



HAL
open science

Une pratique artisanale de la modélisation en forêt

Jean-Francois Dhote, Christine Deleuze

► **To cite this version:**

Jean-Francois Dhote, Christine Deleuze. Une pratique artisanale de la modélisation en forêt. La pensée et l'influence scientifique de Jean-Marie Legay. Journée d'hommage, Apr 2014, Lyon, France. pp.20. hal-01519137

HAL Id: hal-01519137

<https://hal.science/hal-01519137>

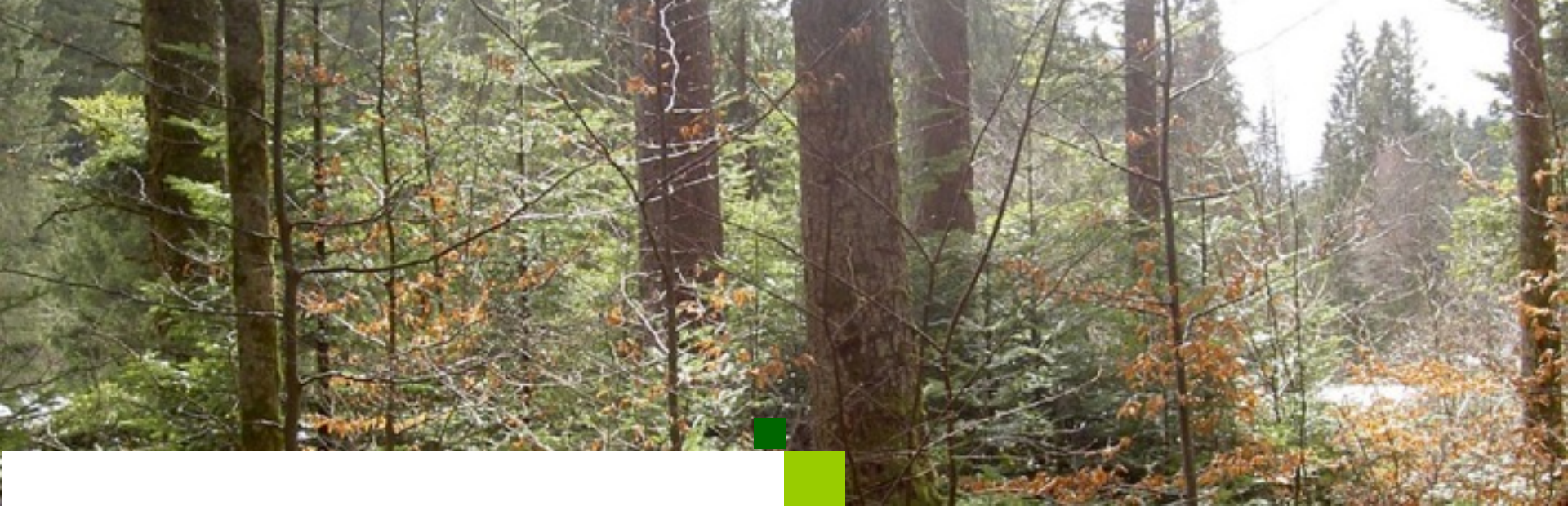
Submitted on 5 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License



Journée d'hommage

La pensée et l'influence scientifique de Jean-Marie LEGAY

Une pratique artisanale de la modélisation en forêt

Jean-François Dhôte & Christine Deleuze

Département R&D de l'ONF





Deux témoignages

- Pratique artisanale de la modélisation en forêt et **construction** de modèles
- Que retenir de l'enseignement Legay en devenant **utilisateur** de modèles pour la gestion ?

*« Le modèle n'est pas la réalité, il est l'**instrument d'étude de la réalité**. Même quand cet instrument consiste en une simulation de la réalité, il ne doit pas être confondu avec la réalité » (Legay, 1973)*



Contextes forestiers : points saillants

■ Forte diversité des contextes

- > 60 essences : 29 ont un stock $V > 10 \text{ Mm}^3$
- pédoclimats : 12 grandes régions écologiques, 91 sylvoécorégions
- variété des traitements sylvicoles, compositions, modes de régénération

