

Fiche Modèle – ORCHIDEE

<http://orchidee.ipsl.jussieu.fr>
<http://forge.ipsl.jussieu.fr/orchidee>
<http://www-lsceorchidee.cea.fr>

Description rapide du modèle

ORCHIDEE est un modèle global, dynamique, de la biosphère continentale, qui inclut des processus biophysiques, biogéochimiques et écologiques. Il a été construit à partir de 3 modèles pré-existants, et autorise la co-existence de différents écosystèmes en un même point de grille.

L'irrigation est incorporée à la paramétrisation du cycle hydrologique comme facteur anthropique majeur. Elle est une composante clé des interactions entre les processus de surface, le débit des rivières et les processus atmosphériques et océaniques.

Pour traiter les surfaces fortement anthropisées, ORCHIDEE fait appel à des modèles spécifiques: le modèle agronomique STICS pour les sites céréaliers, le modèle de prairies gérées PASIM et, en cours de développement, un module de forêts gérées.

Organisation de la modélisation de la biosphère terrestre à l'IPSL

Hydrologie – Bilan d'énergie

développée / évaluée au LMD
coordonnée par J. Polcher / K. Laval

Biogéochimie - Usage des sols – Dynamique de la végétation

développée / évaluée au LSCE
fonctionnement / coordination en cours de définition
en collaboration avec le LOCEAN, l'INRA, le CIRED
se réunit une à deux fois par mois depuis 6 mois

Ingénierie (gestion des codes, suivi des versions, interface avec le modèle couplé, web)

coordonnée par M. Mancip (IPSL)

Participation au pôle de modélisation

représentée par N. de Noblet au Conseil Scientifique étendu du pôle de modélisation de l'IPSL.

Développements majeurs au cours de ces 4 dernières années

Hydrologie - Bilan d'énergie

- Poursuite du développement de l'irrigation (M. Guimberteau, K. Laval).
- Amélioration du modèle hydrologique multi-couches ('CWRR'). Introduction d'une carte de pentes. Possibilité d'utiliser plusieurs cartes de structure du sol (T. d'Orgeval, J. Polcher, K. Laval).
- Développement d'un jeu de forçage atmosphérique, historique, plus adapté aux modèles de

surface (T. Ngo-Duc, J. Polcher, K. Laval).

- Modification du fonctionnement hydrologique du modèle à 2 couches (instabilités) et autres corrections / modifications (passage version 1.4 à 1.6).

Biogéochimie - Usage des sols – Dynamique de la végétation

- Introduction d'une paramétrisation de la culture du Mil en Afrique tropicale (A. Berg, N. de Noblet, B. Sultan)
- Démarrage de l'introduction des zones humides (hydrologie & émission de méthane) (B. Ringeval, N. de Noblet, Ph. Ciais, S. Piao, P. Friedlingstein, Ph. Bousquet)
- Démarrage de l'introduction d'un module de forêts gérées (G. Lemaire, V. Bellassen, N. Viovy, Ph. Ciais)
- Développement d'une paramétrisation du cycle de l'azote (S. Zaehle, A. Friend, V. Prieur)
- Amélioration de la phenologie et de la croissances de la vegetation naturelle (S. Zaehle, A. Friend, N. Viovy)
- Développement en cours du modèle adjoint d'ORCHIDEE (F. Delage, Ph. Peylin, P. Rayner, F. Chevallier)
- Développement d'une méthode d'optimisation des paramètres (C. Bacour, D. Santaren, Ph. Peylin, Ph. Ciais, F. Chevallier, N. Viovy)
- Démarrage de l'introduction des isotopes de l'eau et du carbone (C. Risi, Ph. Peylin, S. Bony)
- Inclusion d'un suivi des changements d'usage des sols (N. de Noblet, S. Piao, P. Friedlingstein, E. Davin)
- Démarrage de l'introduction d'un nouveau module de feux (P. Cadule, K. Thonicke, P. Friedlingstein)
- Développement d'un module d'assimilation séquentielle des données de télédétection des surfaces (Demarty, Chevallier, Ciais, Friend)
- Mise en place d'un site 'ORCHIDEE – temps semi-réel' qui, tous les jours, donne l'état de la surface simulé par ORCHIDEE forcé par les analyses de l'ECMWF (F. Chevallier, N. Viovy; <http://www-lsceorchidee.cea.fr>)
- Modification du code STOMATE : convergence entre le nombre de PFTs des versions SECHIBA & STOMATE, suppression de la distinction entre fractions anthropiques et naturelles, ...

