

TOURS

2012

INTERNATIONAL CONFERENCE

Tackling climate change: the contribution of forest scientific knowledge

MOTIVE CONTRIBUTIONS

- **Extracts from the Tours 2012 Book of Abstracts**

The list of the MOTIVE abstracts extracted from the Tours 2012 Book of Abstracts:

- Integrating parameter uncertainty of process-based forest models in assessments of global change impacts on forest productivity.
Christopher Reyer - Potsdam Institute for Climate Impact Research - Germany
- Addressing climate change scenarios in eucalypt forest management. A landscape level optimization study case.
Jordi Garcia-Gonzalo – University of Lisbon - Portugal
- Simulated forest productivity and biomass changes under global change.
Christopher Reyer - Potsdam Institute for Climate Impact Research - Germany
- Forest productivity shifts under climate change in Europe: a model-based analysis.
Petra Lasch - Potsdam Institute for Climate Impact Research - Germany
- Impact of climate on growth and mortality of trees in the Black Forest.
Heinrich Spiecker - Institute for Forest Growth - Germany
- Designing Adaptive and Sustainable Forests in Response to Climate Change: A case study in Northern Wales.
Duncan Ray – Forest Research - UK
- Optimizing the management of even-aged beech stands under climate change uncertainty.
Antoni Trasobares – ETH - Switzerland
- The WINDA-GALES wind damage probability planning tool.
Barry Gardiner – Forest Research, Northern Research Station - United Kingdom
- Optimizing the management responses to the climate change in the boreal conditions methods and findings.
Seppo Kellomäki – University of Eastern Finland - Finland
- Wind damage probability-reducing forest management and its effects on recreation- and life-style values, and yield.
Kristina Blennow – University of Agricultural Sciences - Sweden
- Vulnerability assessment of ecosystem services and adaptive management options in Austrian mountain forests under climate change.
Michael Maroschek – Institute of Silviculture - Austria
- Preparedness to climate change in European forestry based on COST ECHOES database on adaptive measures.
Marcus Lindner – European Forest Institute
- Forest owner motivations and attitudes towards land-use change for bio-energy production in Europe.
Kristina Blennow - University of Agricultural Sciences - Sweden
- A web-based tool for participatory vulnerability assessment of forest ecosystem services.
Werner Rammer - Institute of Silviculture - Austria
- No manual for the future: helping private woodland owners to adapt to climate change.
Mariella Marzano – Forest Research - UK
- Modelling for Knowledge Update in Adaptive Forest Management.
Rasoul Yousefpour - Forest & Landscape - Denmark

Integrating parameter uncertainty of process-based forest models in assessments of global change impacts on forest productivity

Christopher, REYER - Potsdam Institute for Climate Impact Research – Germany
Michael, FLECHSIG - Potsdam Institute for Climate Impact Research – Germany
Petra, LASCH - Potsdam Institute for Climate Impact Research – Germany
Marcel, VAN OIJEN - Centre for Ecology and Hydrology (CEH-Edinburgh) - United Kingdom

Process-based forest models are important and widely used tools to assess the impacts of global change on forest ecosystems. They represent mechanistic descriptions of forest processes in varying levels of detail as well as spatial and temporal resolution and strive to capture essential system dynamics. In most cases these models contain many parameters that are derived from few and very specific ecophysiological measurements. This leads to a considerable parameter uncertainty especially if the model is applied to sites across the distribution range of a tree species in which phenotypic and genotypic variation prevail. Here we use Bayesian calibration and a Monte Carlo Markov Chain algorithm in a generic and model-independent setting of a simulation environment to assess the effects of parameter uncertainty on the predictions of the process-based forest model 4C on selected stands in Europe. These stands are part of a larger assessment of productivity changes under global change carried out in the framework of the MOTIVE project (See submission by Lasch et al. to session 3). We focus primarily on Scots Pine (*Pinus sylvestris*) stands in Finland, Germany and Belgium for which detailed growth data is available. More specifically, we calibrate 4C on specific sites to test whether a regional parameter set improves the model predictions of past conditions in comparison to a global parameter set. We quantify the prior and posterior uncertainty (before and after calibration) of the parameter variation for past conditions. Finally, we assess the influence of the calibration on the predictions of future forest productivity under scenarios of changing climate and atmospheric CO₂. This allows for a discussion of how to assess parameter uncertainty in parameter-rich, complex process-based forest models as well as the validity and suitability of such models for assessments of global change impacts on forest ecosystems across the distribution range of a tree species.

Intégrer l'incertitude des paramètres des modèles forestiers fondés sur les processus dans l'évaluation de l'impact du changement climatique sur la productivité des forêts

Les modèles forestiers fondés sur les processus sont des outils importants et répandus pour évaluer l'impact du changement climatique sur les écosystèmes forestiers. Ils décrivent mécaniquement les processus forestiers à divers degrés de détail et de résolution spatiale et temporelle et s'efforcent de saisir les dynamiques systémiques essentielles. Dans la plupart des cas, ces modèles s'appuient sur de nombreux paramètres dérivés de quelques mesures écophysologiques très spécifiques. Leur incertitude est considérable, particulièrement si le modèle s'applique à des essences d'arbres marquées par une forte variation des phénotypes et des génotypes. Nous utilisons ici la calibration bayésienne et un algorithme de type Monte Carlo par chaînes de Markov dans une configuration générique et indépendante du modèle de simulation pour évaluer les effets des incertitudes de paramètres sur les prévisions du modèle forestier fondé sur les processus 4C, sur des peuplements sélectionnés en Europe. Ces peuplements intègrent également une évaluation élargie des changements de productivité dans le contexte du changement climatique, menée dans le cadre du projet MOTIVE (Cf. contribution de Lasch et al. à la session 3). Nous nous concentrons principalement sur des peuplements de pins sylvestre (*Pinus sylvestris*) en Finlande, en Allemagne et en Belgique pour lesquels les données de croissance détaillées sont disponibles. Plus précisément, nous calibrons 4C sur les sites spécifiques pour tester si un lot de paramètres régionaux améliore les prévisions du modèle pour les conditions antérieures par rapport à un lot de paramètres globaux. Nous quantifions l'incertitude antérieure et postérieure (avant et après calibration) de la variation des paramètres pour les conditions antérieures. Enfin, nous évaluons l'influence de la calibration sur les prévisions de la future productivité forestière dans le cadre de scénarios d'évolution du climat et de la teneur en CO₂ de l'atmosphère. Ces données permettent de discuter des moyens d'évaluer les incertitudes des paramètres dans des modèles forestiers fondés sur les processus, complexes et riches en paramètres. Elles permettent également de débattre de la validité et de l'adéquation de ces modèles pour l'évaluation de l'impact du changement climatique sur les écosystèmes forestiers au sein de l'étendue de distribution d'une essence d'arbre.

Addressing climate change scenarios in Eucalypt forest management. A landscape level optimization study case.

Dr, Jordi, GARCIA-GONZALO - Instituto Superior de Agronomia, Centro de Estudos florestais, Universidade Tecnica de Lisboa – Portugal

Dr. João PALMA - Instituto Superior de Agronomia, Centro de Estudos florestais, Universidade Tecnica de Lisboa - Portugal

Dr. Jose G. BORGES - Instituto Superior de Agronomia, Centro de Estudos florestais, Universidade Tecnica de Lisboa – Portugal

Wesley HILEBRAND - Instituto Superior de Agronomia, Centro de Estudos florestais, Universidade Tecnica de Lisboa – Portugal

Dr. Margarida TOMÉ - Instituto Superior de Agronomia, Centro de Estudos florestais, Universidade Tecnica de Lisboa – Portugal

Climate change may impact substantially the forest sector in Portugal. Several studies point out to the warming of winters and to the increase of both the length of the dry season and the frequency of extreme events. We present research aiming at assessing impacts of climate change on Eucalypt forest management planning. The proposed approach integrates a process-based model that is sensitive to environmental changes, Glob3PG, and a multi-objective optimisation model in a DSS to identify optimised management plans under changing environmental conditions. The application problem includes multiple objectives e.g. pulpwood and biomass annual flows, water resources (i.e. run-off) and net present value, subject to ending inventory. For testing purposes, a eucalyptus forest with over 1000 stands extending over 11873 ha in Portugal was considered. The test problems encompassed a 20 years temporal horizon and two climate scenarios. A mixed integer linear programming (MILP) model was developed and solved using CPLEX (ILOG CPLEX 12.1). Results demonstrated the potential of the proposed approach to provide information and insight to support landscape analysis and planning under scenarios of climate change.

Tenir compte des scénarios de changement climatique dans la gestion des forêts d'eucalyptus. Étude de cas d'optimisation au niveau du paysage.

