



Effets des changements globaux sur les forêts du Bassin du Congo

Proposer un diagnostic et des outils d'aide à la décision pour atténuer ces effets

S. Gourlet-Fleury, N. Bayol, I. Bentaleb, F. Benedet, A. Billand, L. Bremond, S. Coste, J.-L. Doucet, C. Doumenge, N. Fauvet, C. Favier, A. Fayolle, V. Freycon, J.-F. Gillet, V. Gond, A. Laraque, J. Maley, P. Mayaux, F. Mortier, J.-M. Moutsamboté, R. Nasi, A. Ngomanda, Y. Nouvellet, R. Oslisly, N. Picard, A. Saya, B. Sonké, M. Swaine, J.-P. Tathy, M. Toto, O. Yongo, K. Willis

Research for the understanding of European & Overseas Biodiversity



A network of Research Funding Agencies in 14 European countries.

BiodivERSa is funded as an ERA-net project within the European Union's 6th Framework Programme for Research



NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL



Atelier de restitution / réflexion
Brazzaville, 21-23 mai 2012



Partenaires

- AO de l'Era-Net BiodivERsA, démarrage le 1/01/2009 pour 4 ans
- 16 partenaires de recherche

9 partenaires du nord

- Allemagne
 - Université de Bayreuth
- Belgique
 - Gembloux AgroBioTech
- France
 - CIRAD
 - CNRS/Université Montpellier II
 - FRM
 - IRD
- Italie
 - DG-JRC
- UK
 - Université d'Aberdeen
 - Université d'Oxford

6 partenaires du sud

- Cameroun
 - Université de Yaoundé I
- Gabon
 - IRET
- République centrafricaine
 - Université de Bangui
- République du Congo
 - CRDPI
 - DGRST
 - Université Marien Ngouabi

CIFOR

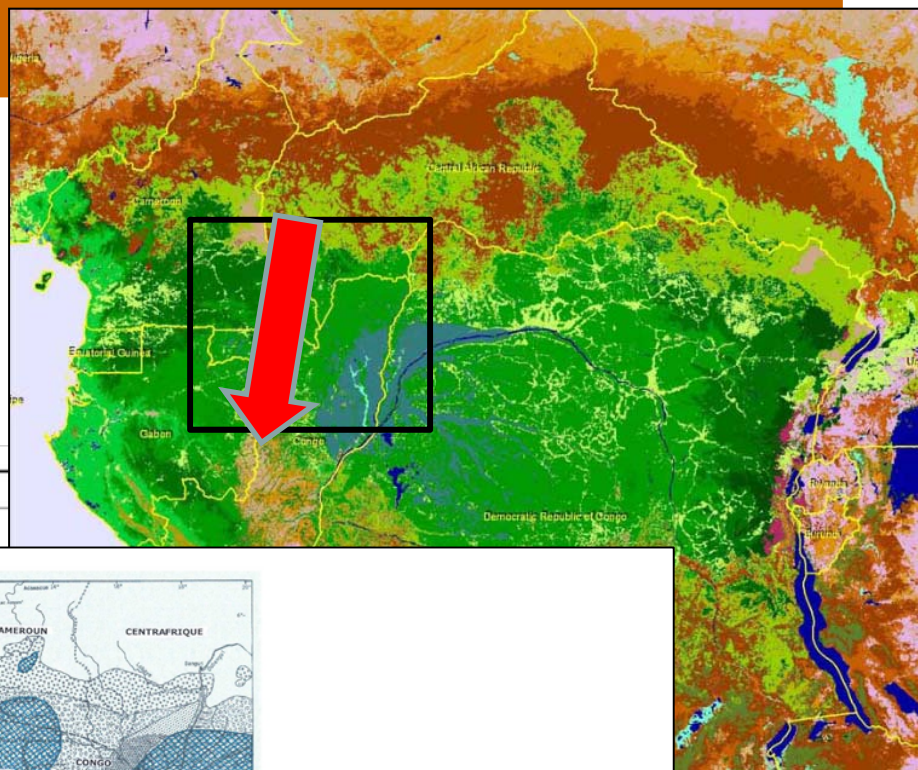
- 14 compagnies forestières + ATIBT



Zone d'étude

14 compagnies titulaires de 28 concessions forestières au coeur des forêts denses semi-décidues d'Afrique centrale

Environ 7 millions d'ha d'inventaires forestiers



GLC 2000

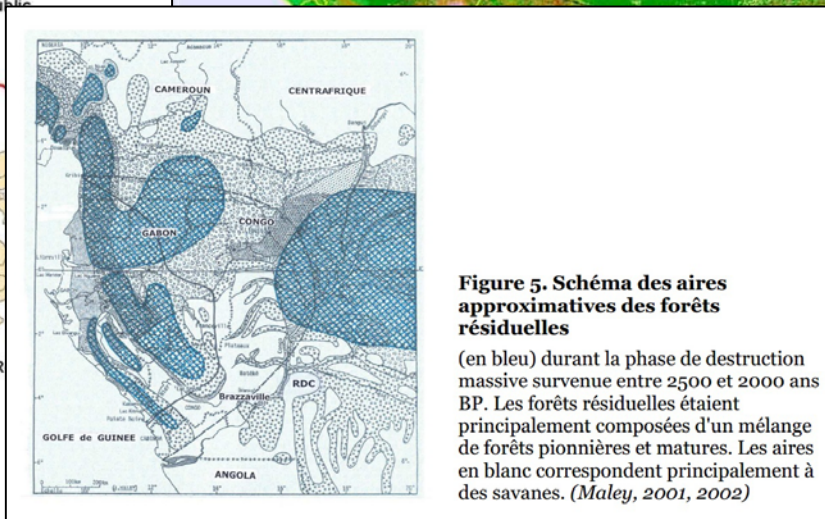
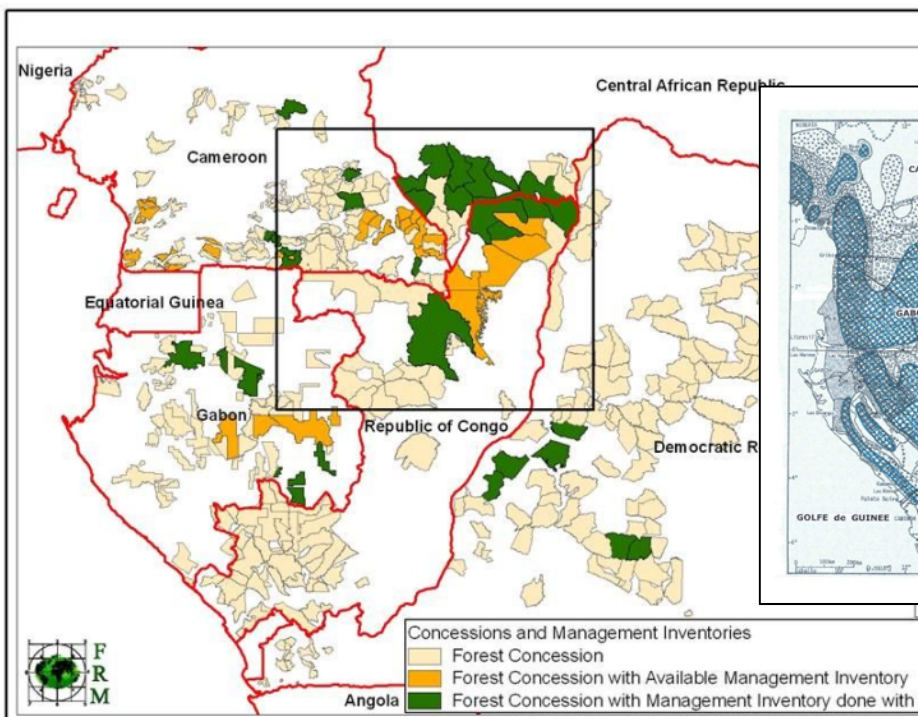


