le sur le fichier "C:\Apsim_Workshop\CO₂_parameter_files\Maize-7.4-CO₂.xml" dans le dossier de fichiers de l'atelier.

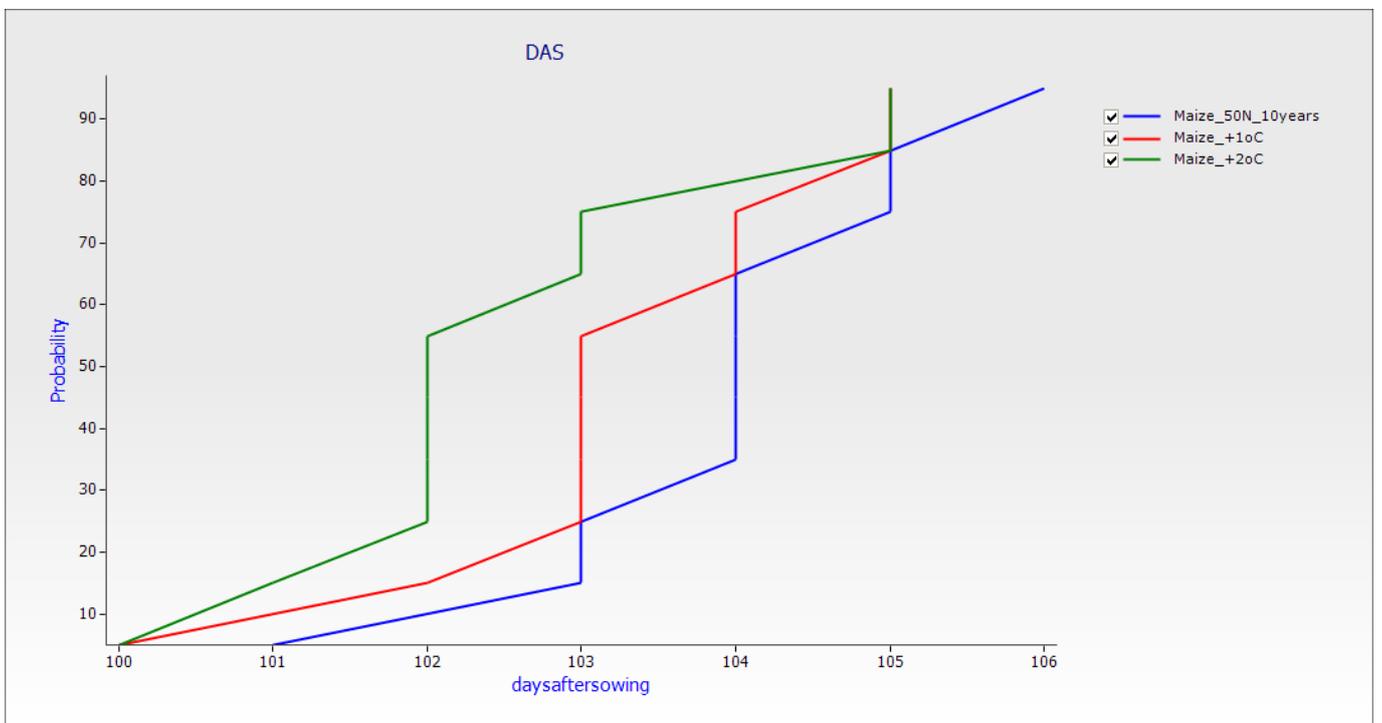
7. Faites glisser un composant "Gestionnaire vide" (Empty Manager) sur le dossier de Gestionnaire (manager) de la simulation, et sur sa tabulation 'init', écrivez l'équation component "CO2 = 350.0". Cela réglera la valeur du CO2 pendant la simulation à 350ppm.
8. Exécutez la simulation et vérifiez que les résultats sont identiques à la première par un plot CDF.
9. Faites deux autres simulations liées (linked), changez le niveau ambiant de CO2 à 450 et 550 ppm respectivement. Notez les changements dans l'utilisation de l'eau et le rendement des cultures. (NB: si vous utilisez la simulation Maïs (maize) 350 ppm comme source, rappelez-vous de délier le nœud de Gestionnaire qui règle le CO2 ambiant.