Le changement climatique pourrait avoir un impact important sur le secteur forestier au Portugal. Plusieurs études alertent sur le réchauffement hivernal et sur l'augmentation de la durée de la saison sèche et la fréquence des événements extrêmes. Nous présentons des recherches qui visent à évaluer les impacts du changement climatique sur la planification de la gestion forestière des eucalyptus. La méthode proposée intègre un modèle basé sur des processus qui est sensible aux changements environnementaux, Glob3PG, ainsi qu'un modèle d'optimisation multi-objectif dans un DSS pour identifier les plans de gestion optimisés dans un contexte d'évolution des conditions environnementales. Le problème d'application inclut des objectifs multiples, par ex. les flux annuels de bois à pâte et de biomasse, les ressources hydriques (c'est-à-dire les écoulements) et la valeur actualisée nette, soumise au stock de clôture. Les essais se sont appuyés sur une forêt d'eucalyptus avec plus de 1 000 peuplements s'étendant sur plus de 11 873 ha au Portugal. Les tests ont englobé un horizon temporel de 20 ans et deux scénarios climatiques. Un modèle de programmation linéaire mixte en nombres entiers a été développé et résolu à l'aide de CPLEX (ILOG CPLEX 12.1). Les résultats illustrent le potentiel de la méthode proposée pour fournir informations et perspectives afin d'éclairer l'analyse et la planification du paysage dans les scénarios de changement climatique.

Simulated forest productivity and biomass changes under global change

Christopher, REYER - Potsdam Institute for Climate Impact Research, RD II: Climate Impacts and Vulnerabilities - Germany

Petra, LASCH - Potsdam Institute for Climate Impact Research, RD II: Climate Impacts and Vulnerabilities – Germany

Martin, GUTSCH - Potsdam Institute for Climate Impact Research, RD II: Climate Impacts and Vulnerabilities – Germany

Forest productivity and biomass are crucial elements of the terrestrial carbon cycle. Process-based forest models have been widely used to project forest productivity and biomass under changing environmental conditions. However, there are different types of uncertainties associated with these studies: 1) future climate uncertainty as expressed by the choice of the climate scenarios and the underlying General and Regional Circulation Models (GCM/RCM), 2) model structural uncertainty as a consequence of different possible formulations of ecological processes, and 3) model parameter uncertainty. These uncertainties affect the reliability of model projections of future productivity and biomass changes and their usefulness for vulnerability assessments, decision-making and management. Within the MOTIVE project, we carried out a systematic literature review of stand-level, process-based simulation studies that use scenarios of climate change, atmospheric CO₂-concentration, and nitrogen deposition to project forest productivity and biomass changes. We then synthesized the projected productivity shifts relative to simulated past productivity and biomass. As of the year 2010, about 50 process-based, stand-level simulation studies on forest productivity and biomass under global change are available in the Web of Science database. Most of the studies cover temperate and boreal forests in Europe and Northern America and focus on common tree species. We present a synthesis of the results of these studies in terms of 1) multi-model mean/median productivity and biomass changes for biomes, 2) individual-model mean/median productivity and biomass changes for biomes (if several runs of the same model are available), and 3) mean/median productivity and biomass shifts for changes of individual environmental drivers (e.g. per degree warming) and their combination. This approach permits capturing a wide range of climate change scenarios, model structures, and model parameters, which in turn allows for an assessment of productivity and biomass shift's uncertainties. We discuss the model results in light of their underlying model structure and model processes and compare them with measurements of past forest productivity and biomass changes. Ultimately our results show the sensitivity of forest productivity and biomass in temperate and boreal forests to CO₂-fertilization effects, water availability and drought, temperature-induced increases in photosynthesis, lengthening of the vegetation period, nitrogen depositions, and interactions of these factors. Furthermore, we unravel possibilities for model enhancement, highlight key knowledge gaps for model formulations, and stress the need for model inter-comparisons and improved methods for scenario, model structure and model parameter uncertainty quantification.

Simulation des changements de productivité et de biomasse des forêts dans le contexte du changement climatique

La productivité et la biomasse des forêts sont essentielles au cycle de carbone terrestre. Les modèles forestiers fondés sur les processus sont largement utilisés pour projeter la productivité et la biomasse des forêts à l'aune de l'évolution des conditions environnementales. Plusieurs types d'incertitudes restent toutefois associés à ces études : 1) la future incertitude climatique telle qu'exprimée par le choix des scénarios climatiques et les modèles de circulation régionale et générale (MCR/MCG) sous-jacents, 2) l'incertitude structurelle du modèle en conséquence de différentes formulations possibles des processus écologiques, et 3) l'incertitude des paramètres du modèle. Ces incertitudes ont un impact sur la fiabilité des projections des futurs changements de productivité et de biomasse ainsi que sur leur utilité dans l'évaluation de la vulnérabilité, la prise de décision et la gestion. Au sein du projet MOTIVE, nous avons mené une analyse systématique de la documentation au niveau des peuplements, des études de simulation fondées sur les processus, qui font appel aux scénarios de changement climatique, de concentration de CO₂ dans l'atmosphère et de dépôt d'azote, pour projeter les changements de productivité et de biomasse des forêts. Nous avons alors synthétisé les mutations projetées de productivité associées aux simulations de la productivité et de la biomasse antérieures. Depuis 2010, environ 50 études de simulation fondées sur les processus au niveau des peuplements, et portant sur la productivité et la biomasse des forêts dans le contexte du changement climatique, sont disponibles dans la base de données Web of Science. La plupart portent sur les forêts boréales et tempérées d'Europe et d'Amérique du Nord et se concentrent sur les essences d'arbres communes. Nous présentons une synthèse des résultats de ces études en termes de 1) changements de productivité et de biomasse moyenne/médiane multimodèle pour les biomes, 2) changements de productivité et de biomasse moyenne/médiane modèle individuel pour les biomes (si plusieurs traitements du même modèle sont disponibles), et 3) changements de productivité et de biomasse moyenne/médiane pour les modifications de moteurs environnementaux individuels (par ex. réchauffement par degré) et leur association. Cette méthode permet de saisir une large gamme de scénarios climatiques, de structures et de paramètres de modèle, qui à leur tour permettent une évaluation des incertitudes liées aux modifications dans la productivité et la biomasse. Nous discutons des résultats du modèle à la lumière de la structure et des processus sous-jacents du modèle et nous les comparons avec les changements antérieurs de la productivité et de la biomasse des forêts. Enfin, nos résultats illustrent la sensibilité de la productivité et de la biomasse des forêts tempérées et boréales aux effets de la fertilisation CO₂, de la disponibilité hydrique et de la sécheresse, des augmentations de la photosynthèse liées à la température, de l'extension de la période de végétation, des dépôts d'azote, et des interactions entre ces facteurs. Enfin, nous illustrons les possibilités d'amélioration du modèle, nous mettons en avant les principaux écarts de connaissances pour la formulation des modèles et nous soulignons le besoin de comparaisons entre modèles et la nécessité de méthodes améliorées pour l'évaluation des incertitudes liées aux scénarios et à la structure et aux paramètres des modèles.

Forest productivity shifts under climate change in Europe : a model-based analysis

Petra LASCH - Potsdam Institute for Climate Impact Research - Germany

Christopher REYER - Potsdam Institute for Climate Impact Research – Germany

Dr. Felicitas SUCKOW - Potsdam Institute for Climate Impact Research – Germany

Aline MURAWSKI - Potsdam Institute for Climate Impact Research – Germany

Tobias PILZ - Potsdam Institute for Climate Impact Research – Germany

A model-based analysis of forest productivity under global change is presented for a broad set of typical forest sites in Europe. The study was performed in the framework of the EU project MOTIVE. In this analysis we applied the process-based model 4C (FORESEE) to simulate the impact of climate change and elevated atmospheric CO₂ concentration under two realizations of the SRES scenario A1B and B1 respectively along major environmental gradients in Europe. The analysis focused on the forest productivity of the five most important European tree species (Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.), European beech (*Fagus sylvatica* L.) and Sessile and Pedunculate oak (*Quercus petraea* Liebl. and *Quercus robur* L.) in three distinguished bioclimatic European regions (boreal, temperate and montane forests). International databases (e.g. ICP Forests, EUROFLUX) were applied that are newly available and crucial for studies simulating forest productivity under changing environmental conditions. After a validation process (see poster by Suckow et al.) a set of 131 typical forest stands all over Europe was selected from the ICP Forests Database. Daily climate data for the past and the future was interpolated to these sites. The model 4C was run for recent and future climate on all sites. The analysis of simulated Net Primary Production (NPP) under recent climate (1971-2000) showed good correspondence with results found in the literature. The sites of the temperate bioclimatic region are the most productive ones and the broadleaved forests are more productive than coniferous forests. To analyze the impacts of changing climate on forest productivity, the averaged annual NPP was considered from 2001 until 2090 for three 30-years periods, without or with including effect of elevated CO₂ concentration, in comparison with the NPP of the baseline period 1971-2000. The analysis of relative change of productivity for bioclimatic regions indicates that boreal forests gain most from the assumed climate change, especially in the case of increasing CO₂ concentration. Considering only the climate change effect there are only small difference in the medians of relative change rates of NPP for the boreal and temperate forests. The combined effect of climate change and CO₂ concentration leads to clear higher NPP for the whole period and all bioclimatic regions. Comparing the species-specific NPP changes the results indicated that the coniferous species have the highest benefit from climate change. For the broadleaved forests the results show increasingly negative responses, especially towards the end of the century.