Figure 5. Schéma des aires approximatives des forêts résiduelles

(en bleu) durant la phase de destruction massive survenue entre 2500 et 2000 ans BP. Les forêts résiduelles étaient principalement composées d'un mélange de forêts pionnières et matures. Les aires en blanc correspondent principalement à des savanes. (Maley, 2001, 2002)



Contexte général et enjeux

Spatial patterns and recent trends in the climate of tropical rainforest regions

Yadvinder Malhi^{1*} and James Wright^{1,2}

¹*School of Geosciences, University of Edinburgh, Edinburgh EH9 3JU, UK*

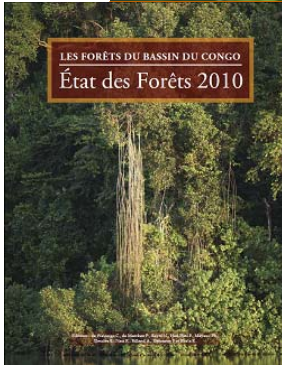
²*School of Geography and the Environment, University of Oxford, Mansfield Road, Oxford OX1 3TD, UK*

We present an analysis of the mean climate and climatic trends of tropical rainforest regions over the period 1960–1998, with the aid of explicit maps of forest cover and climatological databases. Until the

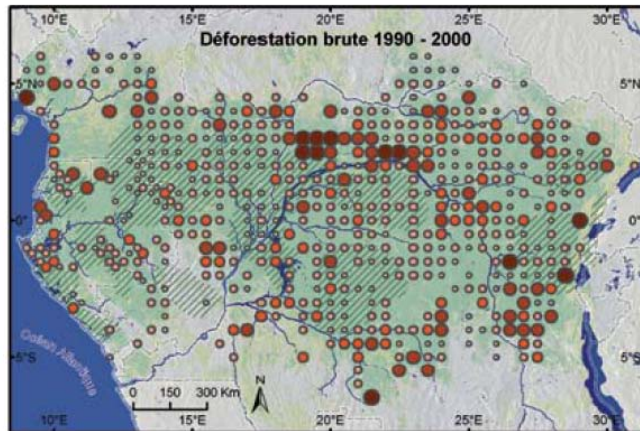
- Entre 1960 et 1998, sur la zone des forêts denses tropicales humides africaines :
 - La température moyenne a augmenté (+ 0.29 ± 0.06 °C par décade)
 - La pluviométrie moyenne annuelle a baissé (- 2.4 ± 1.3% par décade)
 - L'intensité de la saison sèche a augmenté (+ 2.8 ± 2.0 mm par décade)