■ Difficiles à observer

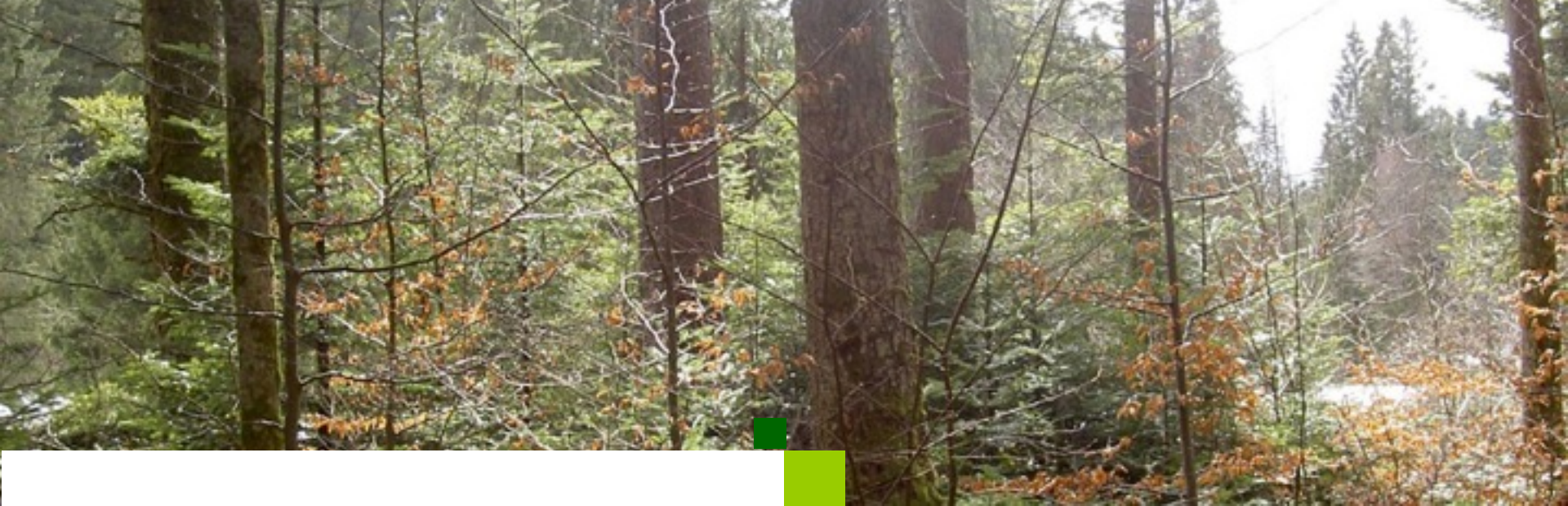
- longues durées de vie : typiquement 50 à 200 ans
- réseaux expérimentaux limités et décalés dans le temps

■ ≠ Objectifs en ingénierie, aide à la décision

- Modèles-outils de calcul : interpolation, synthèses de connaissances
- Prévision, simulation, optimisation
- Multiplication des sorties attendues : production bois et autres produits, carbone, biodiversité, bilan fertilité, économique, logistique...

■ Dans un contexte changeant

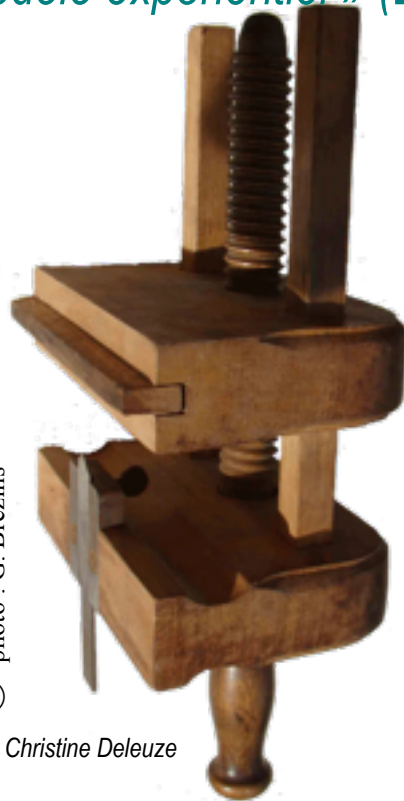
- Changement climatique et événements extrêmes : impacts, adaptation, atténuation
- Attentes & demandes de la société (multifonctionnalité, nouveaux produits)



Que retenir de l'enseignement Legay
pour **construire** des modèles en foresterie ?

Le modèle « outil »

« Pourquoi on ne pourrait pas faire cohabiter certains modèles pourtant bien différents ? Pour moi, **les modèles sont des instruments**. Chez le menuisier, je vais rencontrer de nombreux outils, cela n'a rien d'extraordinaire, ni de contradictoire. La possibilité de construire des instruments beaucoup plus sophistiqués que le marteau n'a jamais fait baisser la vente des marteaux chez le quincaillier, de même qu'on est bien loin d'abandonner le modèle exponentiel » (Legay 1997)