Modifications de la productivité des forêts dans le contexte du changement climatique en Europe : une analyse fondée sur le modèle

Une analyse fondée sur la modélisation de la productivité des forêts en réponse au changement climatique est ici présentée pour un large panel européen de sites forestiers types. L'étude a été effectuée dans le cadre du projet européen MOTIVE. Cette analyse s'appuie sur le modèle fondé sur les processus 4C (FORESEE) pour simuler l'impact du changement climatique et d'une concentration en CO₂ élevée sur des gradients environnementaux majeurs en Europe, respectivement selon deux scénarios SRES A1B et B1. L'analyse se concentre sur la productivité des cinq essences d'arbres les plus importantes en Europe (pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.), épicéa commun (*Picea abies* L. Karst.), hêtre européen (*Fagus sylvatica* L.) et chênes sessile et pédonculé (*Quercus petraea* Liebl. et *Quercus robur* L.) sur trois régions bioclimatiques européennes distinctes (forêt boréale, tempérée et de montagne). Les bases de données internationales (par ex. ICP Forests, EUROFLUX) ont été utiles ; nouvellement disponibles, elles sont essentielles pour les études qui simulent la productivité des forêts dans le contexte du changement climatique. Après une procédure de validation (cf. Suckow et al.) un échantillon de 131 peuplements forestiers types en Europe a été sélectionné dans la base de données ICP Forests. Les données climatiques quotidiennes passées et futures ont été interpolées sur ces sites. Le modèle 4C a été appliqué pour le climat futur et récent de tous les sites. L'analyse de la Production primaire nette simulée dans le climat récent (1971-2000) révèle une bonne correspondance avec les résultats fournis par la documentation. Les sites de la région bioclimatique tempérée sont les plus productifs et les forêts de feuillus sont plus productives que celles de conifères. Pour analyser l'impact du changement climatique sur la productivité des forêts, la production primaire nette moyenne annuelle a été envisagée de 2001 à 2090 pour trois périodes de 30 ans, en incluant ou en excluant l'effet d'une hausse de la concentration en CO₂, par rapport à la production primaire nette constatée pour la période de référence 1971-2000. L'analyse du changement relatif de productivité pour les régions bioclimatiques indique que les forêts boréales bénéficient le plus du changement climatique supposé, particulièrement dans le cas de l'augmentation de la concentration en CO₂. Si on ne tient compte que de l'effet du changement climatique, la différence dans les médianes de taux de changement relatifs de la production primaire nette pour les forêts boréales et tempérées est faible. L'effet combiné du changement climatique et de la concentration en CO₂ initie une valeur primaire nette significativement plus élevée pour l'ensemble de la période et toutes les régions bioclimatiques. La comparaison des changements de valeur primaire nette spécifiques aux essences révèle que les conifères bénéficient le plus du changement climatique. Pour les feuillus, les résultats indiquent des réponses toujours plus négatives, particulièrement vers la fin du siècle.

Impact of climate on growth and mortality of trees in the Black Forest

Heinrich SPIECKER - Institute for Forest Growth - Germany

Intensive forest management in the Black Forest led to highly productive forests. Thirty years ago, forest owners and the public were severely concerned about the media reports on fatal forest decline in this region. In recent years tree mortality increased substantially, but it has been almost ignored by the public. This presentation analyses the relation between the periodic variation of tree growth, tree mortality and the climatic water balance during the last 50 years in the Black Forest.

Impact du climat sur la croissance et la mortalité des arbres dans la Forêt Noire

La gestion forestière intensive dans la Forêt Noire a généré des forêts extrêmement productives. Il y a trente ans, les propriétaires forestiers et le public se sont sérieusement préoccupés de rapports médiatiques sur le déclin fatal des forêts de la région. Ces dernières années, la mortalité des arbres a augmenté de manière significative, un phénomène pratiquement ignoré par le public. Cette présentation analyse la relation entre la variation périodique de la croissance des arbres, la mortalité des arbres et l'équilibre des précipitations depuis cinquante ans dans la Forêt Noire.

Designing Adaptive and Sustainable Forests in Response to Climate Change: A case study in Northern Wales

Ms. Stefania PIZZIRANI - Forest Research - United Kingdom

Mr. Duncan RAY - Forest Research - United Kingdom

Dr. Bruce NICOLL - Forest Research - United Kingdom

Mr. Stephen BATHGATE - Forest Research - United Kingdom

Dr. John FONWEBAN - Forest Research - United Kingdom

Forests are dynamic ecosystems that possess a natural ability to respond to the stresses presented by their surrounding environment. However, the rate of change is accelerating for climatic variables, frequency of damaging weather events, and land use priorities. It is therefore critical for the forestry-based sector to better prepare for changing risks and uncertainty by designing more resilient forests. As part of the EU 7th Framework MOTIVE project, a case study based in north Wales, UK has begun to design and test an adaptive forest management methodology for two scenarios ('conservative' and 'forward thinking'), with each scenario under two climate change trajectories (medium and high emissions). The process is initialised by running growth models (specific to each tree species) for a ten year period and assessing which forest stands should be felled because they have either reached their maximum growth potential or a high wind risk status. All harvested material from fellings and thinnings (remaining stands are thinned where appropriate) are processed through log and biomass assortment models to determine product volumes and associated value. The site and climate details of each felled area are then run through a suitability model which determines which species are best for that location. A site is replanted with a species that is both suitable and adheres to the adaptation strategy. Once the forest design plan has been updated with the details of the replanted areas, the process is repeated for every decade until 2100. Each of the models used are updated with future climate datasets to ensure an accurate response to projected climatic change is achieved. In addition, at the end of each decade, the effects of management decisions are assessed by measuring the impacts on a selection of sustainability indicators including Gross Value Added, Employment, Recreation, Greenhouse Gas Emissions, Carbon stock, Growing stock and increments, Biodiversity, and Abiotic and Biotic risk. Initial results have highlighted the importance of being able to combine datasets and utilise several models in the same methodology in order to be able to adapt to a multitude of stresses ranging from wind risk to varying species suitability under a changing climate. Furthermore, this process has created a platform on which forest managers, policy makers and researchers have been able discuss key issues and findings.

Conception de forêts adaptatives et durables en réponse au changement climatique : étude de cas dans le nord du Pays de Galles

Les forêts sont des écosystèmes dynamiques qui possèdent une capacité naturelle à faire face aux contraintes de leur environnement. Néanmoins, le taux de changement s'accélère en raison des variables climatiques, de la fréquence des événements météorologiques défavorables et des priorités d'utilisation des terrains. Il est par conséquent essentiel pour le secteur forestier de mieux se préparer à l'évolution des risques et aux incertitudes en concevant des forêts plus résistantes. Dans le cadre du projet MOTIVE, financé par le 7^{ème} programme-cadre (FP7) de l'UE, une étude de cas basée dans le nord du Pays de Galles, au Royaume-Uni, a commencé pour concevoir et éprouver une méthodologie de gestion forestière adaptative pour deux scénarios (« conservateur » et « novateur »). Chaque scénario fait l'objet de deux trajectoires climatiques (émissions intermédiaires et élevées). Le processus démarre avec l'utilisation de modèles de croissance (spécifiques à chaque essence) pour une période de dix ans et qui évalue les peuplements à abattre soit parce qu'ils ont atteint leur plein potentiel de croissance ou qu'ils sont très exposés aux risques liés au vent. Tous les échantillons collectés lors des abattages et des éclaircies (les peuplements restants sont éclaircis le cas échéant) sont traités par des modèles d'assortiment de biomasse et de coupe afin de déterminer les volumes produits et la valeur associée. Les détails de la station et du climat de chaque zone coupée sont alors transmis à un modèle d'adéquation qui détermine les essences les plus appropriées au site. Un site est replanté avec les essences adaptées et conformes à la stratégie d'adaptation. Une fois le plan de conception des forêts mis à jour avec le détail des zones replantées, le processus est réitéré pour chaque décennie jusqu'en 2100. Chacun des modèles utilisés est mis à jour avec les lots de données climatiques à venir afin de garantir une réponse précise au changement climatique projeté. En outre, à la fin de chaque décennie, les effets des décisions en matière de gestion sont évalués en mesurant l'impact sur une sélection d'indicateurs de durabilité y compris Valeur ajoutée brute, emploi, loisirs, émissions de gaz à effet de serre, stock carbone, stock et augmentations de croissance, biodiversité, et risque biotique et abiotique. Les premiers résultats mettent en avant l'importance de pouvoir combiner les lots de données et d'utiliser plusieurs modèles de la même méthodologie afin d'être en mesure de s'adapter à une multitude de contraintes qui vont du risque lié au vent aux variations d'adéquation des essences face au changement climatique. Par ailleurs, la procédure a donné naissance à une plate-forme sur laquelle les gestionnaires forestiers, les décisionnaires et les chercheurs peuvent discuter des questions et découvertes clés.

