

De 2000 à 2005 : les avancées scientifiques

Yves Birot, Claude Millier, Guy Landmann

Sommaire (1/2)

I. Analyse du risque et évaluation de la vulnérabilité

1. Connaissance de l'aléa : aspects historiques et géographiques
2. Interactions vent-arbre/forêt (individu>paysage)
3. L'ancrage racinaire et le sol
4. Analyse globale de la stabilité (station espèce, sylviculture, structure)
5. Impacts environnementaux et effets induits
6. Méthodes d'évaluation des dommages
7. Vulnérabilité, l'attitude des propriétaires

Sommaire

(2/2)

II. Gestion du risque

1. Prévention, évitement, réduction du risque
 - aspects sylvicoles
 - approche intégrée, modélisation
 - diagnostic de stabilité
 - intégration des facteurs économiques
2. Reconstitution basée sur les processus naturels

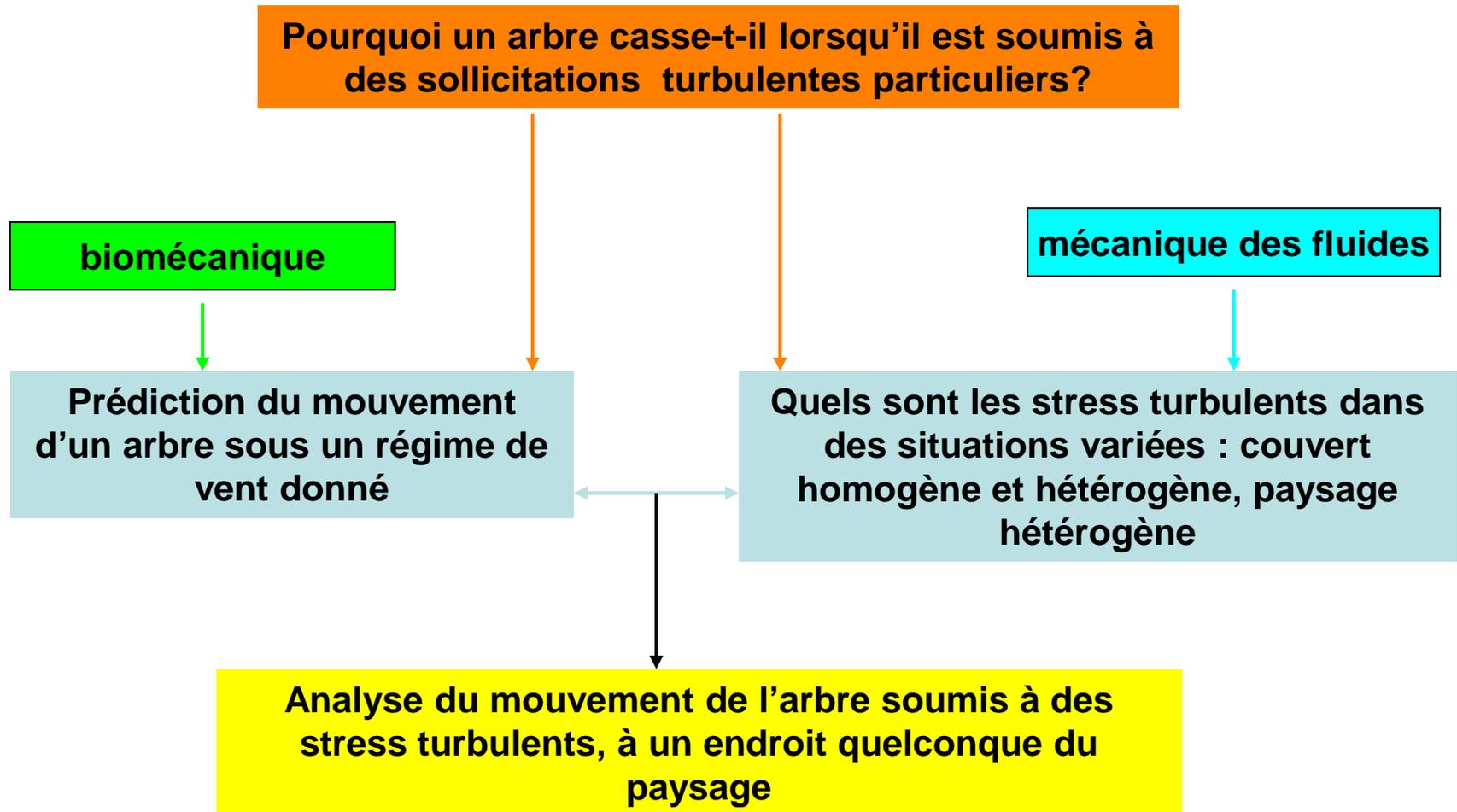
I. Analyse du risque et évaluation de la vulnérabilité (1)