© photo : G. Brézins



© photo : <http://www.swiss-knife.com>

Choisir des formes mathématiques, leur attribuer des significations

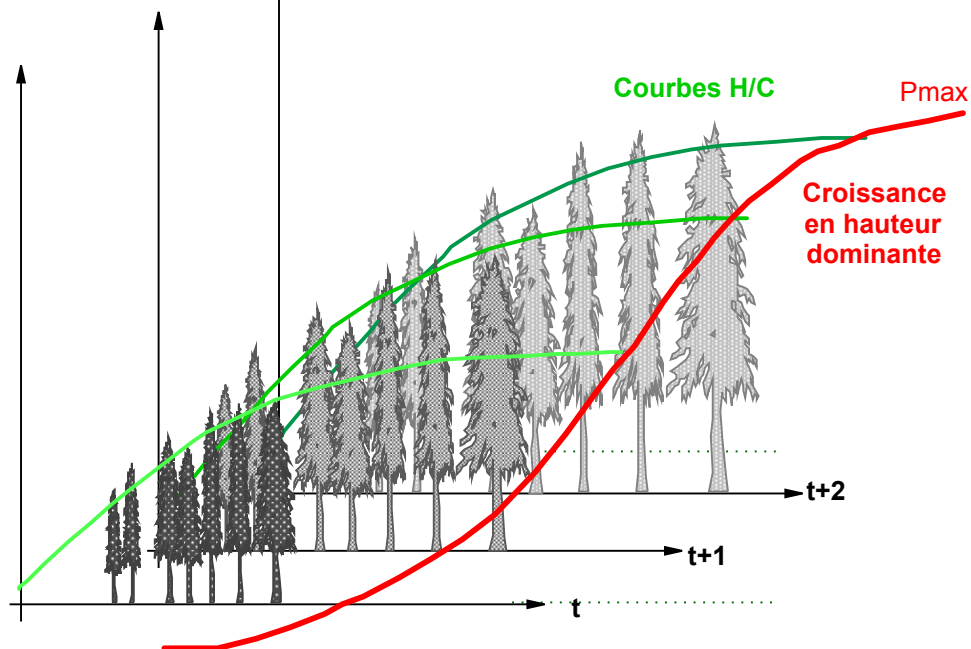
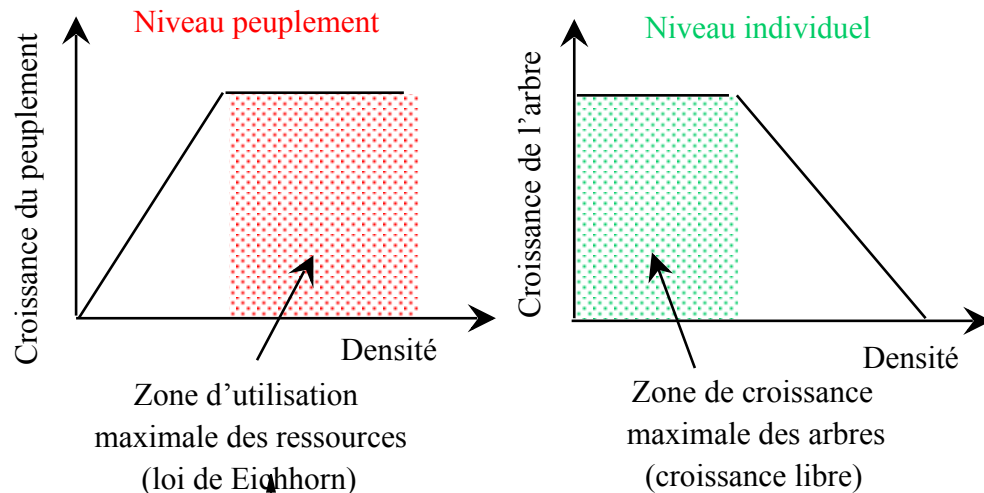
Modèles à compartiments

- compartiments (W_f , W_b , W_r)
- dynamique par classes sociales
- devenir du C dans la filière-bois
- cycles biogéochimiques

Modèles chronologiques

- Modèles dynamiques itératifs et structurellement instables
- environnement relativement fermé
- Mais un potentiel ligneux qui "gagne" en hauteur