Optimizing the management of even-aged beech stands under climate change uncertainty

Dr., Antoni, TRASOBARES - ETH Zurich - Switzerland

Prof. Dr., Bo Jellesmark., THORSEN - University of Copenhagen - Denmark

Dr, Jette Bredahl, JACOBSEN - University of Copenhagen – Denmark

Dr, Rasoul, YOUSEFPOUR - University of Copenhagen - Denmark

Prof. Dr., Harald, BUGMANN - ETH Zurich – Switzerland

We use the case of even-aged beech stands in Switzerland to illustrate the application of a new climate-sensitive growth-and-yield model for exploring the implications of climate change uncertainty. The model considers individual-tree diameter and height growth, including the self-thinning limit and the probability of a tree to survive any 5-yr period. Climate sensitivity is introduced through explicit climatic effects in the growth and survival functions. The model is combined with a search based optimization algorithm (e.g., Hooke and Jeeves) to find optimal management regimes according to a given initial state, objective function (e.g., net present value) and underlying climate scenario. The decision variables are (i) thinning times, expressed as years since stand establishment or previous thinning, and (ii) the remaining stand's basal area after each thinning. Furthermore, we analyze the sensitivity of management regimes to the degree to which the decision maker takes into account information about past, current and future climate variation and development. This approach allows us to span the documented variation in forest owners' awareness about climate change and their adaptive behaviour.

Optimisation des peuplements équiens de hêtre dans le contexte des incertitudes liées au changement climatique

Nous nous appuyons sur le cas de peuplements équiens de hêtre en Suisse pour illustrer l'application d'un nouveau modèle de croissance et de rendement sensible au climat et explorer les implications des incertitudes liées au changement climatique. Ce modèle s'intéresse au diamètre individuel des arbres et à leur croissance en hauteur, y compris la limite d'auto-éclaircie et la probabilité de survie d'un arbre sur une période de cinq ans. La sensibilité au climat est introduite par le biais d'effets climatiques explicites sur les fonctions de croissance et de survie. Le modèle est associé à un algorithme d'optimisation fondé sur la recherche (par ex. Hooke and Jeeves) pour définir les régimes de gestion optimaux selon un état initial donné, une fonction objective (par ex. valeur actualisée nette) et le scénario climatique sous-jacent. Les variables de décision sont (i) les périodes d'éclaircie, exprimées en années depuis l'établissement du peuplement ou l'éclaircie précédente et (ii) l'aire de base du peuplement restant après chaque éclaircie. En outre, nous analysons la sensibilité des régimes de gestion au degré auquel le décisionnaire tient compte de l'information sur les variations et le développement climatiques passés, actuels et futurs. Cette méthode nous permet de couvrir la variation documentée de la sensibilisation des propriétaires forestiers au changement climatique et leur comportement adaptatif.

The WINDA-GALES wind damage probability planning tool

Prof. Kristina BLENNOW - Faculty of Landscape, Horticulture and Agriculture, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, Sweden - Sweden

Prof. Barry GARDINER - Forest Research, Northern Research Station, Roslin, UK - United Kingdom

Magnus MOSSBERG - Southern Swedish Forest Research Centre, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, Sweden – Sweden

The WINDA-GALES model is an integrated system of models for assessing the probability of wind damage to forest stands. It provides a geographically explicit environment for stand-wise calculation of the probability of exceeding critical windspeeds for wind damage in a landscape. The calculations are sensitive to the stability of the forest as well as to the local wind climate. The model can be used to evaluate silviculture strategies and forest planning options with respect to the probability of wind damage. The model uses a spatially explicit description of the forest landscape based on the WINDA model (Blennow & Sallnäs 2004; Blennow & Olofsson 2008) in which the GALES model (Gardiner et al. 2000) has been implemented. In WINDA-GALES, the GALES sub-model is used to estimate the stability of the forest stand in terms of critical wind speeds for uprooting and stem breakage at the stand edge or inside the stand. Spatial variables used as input to GALES are estimated using a geographical information system. Calculated critical wind speeds are linked to the geostrophic wind by taking into account effects of the terrain surrounding the stand using a rationale developed for the WASP airflow model (Kristensen et al., 2000). Extreme value theory is used for calculating the probability of exceeding the critical windspeeds. The model can be used to evaluate silviculture strategies and forest planning options with respect to the probability of wind damage and to assess the potential probability of wind damage under a changed climate. In the latter case climate scenario data and a description of the state of the forest under climate change is used. The WINDA-GALES model has extended functionality compared to the WINDA (Blennow and Sallnäs 2004; Blennow & Olofsson 2008) and GALES (Gardiner et al 2000) models, on which it is based.

Blennow, K., Sallnäs, O., 2004. WINDA – A system of models for assessing the probability of wind damage to forest stands within a landscape. *Ecological Modelling* 175, 87-99.

Blennow, K., Olofsson, E., 2008. The probability of wind damage under a changed wind climate. *Climatic Change* 87, 347-360.

Gardiner, B., Peltola, H., Kellomäki, S., 2000. Comparison of two models for predicting the critical wind speeds required to damage coniferous trees. *Ecological Modelling* 129, 1–23.

Kristensen, L., Rathmann, O., Hansen, S.O., 2000. Extreme winds in Denmark. *J. Wind Eng. Ind. Aerodyn.* 87, 147–166.

WINDA-GALES, outil de planification de la probabilité des dommages dus au vent

WINDA-GALES est un système intégré de modèles destiné à évaluer la probabilité des dommages dus au vent dans les peuplements forestiers. Il fournit un environnement explicite sur le plan géographique pour le calcul à l'échelle du peuplement de la probabilité d'excès des vitesses éoliennes extrêmes pour les dommages dus au vent sur un paysage. Les calculs sont sensibles à la stabilité de la forêt ainsi qu'au climat venteux local. Le modèle peut être utilisé pour évaluer les stratégies de sylviculture et les options de planification forestière en matière de probabilité des dommages dus au vent. Il s'appuie sur une description explicite spatialement du paysage forestier fondée sur le modèle WINDA (Blennow & Sallnäs 2004 ; Blennow & Olofsson 2008) dans lequel le modèle GALES (Gardiner et al. 2000) a été mis en œuvre. Dans WINDA-GALES, le sous-modèle GALES est utilisé pour évaluer la stabilité du peuplement forestier en termes de vitesses éoliennes critiques pour le déracinement et le bris de branches à la lisière du peuplement et à l'intérieur. Les variables spatiales utilisées pour alimenter GALES sont évaluées en fonction d'un système d'information géographique. Les vitesses éoliennes critiques calculées sont associées au vent géostrophique en tenant compte des effets sur le terrain environnant le peuplement en utilisant une justification développée pour le modèle de flux d'air WAsP (Kristensen et al., 2000). La théorie des valeurs extrêmes est utilisée pour calculer la probabilité d'excéder les vitesses éoliennes extrêmes. Le modèle peut être utilisé pour évaluer les stratégies de sylviculture et les options de planification forestière à l'aune de la probabilité de dommages dus au vent et pour évaluer cette probabilité dans le contexte du changement climatique. Pour ce dernier cas, les données de scénario climatique et une description de l'état des forêts dans le contexte du changement climatique sont utilisées. Le modèle WINDA-GALES étend les fonctionnalités des modèles WINDA (Blennow and Sallnäs 2004 ; Blennow & Olofsson 2008) et GALES (Gardiner et al 2000), sur lesquels il s'appuie.