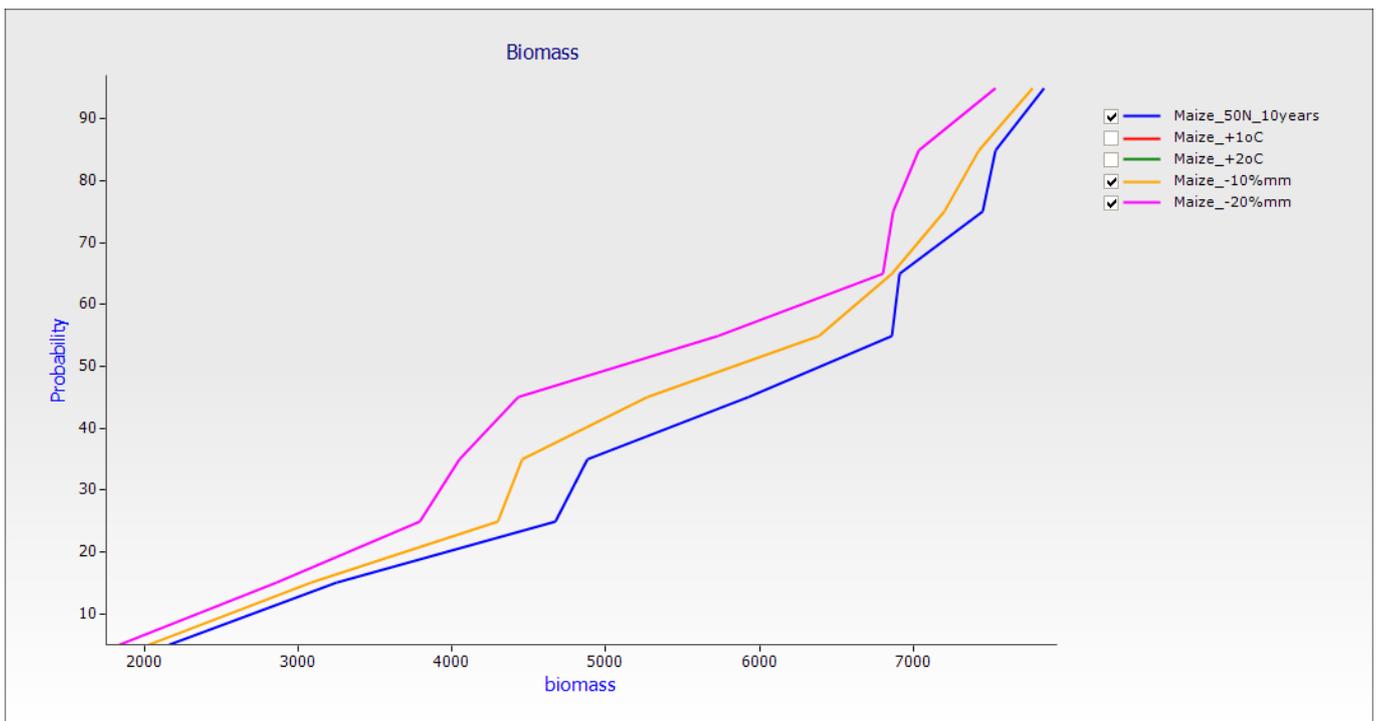
Dans la pluie et la maturité de la culture, les durées sont identiques dans cette simulation.

