KU LEUVEN

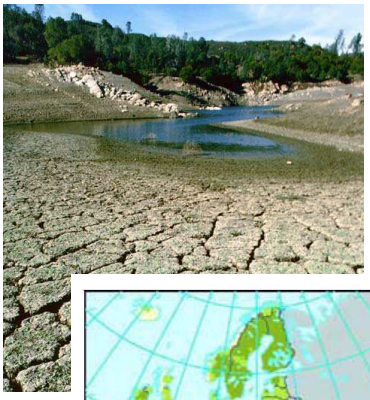
DEPARTMENT OF EARTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCES
K.U.LEUVEN - BELGIUM

Nouvelles approches pour optimiser la gestion forestière favorisant les services des écosystèmes liés à l'eau

Bart Muys[1,2], Marc Palahi[2], Carlos Gracia[3], Robert Mavsar[2], Irina Prokofieva[4]

[1]KU Leuven, Leuven, Belgium
[2]EFI, Barcelona, Spain
[3]CREAF, Barcelona, Spain
[4]CTFC, Barcelona, Spain

Changements climatiques et pénurie en eau



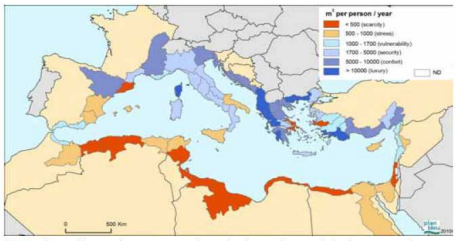
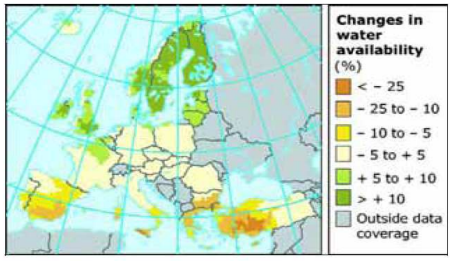


Figure 9. Renewable natural water resources (internal and external) per capita in elementary catchment basins (1995–2008). Source: Plan Bleu estimates from national sources.



Tendence des précipitations

Tendence de la consommation

Rôle des forêts?

KU LEUVEN

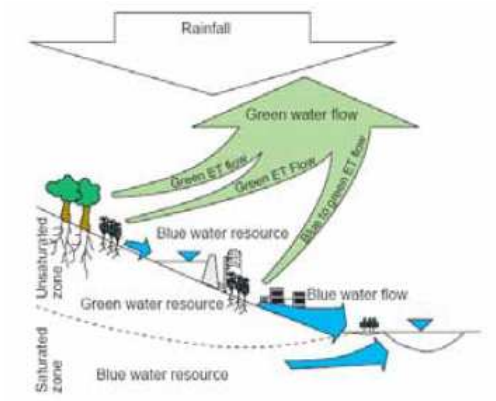
Gestion Integrée des bassins versants boisés

Complémenter les solutions techniques avec des approches **écologiques et économiques**

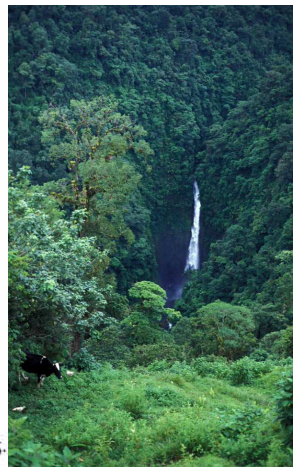
- Approches écologiques
  - Concept eau bleue et verte
  - Concept des Services écosystémiques (SE) et compromis
  - Indicateurs
  - Systèmes d'aide à la décision
- Approches économiques
  - Côté demande: pricing
  - Côté offre: PSE

KU LEUVEN

Pour mieux comprendre la relation eau-forêt: les concepts "eau verte" et "eau bleue"

