

Modèle ORCHIDEE

Fiche de présentation

ORCHIDEE en quelques mots

ORCHIDEE (Organising Carbon and Hydrology In Dynamic Ecosystems) est le schéma de surface du modèle de climat de l'Institut Pierre Simon Laplace. Il résout explicitement les bilans d'eau et d'énergie des surfaces continentales, ainsi que la phénologie et le cycle du carbone de la biosphère terrestre.

Mots clés : climat, végétation, DGVM

Laboratoires de développement :

- * LMD « Laboratoire des Météorologie Dynamique », CNRS/ENS/Ecole polytechnique/UMPC (cycle hydrologique (i.e. SECHIBA)) ;
- * LSCE « Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement », CEA/CNRS/UVSQ (cycles biogéochimiques et des systèmes anthropisés (cultures, prairies, forêts gérées));
- * LGGE « Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement », CNRS/Université Joseph Fourier (processus froids (gel)).

Site internet : <http://labex.ipsl.fr/orchidee/>

Contact : <http://labex.ipsl.fr/orchidee/index.php/contact>

Description détaillée

ORCHIDEE (*Organising Carbon and Hydrology In Dynamic Ecosystems*) est le schéma de surface du modèle de climat de l'Institut Pierre Simon Laplace (Krinner et al. 2005). Il résout explicitement les bilans d'eau et d'énergie des surfaces continentales, ainsi que la phénologie et le cycle du carbone de la biosphère terrestre. Forcé par des jeux de données climatiques globaux ou régionaux pour (par exemple) une utilisation de type 'impacts du changement climatique', ORCHIDEE peut aussi être utilisé en dit couplé (en interaction continue avec un modèle d'atmosphère) pour étudier l'évolution du climat (passé, présent, futur). ORCHIDEE s'appuie sur le concept de Plant Functional Types (PFTs) pour décrire toute la distribution de la végétation en un nombre réduit d'éléments. Il existe 12 PFTs dans ORCHIDEE représentant cultures agricoles, herbacées, arbres tropicaux, tempérées et boréales; décidus ou non. Il est possible de rajouter un plus grand nombre de PFTs au modèle si cela s'avère nécessaire (pour par exemple des applications spécifiques sur un territoire, à fine échelle spatiale).

Le modèle est basé sur 3 modules (Figure 1).

* Le premier est appelé SECHIBA (Schématisation des EChanges Hydriques à l'Interface entre la Biosphère et l'Atmosphère, Ducoudré et al. 1993; de Rosnay and Polcher 1998). Il simule les échanges biophysiques d'eau et d'énergie entre les surfaces continentales et l'atmosphère à l'échelle de la demi-heure. SECHIBA résout également les mécanismes de photosynthèse, de respirations de croissance et maintenance, et de transpiration de la végétation. Deux paramétrisations hydrologiques (au choix) permettent de calculer le bilan d'eau. Le modèle de Choissel est composé de deux couches au fonctionnement très simple de type 'bucket', alors la paramétrisation CWRR (Centre for Water Resources and Research) utilise 11 couches afin de résoudre les équations du mouvement vertical de l'eau.

* La composante biogéochimique d'ORCHIDEE est le module STOMATE (Saclay Toulouse Orsay Model for the Analysis of Terrestrial Ecosystems, Viovy 1997). STOMATE calcule sur une base quotidienne des processus tel que la phénologie, l'allocation du carbone au sein de la plante, la décomposition de la litière et la respiration du sol. STOMATE fournit à SECHIBA la description physique de la végétation