10. Nous allons ensuite examiner la durée de maturité (en fonction de la température) - nous commençons par sauvegarder sous un nouveau nom (Sauvegarder comme - *Exercice 6 – Changement climatique -Température et pluie (Climate Change –Temperature and rainfall).apsim*). Retirez toutes les simulations liées, par ex., celles qui contiennent les tabulations de Gestionnaire de 'CO2' créées ci-dessus. Faites de nouvelles simulations liées pour 2 scénarios de température : +1, +2 degrés. Faites glisser un Contrôle de Climat ('Climate control') du dossier Météorologique (Meteorological) dans la boîte d'outils standard sur chacune des dossiers de Gestionnaire (manager) des simulations liées.

Le composant 'Contrôle du climat' (Climate Control) nous permet de changer la température d'une valeur constante et la pluie par un pourcentage. Une fois encore, conduisez une expérience de sensibilité en augmentant la température de 1 degré à la fois (par ex., changement max = 0.5, changement min = 0.5) et de 2 degrés à la fois (par ex., changement max = 1, changement min = 1). Réglez le changement de pluie à 0.



11. Regardez ensuite l'effet de la réduction de pluie sur la biomasse. Faites des nouvelles simulations liées pour -10% et -20% de pluie (réglez les changements de température à 0).



7. Rotations

Dans cet exercice, vous allez créer une rotation maïs - fèves.

1. Créez une nouvelle simulation basée sur ‘Echantillon de rotation.apsim’ (*Rotation Sample.apsim*)
2. Changez le nom de la simulation en “Rotation maïs-fèves” (*maize cowpea rotation*) et sauvegardez le nom de fichier (filename) “*Exercice 7 –rotation maïs-fèves (maize cowpea)*”.
3. Choisissez le climat Ségou et réglez l’horloge pour commencer le 1/01/1981 et finir le 31/12/2000.
4. Choisissez le sol “Argile fine (Fine Loam) (Bagauda, Nigéria). Les conditions de démarrage le 1/01/1981 sont 0% pour l’eau de sol ; 13 kg/ha NO₃-N (comme 4, 2, 2, 2, 1, 1 et 1 pour chaque couche) et 7 kg/ha NH₄-N (comme 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1). La masse de résidu est réglée à 500 kg/ha maïs (voir le nœud de matière organique de surface).
5. Supprimez le coton (cotton), les pois chiches (chickpea) et le blé (wheat) de la simulation et ajoutez le maïs (maize) et les fèves (cowpea). Boîte d’outils/cultures (standard toolbox\crops).
6. Dans le dossier Gestionnaire (manager), supprimez les règles de semences et de récolte pour le coton et les pois chiches (cotton and chickpea) et également la règle de fertilisation aux semences (fertilise at sowing rule). Il doit rester trois règles: Rotation, semences de blé et récolte de blé.
7. Renommez la règle de semences de blé en semences de maïs et réglez ce qui suit:

Critères de semences (Sowing criteria)

Entrez la date de DEBUT de fenêtre de semences (jj-mm) : 1^{er} mai (Enter sowing window START date (dd-mmm): 1-May)

Entrez la date de FIN de fenêtre de semences (jj-mm) : 31 juillet (Enter sowing window END date (dd-mmm): 31-Jul)

Semences: oui (Must Sow: yes)

Montant de pluie: 20 (Amount of rainfall : 20)

Nombre de jours de pluie: 5 (Number of days of rainfall : 5)

Entrez l’eau de sol minimum disponible : 0 (Enter minimum allowable available soil water (mm) : 0)

Paramètres de semences (Sowing parameters)

Entrez le nom de la culture à semer : maïs (Enter name of crop to sow : maize)

Entrez la densité de semences (plantes/m²) : 2.2 (Enter sowing density (plants/m²) : 2.2)

Entrez la profondeur de semences (mm) : 100 (Enter sowing depth (mm) : 100)

Entrez le développement: mwi local (Enter cultivar : mwi_local)

Entrez la classe de croissance de la culture : plante (Enter crop growth class : plant)

Entrez l’espacement de range (mm): 900 (Enter row spacing (mm) : 900)

8. Copiez la règle de semences de maïs et renommez en Semences de blé. Réglez comme suit:

Critère de semences (Sowing Criteria)