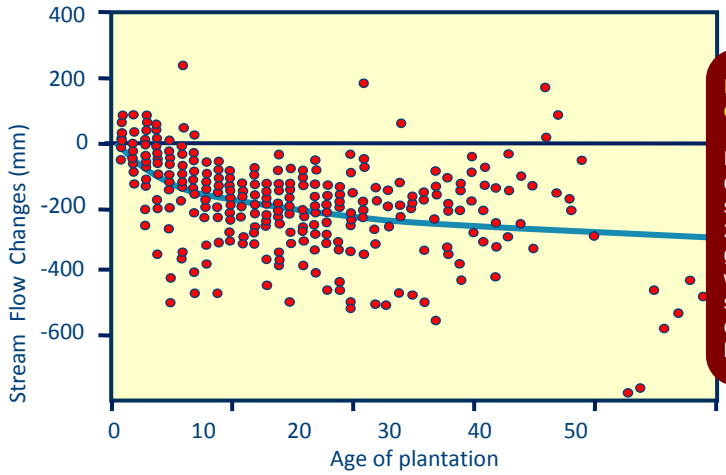


Green and Blue water. Source: Falkenmark and Rockström 2005.



KU LEUVEN

le modèle «éponge» : une mythe forestière
les forêts sont des consommateurs en eau et réduisent le débit d'eau



In a set of 600 observations:

Plantations decreased stream flow by 227 mm per year globally (52%), with 13% of streams drying completely for at least 1 year.

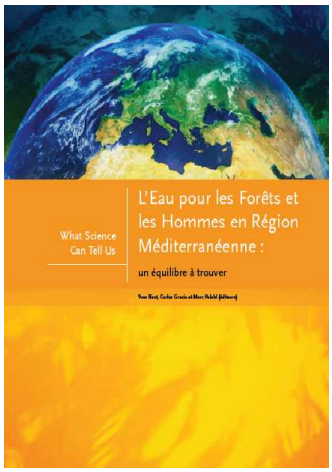
R.B.Jackson et al., Science 2005

KU LEUVEN

Pour mieux comprendre la relation eau-forêt: les concepts "eau verte" et "eau bleue"

Les forêts peuvent parfois accroître les débits d'étiage, mais, en général, il est plus probable qu'elles les réduisent.

La capacité des forêts à réguler les inondations est souvent beaucoup plus faible qu'on ne l'affirme souvent ; elle se limite aux orages pas trop intenses et aux bassins versants de taille réduite.



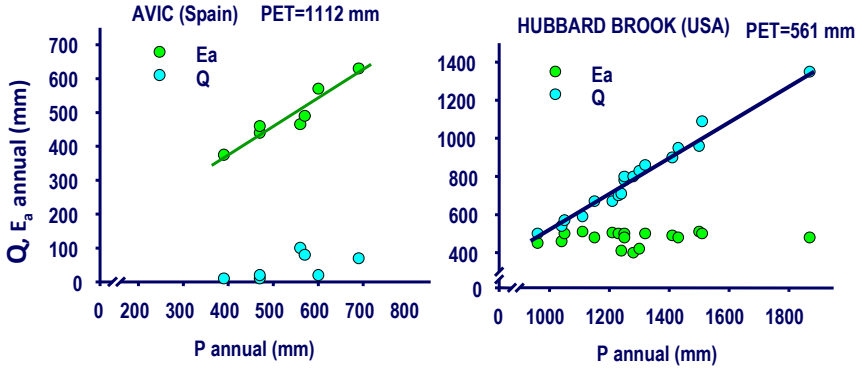
Birot et al. 2011, EFI What Science can tell us 1

KU LEUVEN

Bassins versants Méditerranéens vs. tempérés

● E_a: évapotranspiration actuelle ● Q: ruissellement P: précipitation

$P = Q + E_a$



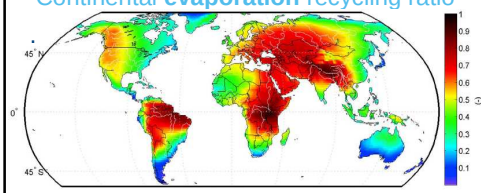
From Piñol et al 1991, 1995

KU LEUVEN

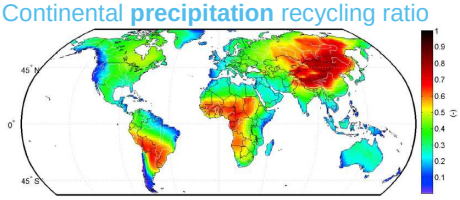
Bassins de précipitation (“precipationsheds”)

- 57% de l’ET terrestre retombe comme précipitation terrestre. 40% de la précipitation terrestre est d’origine terrestre
- 80% des ressources en eau chinoises est d’origine terrestre (Eurasie)
- Le bassin du Rio de la Plata dépend de l’Amazone pour 70% de ces ressources en eau
- La précipitation au Sahel dépend largement du bassin du Congo
- Ce concept donne valeur géostratégique aux forêts comme zones sources de précipitation