Contexte général et enjeux

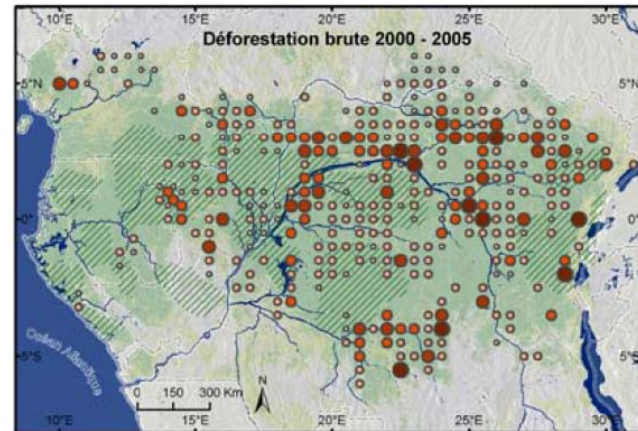


1990- 2000



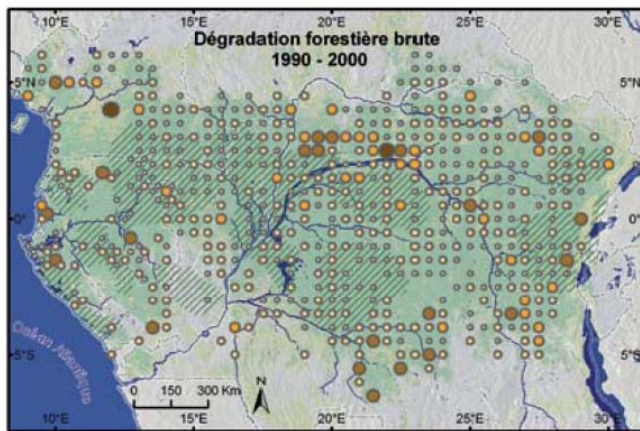
Déforestation
- 0,13% an⁻¹

2000- 2005

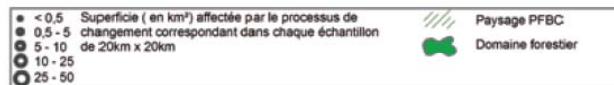
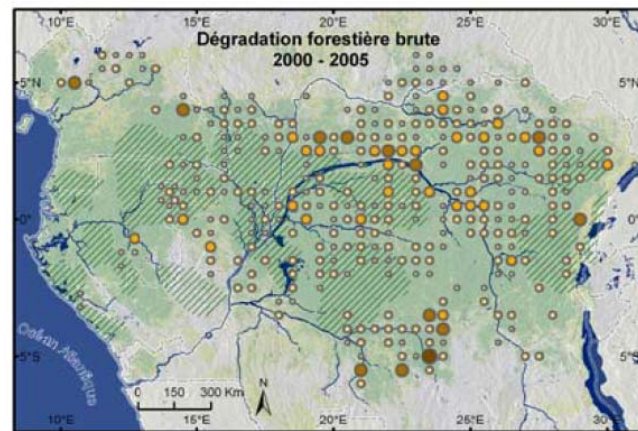


Déforestation
- 0,26% an⁻¹

Dégradation
- 0,07% an⁻¹

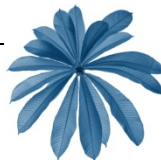


Dégradation
- 0,14% an⁻¹



Ernst et al. 2010 (in EFBC 2010)

Atelier de restitution / réflexion
Brazzaville, 21-23 mai 2012



Contexte général et enjeux

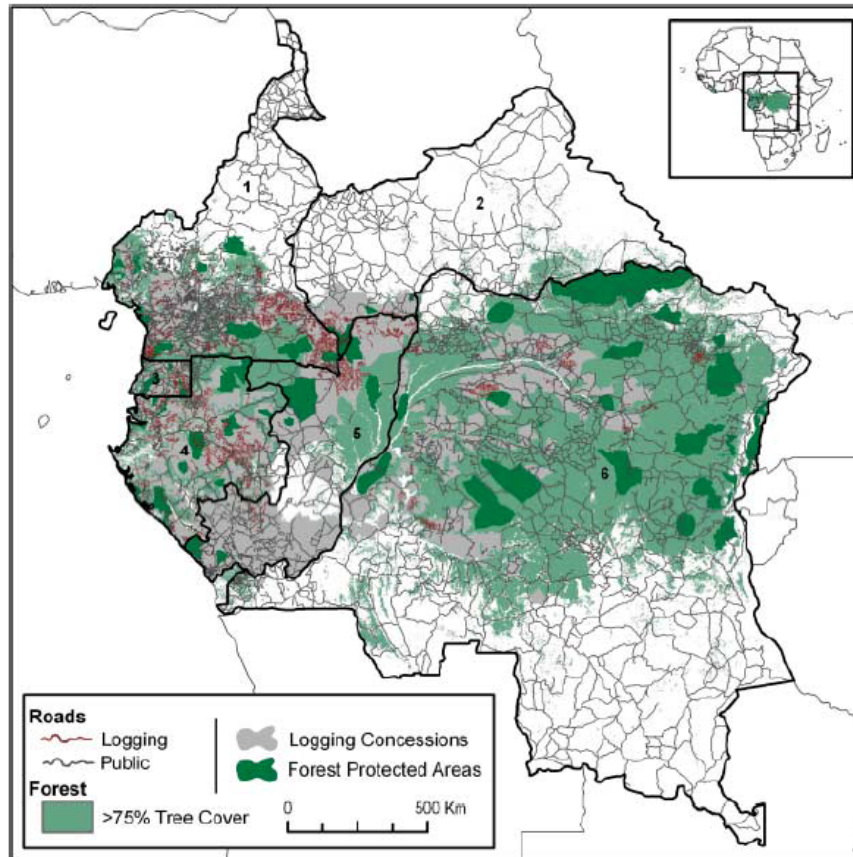


Fig. 1. Logging concessions and road distribution in Central Africa: Cameroon (labeled on the map as 1), Central African Republic (2), Equatorial Guinea (3), Gabon (4), Republic of Congo (5), and Democratic Republic of Congo (6). A more detailed graphic of logging roads for a portion of the region is provided in fig. S1.

Expansion of Industrial Logging in Central Africa

Nadine T. Laporte,* Jared A. Stabach, Robert Grosch, Tiffany S. Lin, Scott J. Goetz

www.sciencemag.org **SCIENCE** VOL 316 8 JUNE 2007

Le massif forestier est largement parcouru par les routes (38% pistes d'exploitation), en rapide évolution depuis 30 ans





Contexte général et enjeux

- Risque de fragmentation élevé lié aux changements climatiques et à la pression anthropique
- Où les forêts sont-elles les plus fragiles et se fragmenteront-elles de nouveau ?
- Second massif forestier après l'Amazonie, moins de connaissances accumulées sur leur écologie qu'en Amazonie