Optimizing the management responses to the climate change in the boreal conditions – methods and findings

Seppo KELLOMÄKI - University of Eastern Finland - Finland

Timo PUKKALA - University of Eastern Finland - Finland

Heli PELTOLA - University of Eastern Finland – Finland

Model approach was developed for the northern boreal forests in the Motive Project for identifying a management when the timber production and carbon storing are aimed in the management under the climate change. In this context, the eco-physiological responses of trees to the climate change were transferred to the NewStand simulation–optimization system based on the following assumptions: (i) responses are species-specific, (ii) the responses are specific to maturity (size) of trees, (iii) the response are specific to the position of trees in the stand, and (iv) the responses are specific to the site fertility (site type). Consequently: $\Delta\text{Growth} (\Delta D, \Delta H) = f(\text{climate change, tree species, maturity (H, D), position, site type})$ (1) where D is the diameter and H is the height of a tree. The transfer of climate change impacts into NewStand is based on the relative in growth ($\Delta G(\text{REL})$), which the change in climate (temperature, precipitation, CO₂) is doing in relation to the growth under the current climate. The process-based model FinnFor was used to generate the data used to identify the relative change in growth due to climate change following Equation (1). The model utilizes the main physiological (photosynthesis, respiration, transpiration, water and nutrient uptake) in calculating the growth of trees. Depending on the physiological and growth processes on the hourly, daily and annual basis, the model is parameterized for the main trees species in Finland. Climate change increased the radial and height growth of Scots pine in similar way from 0.36% per year up to 0.59% in such a way that the increase was larger on poor sites compared to that in the fertile sites. The same pattern held for Norway spruce and birch, but in these cases the increase was smaller that of Scots pine, and the increase in the height growth was smaller than that in the radial growth. Based on the NewStand simulation–optimization system, such a management schedule can be selected, which produces the most preferred distribution of outcomes (e.g. has the highest NPV). The outcome of optimization will be a rule, that tells to landowner how the optimal cutting decision depends of stand structure and timber prices (i.e., when the right moment to cut the stand is and how it should be cut). Examples on the model output in terms of proper management under climate change are presented.

Optimisation des réponses de gestion au changement climatique en conditions boréales – méthodes et résultats

Une modélisation a été développée pour les forêts boréales septentrionales du projet MOTIVE afin d'identifier une gestion appropriée pour la production de bois et le stockage carbone dans le contexte du changement climatique. Les réponses écophysologiques des arbres au changement climatique ont été transférées dans le nouveau système d'optimisation-simulation NewStand sur la base des hypothèses suivantes : (i) les réponses sont spécifiques aux essences, (ii) les réponses sont spécifiques à la maturité (taille) des arbres, (iii) les réponses sont spécifiques à la position des arbres dans le peuplement, et (iv) les réponses sont spécifiques à la fertilité du site (type de site). Par conséquent : $\Delta\text{Croissance} (\Delta D, \Delta H) = f(\text{changement climatique, essence, maturité (H, D), position, type de site})$ (1) où D représente le diamètre et H la hauteur d'un arbre. Le transfert des impacts du changement climatique sur NewStand se fonde sur la variation de croissance ($\Delta C(\text{VAR})$), que le changement climatique (température, précipitations, CO_2) génère en lien avec la croissance sous le climat actuel. Le modèle fondé sur les processus FinnFor a servi à générer les données utilisées pour identifier la variation relative dans la croissance en raison du changement climatique suite à l'équation : (1). Le modèle s'appuie sur les principales caractéristiques physiologiques (photosynthèse, respiration, transpiration, absorption d'eau et de nutriments) pour le calcul de la croissance des arbres. En fonction des processus physiologiques et de croissance sur une base horaire, quotidienne et annuelle, le modèle est paramétré pour les principales essences d'arbres en Finlande. Le changement climatique a augmenté la croissance radiale et en hauteur du pin de manière similaire de 0,36 % par an jusqu'à 0,59 % de sorte que l'augmentation était plus importante sur les sites plus pauvres que les sites fertiles. Le même schéma se confirme pour l'épicéa et le bouleau, mais dans ce cas l'augmentation est inférieure à celle constatée pour le pin d'Écosse et l'augmentation de la croissance en hauteur est inférieure à celle de la croissance radiale. Sur la base du système de simulation-optimisation NewStand, un calendrier de gestion peut être sélectionné, qui produit la distribution privilégiée des résultats (par ex. celle qui affiche la Valeur de production nette la plus élevée). Les résultats de l'optimisation servent de recommandation pour le propriétaire qui sait que la coupe optimale dépend de la structure du peuplement et des prix du bois d'œuvre (c'est-à-dire, quand le moment est opportun pour abattre le peuplement et comment il doit être coupé). Des exemples de contributions du modèle pour la gestion appropriée dans le contexte du changement climatique sont également présentés.

Wind damage probability-reducing forest management and its effects on recreation- and life-style values, and yield

Dr. Mikael ANDERSSON - Asa Experimental Forest and Research Station, Swedish University of Agricultural Sciences - Sweden

Prof. Seppo KELLOMÄKI - School of Forest Sciences, University of Eastern Finland - Finland

Prof. Kristina BLENNOW - Faculty of Landscape, Horticulture, and Agriculture, Swedish University of Agricultural Sciences – Sweden

Owning a forest in Sweden has been characterized as a life-style project (Törnqvist, 1995). For example, performing some of the forest operations by oneself in one's own forest is often highly valued as is the forest as a place for recreation. Indeed, the financial return from forestry amounts to only a minor part of the average household income. According to south Swedish private individual forest owners damage by wind is one of the worst risks to their forestry (Blennow, 2008). It is the risk that increases the most due to climate change according to forest owners who have adapted to climate change (Blennow, 2011). Hence, it is relevant to evaluate how the probability of wind damage may be modulated by adapting the forest management regime, and how the adaptation affects the provision of recreation- and life-style values, and yield. We designed an adaptive forest management programme aiming at reducing the probability of wind damage. The adapted management programme was constructed in consultation with a stakeholder reference group and includes reduced length of the rotation period, reduction of the maximum age at which commercial thinning is carried out, and use of deciduous tree species in regeneration at wind exposed locations. We used it in simulations of future states of the forest under current and changed climate. The Forest Time Machine was used to project the state of the forest into the future (Andersson et al., 2005), to keep track of the forestry operations applied and the yield during the course of the simulations. Climate change in terms of output for the CLM/ECHAM5 model under the A1B emission scenario affected the site index. The sensitivity of the site index to climate change was modeled using the FinnFor model (Kellomäki & Väisänen, 1997; Matala et al., 2005). The probability of wind damage was calculated per forest stand in a landscape setting using the WINDA-GALES system of models (Blennow et al., this conference). Adaptive feed-back during simulations was acquired through evaluation of consecutive forest states with respect to the probability of wind damage. Indicators of recreation (Lindhagen, 2005) and life-style values in terms of management intensity, and the probability of wind damage were estimated on output future states of the forest. The results have been compared to simulated values of the currently recommended forest management regime for the region. References: Andersson, M., Dahlin, B., Mossberg, M., 2005. The forest time machine—a multi-purpose forest management decision-support system. *Comput Electron Agric* 49:114–128. Blennow, K., 2008. Risk management in Swedish forestry – Policy formation and fulfillment of goals. *Journal of Risk Research* 11:237-254. Blennow, K., 2011. Adaptation of forest management to climate change among private individual forest owners in Sweden. *Forest Policy and Economics*. In press. doi:10.1016/j.forpol.2011.04.005 Blennow, K., Gardiner, B., and Mossberg M., 2012. The WINDA-GALES wind damage probability planning tool. This conference. Kellomäki, S. and Väisänen, H. 1997. Modelling the dynamics of the boreal forest ecosystems for climate change studies in the boreal conditions.

Gestion forestière réduisant la probabilité des dommages dus au vent et conséquences sur les valeurs mode de vie et loisirs, et sur le rendement

Détenir une forêt en Suède a été décrit comme étant un projet de mode de vie (Törnqvist, 1995). Ainsi, effectuer soi-même certaines opérations forestières dans sa propre forêt est souvent très apprécié car celle-ci est considérée comme un espace de loisirs. De fait, les retours financiers de la sylviculture ne représentent qu'une part mineure du revenu moyen des foyers. Selon les propriétaires individuels de forêts du sud de la Suède, les dommages dus au vent sont l'un des pires risques encourus par leur propriété (Blennow, 2008). Il s'agit du risque qui augmente le plus en raison du changement climatique selon les propriétaires forestiers qui se sont adaptés au changement climatique (Blennow, 2011). Par conséquent, évaluer comment la probabilité des dommages dus au vent peut être modulée en adaptant le régime de gestion forestière est une mission pertinente, de même que comprendre en quoi l'adaptation a un impact sur la fourniture de services de loisirs et de mode de vie, et sur le rendement. Nous avons conçu un programme de gestion forestière adaptative qui vise à réduire la probabilité des dommages dus au vent. Ce programme a été conçu en consultation avec un groupe de parties prenantes de référence et inclut une réduction de la durée de la période de rotation, la réduction de l'âge maximum auquel l'éclaircissage commercial est effectué, et l'utilisation d'essences caduques dans la régénération des sites exposés au vent. Nous l'avons utilisé pour des simulations des futurs états des forêts dans le climat actuel et futur. La Forest Time Machine a été utilisée pour projeter l'état de la forêt dans l'avenir (Andersson et al., 2005), et assurer un suivi des opérations forestières appliquées et du rendement. Le changement climatique en termes de contribution du modèle CLM/ECHAM5 sous le scénario d'émissions A1B a affecté l'indice de station. Sa sensibilité au changement climatique a été modélisée grâce au modèle FinnFor (Kellomäki & Väisänen, 1997; Matala et al., 2005). La probabilité des dommages dus au vent a été calculée par peuplement forestier dans un environnement paysager en utilisant le système de modèles WINDA-GALES (Blennow et al., cette conférence). Le feedback adaptatif lors des simulations a été obtenu par l'évaluation des états consécutifs des forêts en matière de probabilité des dommages dus au vent. Les indicateurs de loisirs (Lindhagen, 2005) et les valeurs de mode de vie en termes d'intensité de gestion et la probabilité des dommages dus au vent ont été évalués sur les futurs états produits des forêts. Les résultats ont été comparés aux valeurs simulées du régime de gestion recommandé à l'heure actuelle pour la région.