Entrez la date de DEBUT de fenêtre de semences (jj-mm) : 15 mai (Enter sowing window START date (dd-mmm): 15-May)

Entrez la date de FIN de fenêtre de semences (jj-mm) : 15 juillet (Enter sowing window END date (dd-mmm): 15-Jul)

Semences: oui (Must Sow: yes)

Montant de pluie: 20 (Amount of rainfall : 20)

Nombre de jours de pluie: 5 (Number of days of rainfall : 5)

Entrez l’eau de sol minimum disponible : 0 (Enter minimum allowable available soil water (mm) : 0)

Paramètres de semences (Sowing parameters)

Entrez le nom de la culture à semer : fèves (Enter name of crop to sow : cowpea)

Entrez la densité de semences (plantes/m²) : 6 (Enter sowing density (plants/m²) : 6)

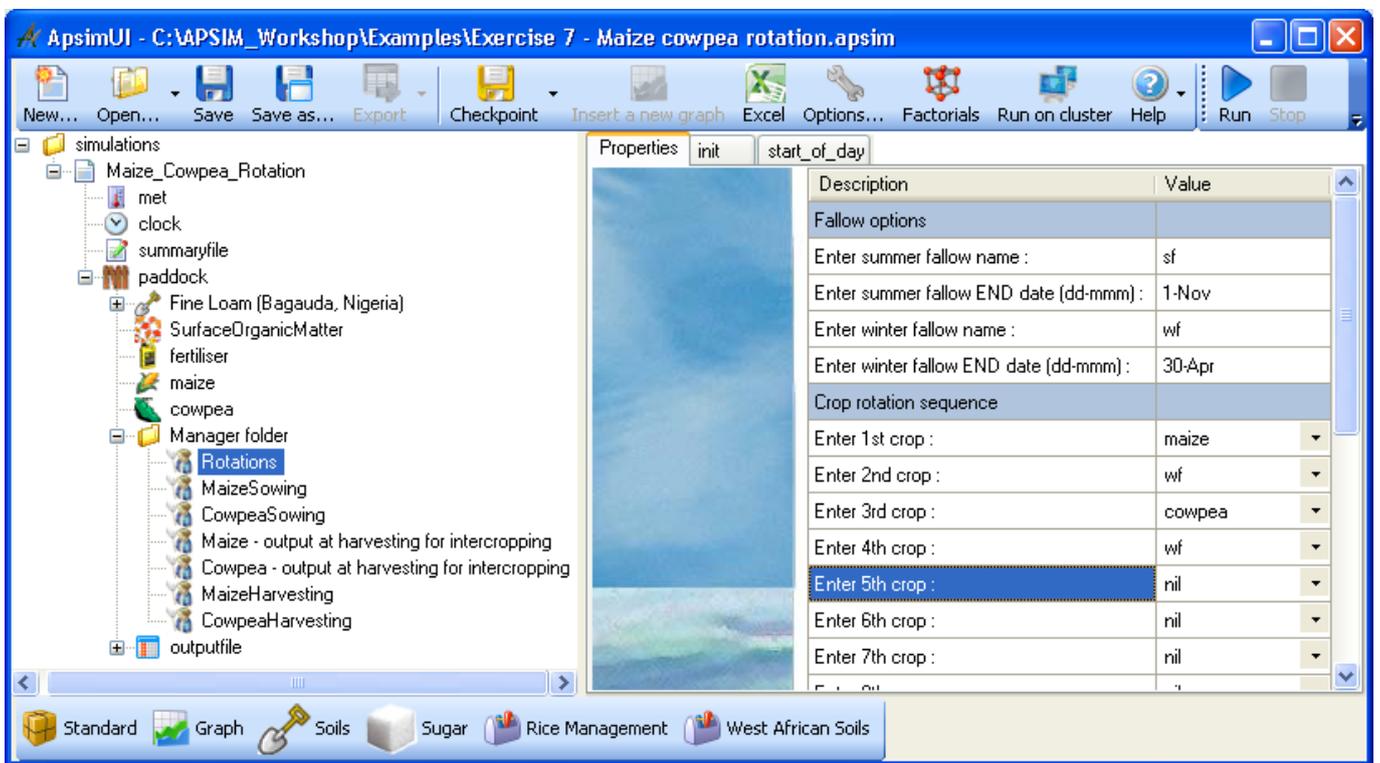
Entrez la profondeur de semilles (mm) : 100 (Enter sowing depth (mm) : 100)
 Entrez le développement: propagation (Enter cultivar : spreading)
 Entrez la classe de croissance de la culture : plante (Enter crop growth class : plant)
 Entrez l'espacement de range (mm): 900 (Enter row spacing (mm) : 900)