Ingénierie

- Développement de la version parallèle du modèle (M. Mancip, Y. Meurdesoif).
- Mise au point de nouvelles cartes de végétation (pas de temps annuel pour l'historique comme pour le futur : années 1700 à 2100) (N. de Noblet, J.-Y. Peterschmitt, M. Mancip).
- Mise au point d'une nouvelle stratégie pour l'utilisation du modèle en mode 'LAI lu' : les LAI sont calculés par le modèle ORCHIDEE (module STOMATE activé) forcé par une climatologie actuelle réaliste (N. de Noblet, M. Mancip).
- Mise en place d'une procédure de sauvegarde des forçages atmosphériques vus par le modèle (sauvegarde possible à tous les pas de temps). Ces données peuvent être ré-utilisées par le modèle ORCHIDEE en mode 'hors-ligne' par la suite (M. Mancip, J. Polcher).
- Mise en place d'une procédure de sauvegarde haute-fréquence des variables simulées par ORCHIDEE (M. Mancip).
- Passage à Subversion pour la gestion des versions du modèle (en remplacement de CVS; M. Mancip).

- Documentation du code en cours de finalisation (F. Maignan, M. Mancip).
- Mise en place d'un site WEB pour le suivi du code : <http://forge.ipsl.jussieu.fr/orchidee> (M. Mancip, O. Thauvin).
- Développement d'une nouvelle procédure de lancement du modèle (<http://forge.ipsl.jussieu.fr/libigcm>) (M. Mancip, S. Denvil, P. Brockman).

Développements majeurs dans les 4 prochaines années

Hydrologie – Bilan d'énergie - Biogéochimie - Usage des sols – Dynamique de la végétation

- Finaliser le développement du module 'zones humides' (hydrologie & émission de méthane) (B. Ringeval, N. de Noblet, Ph. Ciais, S. Piao, P. Friedlingstein, Ph. Bousquet).
- Finaliser le développement du module de forêts gérées (G. Lemaire, V. Bellassen, N. Viovy, Ph. Ciais).
- Développement d'une nouvelle paramétrisation pour herbacées et savannes en Afrique (P. Brender, Ph. Peylin, N. Viovy, F. Chevallier, Ph. Ciais).
- Introduction d'une paramétrisation de l'érosion des carbonates dans les sols (M. Roland, I. Janssens, N. Viovy, Ph. Ciais).
- Développement d'une version ORCHIDEE-agriculture, simplifiée par rapport au couplage avec STICS, incluant des céréales tropicales & tempérées, des prairies gérées et des biofuels (N. Vuichard, A. Berg, N. de Noblet, N. Viovy, Ph. Ciais, Ch. Laguerre).
- Finaliser le développement du module d'irrigation (K. Laval, M. Guimberteau).
- Finaliser l'incorporation du nouveau module de feux (P. Cadule, K. Thonicke, P. Friedlingstein).
- Incorporation d'un module d'émission de composés biogéniques (J. Lathière, P. Cadule, S. Szopa, P. Friedlingstein, N. de Noblet, N. Viovy).
- Finaliser l'incorporation du cycle de l'azote (S. Zaehle, A. Friend, V. Prieur).
- Finaliser l'inclusion des isotopes de l'eau et du carbone (Ph. Peylin, C. Risi, S. Bony, Ph. Ciais, P. Friedlingstein).
- **Passage définitif à la version de l'hydrologie à 11 couches (avec et sans activation du module de carbone STOMATE) ??**