Projet CoForChange



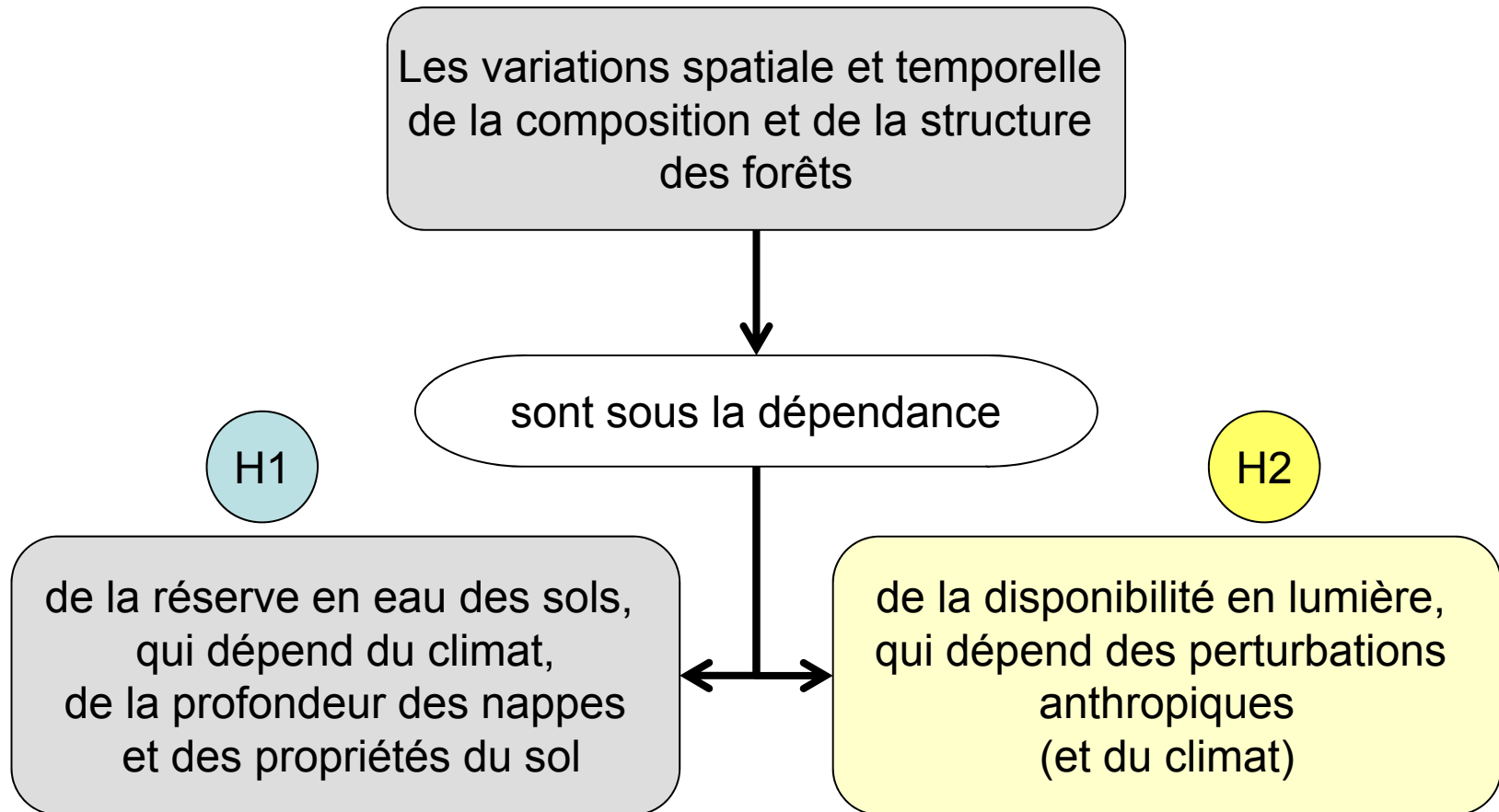


Objectifs généraux

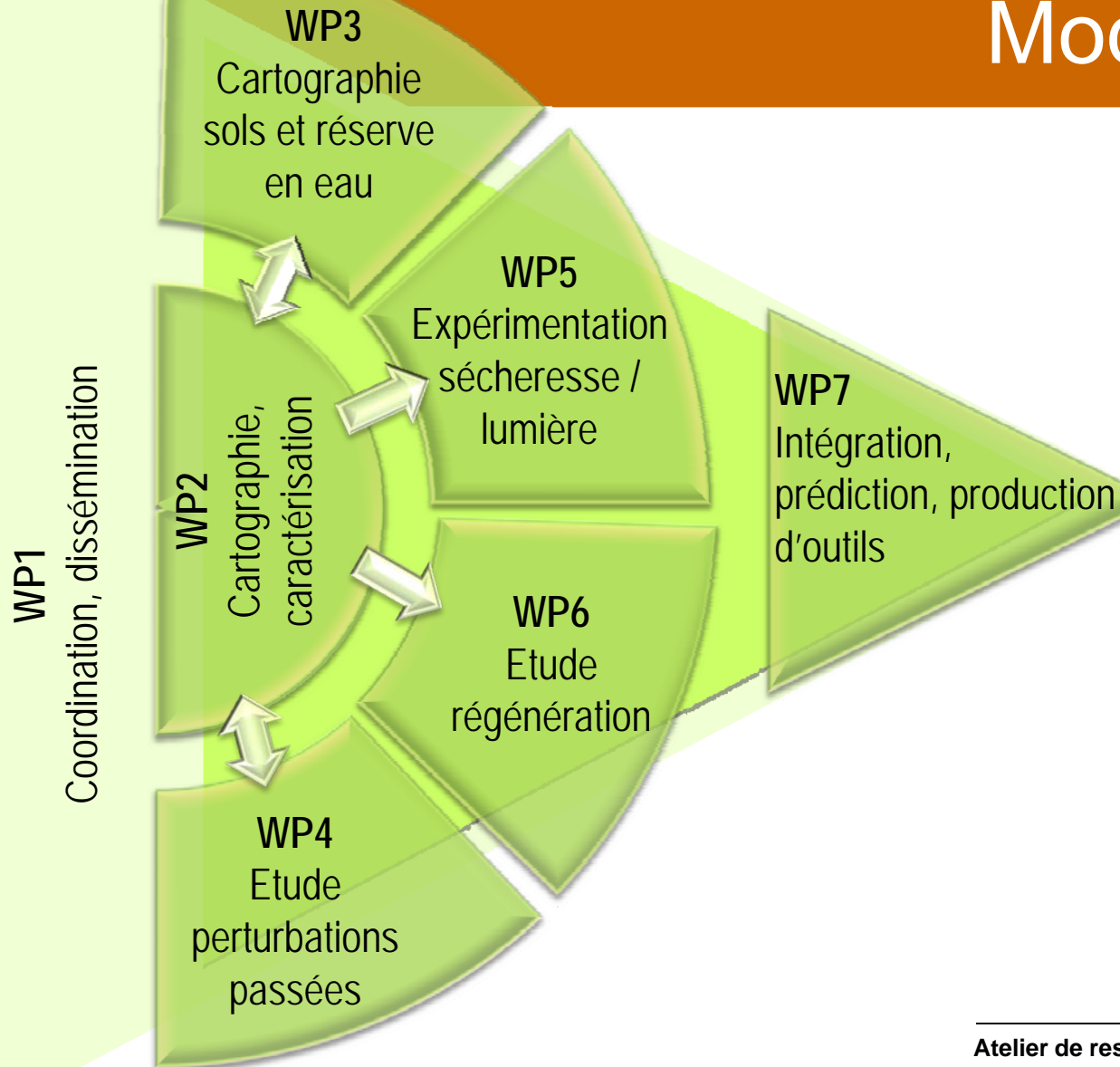
- Déterminer l'influence relative des changements climatiques et des perturbations passées sur les caractéristiques actuelles des forêts denses semi-décidues
- Prédire les changements probables de ces caractéristiques en réponse aux changements globaux
- Fournir des outils d'aide à la décision pour la mise au point de stratégies de conservation et d'aménagement durables



