

Effets des tempêtes sur le fonctionnement des forêts

Denis Loustau
Marie Guillot

Unité EPHYSE, www.inra.fr/ephyse.

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



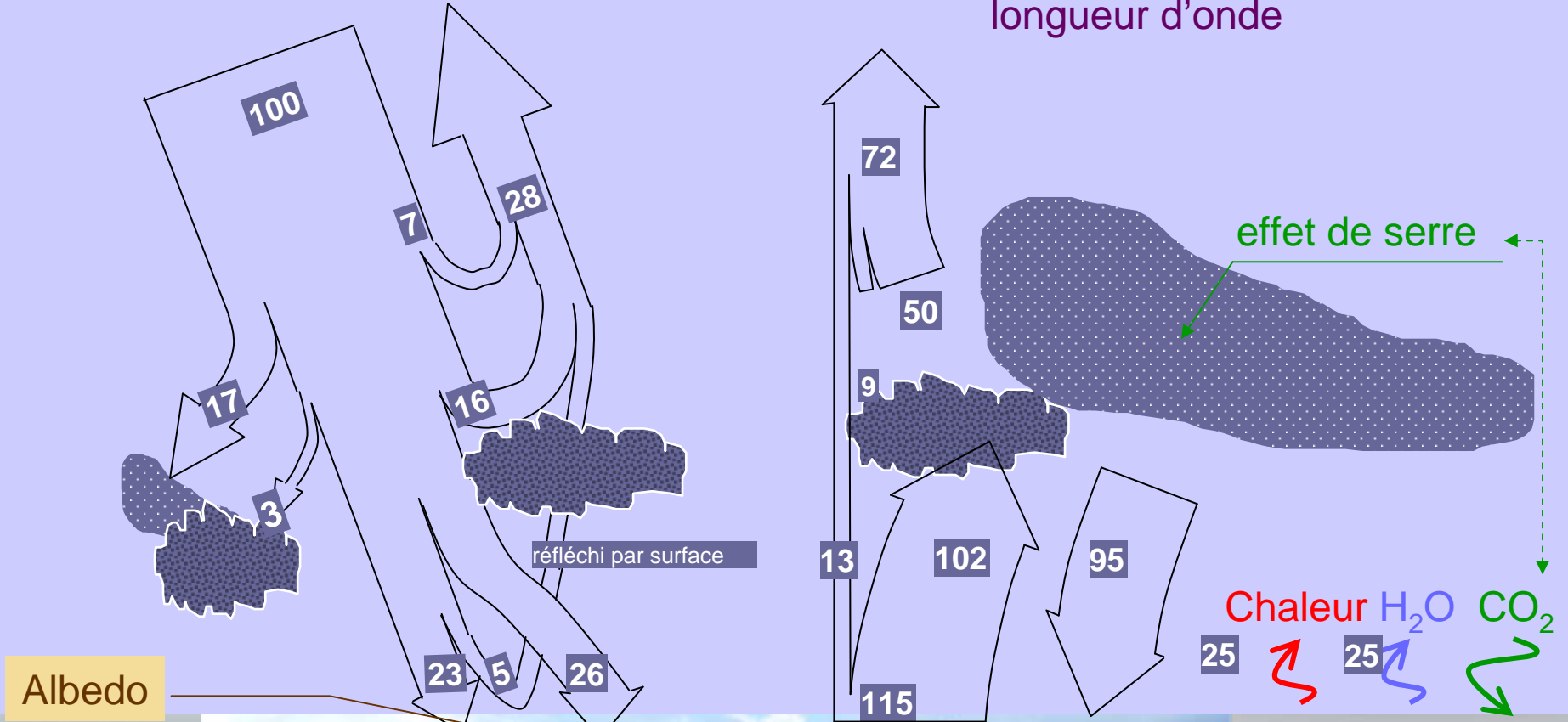


1. Cycle de l'eau
2. Cycle du carbone
3. Les voies d'une adaptation durable

Le fonctionnement des forêts

Rayonnement solaire

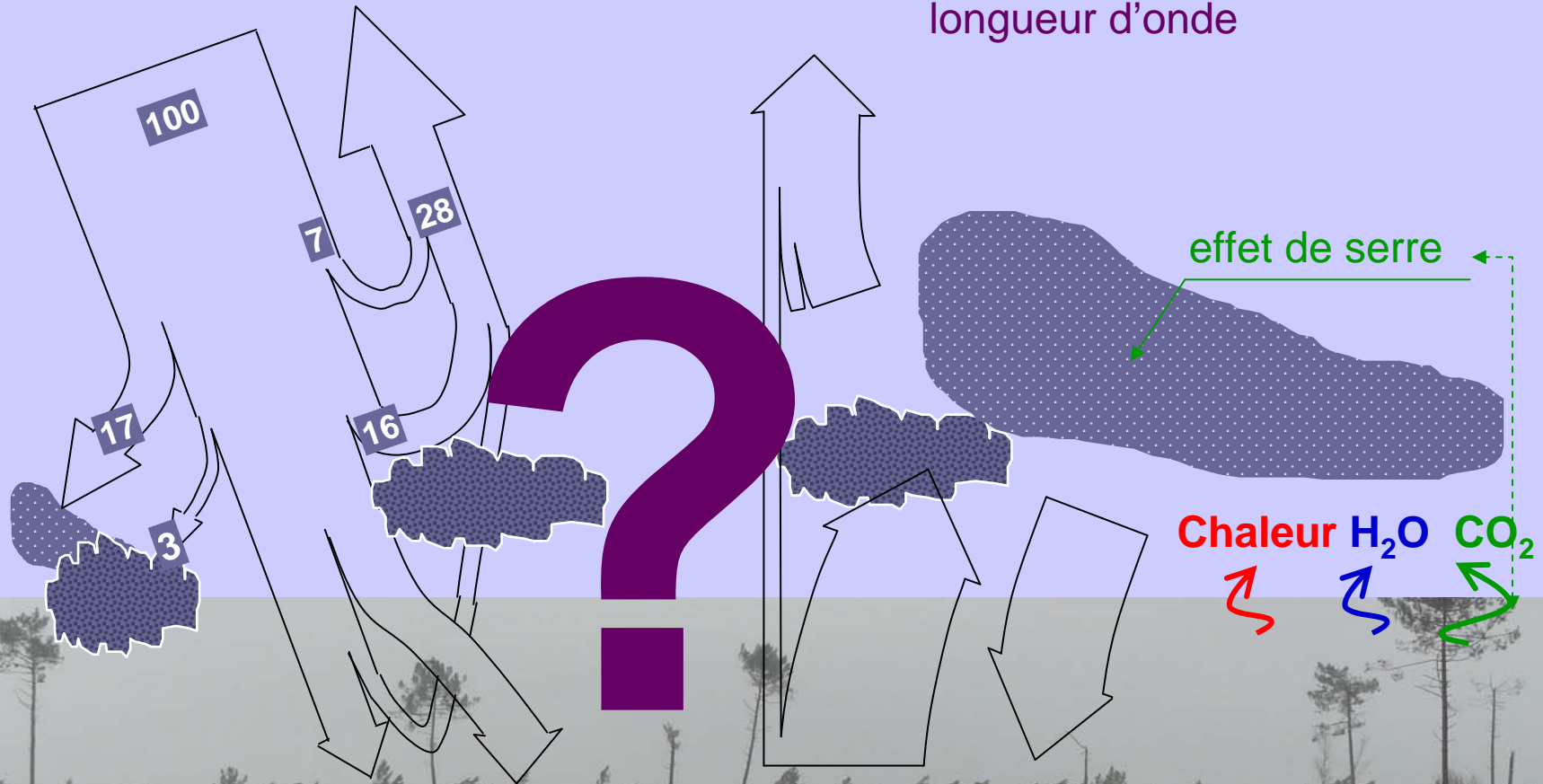
Rayonnement de grande longueur d'onde



Question: impacts des tempêtes sur les forêts ?

Rayonnement solaire

Rayonnement de grande longueur d'onde



Résultats: synthèse de données disponibles des réseaux d'observation de l'INRA



- ▲ Mesures en continu des échanges atmosphériques
- Suivi hydrologique de sous bassins versants de la Leyre
- Périmètres de calibration et validation de produits de télédétection



Impacts des tempêtes sur les forêts : 1. bilans annuels des mesures des flux d'énergie et eau.

Mesures depuis des sites ateliers observatoires en forêt de Pin maritime



Bray avant tempête



Bray après tempête
(20% de chablis)



Bilos après tempête
(coupe rase)

Impacts des tempêtes sur les forêts : 1. bilans annuels des mesures des flux d'énergie et eau.