Ingénierie

- Finalisation du monitoring du modèle et mise en place des atlas pour SECHIBA & STOMATE.
- Finalisation / évaluation / mise en route dans le couplé de la Version 2.0 (code STOMATE modifié, parallélisation, hydrologie à 11 couches, ...).
- Mise en route d'une procédure automatique d'évaluation du modèle (sur sites, régional, global). Cet effort se fera avec une étroite collaboration internationale (USA / NCAR, UK / QUEST, Australie / University of New South Wales).
- Mise en place de cours de formation sur le modèle et son utilisation.
- Externalisation des paramètres du modèle.
- Possibilité de choisir un nombre variable de PFTs, déclarés en externe.

Description rapide des différentes configurations possibles

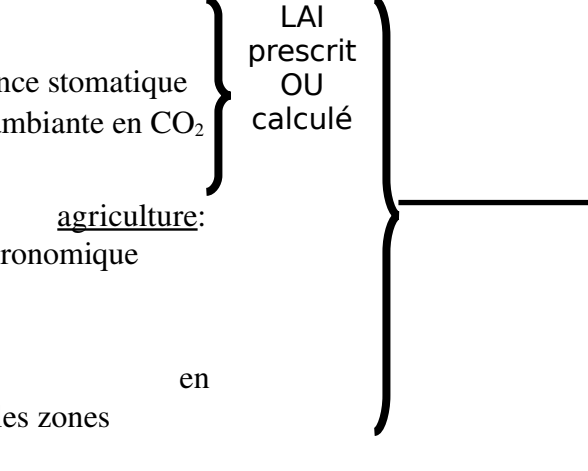
Une architecture du modèle à 2 entrées :

- une version taggée (1.3) n'incluant pas l'ensemble des nouveaux développements, et définie pour les besoins du modèle couplé IPSL-CM4 (v1 - IPCC).
- une version améliorée (1.6) pour la partie SECHIBA.
- une version similaire (1.8), point de départ des optimisations informatiques du code.
- une version parallèle taggée (1.9.2) qui permet d'utiliser le modèle sur plusieurs processeurs.
- une version en développement (la science en marche).

Pour l'instant le modèle est toujours géré avec l'utilitaire de gestion de version CVS. Dans un futur proche, il sera géré par le contrôleur plus récent Subversion (SVN). Voir la page (en cours de rédaction) sur les différences entre versions :

<http://forge.ipsl.jussieu.fr/orchidee/wiki/ModelVersions>

Différentes configurations (ou options d'utilisation) sont accessibles, par le biais de 'flags' :

- SECHIBA seul (biophysique)
 - SECHIBA seul **mais** avec une conductance stomatique variant en fonction de la concentration ambiante en CO₂ (ajout du calcul de la photosynthèse)
 - SECHIBA-STOMATE agriculture: calculs standards ou appel au modèle agronomique STICS
 - SECHIBA-STOMATE-LPJ en interdisant/autorisant la dynamique sur les zones agricoles
- 

SECHIBA – hydrologie version Choissnel OU version de Rosnay et al.	SECHIBA – hydrologie avec / sans routage de l'eau avec / sans irrigation
---	--

Attention, quelques unes de ces options ne sont pas accessibles à partir de la version taggée 1.6 (version de Rosnay et al. de l'hydrologie par exemple).

