

SSD

SCIENCE FOR A SUSTAINABLE DEVELOPMENT



**EVALUATION DES INCERTITUDES LIÉES AUX MODÈLES
DANS LES PROJECTIONS À LONG TERME DES
CHANGEMENTS DE CLIMAT ET DU NIVEAU DE LA MER**

« ASTER »

T. FICHEFET, M.F. LOUTRE, H. GOOSSE, P. HUYBRECHTS, I. JANSSENS, A. MOUCHET



ENERGY

TRANSPORT AND MOBILITY

AGRO-FOOD

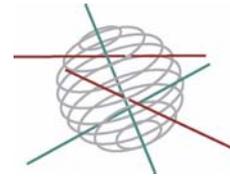
HEALTH AND ENVIRONMENT

CLIMATE

BIODIVERSITY

ATMOSPHERE AND TERRESTRIAL AND MARINE ECOSYSTEMS

TRANSVERSAL ACTIONS



Climat



Rapport Final (Phase I)

Résumé

**EVALUATION DES INCERTITUDES LIÉES AUX MODÈLES DANS LES
PROJECTIONS À LONG TERME DES CHANGEMENTS DE CLIMAT ET
DU NIVEAU DE LA MER
« ASTER »
SD/CS/01A**



Promoteurs

Thierry Fichefet

Université Catholique de Louvain,
Institut d'Astronomie et de Géophysique
Georges Lemaître (UCL-ASTR)
Chemin du Cyclotron, 2
B-1348 Louvain-la-Neuve

Philippe Huybrechts

Vrije Universiteit Brussel
Departement Geografie (VUB-DGGF)
Pleinlaan, 2
B-1050 Brussels

Anne Mouchet

Université de Liège
Département d'Astrophysique, de Géophysique et d'Océanographie
Laboratoire de Physique Atmosphérique et Planétaire (ULg-LPAP)
Allée du 6 août, 17
Bâtiment B5c
B-4000 Liège



Auteurs

T. Fichefet, M.F. Loutre, H. Goosse
(UCL-ASTR)

P. Huybrechts, I. Janssens
(VUB-DGGF)

A. Mouchet
(ULg)



BELGIAN SCIENCE POLICY



Rue de la Science 8
Wetenschapsstraat 8
B-1000 Brussels
Belgium
Tel: +32 (0)2 238 34 11 – Fax: +32 (0)2 230 59 12
<http://www.belspo.be>

Contact person: Martine Vanderstraeten
+32 (0)2 238 36 10

Neither the Belgian Science Policy nor any person acting on behalf of the Belgian Science Policy is responsible for the use which might be made of the following information. The authors are responsible for the content.

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without indicating the reference :

T. Fichet, M.F. Loutre, H. Goosse, P. Huybrechts, I. Janssens, A. Mouchet ***Evaluation des incertitudes liées aux modèles dans les projections à long terme des changements de climat et du niveau de la mer «ASTER»*** Rapport final phase 1 Résumé. Bruxelles : Politique Scientifique fédérale 2009 – 4 p. (Programme de recherche : La Science pour un Développement Durable)

EVALUATION DES INCERTITUDES LIÉES AUX MODÈLES DANS LES PROJECTIONS À LONG TERME DES CHANGEMENTS DE CLIMAT ET DU NIVEAU DE LA MER. (ASTER – PHASE I) Contrat SD/CS/01A

Plusieurs améliorations ont été apportées à LOVECLIM, le modèle de complexité intermédiaire du système Terre utilisé dans le cadre du projet ASTER. Ce modèle est constitué de 5 composantes représentant l'atmosphère, l'océan et la banquise, la biosphère continentale, le cycle du carbone océanique et les inlandsis du Groenland et de l'Antarctique. Le modèle de sol terrestre a été amélioré pour mieux prendre en compte l'impact de la végétation sur les processus d'évapotranspiration. La procédure de couplage du modèle océan-glace et du modèle de cycle du carbone océanique (LOCH) a été revue pour garantir la cohérence entre les transports des traceurs biogéochimiques et de la salinité. Le module biologique de LOCH a aussi été adapté. En ce qui concerne le modèle d'inlandsis, les principaux développements se sont concentrés sur l'introduction dans LOVECLIM des calottes glaciaires présentes dans le passé dans l'hémisphère Nord (Amérique du Nord et Eurasie). La sélection des ensembles de paramètres a constitué une partie importante du travail. Pour le climat présent, la réponse de LOVECLIM à des forçages externes varie selon les ensembles de paramètres utilisés, mais reste néanmoins proche des conditions observées. Nous avons sélectionné neuf ensembles de paramètres qui donnent, d'une part, des sensibilités climatiques différentes (réponse à un doublement de la concentration atmosphérique en CO₂ comprise entre 1.5°C et 4.0°C) et, d'autre part, un affaiblissement de la circulation océanique méridienne en réponse à un flux d'eau douce dans l'Atlantique Nord variant largement selon l'ensemble de paramètres utilisés. De même, pour LOCH, nous avons identifié trois ensembles de paramètres ayant respectivement un impact faible, moyen ou fort sur la concentration atmosphérique en CO₂. Enfin, nous avons aussi choisi trois ensembles de paramètres qui contrôlent la sensibilité des inlandsis au réchauffement. Nous avons ensuite utilisé plusieurs ensembles de paramètres dans le modèle LOVECLIM amélioré. Ceci a permis de mettre en évidence une relation linéaire forte entre la diminution de l'étendue de la banquise arctique estivale simulée pour le futur et il y a 8000 ans. Autrement dit, si ce résultat est confirmé, une connaissance précise de l'extension de la banquise il y a 8000 ans renforcerait la confiance dans les projections de l'évolution future de l'extension de cette banquise en été. Nous avons par ailleurs réalisé plusieurs simulations pour tester l'irréversibilité d'une fonte de

l'inlandsis du Groenland dans le cadre du réchauffement climatique. D'après ces expériences, la glace ne s'accumulera pas au Groenland pendant plusieurs milliers d'années dans le cas où l'inlandsis fondrait complètement. Seule une réduction draconienne de la concentration atmosphérique en CO₂ pourrait interrompre la fonte. Toutefois, même dans ce cas, l'inlandsis ne recouvrerait pas sa taille initiale. Les neuf ensembles de paramètres 'climatiques' ont également été utilisés pour des simulations du climat du dernier millénaire. Globalement, l'accord entre les simulations et les observations est assez bon dans tous les cas. De plus, ces expériences donnent des estimations raisonnables des flux de carbone entre les réservoirs. Néanmoins, des analyses plus détaillées, notamment à l'échelle régionale, doivent encore être menées. À ce stade du travail, les résultats disponibles ne permettent pas d'identifier clairement des ensembles de paramètres plus ou moins appropriés. Certains entraînent toutefois des modifications majeures de la réponse du carbone lorsque le modèle est perturbé par un flux d'eau douce dans l'Atlantique Nord. Le taux de ventilation de l'océan profond semble être déterminant pour établir le niveau de CO₂ atmosphérique des différentes expériences de sensibilité réalisées.