Hypothèses de travail



Modules



Planning : où en sommes-nous ?

| N° | Workpackages and tasks | Partners | Year 1 | | | | Year 2 | | | | Year 3 | | | | Year 4 | | | |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------|---|---|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|
| | | | 1 | 4 | 7 | 10 | 13 | 16 | 19 | 22 | 25 | 28 | 31 | 34 | 37 | 40 | 43 | 46 |
| | | Months | | | | | | | | | | | | | | | | |
| WP1 | Coordination, communication, knowledge dissemination | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Task 1.1. Consortium management | P1 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | Task 1.2. Workshop/conference organisation | All | X | | | X | | | | X | | | | X | | | | X |
| | Task 1.3. Knowledge dissemination and communication activities | All | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| WP2 | Mapping and characterising tree communities and environmental factors | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Task 2.1. Creating a GIS | P1, P4, P5 | X | X | | | | | | | | | | | | | | |
| | Task 2.2. Mapping homogeneous areas from satellite data | P4, P5 | X | X | X | | | | | | | | | | | | | |
| | Task 2.3. Defining tree species associations from analyses of forest inve | P1, P5 | X | X | | | | | | | | | | | | | | |
| | Task 2.4. Mapping recent disturbance pattern | P5 | | X | X | | | | | | | | | | | | | |
| | Task 2.5. Characterizing and mapping tree communities | P1, P1a, P5, P6 | | | | X | | | | | | | | | | | | |
| | Task 2.6. Predicting, extrapolating and validating | P1a, P5 | | | | X | X | | | | | | | | | | | |
| WP3 | Mapping soil water availability and its sensitivity to rainfall pattern | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Task 3.1. Mapping soil types and water table depth patterns | P1, P3 | X | X | | | | | | | | | | | | | | |
| | Task 3.2. Mapping soil water availability | P1, P3 | | | X | | | | | | | | | | | | | |
| | Task 3.3. Validating the map of soil water availability | P1, P3, P5 | | | | X | | | X | | X | | X | | | | | |
| | Task 3.4. Modelling the sensitivity of soil water availability to rainfall patte | P1, P2, P3 | | | | | | X | | | X | | X | | | | | |
| WP4 | Analysing past changes in vegetation, disturbance and environmental variables from present to 4000 BP | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Task 4.1. Sampling present and sedimentary sequences | P2 | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | |
| | Task 4.2. Studying human occupation history | P2 | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | |
| | Task 4.3. Calibrating proxies of vegetation characteristics with respect to c | P2 | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | |
| | Task 4.4. Acquiring and interpreting palaeoclimate and palaeovegetation | P2, P7 | | | | | | | X | X | X | X | | | | | | |
| | Task 4.5. Integrating data | P2, P7 | | | | | | | | | | | X | X | | | | |
| WP5 | Characterising drought tolerance, light requirements and associated functional traits of main tree species | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Task 5.1. Seed collection | P1, P4 | | | | X | X | X | X | X | | | | | | | | |
| | Task 5.2. Compilation of a database of functional traits | P1, P6 | | | X | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | |
| | Task 5.3. Species drought response experiments | P1, P6 | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | |
| | Task 5.4. Species light response experiments | P1, P6 | | | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | |
| | Task 5.5. Examining relationships among traits | P1, P6 | | | | | | | | | | | X | X | X | | | |
| WP6 | Evaluating the ongoing development of tree communities | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Task 6.1. Forest inventories | P1a | | | | | X | X | X | | | | | | | | | |
| | Task 6.2. Regeneration inventories | P1a | | | | | X | X | X | | | | | | | | | |
| | Task 6.3. Data analyses | P1a, P1 | | | | | | | | X | | | | | | | | |
| WP7 | Integrating, predicting and providing decision-making tools | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Task 7.1. Relationships between species distribution patterns and their fu | P1, P2 | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | | |
| | Task 7.2. Calibrating the soil and plant functional type parameters | P2 | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | | |
| | Task 7.3. Comparing potential (predicted by BIOME4) and present veget | P2, all | | | | | | | | | | | X | X | X | X | | |
| | Task 7.4. Translating projected socio-economic changes (from FORAF) | P1, all | | | | | | | | | | | | | X | X | | |
| | Task 7.5. Translating projected climate changes (from SRES) | P2, all | | | | | | | | | | | | | X | X | | |
| | Task 7.6. Projecting the future changes of vegetation patterns | P2, all | | | | | | | | | | | | | X | X | | |

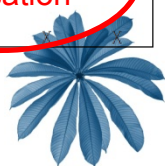
Atelier régional

En cours de finalisation

En cours de réalisation

Post-doc and engineer

Atelier de restitution / réflexion
Brazzaville, 21-23 mai 2012



Déroulé et attendus de l'atelier de Brazzaville (21-23 mai 2012)

L'atelier a réuni 95 participants venus de Belgique, du Cameroun, de France, du Gabon, de République Centrafricaine, de République du Congo, et de République Démocratique du Congo

○ Déroulé

- Exposé des principaux résultats obtenus dans les différents modules du projet
- Synthèse et recommandations possibles



- Présentation par des orateurs invités représentant différentes catégories d'acteurs (biodiversité)
- Groupes de travail
 - Quelles pressions dans les 50 prochaines années ?
 - Quels apports concrets de CoForChange ?
 - Aménagement, FHVC et IFL ...