Projets nationaux, européens et internationaux

➤ ANR :

1. DIVA (de Noblet)
2. AUTREMENT (N. Viovy, N. de Noblet)
3. QDiv (N. de Noblet, A. Friend)
4. VALIDATE (N. Viovy)
5. N-TWO-O (M. Schulz, A. Friend)
6. CHAMPION (N. de Noblet, N. Viovy)

➤ GICC :

1. Carbofrance (Ph. Peylin)

➤ MAIF :

1. EUCLID (N. Viovy, Ph. Ciais)

➤ ESA :

1. CAMELIA (Ph. Peylin)

➤ GIS-Climat (<http://www.gisclimat.fr/Doc/Actualites/Projets.html>) :

1. REGYNA (B. Sultan)
2. DECLIC (P. Friedlingstein)
3. CARBOSOIL (Ph. Peylin)
4. PAC (N. Viovy)
5. AFOCLIM (N. Viovy)
6. MORCE-MED (N. Viovy)

➤ Europe :

1. CarboEurope, Carboeurope-2 (Ph. Ciais) : <http://www.carboeurope.org/>
2. CarboFor (Ph. Ciais, N. Viovy,) : <http://www.pierroton.inra.fr/carbofor/>
3. WATCH (J. Polcher) : <http://www.eu-watch.org/>
4. ENSEMBLES (P. Friedlingstein, N. de Noblet) : <http://ensembles-eu.metoffice.com/>
5. ICOS (Ph. Ciais) : <http://icos-infrastructure.ipsl.jussieu.fr/>
6. CARBOAFRICA (F. Chevallier) : http://www.carboafrica.net/index_en.asp
7. GREENCYCLES (A. Friend) : <http://www.greencycles.org/>
8. GEOLAND/GEOLAND2 : composante continentale de GMES (Global Monitoring Environment Service) <http://www.gmes-geoland.info/OS/ONC/index.php>
9. CIRCE : <http://www.circeproject.eu/>

➤ International :

1. NACP synthesis (Ph. Ciais) : <http://www.nacarbon.org/nacp/>
2. AMMA (API et Europe) (J. Polcher) : <http://amma.mediasfrance.org/france/>
3. LUCID (N. de Noblet)
4. GSWP (J. Polcher) : <http://www.iges.org/gswp/>
5. PILPS Semi-arid (P. de Rosnay) : <http://www.sahra.arizona.edu/pilpssanpedro/index.html>

6. ALMIP (P. de Rosnay) : http://www.cnrm.meteo.fr/amma-moana/amma_surf/almip/index.html
7. NCEAS-FACE <http://www.nceas.ucsb.edu/> (P. Friedlingstein, S. Zaehle)

ANNEXE 1: Liste des personnels impliqués dans l'utilisation ou le développement

Hydrologie – Bilan d'énergie (LMD / CESBIO)

Permanents	Jan Polcher, Katia Laval, Patricia de Rosnay
Thèses en cours	Matthieu Guimberteau, Camille Risi, Xavier Trollé
Thèses soutenues (4 dernières années)	Thanh Ngo-Duc, Tristan d'Orgeval, Sylvie Vérant

Biogéochimie - Usage des sols – Dynamique de la végétation (LSCE / IPSL / LOCEAN / LGGE)

Permanents	Patricia Cadule, Frédéric Chevallier, Pierre Friedlingstein, Andrew Friend, Nathalie de Noblet, Phillipe Peylin, Nicolas Viovy, Gerhard Krinner, Philippe Ciais
Thèses en cours	Alexey Rubstov, PASCALLE SMITH, Bruno Ringeval, Alexis Berg, Raquel Garcia, Kun Tan, Valentin Bellassen, Vincent Prieur, Marilyn Roland
Post-doc en cours	Cédric Bacour, Toby Marthews, Nicolas Vuichard, Sonke Zaehle, Nicolas Delbart, Hans Verbeeck
CDD-Ingénieurs en cours	François Delage
Thèses soutenues (4 dernières années)	Edouard Davin, Sébastien Gervois, Juliette Lathière, Jean-Diego Santaren, Marie Berthelot
Post-doc ayant terminé	Jérôme Demarty, Shilong Piao, Gueric LeMaire