9. Renommez la règle Récolte Blé en Récolte Maïs (WheatHarvesting rule to MaizeHarvesting) et changez la culture à récolter en maïs (maize). Copiez cette règle et appliquez pour fèves (cowpea).
10. Comme nous allons maintenant sortir les résultats (pas quotidiennement), un composant supplémentaire de Gestionnaire (manager) est nécessaire pour rapporter les variables à la récolte. Faites glisser le "Résultat de récolte inter-semilles" sur le Dossier de Gestionnaire (de la Boîte d'outils Standard/Gestion/Spécialisations africaines et indiennes/Inter-semilles, Rotations et herbes (Output at harvesting for intercropping" to the Manager Folder (from Standard toolbox\Management\African and Indian Specialisations\Intercropping, Rotations and Weeds). Même si nous n'allons pas utiliser l'inter-semilles, cette règle nous permet toujours de sortir des variables à chaque fois qu'une culture est récoltée. Renommez cette règle en 'Maïs' - sortie à la récolte pour l'inter-semilles" (Maize - output at harvesting for intercropping) et réglez la culture en récolte quand elle est développée en maïs.
11. Copiez "Maïs - sortie de récolte pour l'inter-semilles" (Maize - output at harvesting for intercropping) sur le dossier de Gestionnaire et renommez en "Fèves - sortie de récolte pour l'inter-semilles" (Cowpea - output at harvesting for intercropping). Réglez la culture en récolte quand elle est développée en pois fèves.
12. Maintenant, nous devons régler la règle de *Rotations* de cultures. Nous devons d'abord régler les dates de FIN (end) pour les jachères d'été (summer) et d'hiver (winter). Réglez la date de fin de la jachère d'été au 1^{er} novembre (summer fallow end date to "1-Nov) et la fin de jachère d'hiver au 30 avril (winter fallow end date to "30-Apr). Puis réglez le sens de rotation de culture comme suit::

1ère culture	maize
2ème culture	wf
3ème culture	cowpea
4ème culture	wf
5ème culture	nil

sf, *wf* et *nil* sont des abréviations courantes. *sf* pour jachère d'été, *wf* pour jachère d'hiver et *nil* pour le point où la rotation retourne au commencement et se répète. APSIM ne reconnaîtra rien d'autre.

quand c'est terminé, cela doit ressembler à ceci:



13. Avant d’aller sur la sortie, nous devons vérifier l’ordre des règles de Gestionnaire. Assurez-vous que la règle de Rotations (Rotations) vient en premier suivie de la règle de Semilles (sowing), puis par les règles de Sortie (output) et enfin par les règles de Récolte (harvest) (comme illustré ci-dessous).

Dans le fichier de sortie (output file), nous devons rapporter les variables suivantes (variables):

Composant	Nom de la variable
Clock	dd/mm/yyyy as Date
	Year
	Biomass
	Yield

14. Réglez la Fréquence de rapport (Reporting Frequency) à Récolte” (Harvesting) (vous devrez taper ceci manuellement).

15. Exécutez (Run) les simulations.

16. Créez un graphique de barres des rendements des deux cultures.