Transversal/longitudinal

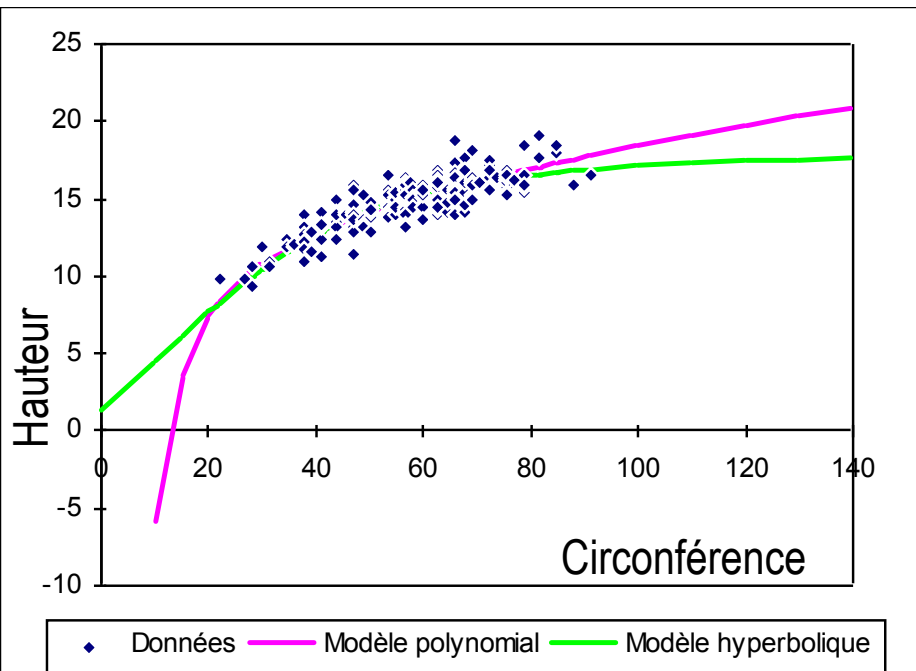


Combiner des matériaux avec des propriétés variées

« La manière de rendre compte d'une série de données expérimentales par une courbe à laquelle on ajuste une fonction dépend beaucoup plus **des hypothèses explicatives** que l'on se donne que des techniques d'ajustement que l'on utilise » (Legay, 1973)

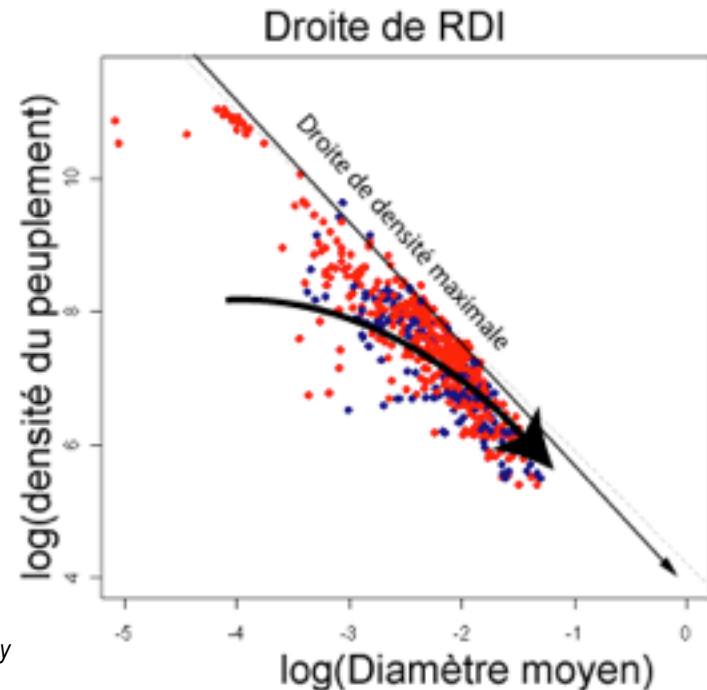
Formes contraintes pour les relations

Bon comportement en extrapolation
Interprétation des paramètres



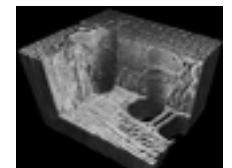
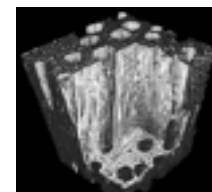
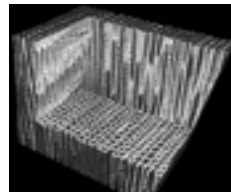
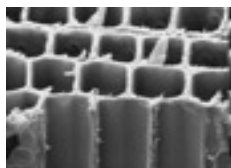
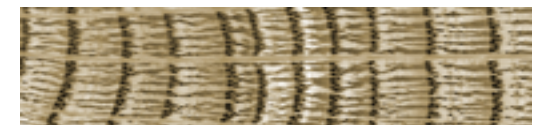
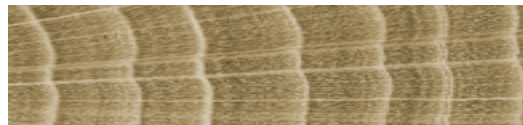
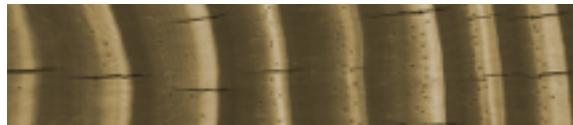
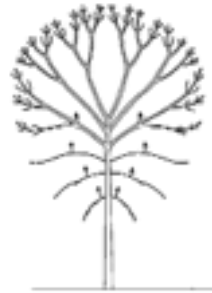
Construction de variables

