

**TP 7**

Analyse de modèle World3

Le but de ce TD est de vous faire analyser quelques paramètres et donc finalement quelques scénarios du modèle World3 qui a servi à écrire le rapport dit Meadows [1,2]. Dans la dernière partie du TP, vous pourrez conduire vos propres modifications afin d'imaginer les conséquences possibles de vos politiques.

Pour effectuer le TP, ouvrez un navigateur :

- Lancez <http://littlesthub.r2.enst.fr> ce qui donnera un jupyterhub compatible avec la bibliothèque World3.
- Récupérer le fichier `tp7_tse101_students.ipynb` sous Ecampus.
- Mettez ce fichier dans la console (à gauche) du jupyterhub
- Vous êtes prêts pour réellement commencer le TP.

Tout d'abord, il est nécessaire de prendre en main la bibliothèque permettant de simuler le modèle World3 sous Python.

Prise en main du simulateur World3 : on vous donne ici quelques commandes essentielles que vous devez tester avant de jouer avec le modèle World3

- 1.1 Lancez le modèle.
- 1.2 Lisez la définition d'une variable ou d'un paramètre
- 1.3 Examinez les dépendances d'une variable ou d'un paramètre
- 1.4 Affichez les valeurs de quelques variables
- 1.4 Testez le site permettant de visualiser les dépendances entre variables.
- 1.5 Visualisez des fonctions tabulées (a priori non-linéaire)

Quelques exemples de scénarios : le modèle d'origine comprend 9 scénarios. Nous rappelons les éléments essentiels de chacun des scénarios afin que vous puissiez comprendre les courbes obtenues. D'ailleurs pour chaque courbe, quel est le type de crise qui arrive en premier si une crise arrive ?

- 2.1 Scénario 1 (de référence) : modèle calibré avec les chiffres de données disponibles en 1970.
- 2.2 Scénario 2 (actuel) : idem au scénario 1 mais avec des ressources non-renouvelables plus abondantes
- 2.3 Scénario 3 : idem au scénario 2 mais avec développement intense de techniques de dépollution
- 2.4 Scénario 4 : idem au scénario 3 mais avec amélioration des rendements agricoles
- 2.5 Scénario 5 : idem au scénario 4 mais avec politique de protection des sols
- 2.6 Scénario 6 : idem au scénario 5 mais avec efficacité dans l'utilisation des ressources
- 2.7 Scénario 7 : retour au scénario 1 mais avec contrôle des naissances (dès 2000)
- 2.8 Scénario 8 : idem au scénario 7 mais avec une limitation de la production industrielle
- 2.9 Scénario 9 : contrôle des naissances, limitation de la production industrielle et également développement intense de techniques de dépollution, amélioration des rendements agricoles, protection des sols, efficacité dans l'utilisation des ressources. Quel nom pourrait-on donner à ce dernier scénario ?

Analyse d'un boîtier en particulier - la pollution : dans ce paragraphe, l'objectif est de comprendre comment est construit le boîtier « pollution ». Par comprendre, on entend identifier l'équation différentielle associée à la dynamique de la variable pollution (*ppol*) et donc de caractériser les commandes.

3. Pour y parvenir, utilisez l'attirail des fonctionnalités évoquées aux questions **1.** ainsi que le code déjà écrit dans le fichier `tp7_tse101_students.py`

Analyse d'un boîtier en particulier - les ressources non-renouvelables : dans ce paragraphe, l'objectif est de comprendre comment est construit le boîtier « ressources non-renouvelables ». Par comprendre, on entend identifier l'équation différentielle associée à la dynamique de la variable ressources non-renouvelables (*nr*) et donc de caractériser les commandes.

- 4.1 Pour y parvenir, utiliser l'attirail des fonctionnalités évoquées aux questions **1.** ainsi que le code déjà écrit dans le fichier `tp7_tse101_students.py`
- 4.2 Ecrivez l'équation différentielle correspondante à cette variable du système dynamique avec des notations lisibles (c'est-à-dire, pas les notations utilisées dans la bibliothèque).

Modification de la politique : dans ce paragraphe, il vous faudra être imaginatif afin de créer vous-même vos politiques publiques ou vos technologies innovantes ce qui finalement ce réduit à vos modèles de société.

On vous donne quelques commandes supplémentaires vous permettant de modifier le modèle `World3` et ainsi d'appliquer vos propres modèles. Quelques suggestions (que vous n'êtes pas obligés de suivre) :

- 5.1 Multipliez par 5 les ressources non-renouvelables par rapport au scénario 2.
- 5.2 Baissez l'indice de pollution de 5% par an à partir de 2000 par rapport au scénario 2.
- 5.3 Appliquez une politique « aucun gâchis alimentaire » à partir de 2020 par rapport au scénario 2.
- 5.4 A vous de jouer avec vos propres modifications

Bibliographie :

1. D. Meadows et al., « The limits to growth », 1972
2. D. Meadows et al., « Dynamics of growth in a finite world », 1974