Vulnerability assessment of ecosystem services and adaptive management options in Austrian mountain forests under climate change

M.Sc., Michael, MAROSCHEK - Institute of Silviculture, Department of Forest- and Soil Sciences, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna - Austria

M.Sc., Werner, RAMMER - Institute of Silviculture, Department of Forest- and Soil Sciences, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna - Austria

Dr., Manfred J., LEXER - Institute of Silviculture, Department of Forest- and Soil Sciences, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna – Austria

Climate change may strongly impact on mountain forests and affect the provision of forest ecosystem services. Beyond timber production, the protection against gravitational natural hazards such as rockfall, snow avalanche, as well as erosion and debris flow, is a key forest ecosystem service in mountainous regions. Additionally, the maintenance of biodiversity and nature conservation goals is important. The quantitative assessment of ecosystem service vulnerability, as well as the design and evaluation of efficient adaptive measures and strategies in mountain forests is a particular challenge, due to manifold involved spatial scales from tree to slope level. In the current contribution, we present a participative vulnerability assessment framework to analyze the current management practices of a large forest holding in the Austrian Alps. Subsequently, suitable adaptive management measures are identified. The assessment is based on simulations with the forest ecosystem model PICUS v1.5, which has been extended significantly for this purpose. Originally designed as a stand level model, PICUS v1.5 is now able to handle slope scale structures and processes. This is essential for the realistic inclusion of mountain forest management practices, as they rely on long distance cable yarding systems. Moreover, the model was extended by a spatial explicit module for the indicator-based assessment of natural hazards, based on the Swiss NaiS system (Frehner et al. 2005). PICUS was used to simulate forest development under current climate and a set of possible future climatic conditions for a period of 100 years. Disturbances from bark beetles and browsing by ungulate game species have been considered in exploring the vulnerability of ecosystem services. Beyond the assessment tools, we present the stakeholder participation and discuss suitability and potential limitations of the approach for adaptation planning.

Évaluation de la vulnérabilité des services écosystémiques et options de gestion adaptative dans les forêts de montagne autrichiennes dans le contexte du changement climatique

Le changement climatique pourrait avoir un impact élevé sur les forêts de montagne et la fourniture de services écosystémiques forestiers. Outre la production de bois, la protection contre les risques gravitationnels naturels, comme les éboulements, les avalanches ainsi que l'érosion et le flux de débris, est un service écosystémique clé dans les régions montagnardes. En outre, le maintien de la biodiversité et des objectifs de protection de la nature sont essentiels. L'évaluation quantitative de la vulnérabilité des services écosystémiques ainsi que la conception et l'évaluation de mesures et de stratégies adaptatives efficaces dans les forêts de montagne représentent un défi ambitieux, en raison des multiples échelles spatiales impliquées, depuis l'arbre jusqu'à la pente. Cette contribution présente un cadre participatif d'évaluation de la vulnérabilité afin d'analyser les pratiques de gestion actuelles d'une vaste exploitation forestière dans les Alpes autrichiennes. Des mesures de gestion adaptative sont ensuite identifiées. L'évaluation se fonde sur des simulations réalisées à l'aide du modèle d'écosystème forestier PICUS v1.5, élargi de manière significative pour cette étude. Conçu à l'origine pour servir de modèle au niveau du peuplement, PICUS v1.5 est désormais en mesure de traiter les structures et processus d'échelle de pente. Cette donnée est essentielle pour l'inclusion réaliste de pratiques de gestion de forêts de montagne, car elles s'appuient sur des systèmes de débardage à câble longue distance. En outre, le modèle a été élargi par un modèle spatial explicite pour l'évaluation basée sur les indicateurs des risques naturels, fondé sur le système Swiss NaiS (Frehner et al. 2005). PICUS a été utilisé pour simuler le développement forestier dans le contexte climatique actuel et celui des futures conditions climatiques possibles pour une période d'un siècle. Les perturbations dues aux scolytes et l'aboutissement par les ongulés ont été envisagées pour explorer la vulnérabilité des services écosystémiques. Au-delà des outils d'évaluation, nous présentons la participation des parties prenantes et nous discutons de l'adéquation et des limites potentielles de cette méthode pour la planification de l'adaptation.

Preparedness to climate change in European forestry based on COST ECHOES database on adaptive measures

Marcus LINDNER - EFI - Finland
Manfred J. LEXER - BOKU - Austria
Terhi VILEN - EFI – France
Marja KOLSTRÖM - EFI - France

Within the COST Action ECHOES, a database of the climate change adaptation measures in forestry was compiled. The database was developed on the basis of an earlier survey commissioned by the DG Agri, complemented by the COST ECHOES country representatives with information about the location, forest type and tree species to which the measures refer, the climate change impacts addressed, as well as the anticipated effectiveness, possible trade-offs and their status of implementation (ongoing/planned/idea). Additional measures were also added by the country representatives. By August 2011, the database included a total of 444 adaptation measures from 19 countries. In this study, the database was scrutinized to assess the preparedness to climate change in different bioclimatic regions. The ECHOES data indicate that the need for adaptation strategies to respond to climate change is recognized all over Europe. The target of reported measures – reducing climate change related impacts or improving adaptive capacity of the forests varies across forest types in different bioclimatic regions in Europe. A closer look at the status of the measures reveals that in all regions forests are already managed to be more tolerant to future conditions and extreme events; i.e. species and provenances that are more tolerant to future conditions are used in regeneration, and tree species diversity is taken into account in both the regeneration and thinning and tending phase to enhance the adaptive capacity of forests. In the Mediterranean region investments in fire prevention policies (e.g., increasing private and public awareness, education campaigns of forest managers) and improving infrastructure for fire detection, control and suppression have been initiated. However, there are also many country-specific measures which are still in the planning phase – e.g. although there is a growing theoretical awareness about reducing the biotic and abiotic damage, there is still a high developmental need for monitoring and early warning systems.

État de préparation au changement climatique de la sylviculture européenne fondée sur la base de données des mesures adaptatives COST ECHOES

Au sein de l'Action COST ECHOES, une base de données de mesures d'adaptation au changement climatique a été collectée. Elle a été développée sur la base d'une précédente enquête commandée par le DG Agri, complétée par les représentants des pays COST ECHOES avec des informations sur l'emplacement, le type de forêt et les essences d'arbres auxquelles les mesures font référence, les impacts du changement climatique pris en compte ainsi que l'efficacité anticipée, les échanges possibles et leur statut de mise en œuvre (en cours, planifiée, idée). Des mesures complémentaires ont également été ajoutées par les représentants des pays. En août 2011, la base contenait 444 mesures d'adaptation au total pour 19 pays. Cette étude analyse la base de données pour évaluer l'état de préparation au changement climatique dans différentes régions bioclimatiques. Les données ECHOES confirment que le besoin de stratégies d'adaptation pour réagir aux impacts du changement climatique est reconnu partout en Europe. L'objectif des mesures rapportées – réduction des impacts liés au changement climatique ou amélioration de la capacité adaptative des forêts – dépend des types de forêts et des régions bioclimatiques. Un aperçu plus précis du statut des mesures indique que, dans toutes les régions, les forêts sont déjà gérées pour gagner en tolérance aux futures conditions et aux événements extrêmes ; c'est-à-dire que les essences et les provenances plus tolérantes aux futures conditions sont utilisées pour la régénération, et que la diversité des essences est prise en compte pour les phases de régénération et d'éclaircie et de culture afin de renforcer la capacité adaptative des forêts. Dans la région méditerranéenne, les investissements en faveur des politiques de lutte contre les incendies (par ex. sensibilisation privée et publique, campagnes d'éducation des gestionnaires forestiers) et l'amélioration des infrastructures de détection, de contrôle et de lutte contre les incendies ont été mis en place. Néanmoins, de nombreuses mesures spécifiques aux pays sont encore en phase de planification – par ex., bien qu'il existe une prise de conscience théorique croissante sur la réduction des dommages biotiques et abiotiques, un besoin fort de développement subsiste pour le contrôle et les systèmes d'alerte précoces.