Continental **evaporation** recycling ratio



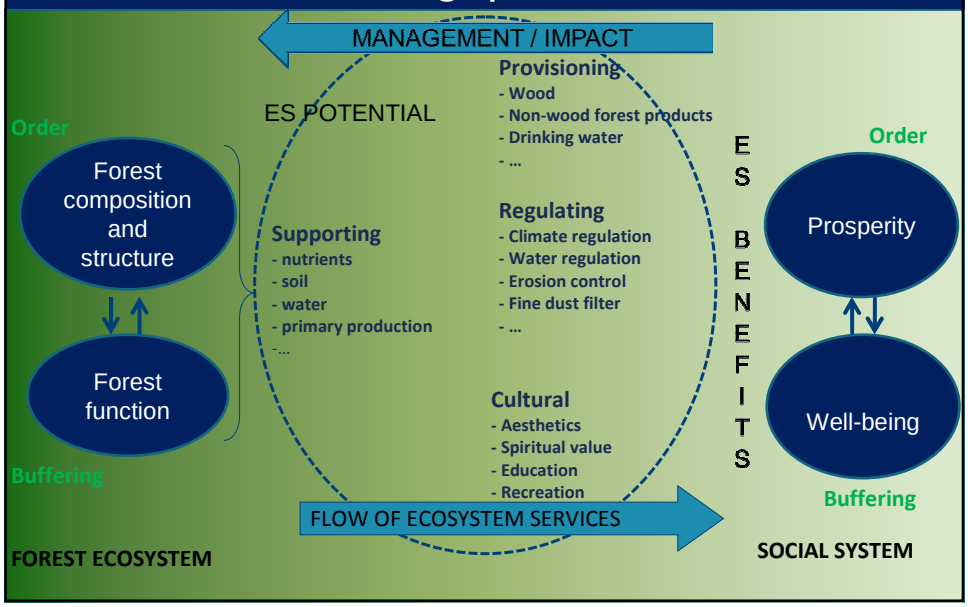
Continental **precipitation** recycling ratio



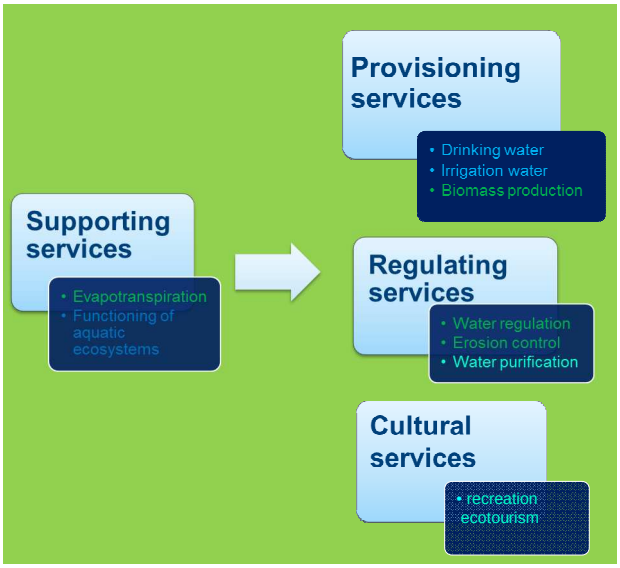
VAN DER ENT ET AL. 2010 *Water Resour. Res.* Origin and fate of atmospheric moisture

KU LEUVEN

Gestion forestière et effects sur le système socio-écologique de la forêt



Services écosystémiques liés à l'eau (SEE)