Ingénierie (gestion des codes, suivi des versions, interface avec le modèle couplé, ...) (IPSL / LSCE)

Martial Mancip, Patricia Cadule, Rachid Benschila, Fabienne Maignan, Yann Meurdesoif

ANNEXE 2: Distribution du code source hors IPSL / LGGE

- Stanford University (Adam Wolf)
- University of New South Wales, Sydney, Australia (A. Pitman)
- Hydrology and Geo-Environmental Sciences, Vrije Universiteit, Pays-Bas (Richard de Jeu)
- Université Antwerpen, Belgique (Ivan Janssens)
- Université Vrije, Amsterdam, Pays-Bas (Han Dolman)
- Université de Beijing, Chine (S. Piao)

- Climate Dynamics Laboratory, Seoul National University, Corée (Kim Dong-Hyeok)
- Ocean Modeling Unit, ENEA, Rome, Italie (P. Ruti, A. Anav)
- CESBIO, Toulouse (Thuy Le Toan)
- CNRM, Toulouse (J.-C. Calvet)

ANNEXE 3 : liste des publications ces 4 dernières années, thèses et HdR

Thèses

- Tristan d'Orgeval (2006) : Impact du changement climatique sur le cycle de l'eau en Afrique de l'Ouest : Modélisation et incertitudes .
- Thanh Ngo-Duc (2005) : Modélisation des bilans hydrologiques continentaux : variabilité interannuelle et tendances. Comparaison aux observations.
- Juliette Lathière (2005) : Evolution des émissions de composés organiques et azotés par la biosphère continentale dans le modèle LMDz-INCA-ORCHIDEE.
- Edouard Davin (2008) : Etude de l'effet biophysique du changement d'occupation des sols sur le système climatique.
- Sébastien Gervois (2004) : Les zones agricoles : impacts sur les bilans d'eau et carbone, sensibilité de ces bilans aux changements environnementaux sur le vingtième siècle.
- Jean-Diego Santaren (2006) : Optimisation des paramètres du modèle de biosphère ORCHIDEE à partir de mesures sur site des flux de carbone, d'eau et d'énergie.
- Marie Berthelot (2004) : Couplage entre le système climatique et le cycle du carbone terrestre: étude de la réponse biogéochimique et biogéographique de la biosphère au changement climatique futur.
- Sylvie Vérant (2004): "Le bilan hydrologique régional en Europe: étude de sa variabilité à l'aide de simulations numériques".

HdRs

- Nathalie de Noblet (2005) : Une contribution à l'étude et à la compréhension du rôle de la biosphère terrestre dans le système climatique.
- Pierre Friedlingstein (2006) : Cycles biogéochimiques et changement climatique.
- Nicolas Viovy (2006) : Fonctionnement de la biosphère terrestre globale: de l'observation à la modélisation
- Philippe Ciais (2005) : Cycle du carbone

Publications

- Berthelot, M; Friedlingstein, P; Ciais, P; Dufresne, JL; Monfray, P. (2005) : How uncertainties in future climate change predictions translate into future terrestrial carbon fluxes, *Global Change Biology*, 1354-1013, 11 6,959-97 ISI:000229427600011, 2005 .
- Best M., A. Beljaars, J. Polcher, P. Viterbo, (2004) A proposed structure for coupling tiled land-surface with the planetary boundary layer. *J. of Hydrometeorology*, **5**, 1271-1278.
- Canadell P. Raupach, M. ; Field C. ; Buitenhuis E.T. ; Ciais P. ; Conway T.J. ; Gillet N. and Marland G (2007) : Contribution to accelerating CO2 growth from economic activity, carbon intensity and efficiency of natural sinks . *PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA* oct 2007.
- Chevallier F., N. Viovy, M. Reichstein, and P. Ciais (2006) : On the assignment of prior errors in Bayesian inversions of CO2 surface fluxes. *Geophys. Res. Lett.*, **33**, L13802, doi:10.1029/2006GL026496.
- Ciais, P; Reichstein, M; Viovy, N; Granier, A; Ogee, J; Allard, V; Aubinet, M; Buchmann, N; Bernhofer, C; Carrara, A; Chevallier, F; De Noblet, N; Friend, AD; Friedlingstein, P; Grunwald,