Forest owner motivations and attitudes towards land-use change for bio-energy production in Europe

Prof. Kristina BLENNOW - Faculty of Landscape, Horticulture and Agriculture, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, Sweden - Sweden

Dr. Erik PERSSON - Faculty of Landscape, Horticulture and Agriculture, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, Sweden - Sweden

Dr. Sónia PACHECO FAIAS - Technical University of Lisbon, Centro de Estudos Florestais, Lisboa, Portugal – Portugal

Prof. Marc HANEWINKEL - Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Birmensdorf, Switzerland - Switzerland

Dr. Johan NORMAN - Southern Swedish Forest Research Centre, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, Sweden – Sweden

European leaders have agreed to increase the share of renewable energy as a strategy to mitigate climate change. Recent reviews suggest bio-energy to be used more extensively in the future as one important means of reaching the goal. As the demand for bio-energy increases, the market price and competition for land could increase. Land that currently is used for food and fiber production could be used for the production of bio-energy feedstock, and could lead to land areas important for the conservation of biodiversity being used for production. In the EU private forest owners own 60% of the forest acreage. There are two main arguments for a forest owner to produce biomass for energy use. First, it could present an opportunity for the land-owner to contribute to climate change mitigation. Secondly, the change could present a business opportunity. However, the motivation for meeting any of these two goals have to compete with all other goals the forest owner may have. But for change of land-use to take place, land-owners need to have a positive attitude towards the change. We used survey data collected from private individual forest-owners in Portugal, Germany and Sweden to examine their attitudes and motivations to use the land for production of biomass for energy use. Preliminary results indicate that a. The willingness to change land-use was low among the respondents from all three countries. b. Even if German forest owners believed most strongly in a strong and persistent demand for forest based bio-energy feedstock, at most half of the German forest owners had a positive attitude towards expanding their forest acreage for forest bio-energy purposes by converting land used for other purposes into forest land. c. A lower proportion of forest owners in Germany and Sweden, but not in Portugal, had positive attitudes towards converting agricultural land into forest land compared to converting pasture or land used for other purposes than agriculture into forest land. d. German forest owners were less inclined than Swedish and Portuguese forest owners to convert forest that they currently are tending for timber production into forest for bio-energy production, even if this would provide higher financial return. e. The attitude towards converting forest land into land for production of bio-energy crops was most positive in Portugal and the least positive in Germany.

Motivations et attitudes des propriétaires forestiers à l'égard des modifications de l'utilisation des terres pour la production bioénergétique en Europe

Pour réduire le changement climatique, les dirigeants européens ont décidé d'augmenter la part d'énergies renouvelables. Les analyses récentes suggèrent une utilisation plus extensive des bioénergies à l'avenir pour atteindre l'objectif. La demande pour les bioénergies augmente, le prix et la concurrence pour les terrains pourraient donc augmenter eux aussi. Les terres utilisées à l'heure actuelle pour l'alimentaire et les fibres textiles pourraient être consacrées aux bioénergies ; des zones importantes pour la protection de la biodiversité pourraient ainsi être dédiées à la production. Au sein de l'Union européenne, les propriétaires forestiers privés détiennent 60 % de la superficie forestière totale. Deux arguments peuvent les amener à produire de la biomasse pour une utilisation énergétique. Premièrement, cette option peut présenter une opportunité de contribuer à la réduction du changement climatique. Deuxièmement, l'opportunité peut être commerciale. Néanmoins, la motivation pour atteindre l'un ou l'autre de ces deux objectifs entre en concurrence avec les autres objectifs éventuels du propriétaire forestier. Mais pour que l'utilisation des terrains soit modifiée, les propriétaires doivent adopter une attitude positive vis-à-vis du changement. Nous nous sommes appuyés sur des données collectées auprès de propriétaires forestiers privés au Portugal, en Allemagne et en Suède pour analyser leur attitude et leurs motivations à l'égard d'une utilisation de leurs terrains pour la production de biomasse à des fins énergétiques. Les résultats préliminaires indiquent que a. la volonté de modifier l'utilisation des terrains est faible chez les répondants des trois pays b. même si les propriétaires allemands sont plus fortement convaincus d'une demande constante et solide pour une matière bioénergétique forestière, au maximum la moitié d'entre eux nourrissent une attitude positive à l'égard d'une expansion de leur superficie forestière dédiée aux utilisations bioénergétiques en convertissant les terres utilisées pour d'autres objectifs c. une plus faible proportion de propriétaires forestiers en Allemagne et en Suède, mais pas au Portugal, nourrissent une attitude positive à l'égard d'une conversion des terres agricoles en terres forestières par rapport à la conversion en terres forestières des pâturages ou des terrains utilisés à d'autres fins que l'agriculture. d. les propriétaires forestiers allemands sont moins enclins que les Suédois et les Portugais à convertir les forêts qu'ils cultivent déjà pour la production de bois d'œuvre pour la production de bois destiné à la bioénergie, même si cela assurerait de meilleurs retours financiers, l'attitude vis-à-vis de la conversion de terres forestières en terres destinées à la production de cultures bioénergétiques est reçue la plus positivement au Portugal et la moins positivement en Allemagne.

A web-based tool for participatory vulnerability assessment of forest ecosystem services

DI Werner RAMMER - Institute of Silviculture, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna - Austria

Christian SCHAUFLINGER - Institute of Silviculture, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna - Austria

Dr Manfred J LEXER - Institute of Silviculture, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna – Austria

Climate change may strongly impact forests and affect the provision of forest ecosystem services (ES). In addition, at operational level the assessment, planning and implementation of adaptive measures in forest management requires coordination among various stakeholders. The consideration of ES such as timber production, protection against natural hazards such as snow avalanches, rockfall and debris flow, nature conservation values and landscape amenities and the trade-offs among them within the frame of multi-functional forestry must be performed at local to regional scales. For successful applications a proper and transparent integration of stakeholder views and values is of paramount importance. To support such assessment and planning processes a web-based assessment tool has been developed. In this contribution we present the conceptual foundation of the decision support tool, its implementation and demonstrate the tool by means of case study data from the MOTIVE project. The tool can either be used by individual decision makers or in a group setting where stakeholders participate in a workshop environment. Employing a web-based user interface, the user is guided through the assessment procedure which is based on the major decision making phases: (1) problem structuring (case selection, definition of objectives and related indicator sets), (2) preference elicitation (importance of indicators and identification of tolerance thresholds regarding climate change impacts), and (3) assessment. Several cycles of this procedure may be performed to test the effect of alternative preference settings and management practices on the residual vulnerability. The indicators are used to assess the performance of forest management as related to the demanded ecosystem services. Performance data of management trajectories for any given forest type can be provided by prior ecosystem simulations or qualitative expert judgments stored in a data base. The indicators are then aggregated with regard to a two-dimensional vulnerability surface sensu Luers (2005) characterizing sensitivity as well as state/threshold relationships of ES towards climate change. The resulting position of a specific management scheme and its movement on the vulnerability surface along a temporal trajectory is a suitable communication means also to non-experts and laymen among stakeholders. Benefits as well as potential limitations of the current tool as well as possible future enhancements are discussed.

Un outil Web pour une évaluation participative de la vulnérabilité des services écosystémiques forestiers

Le changement climatique pourrait avoir un impact important sur les forêts et les services écosystémiques forestiers. En outre, à l'échelle opérationnelle, l'évaluation, la planification et la mise en œuvre de mesures adaptatives de gestion forestière requièrent une coordination entre les différentes parties prenantes. L'étude des services écosystémiques – production de bois d'œuvre, protection contre les risques naturels comme les avalanches, les éboulements et les flux de débris, valeurs de protection de la nature et aménités liées au paysage, échanges entre ces services dans le cadre d'une exploitation forestière multifonction – doit s'effectuer à l'échelle locale et régionale. Pour une application fructueuse, l'intégration appropriée et transparente des avis et valeurs des parties prenantes est extrêmement importante. Pour contribuer à ce type de procédures d'évaluation et de planification, nous avons développé un outil d'évaluation Web. Cette présentation expose les fondements conceptuels de l'outil d'aide à la prise de décision, sa mise en œuvre et illustre son fonctionnement en présentant les données d'une étude de cas du projet MOTIVE. L'outil peut être utilisé par des décideurs individuels ou au sein d'un groupe où les parties prenantes participent dans un environnement type atelier. À l'aide d'une interface Web, l'utilisateur est guidé au travers de la procédure d'évaluation qui se fonde sur les principales phases de prise de décision : (1) structuration des problèmes (sélection des cas, définition des objectifs et lots d'indicateurs associés), (2) formulation des préférences (importance des indicateurs et identification des seuils de tolérance en matière d'impact du changement climatique), et (3) évaluation. Plusieurs cycles de cette procédure peuvent être effectués pour éprouver l'efficacité des clauses de préférence alternatives et des pratiques de gestion sur la vulnérabilité résiduelle. Les indicateurs servent à évaluer la performance de la gestion forestière pour les services écosystémiques demandés. Les données de performance des trajectoires de gestion pour tout type de forêt peuvent être fournies par des simulations écosystémiques antérieures ou l'avis qualitatif d'experts stocké dans la base de données. Les indicateurs sont alors agrégés pour une surface de vulnérabilité bidimensionnelle (Luers, 2005) qui caractérise la sensibilité ainsi que les relations état/seuil des services écosystémiques au changement climatique. La position d'un programme de gestion spécifique et son déplacement sur la surface de vulnérabilité le long d'une trajectoire temporelle servent aussi de moyen de communication efficace pour les non-experts et les laïcs chez les parties prenantes. L'exposé discute enfin des avantages et des limites potentielles de l'outil actuel ainsi que de ses améliorations possibles.