Décorrélérer les facteurs
Avoir des références pour comparer



Combiner des matériaux avec des propriétés variées

Organisation des essences : gradients architecturaux/anatomiques, traits fonctionnels



- ☞ Chercher de la cohérence dans la forme des modèles, le choix des variables
- ☞ Comparer les paramètres entre essences
- ☞ Acquérir de l'information pour les essences orphelines

© schémas : AMAP-CIRAD

©

photo : LERFoB INRA

©

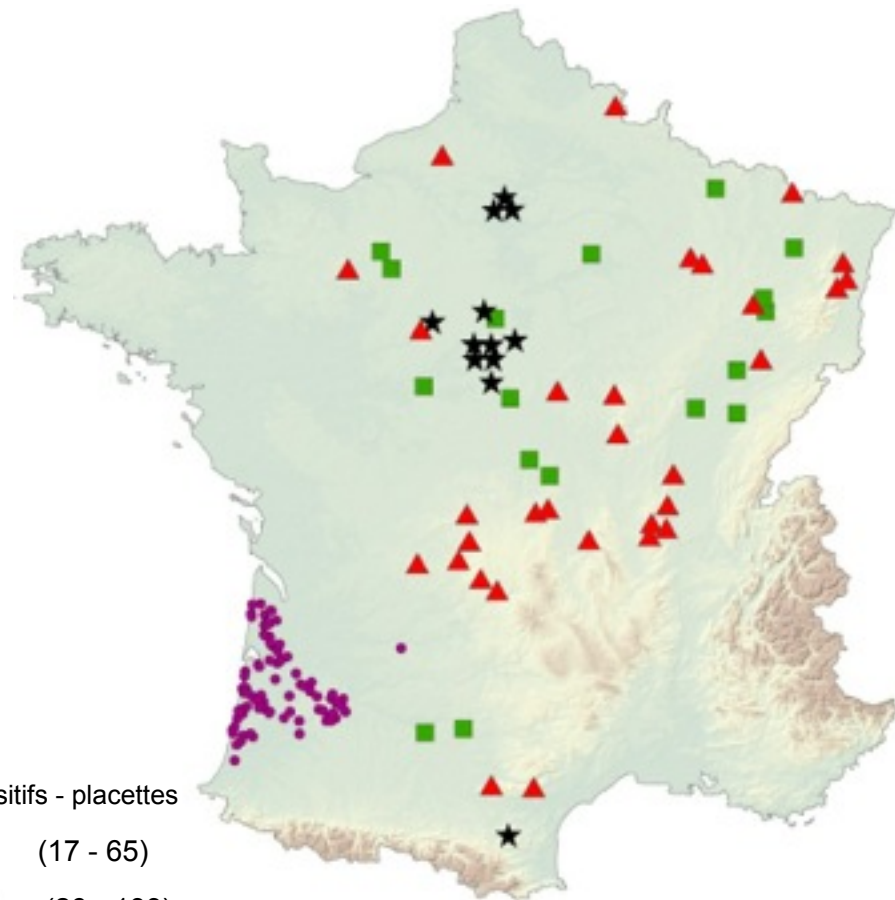
© photo : ONF

Combiner des matériaux avec des propriétés variées

Des données éparses mais complémentaires

- Dispositifs expérimentaux
- Quasi-expériences
- Inventaire forestier national
- Observatoires
- Données de gestion

Le GIS Coopérative de données modélisation



() : nombre de dispositifs - placettes

- CHENES (17 - 65)
- ▲ DOUGLAS (26 - 133)
- ★ PIN LARICIO (13 - 58)
- PIN MARITIME (66 - 481) il 2014

© carte : I. Seynave LERFoB INRA



...et qu'en retire-t-on en tant qu'**utilisateur** de modèles dans un contexte de gestion ?

« Le modèle n'a pas raison, n'est pas exact, ne se trompe pas. Il n'y a pas de modèle qui soit faux. Mais celui qui en use peut se tromper » (Legay, 1973, 1997)
« Les modèles mêmes les plus rudimentaires ne sont pas si faciles à manipuler ni sans danger » (Legay 1997)



Missions de la R&D à l'ONF

- *un établissement public national à caractère industriel et commercial*
- *maillage territorial avec **des postes génériques** :*
≈ 3 000 agents patrimoniaux, ≈ 300 opérateurs SIG
- *demande de procédures robustes*
- *forte autonomie dans la mise en œuvre, l'adaptation locale*

de la Section Technique de Fontainebleau (années 1970)