- T; Heinesch, B; Keronen, P; Knohl, A; Krinner, G; Loustau, D; Manca, G; Matteucci, G; Miglietta, F; Ourcival, JM; Papale, D; Pilegaard, K; Rambal, S; Seufert, G; Soussana, JF; Sanz, MJ; Schulze, ED; Vesala, T; Valentini, R" Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003 (2005), European-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003, *Nature*, 0028-0836, 4377058, 529-533, ISI:000232004800045, 2005.
- Davin E., de Noblet-Ducoudré N., Friedlingstein P. (2007). Impact of land cover change on surface climate: Relevance of the radiative forcing concept. *Geophys. Res. Lett.* 34, L13702, 10.1029/2007GL029678.
- Demarty, J; Chevallier, F; Friend, AD; Viovy, N; Piao, S; Ciais, P (2007) : Assimilation of global MODIS leaf area index retrievals within a terrestrial biosphere model *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS* 0094-8276 34 15 L15402 ISI:000248871500003, 2007.
- Friend A.D. , A. Arneeth, N.Y. Kiang, M. Lomas, J. Ogee, C. Rödenbeck, S.W. Running, J.D. Santaren, S. Sitch, N. Viovy, F.I. Woodward, S. Zaehle (?) : FLUXNET and global carbon modelling /*Global change Biology* 13 (3) 610-633.
- Gervois S., N. de Noblet-Ducoudré, N. Viovy, Ph. Ciais, N. Brisson, B. Seguin and A. Perrier (2004) : Including croplands in a global biosphere model : methodology and evaluation at sites. *Earth Interactions*, 2004.
- Gervois S., Philippe Ciais, Nathalie de Noblet-Ducoudré, Nadine Brisson, Nicolas Vuichard, Nicolas Viovy (sous presse, 2008) : The carbon and water balance of European croplands throughout the 20th Century. *Global Biogeochemical Cycles*.
- Hollingsworth A., R. J. Engelen, C. Textor, A. Benedetti, O. Boucher, F. Chevallier, A. Dethof, H. Elbern, H. Eskes, J. Flemming, C. Granier, J. J. Morcrette, P. Rayner, V.-H Peuch, L. Rouil, M. Schultz, A. Simmons, and the GEMS consortium (2008) : The Global Earth-system Monitoring using Satellite and in-situ data (GEMS) Project: Towards a monitoring and forecasting system for atmospheric composition. *Bull. Amer. Meteo. Soc.*, in press.
- Hordoir R., K. Nguyen, J. Polcher (2006) Simulating tropical river plume: A set of parameterizations based on macroscale data, a test case in the Mekong delta region. *J Geophys. Res.* 111, C09,036.
- Jung, M; Le Maire, G; Zaehle, S; Luysaert, S; Vetter, M; Churkina, G; Ciais, P; Viovy, N; Reichstein, M (2007) : Assessing the ability of three land ecosystem models to simulate gross carbon uptake of forests from boreal to Mediterranean climate in Europe *BIOGEOSCIENCES* 1726-4170 4 647 656 ISI:000249046600014, 2007.
- Jung, M., Vetter, M., Herold, M., Churkina, G., Reichstein, M., Zaehle, S., Cias, P., Viovy, N., Bondeau, A., Chen, Y., Trusilova, K., Feser, F., Heimann, M. (?) : Uncertainties of modelling GPP over Europe: A systematic study on the effects of using different drivers and terrestrial biosphere models./ *Global Biogeochemical Cycles*, 21, 4, GB 4021.
- Krinner, G; Viovy, N; de Noblet-Ducoudre, N; Ogee, J; Polcher, J; Friedlingstein, P; Ciais, P; Sitch, S; Prentice, IC. (2005) : A dynamic global vegetation model for studies of the coupled atmosphere-biosphere system, *Global Biogeochemical Cycles*, 0886-6236, ISI:000227525800001, 2005 .
- Krinner G., P. Ciais, N. Viovy, P. Friedlingstein (2005) : A simple parameterization of nitrogen limitation on primary productivity for global vegetation models. *Biogeoscience Discussions*, 2, 1243-1282.
- Lathière J, Hauglustaine D, de Noblet-Ducoudré N, Krinner G, Folberth G (2005): Past and future changes in biogenic volatile organic compound emissions simulated with a global dynamic vegetation model. *Geophysical Research Letters*, VOL. 32, L20818, doi:10.1029/2005GL024164