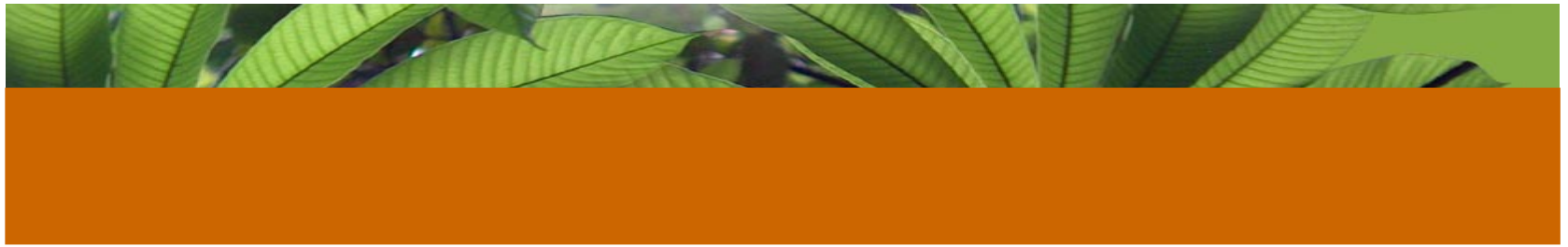


Déroulé et attendus de l'atelier de Brazzaville (21-23 mai 2012)

○ Attendus

- Partager nos résultats / conclusions
- Confronter ces résultats aux connaissances de différentes catégories d'acteurs de la région
- Susciter des discussions à propos de nos recommandations
- Mieux identifier et comprendre les attentes des différentes catégories d'acteurs
- Identifier les produits les plus utiles à ces acteurs





Résultats marquants

NB. Les études sont en cours de finalisation et de publication, les résultats qui suivent doivent être considérés comme améliorables. Pour toute précision, merci de contacter les auteurs*

* Voir diapos, et adresses mails sur le site <http://www.coforchange.eu/fr/>



Résultats marquants

WP2
Cartographie,
caractérisation

Analyse des inventaires forestiers et croisement avec des données environnementales (Gourlet-Fleury *et al.*, 2011, Fayolle *et al.*, 2012, Fayolle *et al.*, *in prep.*)

- ➔ Effet prédominant du substrat géologique sur la distribution des espèces communes
- ➔ Plusieurs types forestiers différents, avec des compositions floristiques, des structures et des traits contrastés

Analyse d'images MODIS (tous les 16 jours, pendant 10 ans) (Gond *et al.*, *in prep.*)

- ➔ Activité photosynthétique contrastée, spatialement structurée, liée aux différents types forestiers. Saisonnalité du fonctionnement sous l'étroite dépendance du régime pluviométrique et de l'ensoleillement (phasage particulier dans le Bassin du Congo)



WP3
Cartographie
sols et réserve
en eau

Résultats marquants

Construction d'un modèle de réserve en eau disponible, puis d'un indice de sécheresse du sol à l'échelle régionale, étude des profondeurs d'enracinement (Rabaud, Freycon *et al.*, *in prep.*, Freycon *et al.*, *in prep.*)

➔ Réserve en eau paraît suffisante pour que les arbres ne subissent pas de stress hydrique durant la saison sèche quel que soit le type de sol, **grâce à leur profondeur d'enracinement** (premiers résultats, à confirmer)



Résultats marquants

WP4
Etude
perturbations
passées

Etude de profils isotopiques $\delta^{13}\text{C}$ des sols, dans toute la zone d'étude (Bentaleb *et al.*, *in prep.*, Aleman, Bremond *et al.*, *in prep.*, Gillet, 2012)

Pas de trace de savane détectée depuis plus de 3000 ans, en particulier il ne semble pas y avoir eu de couloir savanicole à 2000 – 3000 BP

➔ Les savanes ont des histoires variées

Les formations à Marantacées ne se sont pas développées sur des savanes, mais sur des forêts



Résultats marquants

WP4
Etude
perturbations
passées

Inventaire et étude des artefacts humains et des charbons (Oslisly *et al.*, *in prep.*, Gillet *et al.*, *in prep.*)

→ Les perturbations humaines ont été intenses et fréquentes dans certains types forestiers, au cours des derniers 2500 ans, en particulier dans les formations à Marantacées et sous certains peuplements riches en Ayous (*Triplochiton scleroxylon*)



Résultats marquants

WP4
Etude
perturbations
passées

Reprise des analyses sur les carottes polliniques disponibles dans la région, à la lumière des données acquises sur le tempérament des espèces, et alignement avec des données sur l'occupation humaine et les proxys climatiques (Favier *et al.*, *in prep.*)

A l'échelle régionale et sur 4000 ans : végétation non principalement forcée par l'homme (Maley *et al.*, *accepted*)

→ Périodes de perturbations forestières et périodes de dépopulation liées aux phases climatiques plus instables : forçage principal par le climat
Depuis les dernières décennies : influence anthropique déterminante



Résultats marquants

WP5

Expérimentation
sécheresse /
lumière

Etude de la résistance à la sécheresse des plantules de 33 espèces d'arbres de la région (serre et terrain) (Coste *et al.*, *in prep.*)

Taux de survie très élevés en dépit des conditions de sécheresse très prononcées rencontrées par les espèces testées



Forte résistance à la sécheresse corrélée à certaines caractéristiques morphologiques et physiologiques

Certaines pionnières à courte et moyenne durées de vie – tout particulièrement *Musanga cecropioides* - paraissent plus sensibles à la sécheresse (en accord avec les résultats obtenus sur les arbres adultes à Mbaïki, RCA Ouédraogo *et al.*, *in prep.*)

Base de données sur les caractéristiques écologiques et biologiques en cours de constitution (1182 espèces, 81 familles, 14 caractéristiques) (Doucet *et al.*, *in prep.*)