... au Département R&D réparti en pôles thématiques (> 2009)

Modélisation



- **mettre au point des méthodes** et les déployer
- appuyer la **construction des normes internes**
- entretenir des **outils techniques** (diagnostic, inventaires)

* *un besoin de modèles **réel... mais ambivalent** (vérité-terrain)*

Des modèles de production utilisés par les gestionnaires

■ Avant tout une interpolation de situations contrastées et observées

- Stations/sites/fertilités
- Sylvicultures
- Croisement incomplet dans essence * fertilité * sylviculture

■ Utilisation stratégique plus que tactique (guides de sylviculture)

■ Un besoin psychologique de modèles

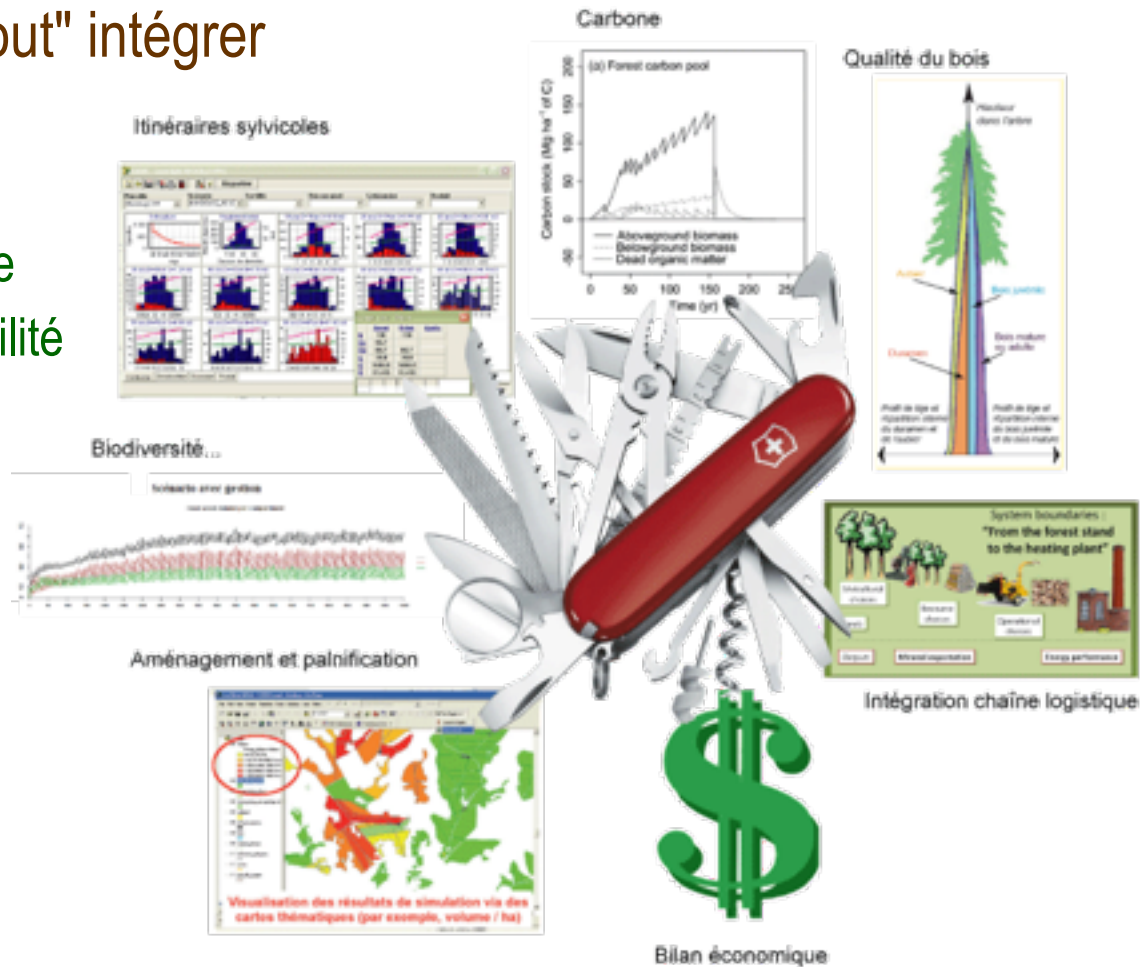
■ Appropriation, vérification

| Guide | Surfaces ha | Date | Modèle | Pilote | Partenariat |
|--|-------------|------|--|---------------------------|-------------------|
| Chênaies continentales | 825 000 | 2008 | Fagacées CAPSIS | Th. Sardin | LERFoB |
| Chênaie atlantique | 205 000 | 2004 | Fagacées CAPSIS | P. Jarret | LERFoB |
| Hêtraies lorraines | 179 000 | 2007 | Fagacées CAPSIS | J. Bock | LERFoB |
| Montagne des Alpes du Nord | 151 000 | 2006 | Samsara CAPSIS | X. Gauquelin | Cemagref Grenoble |
| Hêtraies de Bourgogne – Champagne- Ardennes | 98 000 | 2009 | Fagacées CAPSIS | F. Vautier | LERFoB |
| Hêtraies nord atlantiques | 85 000 | 2008 | Fagacées CAPSIS | B. Pilard-Landeau | LERFoB |
| Pineraies de plaine du Centre et du Nord-Ouest | 71 000 | 2009 | CAPSIS | L. Chabaud | Cemagref Nogent |
| Douglasaies françaises | 66 000 | 2007 | Simcop et OASIS | A. Angelier | LERFoB & Afocel |
| Douglasaies françaises | 66 000 | 2012 | OASIS | T. Sardin | Afocel |
| Forêts littorales atlantiques dunaies | 57 000 | 2009 | Lemoine dunes CAPSIS | Th. Sardin | BIOGECO |
| Pin maritime de lande | 49 000 | 2004 | PP3 CAPSIS | D. Canteloup ; Th. Sardin | BIOGECO |
| Chêne rouge du domaine atlantique | 10 000 | 2004 | pas de modèle disponible | T. Sardin | |