- Lathière J., D.A. Hauglustaine, A. Friend N. de Noblet Ducoudré, N. Viovy, J. Polcher, G. Folberth (2006) : Impact of climate variability and land use changes on global biogenic volatile organic compounds emissions /*Atmospheric Chemistry and Physics* / 6: 2129-2146 .
- Loustau, D; Bosc, A; Colin, A; Ogee, J; Davi, H; Francois, C; Dufrene, E; Deque, M; Cloppet, E; Arrouays, D; Le Bas, C; Saby, N; Pignard, G; Hamza, N; Granier, A; Breda, N; Ciais, P; Viovy, N; Delage, F. (2005) : Modeling climate change effects on the potential production of French plains forests at the sub-regional level. *Tree Physiology*, 0829-318X, 813-823, ISI:000230164300006, 2005.
- Morales P., M. T. Sykes, I. C. Prentice, P. Smith, B. Smith, H. Bugmann, B. Zierl, P. Friedlingstein, N. Viovy, S. Sabaté, A. Sánchez, E. Pla, C. A. Gracia, S. Sitch., A. Arneth, J. Ogee (2005) : Comparing and evaluating process-based ecosystem model predictions of carbon and water fluxes in major European forest biomes /*Global change biology* *11 (12),* pp 2211-2233 ,*doi:10.1111/j.1365-2486.2005.01046.
- Ngo-Duc, T., K. Laval, J. Polcher and A. Cazenave (2005) : Contribution of continental water to sea level variations during the 1997-1998 ENSO events, comparison between AMIP simulations and Topex-Poseidon satellite data. *Journal of Geophysical Research*, accepted, doi:2004JD004940.
- Ngo-Duc, T., J. Polcher and K. Laval (2005) : A 53-year forcing data set for land surface models. *Journal of Geophysical Research* , 110, D06116, doi:10.1029/2004JD005434.
- Ngo-Duc, T., K. Laval, J. Polcher, A. Lombard and A. Cazenave (2005) : Effects of land water storage on global mean sea level over the past 50 years. *Geophysical Research Letters*, accepted, doi:2005GL022719.
- Ngo-Duc T., Laval K., Ramillien G., Polcher J., Cazenave A. (2007) : 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*, VOL. 43, W04427, doi:10.1029/2006WR004941.
- de Noblet-Ducoudré, N; Gervois, S; Ciais, P; Viovy, N; Brisson, N; Seguin, B; Perrier, A. (2004) : Coupling the Soil-Vegetation-Atmosphere- Transfer Scheme ORCHIDEE to the agronomy model STICS to study the influence of croplands on the European carbon and water budgets *Agronomie*, 0249-5627, 2004 .
- d'Orgeval T., J. Polcher, L. Li (2005) : Uncertainties in modelling future hydrological change over West Africa. *Climate Dynamics* (2006) 26: 93–108 DOI 10.1007/s00382-005-0079-3.
- d'Orgeval T. and J. Polcher (2007) : Impacts of precipitation events and land-use changes on West African river discharges during the years 1951-2000. *Climate Dynamics* **accepted**
- Peylin, P; Bousquet, P; Le Quere, C; Sitch, S; Friedlingstein, P; McKinley, G; Gruber, N; Rayner, P; Ciais, P, (2004) : Multiple constraints on regional CO2 flux variations over land and oceans. *Global Biogeochemical Cycles*, 0886-6236, 19 (1) GB1011 ; ISI: 000227065300001, 2004.
- Piao, SL; Friedlingstein, P; Ciais, P; de Noblet-Ducoudre, N; Labat, D; Zaehle, S (2007) : Changes in climate and land use have a larger direct impact than rising CO2 on global river runoff trends *PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA* 0027-8424 104 39 15242 15247 ISI:000249806900015, 2007.
- Piao, SL; Friedlingstein, P; Ciais, P; Viovy, N; Demarty, J (2007) : Growing season extension and its impact on terrestrial carbon cycle in the Northern Hemisphere over the past 2 decades *GLOBAL BIOGEOCHEMICAL CYCLES* 0886-6236 21 3 GB3018 ISI:000249851200001, 2007.
- Piao, SL; Friedlingstein, P; Ciais, P; Zhou, LM; Chen, AP (2006) : Effect of climate and CO2 changes on the greening of the Northern Hemisphere over the past two decades *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS* 0094-8276 33 23 L23402 ISI:000242752800008, 2006.
- Piao, S., J. Fang, L. Zhou, P. Ciais, B. Zhu. (2006) : Variations in satellite derived phenology in China's vegetation. *Global Change Biology*, 12, 1-14, 2006.