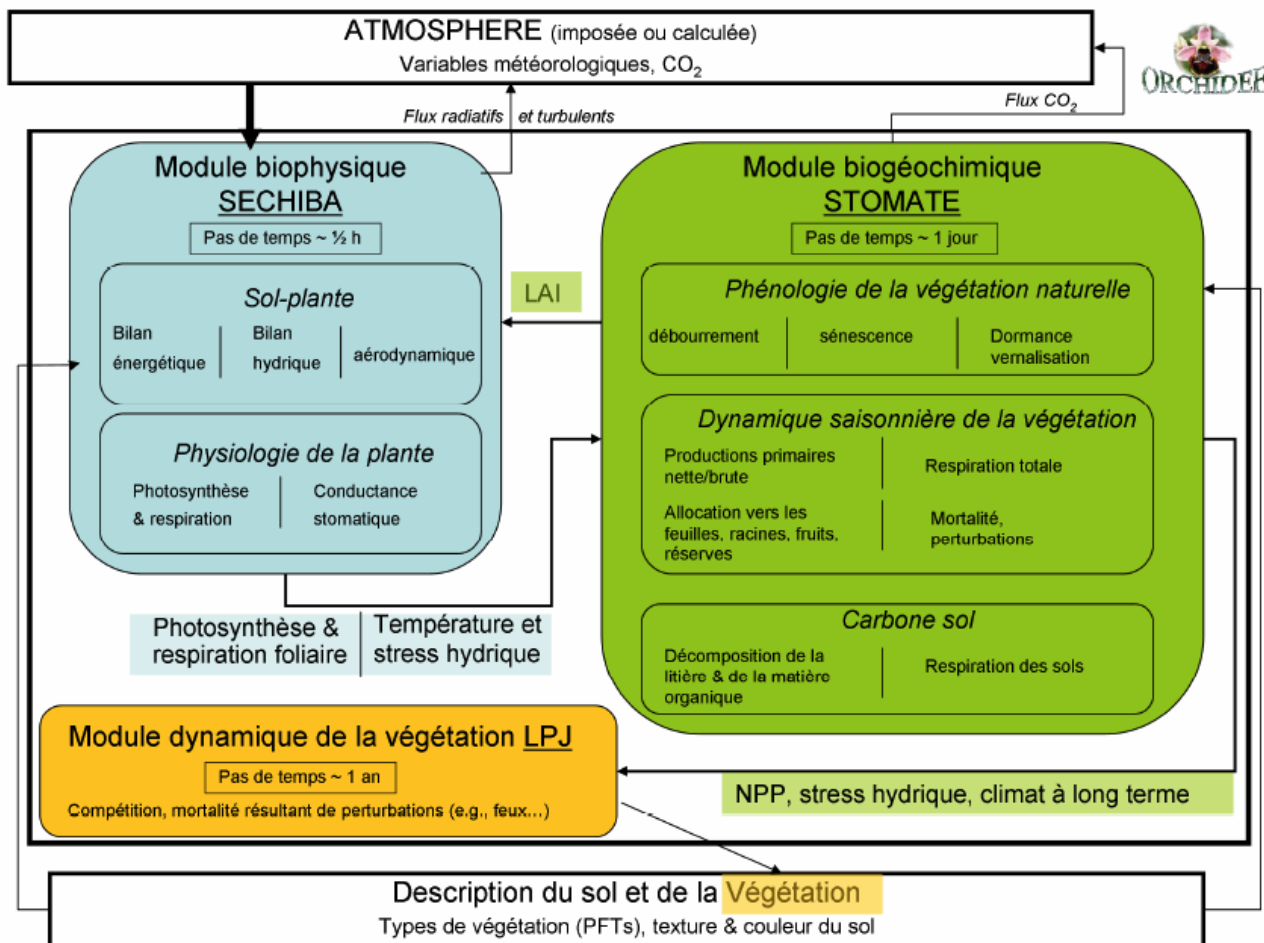


Figure 1. Structure schématique d'ORCHIDEE

nécessaire pour calculer les flux (e.g., indice foliaire (LAI)). En retour il reçoit les facteurs environnementaux et climatiques qui affectent le développement de la végétation (e.g. stress hydrique et thermique). La phénologie est PFT spécifique. Elle dépend de valeurs seuils basées sur la température et l'humidité du sol pour le débourrement et la sénescence. En termes de dynamiques du carbone chaque PFT est décomposé en grands réservoirs (feuilles, racines, aubier et duramen en dessous et au dessus du sol, fruits et réserves en nutriments). Le pas de temps de ce module est de un jour.

* Un module provenant du modèle LPJ (Lund Postdam Jena, Sitch et al. 2003) décrit la dynamique de la végétation naturelle potentielle, c'est à dire l'évolution à long terme d'un type de végétation par rapport à un autre. Il inclut l'apparition et la disparition de plantes en fonction de critères climatiques, la compétition pour la lumière, le rôle des feux. Le pas de temps de ce module, plus long que SECHIBA et STOMATE, est de un an. Ce module peut être désactivé afin d'utiliser une carte de végétation prescrite.

ORCHIDEE inclut également un module de

transport horizontal de l'eau permettant le transfert de masses d'eaux dans les rivières et les aquifères du bassin versant jusqu'à l'océan (Ngo-Duc et al. 2007).