| Alpes du Sud, forêts de production | 200 000 | 2010 | Fiesta, NRG, PNN, CA1 | J. Ladier | URFM |
| Résineux Massif Vosgien | 200 000 | 2012 | Abial CAPSIS + Epicéa OASIS | T. Sardin | LERFoB & Afocel |
| Hêtraies continentales | 123 000 | 2010 | Fagacées CAPSIS | T. Sardin | LERFoB |
| Hêtraies pyrénéennes | 114 000 | 2013 | Fagacées CAPSIS en élargissant sa validité | T. Sardin | LERFoB |
| Alpes du Sud, forêts de protection | 100 000 | 2010 | Samsara CAPSIS | J. Ladier | Cemagref Grenoble |
| Sapinières pyrénéennes et du Massif Central | 79 000 | 2010 | Abial CAPSIS | E. Alger | LERFoB |
| Résineux Arc Jurassien | 74 000 | 2014 | Abial CAPSIS + Epicéa OASIS | D. Abt (T Sardin) | LERFoB & Afocel |
| Gestion des pins à crochets des Pyrénées | 23 000 | 2012 | pas de modèle disponible | S Nouguier | |
| Sapin et épicéa des Ardennes et Morvan | ? | 2013 | Abial CAPSIS + Epicéa OASIS | T. Sardin | LERFoB & Afocel |

Des outils quantitatifs pour "tout" intégrer : les métriques

Des outils quantitatifs pour "tout" intégrer

- Dendrométrie
- Carbone
- Compartiments de la biomasse
- Minéralomasse et bilan de fertilité
- Énergie et logistique
- Biodiversité
- Économie





■ Comment les gestionnaires peuvent s'appropriier les modèles ?

*« Les astuces techniques peuvent cacher momentanément notre ignorance, et ceci peut d'ailleurs être accepté, à **condition d'en rester complètement conscients** » (Legay, 1987)*

■ Évolution de l'environnement & des systèmes

- Changements globaux yc événements extrêmes → productivité, dépérissement, risques
- Systèmes de production : produits, sylviculture, gestion sylvo-cynégétique

Comment les gestionnaires peuvent s'appropriier les modèles ?

■ Des simulations / modèles contradictoires

☞ exemple des prospectives d'aires potentielles

« C'est la **multiplicité des points de vue** et la **confrontation des résultats** des modèles correspondants qui conduisent à la meilleure connaissance du système étudié » (Legay, 1997)