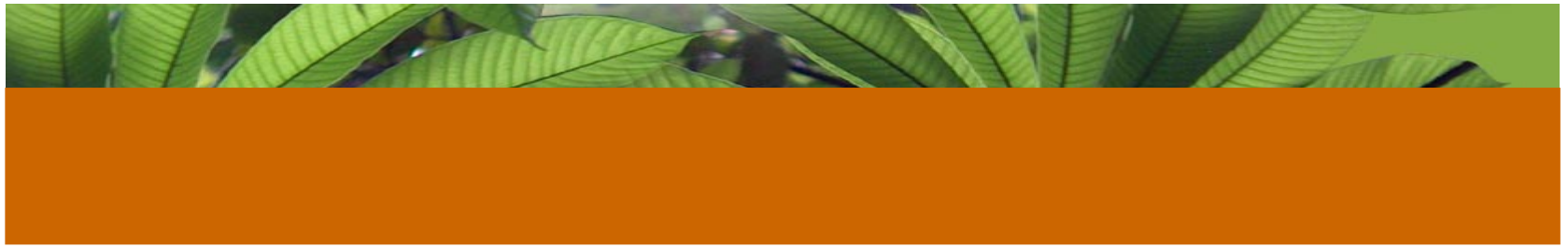
Résultats marquants

WP6
Etude
régénération

Inventaire des « jeunes » arbres $\geq 1\text{m}30$ de hauteur et $< 10\text{ cm}$ de diamètre à $1\text{m}30$ dans la plupart des types forestiers identifiés, et comparaison avec la strate adulte

➔ Les différents types forestiers ne sont pas au même stade successional





Quels enseignements sur les forêts de la région ?

(Gourlet-Fleury *et al.*, *in prep.*)

Atelier de restitution / réflexion
Brazzaville, 21-23 mai 2012



Grands types de peuplements

- Forêts à *Celtis*
 - Cortège floristique caractéristique : *Petersianthus macrocarpus*, *Terminalia superba*, *Strombosia spp.*, *Chrysophyllum spp.*, *Eribroma oblongum*, *Triplochiton scleroxylon* ..., diversité élevée
 - Variantes
 - forêts à *Celtis* appauvries (perte des gros arbres de canopée)
 - Forêts à *Celtis* fortement secondarisées (*Musanga cecropioïdes* +++), diversité faible
 - Genres majoritairement décidus, traits caractéristiques du « syndrome d'acquisition des ressources », forte activité photosynthétique
 - Sols riches, réserve en eau a priori bonne sauf dans le nord et le nord-est de la zone d'étude
 - Perturbations anciennes localement importantes
- Généralisation : forêt perturbée régulièrement, productive, sur sol riche



Grands types de peuplements

- Forêts à *Manilkara*
 - Cortège floristique caractéristique : *Manilkara maboqueensis*, *Staudtia kamerunensis*, *Prioria oxyphylla*, diversité élevée
 - Genres plutôt sempervirents, traits caractéristiques du « syndrome de conservation des ressources », faible activité photosynthétique
 - Sols pauvres, réserve en eau a priori faible
 - Perturbations anciennes peu importantes
- Généralisation : forêt vieillie peu perturbée, « peu productive », sur sol pauvre



Grands types de peuplements

- Forêts à *Gilbertiodendron*
 - Cortège floristique caractéristique : *Gilbertiodendron dewevrei*, autres espèces du fond floristique commun, diversité faible
 - Genres plutôt sempervirents, traits caractéristiques du « syndrome de conservation », faible activité photosynthétique
 - Sols +/- riches, bonne réserve en eau
 - Perturbations anciennes peu importantes
- Généralisation : forêt monodominante, peu perturbée, « peu productive »



Grands types de peuplements

- Forêts à Marantacées
 - Cortège floristique caractéristique : aucune (espèces du fond floristique commun), diversité faible. Probablement issues de forêts à *Celtis*, après dégradation et colonisation des strates inférieures par les Marantacées
 - Syndrome « moyen », activité photosynthétique très élevée
 - Sols +/- riches, bonne réserve en eau
 - Perturbations anciennes généralisées et importantes
- **Généralisation : forêt à succession « bloquée »**





Questions

- Que peut-on dire du stade d'évolution de ces forêts ?
- Ces forêts sont-elles résilientes ?
 - Face aux perturbations anthropiques (exploitation forestière +/- intensive, culture itinérante, feux) ?
 - Face aux changements climatiques (sécheresse) ?



Des éléments clés pour la résilience des forêts tropicales humides

- Résilience : propriété d'un système qui, après une perturbation, maintient sa structure et assure sa continuité non pas en préservant un équilibre immuable ou en revenant au même état qu'avant la perturbation, mais au contraire en intégrant des transformations et en évoluant
- Éléments-clés de la résilience
 - aux perturbations : la richesse et la diversité floristique (ou fonctionnelle ?)
 - à la sécheresse : la limitation du nombre des espèces pionnières sensibles, tout particulièrement de *M. cecropioides*
 - perturbation + sécheresse : un cocktail dangereux



Résilience des forêts de la zone d'étude : un possible diagnostic* ?

| Type de forêt | Résilience aux perturbations humaines | Résilience à la sécheresse |
|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| Forêts à <i>Celtis</i> | ++ | ++ |
| Variante appauvrie | ++ | + |
| Variante dégradée | +/- | - |
| Forêts à <i>Manilkara</i> | - (?) | ++ |
| Forêts à <i>Gilbertiodendron</i> | + | ++ |
| Forêts à Marantacées | -- | ? |


* Encore à discuter et affiner



Quelles conséquences pour l'aménagement et la gestion dans un contexte de changement climatique ?

- NB. Ce qui suit doit s'entendre **dans le cadre de plans d'aménagement** assurant par ailleurs que la ressource ligneuse, en particulier, est exploitée durablement et que des séries de protection sont délimitées
- **En cours de discussion** sur les bases suivantes
 - Les forêts perturbées régulièrement, productives, sur sol riche, pourraient faire l'objet d'interventions visant à stimuler la production (éclaircies, enrichissement en espèces commerciales, élargissement de la gamme d'espèces exploitées – à préciser), sauf là où existe un risque d'envahissement par les Marantacées (risque à quantifier)
 - Les forêts vieilles peu perturbées, peu productives, sur sol pauvre, devraient continuer à faire l'objet d'interventions légères (exploitation à faible impact), et d'un maintien ou d'un renforcement des mesures de protection





Quelles conséquences pour l'aménagement et la gestion dans un contexte de changement climatique ?