1. Connaissance de l'aléa

- Aspects spatiaux de l'écoulement du vent : peut-on modéliser les vitesses à des échelles géographiques intéressantes pour la gestion ? **échec dans le Nord-Est**
- Aspects historiques : **contribution importante à l'histoire du climat ; en Champagne Ardenne, depuis la fin du XVIe : rythme moyen = celui observé sur les 40 dernières années ; des périodes de pointe : 1380-1640 ; 1710-1770; 1870-1920 ; 1970-2003. Dans autres régions, épisodes majeurs : Vosges 30/01/1902, Landes, 21/02/1893 et 25/02/1915**
- La tempétuosité va-t-elle augmenter en liaison avec les changements climatiques ? **La réponse aujourd'hui est moins mesurée qu'il y a 5 ans. Cf. les cas récents de la Slovaquie et de la Suède**

I. Analyse du risque et évaluation de la vulnérabilité (2)

2. Interactions vent-arbre/forêt (individu>paysage)



Analyse du risque et évaluation de la vulnérabilité (3)

échelle de l'arbre, d'un couvert forestier homogène, d'un couvert forestier discontinu (lisières, trouées), d'un paysage fragmenté

Résultats

- **Jeux de données structurales et mécaniques caractérisant propriétés et comportement au vent d'arbres jeunes et adultes**
- **Un modèle biomécanique > champ de contraintes instantanées exercées par champ de vent quelconque sur un arbre**
- **Jeux de données acquis en soufflerie et in situ sur comportement du vent turbulence dans divers contextes hétérogènes, et sur les mouvements concomitants des arbres**
- **Deux modèles permettant de calculer les champs de vent et de turbulence à différentes échelles et dans des conditions d'hétérogénéité quelconque**
- **Une analyse à grande échelle des dégâts de tempête, permettant de les mettre en relation avec structure du paysage**

I. Analyse du risque et évaluation de la vulnérabilité (4)

Applications

- **Création d'outils sous forme de modèles MÉCANISTES (équations déterministes de la mécanique des solides et des fluides) et PRÉDICTIFS (simulation du comportement du vent dans un environnement quelconque).**
- **Intérêt potentiel pour la gestion ; modèles peuvent tester des conséquences d'état du peuplement ou de scénarios de gestion (structure horizontale et verticale, région de lisière, structure des paysages)**
- **Modèles développés restent des outils de recherche, complémentaires des instruments d'aide à la décision (ex : couplage CAPSIS-ForestGales). Il peuvent servir à affiner interactions vent-arbre à l'échelle du paysage et intégrer mieux le vent dans les « modèles de gestion ».**

I. Analyse du risque et évaluation de la vulnérabilité (5)

3. L'ancrage racinaire et le sol

- Confirmation de la typologie connue des formes racinaires selon les essences
- **Importance des racines superficielles dans stabilité**
- **Anisotropie de l'ancrage liée au développement asymétrique des racines de pin maritime ; arbres exposés au vent + résistants à arrachage que ceux dans le peuplement**
- **Conditions limitantes d'enracinement (hydromorphie, superficialité) > instabilité (+ chez hêtre que chez chêne)**
- **Différentes classes d'architecture racinaire en surface**
- **Variabilité clonale (et temporelle) de la stabilité de peuplier en relation avec leur architecture racinaire**

Mécanique de la liaison racine sol encore peu comprise

I. Analyse du risque et évaluation de la vulnérabilité (6)

4. Analyse globale de la stabilité (1/2)

- Dans l'explication de l'instabilité, la structure des peuplements importe moins que les caractéristiques spatiales et individuelles des arbres
- Futaies et TSF de hêtre : dégâts à peu près équivalents
- Dégâts augmentent beaucoup si $H_0 > 15$ m pour résineux et 20-25 m pour feuillus, et pour $V_{max} > 120$ km/h
- Au niveau individuel, dégâts augmentent avec H et grosseur du houppier ; rang social : arbre diam. $> 1,3$ arbre moyen

4. Analyse globale de la stabilité (2/2)

- **Facteur très aggravant : sols superficiels (forêt de Haye) ou hydromorphes**
- **Stabilité du chêne > hêtre**
- **Facteur d'élançement H/D : des résultats contrastés pour conifères et feuillus**
- **Peuplements mélangés : pas d'effet net sauf pin maritime**
- **Irrégularité : influence négative du CV des hauteurs (chêne, Yonne)**

I. Analyse du risque et évaluation de la vulnérabilité (7)

5. Impacts environnementaux et effets induits

51. Fonctionnement primaire des écosystèmes : **dans peuplements très endommagés, assimilation nette de C peu affectée, mais source accrue de C... en partie compensée par développement strate herbacée**