- Piao, P. Ciais, P. Friedlingstein, P. Peylin, M. Reichstein, S. Luysaert, H. Margolis, J. Fang, A. Barr, A. Chen, A. Grelle, D. Hollinger, T. Laurila, A. Lindroth, A. D. Richardson & T. Vesala (2008) : Net carbon dioxide losses of northern ecosystems in response to autumn warming”, *Nature*, 2008
- Reichstein, M; Ciais, P; Papale, D; Valentini, R; Running, S; Viovy, N; Cramer, W; Granier, A; Ogee, J; Allard, V; Aubinet, M; Bernhofer, C; Buchmann, N; Carrara, A; Grunwald, T; Heimann, M; Heinesch, B; Knohl, A; Kutsch, W; Loustau, D; Manca, G; Matteucci, G; Miglietta, F; Ourcival, JM; Pilegaard, K; Pumpanen, J; Rambal, S; Schaphoff, S; Seufert, G; Soussana, JF; Sanz, MJ; Vesala, T; Zhao, M (2007) : Reduction of ecosystem productivity and respiration during the European summer 2003 climate anomaly: a joint flux tower, remote sensing and modelling analysis *GLOBAL CHANGE BIOLOGY* 1354-1013 13 3 634 651 ISI:000245052800007, 2007.
- Santaren, D; Peylin, P; Viovy, N; Ciais, P Optimizing a process- based ecosystem model with eddy-covariance flux measurements (2007) : A pine forest in southern France *GLOBAL BIOGEOCHEMICAL CYCLES* 0886-6236 21 2 GB2013 ISI:000246846100001, 2007.
- Seguin B., Arrouays D., Balesdent J., Soussana J.F., Bondeau A., Smith P., Zaehle S., de Noblet N., Viovy N. (2007). Moderating the impact of agriculture on climate. *Agric. Forest. Meteor* 142, 278-287.
- Vautard, R., P. Yiou, F. D'Andrea, N. de Noblet, N. Viovy, C. Cassou, J. Polcher, P. Ciais, M. Kageyama, and Y. Fan (2007), Summertime European heat and drought waves induced by wintertime Mediterranean rainfall deficit, *Geophys. Res. Lett.*, **34**, L07711, doi:10.1029/2006GL028001.

ANNEXE 4 : ARBRE CVS