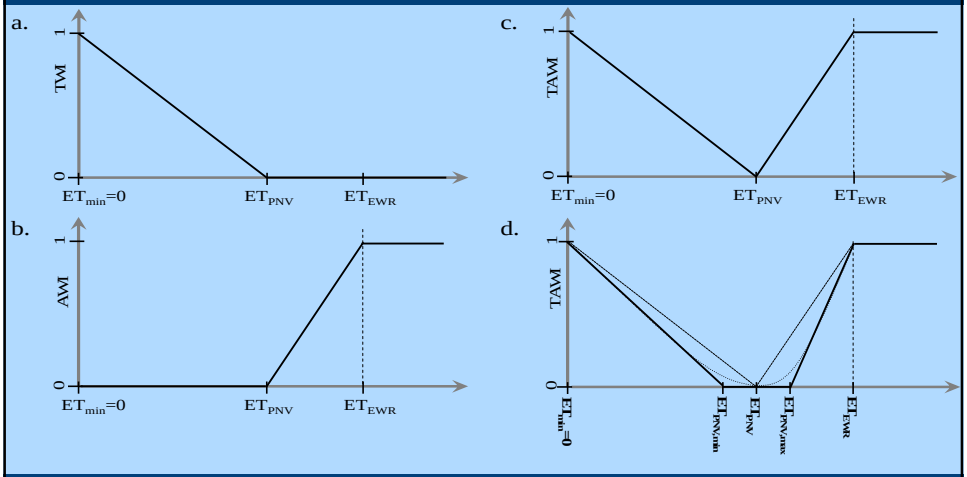


green water services
blue water services
blue/green water services

Human Prosperity and Well-Being

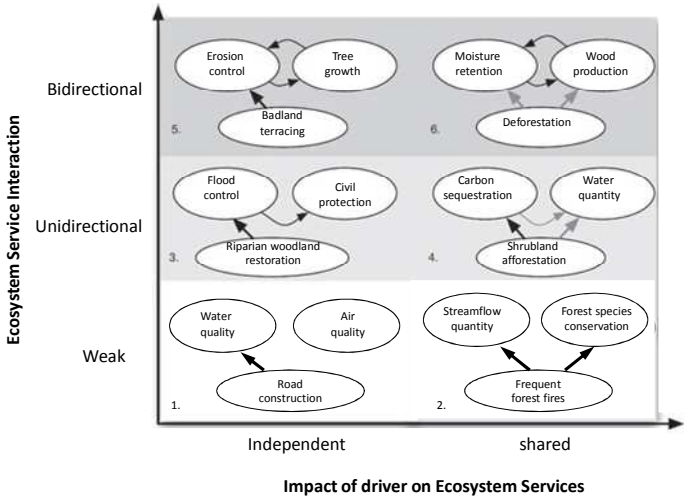
KU LEUVEN

Évaluation intégrée des SEE verts et bleus



a. Impact environnemental de la gestion du terrain sur l'eau verte (TWI), b. impact environnemental de la gestion du terrain sur l'eau bleue (AWI), c. et d. impact environnemental intégré sur l'eau verte et bleue (compromis entre système terrestre et aquatique) (TAWI) comme fonction de l'évapotranspiation (ET), la végétation potentielle naturelle (PNV) et un seuil ET_{EWR}

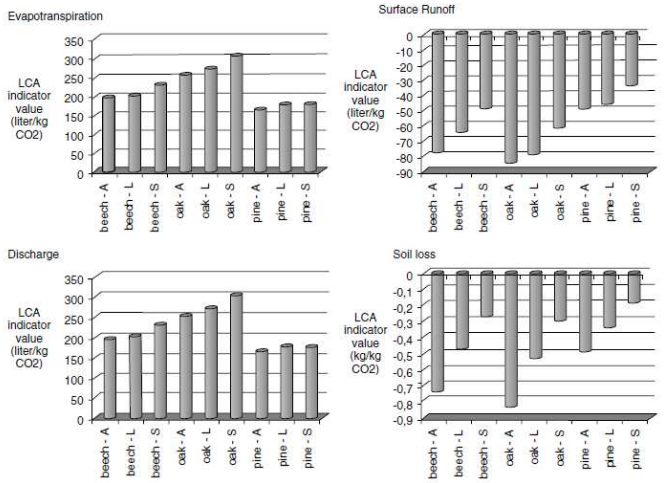
Relations et compromis entre SE



Modified after Bennett et al. 2007

L'intégration de l'eau avec les autres services écosystémiques doit se baser sur une bonne compréhension de leurs intéractions

Analyse de compromis entre SEs



Example:

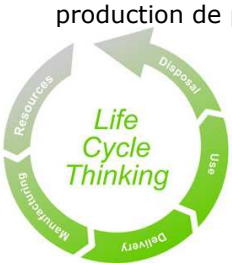
Performance en SEE par tonne de carbone sequestrée en fonction de la gestion

Heuvelmans et al. 2005, Hydrol. Proc.