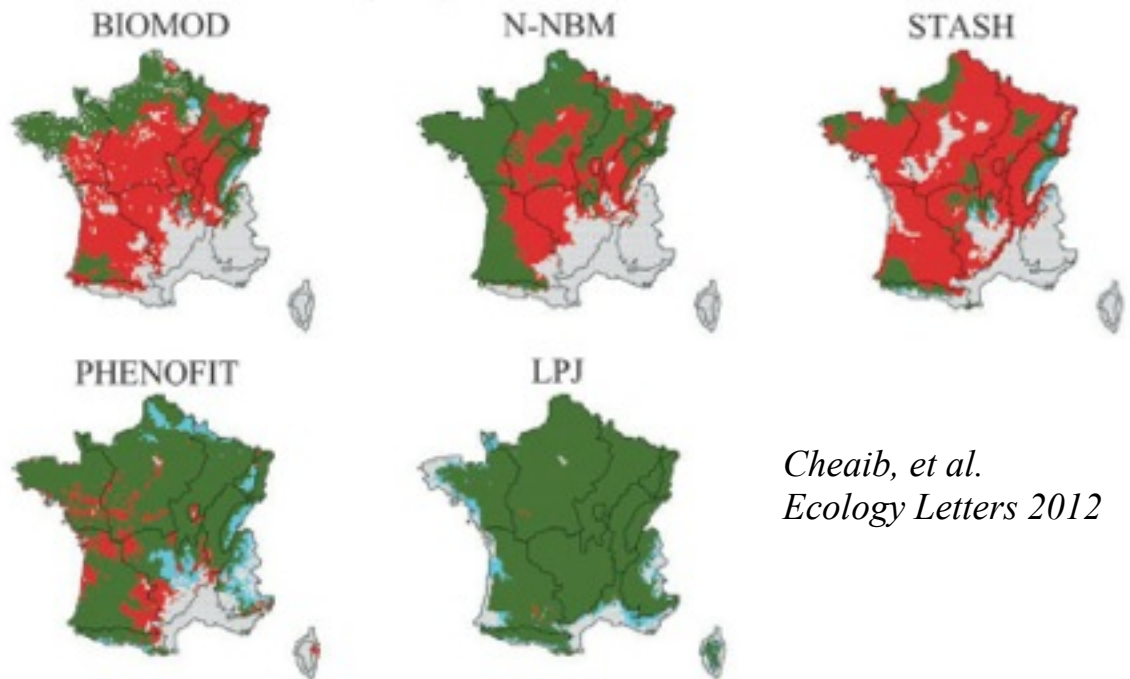
Pedunculate oak

Current distribution



■ Presence
□ Absence

Predicted future distribution (2055)



*Chebib, et al.
Ecology Letters 2012*

Comment les gestionnaires peuvent s'appropriier les modèles ?

- Des analyses de sensibilité
 - aux paramètres du modèle
 - aux conditions initiales
 - aux choix sylvicoles
- Des extrapolations
 - conditions extrêmes
 - analyses à dire d'expert

tout en sachant que ce n'est pas parce que l'outil donne un comportement cohérent que le modèle est validé

☞ **progression par faisceau de cohérences**

« Lorsqu'un modèle est très employé et très étudié, la possibilité même de faire aisément des calculs, l'obtention de résultats vraisemblables peuvent finir par **laisser croire** que ce modèle fournit des mécanismes acceptables du phénomène étudié » (Legay, 1986)

« La plupart des erreurs sont dues à une mauvaise connaissance de la méthode des modèles et paradoxalement peut être à **une confiance excessive dans les résultats**. Toute construction scientifique ou technique mérite expérience et vérification. **Il faut être modeste** » (Legay, 1997)

Comment les gestionnaires peuvent s'appropriier les modèles ?



- Appui à l'expérimentation : baisse du diamètre d'exploitabilité en futaie irrégulière
 - Identification des facteurs corrélés pour contrôler
 - Identification des situations initiales possibles
 - Appui au protocole

« L'usage d'un modèle ne dispense pas de l'expérience, ce serait précisément un danger de le croire ; il requiert au contraire l'expérience, mais il permet d'éviter les expériences inutiles ou ininterprétables » (Legay, 1986)



Un enseignement d'actualité : agir avec la complexité et l'incertitude

- Nécessité d'un mélange de compétences
- Pragmatisme, tolérance et transparence devant la complexité des systèmes biologiques et des pratiques de modélisation
- Un brin de créativité dans le dosage entre processus, contraintes à dire d'expert et ajustements statistiques
- Les modèles comme support de dialogue et interactions
- Expliciter **ce qui fait que ça marche / ne marche pas**

« *Ce qui fait la médiocrité de certains travaux pluridisciplinaires, ce n'est pas la qualité des chercheurs qui les ont menés, ni le manque de travail, c'est l'erreur méthodologique, le refus de **s'astreindre à tout dire, à tout écrire, et de réfléchir après**, après avoir acquis ce corps de données et non le contraire* » (Legay, 1986)



Legay J.M., 1973. La méthode des modèles, état actuel de la méthode expérimentale.

Informatique et biosphère, Paris. 7-71.

Legay J.M., 1986. Diversification des modèles de développement rural : questions et méthodes. *Colloque Méthodes et modèles dans l'étude des systèmes complexes. National du Ministère de la Recherche et de la Technologie, Paris, 17-18 avril 1986. 10 p.*

Legay J.M., 1987. Modélisation et protection des plantes. *C.R. Acad Agric Fr, 73, n°7, 7-18.*

Legay J.M., 1997. L'expérience et le modèle. Un discours sur la méthode. *INRA « Sciences en Questions », 111 p.*