Initialisation, paramètres ajustables, variables d'entrée / forçages

- **Initialisation** : toutes les variables relatives au sol et à la distribution de la végétation (contenu en eau, température, carbone dans le sol et la végétation, carte de végétation initiale)
- **Paramètres ajustables** : propriétés du sol (capacité maximale en eau) et de la végétation (e.g. coefficient d'assimilation du CO₂), distribution des écosystèmes
- **Forçages**: température et humidité de l'air ambiant, flux radiatif solaire et thermique parvenant à la surface (incidents), vent à 10m, pression de surface et CO₂ atmosphérique.
- **Bases de données** : type de sol à 1° de résolution (e.g. Wilson and Henderson-Sellers, 1985). Distribution de la

végétation à 5km dérivé de la classification de l'IGBP. D'autres bases de données concernant la végétation sont utilisées. Pour plus ample information se référer au site web du modèle

- ORCHIDEE possède également plusieurs modes de fonctionnement. Par exemple deux choix sont possibles pour calculer les bilans d'eau dans le sol ; on peut prescrire ou calculer la distribution de la végétation, imposer ou de calculer la saisonnalité de l'indice foliaire, ...

Couplage

Le modèle a été développé au sein du modèle de climat de l'Institut Pierre Simon Laplace (IPSL - Paris) mais peut être utilisé seul (en mode forcé par une climatologie imposée).

Il peut être utilisé couplé :

- au modèle de chimie-aérosols INCA afin de calculer de façon continue les échanges de composés chimiques, organiques, etc., entre la surface et l'atmosphère ;
- au modèle climatique régional WRF.

Un couplage avec le modèle régional de chimie atmosphérique CHIMERE est en cours de développement.

Variables de sortie principales

- Bilan d'énergie : flux de chaleur sensible et latent, flux radiatif émis/absorbés infra rouge et solaire ;
- Flux en eau : transpiration, interception, évaporation, sublimation, ruissellement de surface et drainage ;
- Stocks d'eau : neige, humidité du sol, eaux souterraines, rivières ;
- Flux de carbone : Photosynthèse, respirations autotrophe et hétérotrophe, productivité primaire nette, flux de CO₂ émis par les feux, flux total de CO₂ émis par les surfaces ;
- Stocks de carbone : litière, carbone du sol, biomasse des différents compartiments de la plante.

Caractéristiques techniques

- Logiciel pré-requis : aucun
- Langage informatique : Fortran
- Système d'exploitation : Linux
- Présence d'un guide d'utilisation : oui

Utilisateurs

Le code se distribue facilement sous réserve d'avoir au préalable la licence Cecill. Il est déjà utilisé dans plusieurs pays (Chine, Belgique, Pays-Bas, Espagne).

Publications - Références

Ducoudré, N. I., K. Laval, and A. Perrier (1993), SECHIBA, a new set of parameterizations of the hydrologic exchanges at the land-atmosphere interface within the LMD atmospheric general circulation model, *Journal of Climate*, 6, 248- 273

Viovy, N. (1997), Interannuality and CO₂ sensitivity of the SECHIBA-BGC coupled SVAT-BGC model, *Physics and Chemistry of The Earth*, 21, 489- 497

De Rosnay, P., and J. Polcher (1998), Modeling root water uptake in a complex land surface scheme coupled to a GCM, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 2, 239-256.

Sitch, S., Smith, B., Prentice, I. C., Arneeth, A., Bondeau, A., Cramer, W., ... & Venevsky, S. (2003). Evaluation of ecosystem dynamics, plant geography and terrestrial carbon cycling in the LPJ dynamic global vegetation model. *Global Change Biology*, 9(2), 161-185.

Krinner, G., N. Viovy, N. de Noblet-Ducoudré, J. Ogée, J. Polcher, P. Friedlingstein, P. Ciais, S. Sitch, and I. C. Prentice (2005), A dynamic global vegetation model for studies of the coupled atmosphere-biosphere system, *Global Biogeochemical Cycles*, 19, GB1015, doi:10.1029/2003GB002199.

Ngo-Duc, T., Laval, K., Ramillien, G., Polcher, J., and Cazenave, A.: Validation of the land water storage simulated by organising Carbon and Hydrology in dynamic ecosystems (ORCHIDEE) with gravity recovery and climate experiment (GRACE) data, *Water Resources Research*, 43, Artn W04427, Doi 10.1029/2006wr004941

Wilson, M., and A. Henderson-Sellers (1985), A global archive of land cover and soils data for use in general circulation models, *J. Climatol.*, 5, 119-143.