KU LEUVEN

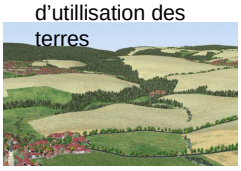
Indicateurs d'impact

- SEE peuvent être évalués à différentes échelles par monitoring, expériments, modélisation, MAIS…
- Les décideurs ont besoins d'indicateurs simples, fiables pour:
  - une **zone** (p.e. influence de boisement sur les SEE d'un bassin versant)
  - un **processus unitaire** (p.e. Productivité en eau d'un taillis à tres courte rotation pour production d'électricité)
  - un **produit** (p.e. Empreinte d'eau - water footprint – de production de papier à base d'eucalypte)

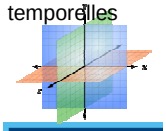


Défis

Dynamique d'utillisation des terres



Dimensions spatio-temporelles



KU LEUVEN

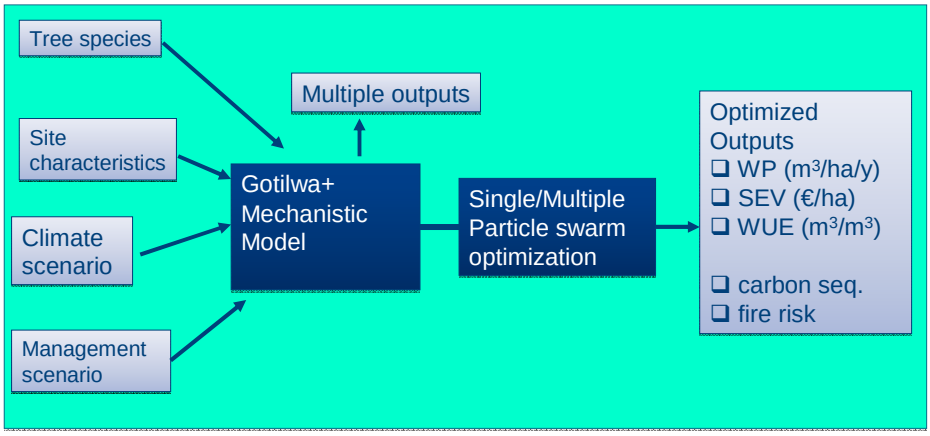
Empreinte d'eau (m^3 d'eau/m^3 de bois) en *Pinus sylvestris*

Profondeur du sol (cm)	Gestion optimale	gestion non-optimale
50	584	782
150	739	1263

L'empreinte d'eau de produits forestier dépend fortement du régime de gestion.
Il est donc indispensable de comprendre les réponse des forêts
non seulement en termes de carbone et biomasse, mais en termes d'eau

KU LEUVEN

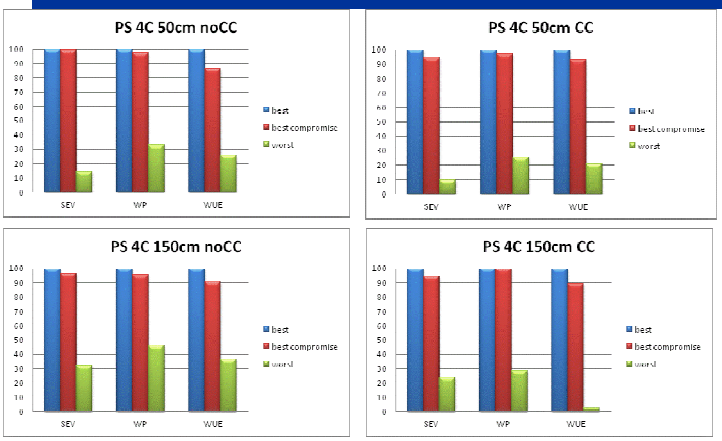
Systèmes d'aide à la décision



GOTILWA+ DSS

KU LEUVEN

Implémentation Multiple Essaim de particules en Gotilwa+



- larges différences entre la meilleure et la pire gestion (intensité et fréquence des éclaircies)
- ils existent des compromis pas loins des optimums mono-service

KU LEUVEN

Approches économiques: côté demande

- **Attrribuer un prix adéquat réflectant la rarité de la ressource (cf plantations forestières en Afrique du Sud**
- **Règles de Distribution solides et équitables**
- **Développement de marchés (approche contestée (voir Riccardo Petrella)**