‘No manual for the future’: helping private woodland owners to adapt to climate

Anna LAWRENCE - Forest Research - United Kingdom

Mariella MARZANO - Forest Research - United Kingdom

Two-thirds of the woodland in Great Britain is in private ownership. Forest governance is multi-scalar in Great Britain: forestry is regulated at UK level by the Forest Act 1967, but forest policy is devolved to the constituent countries, and hence goals, incentive structures and delivery services differ between England, Wales and Scotland. The challenges of climate change include not only revised species choices, but enhanced resilience through more diverse silvicultural systems and a more connected (or permeable) landscape. With such a significant private sector, set in a mosaic of small scale habitats, diverse land use and ownership structures, understanding the perspectives of private woodland owners and managers in relation to climate change and perceived options for dealing with uncertainty and change becomes an essential part of the national? climate change adaptation strategy. In this study we focus on Wales, which has recently produced a range of new guidance materials to encourage woodland managers to diversify species choice and silvicultural systems, and where policy encourages a move towards ‘low impact silviculture’ or continuous cover forestry. A recent survey of farmers reveals the difficulties of relying on information supply and conventional extension approaches to advocate woodland management. Until now the attitudes, values and perceptions of Welsh forest owners have not been researched. This study provides an insight into the different categories of owners, and influences on their attitudes, opinions and management activities. Results are currently being analysed but initial indications show that small scale woodland owners are not generally convinced of a need to adapt, and of those who are, most believe that it is best to rely on using native species. A significant number of small scale owners do not seek advice and are not reached by information campaigns. Estate owners show more of a tendency to manage for overall resilience, and have for long been pioneers of continuous cover forestry; they are more often seen as leaders than as adopters of silvicultural change. However, respondents complain about what they perceive as inconsistency in advice provided by government services, and many are not comfortable with the notion of uncertainty. Recent high profile outbreaks of tree disease are more often perceived as a call for action, than climate change itself. Our paper concludes with recommendations for engaging with private woodland owners in climate change adaptation, including communication strategies and suggested focus on areas of primary concern to the owners in different sectors.

« Pas de mode d'emploi pour l'avenir » : aider les propriétaires forestiers privés à s'adapter au climat

Les deux tiers des zones boisées de Grande Bretagne appartiennent au secteur privé. La gouvernance forestière est répartie sur plusieurs échelles en Grande Bretagne : la sylviculture est réglementée au niveau du Royaume-Uni par la loi sur la Forêt de 1967, mais la politique forestière incombe aux pays constituants, et donc les objectifs, les structures d'incitation et les services apportés varient entre l'Angleterre, le pays de Galles et l'Écosse. Les difficultés provoquées par le changement climatique comprennent non seulement la révision du choix des espèces, mais une amélioration de la résilience par des systèmes de sylviculture plus diversifiés et un paysage plus connecté (ou perméable). Avec un secteur privé si important, composé d'une mosaïque d'habitats à petite échelle, d'utilisations diversifiées des terres et de structures de propriété variées, la compréhension des perspectives des propriétaires et des gestionnaires forestiers privés associées au changement climatique et des choix envisagés pour aborder l'incertitude et le changement devient une composante essentielle de la stratégie nationale d'adaptation au changement climatique. Dans cette étude, nous nous concentrons sur le pays de Galles, qui a diffusé récemment un ensemble de nouveaux documents de recommandations pour encourager les gestionnaires forestiers à diversifier le choix des espèces et les systèmes de sylviculture et où la politique encourage une orientation vers une « sylviculture à faible impact » ou une gestion forestière à couvert continu. Une enquête récente réalisée auprès des propriétaires révèle les difficultés de se reposer sur la simple divulgation d'informations et le développement forestier traditionnel pour promouvoir la gestion forestière. Jusqu'à maintenant, les attitudes, les valeurs et les perceptions des propriétaires forestiers gallois n'ont pas été étudiées. Cette étude décrit les différentes catégories de propriétaires ainsi que les éléments influençant leurs attitudes, opinions et activités de gestion. Les résultats sont en cours d'analyse, mais les premières indications montrent que les petits propriétaires forestiers ne sont généralement pas convaincus du besoin de s'adapter, et ceux qui le sont pensent pour la plupart qu'il est préférable de se fier à l'utilisation des espèces locales. Un nombre important de petits propriétaires ne sollicitent pas de conseils et ne sont pas atteints par les campagnes d'information. Les propriétaires publics sont davantage enclins à la gestion pour une résilience globale, et sont depuis longtemps les pionniers de la gestion forestière à couvert continu. Ils sont plus souvent considérés en tant que meneurs plutôt que suiveurs du changement dans la sylviculture. Toutefois, les personnes interrogées se plaignent de ce qu'elles perçoivent comme une incohérence des conseils apportés par les services gouvernementaux, et beaucoup ne sont pas à l'aise avec la notion d'incertitude. Les épidémies récentes et très évidentes ayant touché les arbres sont souvent perçues davantage comme un appel à l'action que comme le résultat du changement climatique lui-même. Notre article conclut avec des recommandations pour s'engager aux côtés des propriétaires forestiers privés et s'adapter au changement climatique, avec notamment des stratégies de communication et la suggestion de se concentrer sur des domaines de grande préoccupation des propriétaires dans différents secteurs.

Modelling for Knowledge Update in Adaptive Forest Management

Dr., Rasoul, YOUSEFPOUR - University of Copenhagen - Denmark

Prof., Bo Jellesmark, THORSEN - University of Copenhagen - Denmark

Prof., Jette Bredahl, JACOBSEN - University of Copenhagen – Denmark

Prof., Henrik, MEILBY - University of Copenhagen - Denmark

Adaptive forest management takes the advantage of forthcoming information about the environment and forest state to update the optimal decision. We develop a modelling concept for the knowledge update towards perception of future climate change which may ask for the change of optimal management schemes. We consider a handful set of trajectories including extreme and no change of climate state. Climate uncertainty is defined by a normal i.i.d. shock around the true underlying model. It is assumed that determination of true climate scenario is just a matter of time and by means of observations and monitoring it would be unfolded in the near future. We illustrate a case of forest owner in the Netherlands who is not convinced with the occurrence of climate change or set of scenarios. The value of his decision, however, may be affected by new climate conditions and urge him to consider the stochastic variation of climate states. The time needed to convince the forest owner for accepting the fact of climate change and integrating the risk in the decision-making will be depending on i) initial perception, ii) knowledge achieved in time and iii) the value of adaptive measures suitable for new conditions. However, we show that the economic value of such an adaptive approach would be higher if a reasonable change in climate state occurs asking consequently for a change in optimal decision.

La modélisation au service de la mise à jour des connaissances pour la gestion forestière adaptative

La gestion forestière adaptative tire profit des informations futures sur l'état de l'environnement et des forêts pour éclairer une prise de décision optimale. Nous développons un concept de modélisation pour la mise à jour des connaissances en matière de perception du futur changement climatique qui pourrait appeler des modifications aux programmes de gestion optimaux. Nous étudions quelques lots de trajectoires, y compris des états extrêmes et des cas d'absence de changement. Les incertitudes climatiques se définissent par un choc normal distribué de manière indépendante et identique autour du réel modèle sous-jacent. On suppose que la détermination du scénario climatique réel n'est qu'une question de temps et que, par le biais d'observations et de contrôles, il sera révélé dans un avenir proche. Nous illustrons un cas de propriétaire forestier aux Pays-Bas non convaincu de l'occurrence du changement climatique ou des lots de scénarios. La valeur de sa décision, néanmoins, peut être impactée par les nouvelles conditions climatiques et l'inciter à envisager la variation stochastique des états climatiques. Le temps nécessaire pour convaincre le propriétaire forestier d'accepter le changement climatique et d'intégrer les risques dans la prise de décision dépendront de i) la perception initiale, ii) les connaissances acquises dans le temps et iii) la valeur des mesures adaptatives adaptées aux nouvelles conditions. Néanmoins, nous montrons que la valeur économique d'une telle approche adaptative serait plus élevée si un changement raisonnable de l'état du climat survient, qui appellerait par conséquent un changement dans la décision optimale.