52. Éléments biotiques :

+ le cas de l'avifaune : **espèces rares, liées aux futaies affectées par tempête (diminution 3 ans après) ; retour rapide espèces abondantes et généralistes à effectifs pré-tempête ; 2 migrateurs spécialistes d'ouverture et 3 résidents profitent nouveaux sites de nid**

+ le cas des chevreuils : **pas de mortalité directe, forte croissance des faons, évolution des populations et successions végétales (avantages liés à disponibilité alimentaire accrue seront temporaires), occupation de l'espace par femelles. Développement de méthodes de suivi des équilibres chevreuils-habitats**

+ scolytes : avancées méthodologiques dans l'inventaire des foyers (sténographe du pin maritime, chalcographe et typographe de l'épicéa) en fonction de l'échelle observée.

Analyse spatiale et dynamique des épidémies consécutives aux dégâts de tempête (**pires de bois, trouées**)

+ fomes (Landes) : détection par carpophores sur souche : sous-estimation. Fomes partout présent dans les landes comme saprophyte, dangereux dans certaines conditions non liées aux tempêtes

L'évaluation de la diversité génétique des semis apparus après les tempêtes, bien que ciblée dans l'appel d'offres, n'a pas été abordée

I. Analyse du risque et évaluation de la vulnérabilité (8)

6. Méthodes d'évaluation des dommages aux forêts, intérêt de l'outil satellitaire

Premiers efforts (1er semestre 2000) coûteux et largement infructueux (photo aérienne, imagerie satellitaire optique et radar),
des avancées majeures : utilisation de SPOT en été seulement

Sauf cas particulier (Landes), l'évaluation hivernale des dommages reste hors de portée

7. Vulnérabilité : aspects sociaux et économiques

- Décisions de gestion du propriétaire dépendent de vulnérabilité globale de son patrimoine et de ses capacités à absorber les conséquences du risque
- Propriétaires ne pensent pas que mutualisation du risque est possible
- réactivité dans organisation des marchés après tempête, pour contrer baisse prix

Questions de l'appel d'offre non abordées

- Les tempêtes ont-elle modifié les « valeurs » attribuées à la forêt par le public
- Impact sur la qualité des paysages et évolution,
- Le niveau économique des pertes a-t'il dépendu des caractère régionaux de la filière, (organisation, niveau d'intégration

II. Gestion du risque (1)

1. Prévention, évitement, réduction du risque

Aspects sylvicoles

- **Confirmation d'une fragilisation temporaire (5ans) post-éclaircie pour de nombreuses essences (dépend de intensité)**
- **Fertilisation du pin maritime**
- **Sylviculture + dynamique pour le hêtre**
- **Intervention à temps plutôt que rattrapage d'éclaircie**

Approche intégrée, modélisation, outils d'aide à la décision

- **Application au pin maritime du modèle « ForestGALES » et couplage avec la plateforme de simulation CAPSIS, permettant Utilisation modèle de croissance PM.**
- **Une plateforme avec un seul logiciel autorisant simulation stabilité en fonction de la sylviculture**
- **Logiciel OPTIMFOR (p. maritime) : vulnérabilité maxi entre 25 et 35 ans ; stratégie de minimisation du risque (ne pas laisser vieillir après 40 ans)**

Diagnostic de stabilité
méthode synthétique de diagnostic

Intégration des facteurs économiques : **évaluation pour le Douglas de bénéfice actualisé en fonction de scénarios (âge exploitabilité, système assurance, fréquence et intensité vents, prix des bois).**

II. Gestion du risque (2)

2. Reconstitution basée sur des processus naturels

En 2000 : expérience allemande en faveur des P.N.; expérience française, oui mais... **retour in situ en Auvergne (1982) et Bretagne (1987) : sauf exceptions, les processus de succession permettent d'obtenir assez rapidement régénération suffisante d'essence objectifs mélangées à pionnières (domaine atlantique, étage montagnard)**

généralisation ? > observatoire

Facteurs de reconquête mal identifiés

Des cas de « blocage » de dynamique forestière

importance diagnostic

étude des interactions entre semis essences objectifs et végétation
accompagnatrice : travail en cours

NB Cartographie automatique des stations dans les Vosges

Conclusions

Un effort de recherche sans précédent sur le thème tempête

Une moisson de résultats scientifiques, dont certains ne sont pas aboutis et justifient des compléments d'analyse

De nombreuses applications déjà possibles, et des outils d'aide à la décision à améliorer pour atteindre pleine opérationnalité

Des connaissances encore à perfectionner sur des points clés. ex :

- + stabilité en relation avec structure et mélange,**
- + aspects démo-génétiques des régénérations naturelles**
- + dimension économique dans la gestion du risque**