- En cours de discussion sur les bases suivantes
 - Les forêts monodominantes peu perturbées, peu productives, sur sols +/- riches, peuvent faire l'objet d'une exploitation extensive mais des précautions sont à prendre (exploitation à faible impact) dans le cas où l'on voudrait exploiter durablement l'espèce dominante (*G. dewevrei* ici) et/ou préserver certaines espèces rares présentes dans leur sous-bois
 - Les forêts à succession bloquée devraient faire l'objet d'une réduction du couvert des plantes envahissantes (ici les Marantacées) et d'enrichissement, si l'on veut préserver la strate arborée (la dynamique en cours conduira vraisemblablement à la disparition de cette strate)





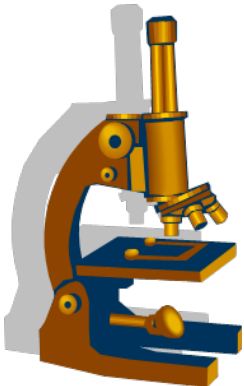
Analyser plus complètement avant d'aménager ?

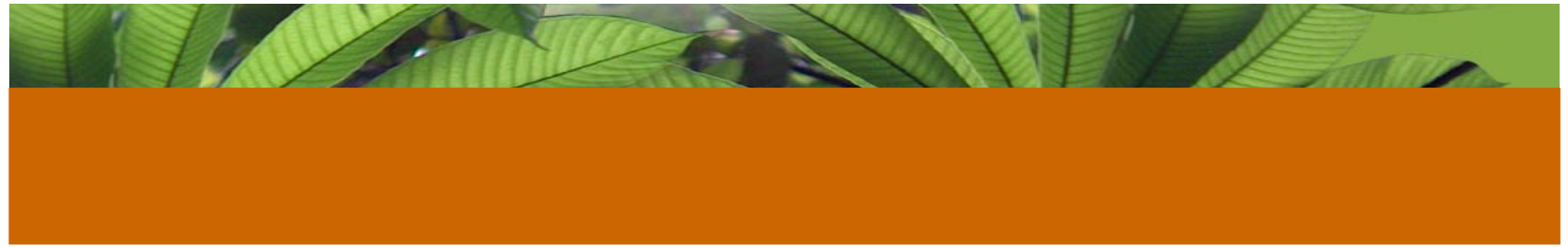
- Les inventaires d'aménagement sont très riches en informations
- Croisés avec environnement, traits, images MODIS, ils permettent de fournir un diagnostic :
 - Sur la structure (composition floristique et fonctionnelle), sur le stade d'évolution, sur les stratégies dominantes des espèces
 - Sur la résilience probable des peuplements et donc les options de gestion dans un environnement plus stressant
- Qu'il faut ensuite croiser avec l'analyse des populations d'espèces commerciales
- Et compléter par l'évaluation du « risque Marantacées »



Ce qu'il faut confirmer

- La réserve en eau des sols et l'enracinement : les forêts du nord sont-elles + sensibles ?
- La dynamique des arbres dans les forêts à *Manilkara* et à Marantacées
- Le rôle des trouées dans l'expansion des Marantacées
- Intérêt de la mise en place de dispositifs permanents selon des protocoles homogènes
=> DynAfFor





Recommandations issues de l'atelier de restitution / réflexion de Brazzaville (21-23/05/2012)



Recommandations au projet

- Définir de façon plus précise les sous-groupes de forêts à *Celtis*, notamment en améliorant la description de la perturbation
- Produire une carte juxtaposant les types proposés et les actuelles séries de protection et conservation, ainsi que les permis miniers
- Proposer des recommandations de gestion adaptées à l'écologie et à la résilience de chaque type forestier identifié et les tester dans les séries de recherche
- Mettre au point un diagnostic sur le danger d'envahissement par les Marantacées



Recommandations au projet

- Parfaire l'intégration des résultats et finaliser une boîte à outil de diagnostic de l'état des forêts
- Démarrer le transfert des connaissances à destination de différentes catégories d'acteurs : gestionnaires, enseignants, chercheurs, administrations forestières, décideurs politiques et financiers, bailleurs
- Compléter l'acquisition des données sur l'enracinement des arbres
- Vérifier la gamme fonctionnelle des espèces testées





Recommandations générales

- Mettre en place des groupes multidisciplinaires nationaux avec des échanges transnationaux pour définir les FHVC sur des bases scientifiques
- Développer des stratégies régionales au niveau de la recherche
- Prendre en compte d'autres composantes des écosystèmes forestiers tropicaux (animaux, populations humaines, maladies, urbanisation, autres utilisations des ressources forestières)
- Adapter le modèle de plan d'aménagement : évoluer vers le modèle paysage
- Analyser le changement climatique aussi en termes de température et pas seulement de sécheresse



Merci de votre attention



Site web : <http://www.coforchange.eu>

Atelier de restitution / réflexion
Brazzaville, 21-23 mai 2012



Références CoForChange

- Aleman, J., Leys, B., Apema, A.K.R., Bentaleb, I., Dubois, M.A., Lamba, B., Lebamba, J., Martin, C., Ngomanda, A., Truc, L., Yangakola, J.-M., Favier, C., Bremond, L. C. (2012). Reconstructing savanna tree cover from pollen, phytoliths and stable carbon isotopes. *Journal of Vegetation Science* 23(1): 187-197
- Fayolle, A., Engelbrecht, B., Freycon, V., Mortier, F., Swaine, M., Réjou-Méchain, M., Doucet, J.-L., Fauvet, N., Cornu, G., Gourlet-Fleury, S. (accepted). Geological substrates shape tree species and trait distributions in African rainforests. *PlosOne*.
- Gillet, J.-F., Doucet, J.-L. (2012). A commented checklist of woody plants in the Northern Republic of Congo. *Plant Ecology and Evolution* 145(2): 1-14.
- Gourlet-Fleury, S., Rossi, V., Réjou-Méchain, M., Freycon, V., Fayolle, A., Saint-André, L., Cornu, G., Gérard, J., Sarrailh, J.M., Flores, O. , Baya, F., Billand, A., Fauvet, N., Gally, M., Henry, M., Hubert, D., Pasquier, A., Picard, N. (2011). Environmental filtering of dense-wooded species controls aboveground biomass stored on nutrient-poor soils in African moist forests. *Journal of Ecology* (99) 981–990.
- Maley, J., Giresse, P., Doumenge, C., Favier, C. (accepted). Comment on “Intensifying Weathering and Land Use in Iron Age Central Africa”. *Science*.