Diminution de la demande et utilisation plus efficace

KU LEUVEN

Approche économique: côté offre

- Comment stimuler la gestion qui **garantit la quantité et qualité** d'eau nécessaires?
- La majorité des services fournies pour la forêt sont des **externalités**

Paiement pour services écosystémiques (PSE)

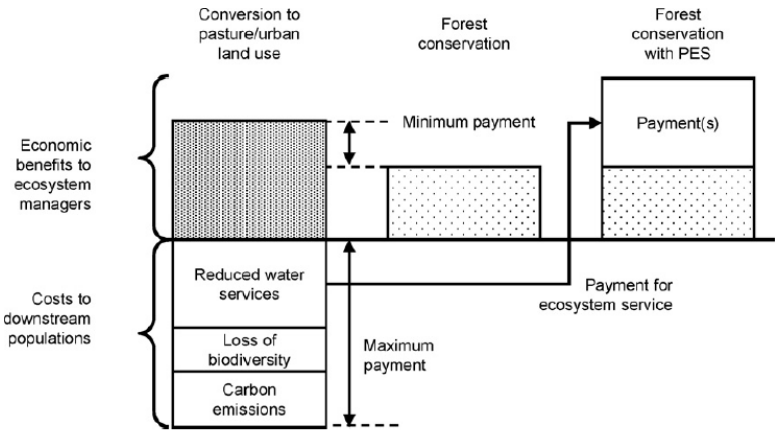
Le bénéficiaire paie

Conditionalités

Le fournisseur reçoit

KU LEUVEN

Paiement pour SEE



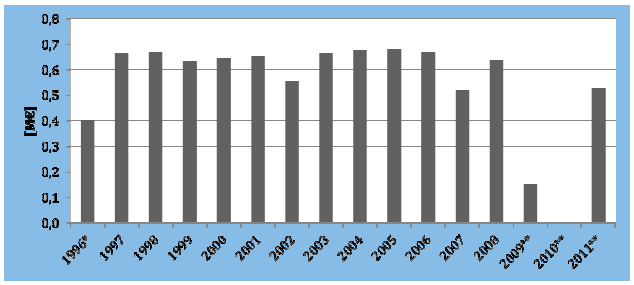
Patterson & Coelho (2009) *Forest Ecology and Management*

KU LEUVEN

Example : paiement pour eau potable (Romagne, Italie)

Silvicultural practice	1° year Erosion [Kg/ha]	2° year Erosion [Kg/ha]	3° year Erosion [Kg/ha]	4° year Erosion [Kg/ha]	Total Erosion [Kg/ha]
Coppice with clear cut	92.2	80.5	1.1	5.6	179.4
Coppice conversion to even-aged forest	62.7	24.1	0.8	4.4	92.0
Natural evolution	5.2	2.9	1.0	1.5	10.5

Bagnaresi et al. 1999



Romagna acque s.p.a. 2012

- Service payé: qualité de l'eau + durée de vie du lac
- 1-3% de la facture de l'eau
- 170€/ha

Muys, Vidale et al., IUFRO, in prep.

KU LEUVEN

Quelques conclusions (1/2)

- Gestion durable de bassins implique de compléter les solutions techniques avec des **approches écologiques et économiques**
- Un **paradigme balancé entre eau bleue et verte** mérite plus d'attention, prévu que l'eau vert soutient des fonctions écosystémiques principales.
- Pour l'intégration de l'eau avec d'autres SE, un myriade de nouveaux **outils d'analyse de compromis et d'optimisation de gestion** est disponible.

KU LEUVEN

Quelques conclusions (2/2)

- Il y a du potentiel pour **augmenter l'efficacité** de la consommation en eau en forêt
- On peut apprendre des succès de **paiements conditionnés de services écosystémiques** liés à l'eau
- Il faut créer les **conditions institutionelles** nécessaires pour implémenter ces approches écologiques et économiques

KU LEUVEN

Merci de votre attention!

Prof. Bart Muys
KU Leuven
Forest, Nature and Landscape
Bart.muys@ees.kuleuven.be

Dr. Marc Palahi
Deputy director, EFI

Prof. Carlos Gracia
Universitat de Barcelona/CREAF

Dr. Robert Mavsar
Head of EFIMED, EFI

Dr. Irina Prokofieva
Head of forest economics area,
Centre tecnologic forestal de Catalunya

www.kuleuven.be/forecoman
www.efimed.efi.int

KU LEUVEN