Flux nets annuels échangés par un peuplement adulte de Pin maritime avant et après la tempête MARTIN

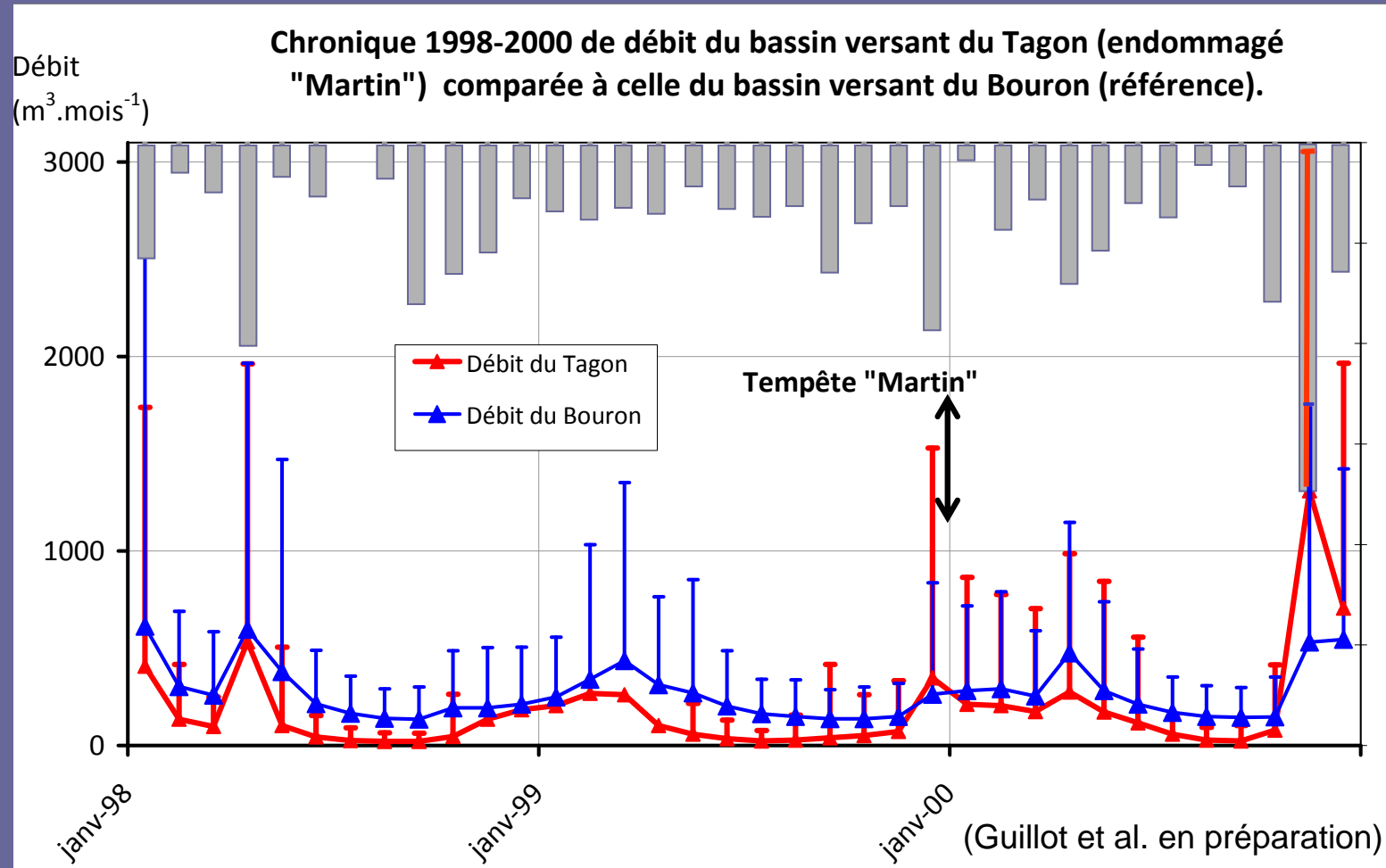
		Site du Bray Peuplement semé en 1970		Site de Bilos Coupe rase
		avant tempête	après tempête	
		1998	2001	2001
Rayonnement net absorbé	MJoules.m ²	3006	2746	1956
Evapotranspiration	mm	666	624	358
Drainage	mm	264	184	517

(1) compté positivement en émission, négativement en prélèvement

Berbigier et al., *Agric. For. Met.* (2001)

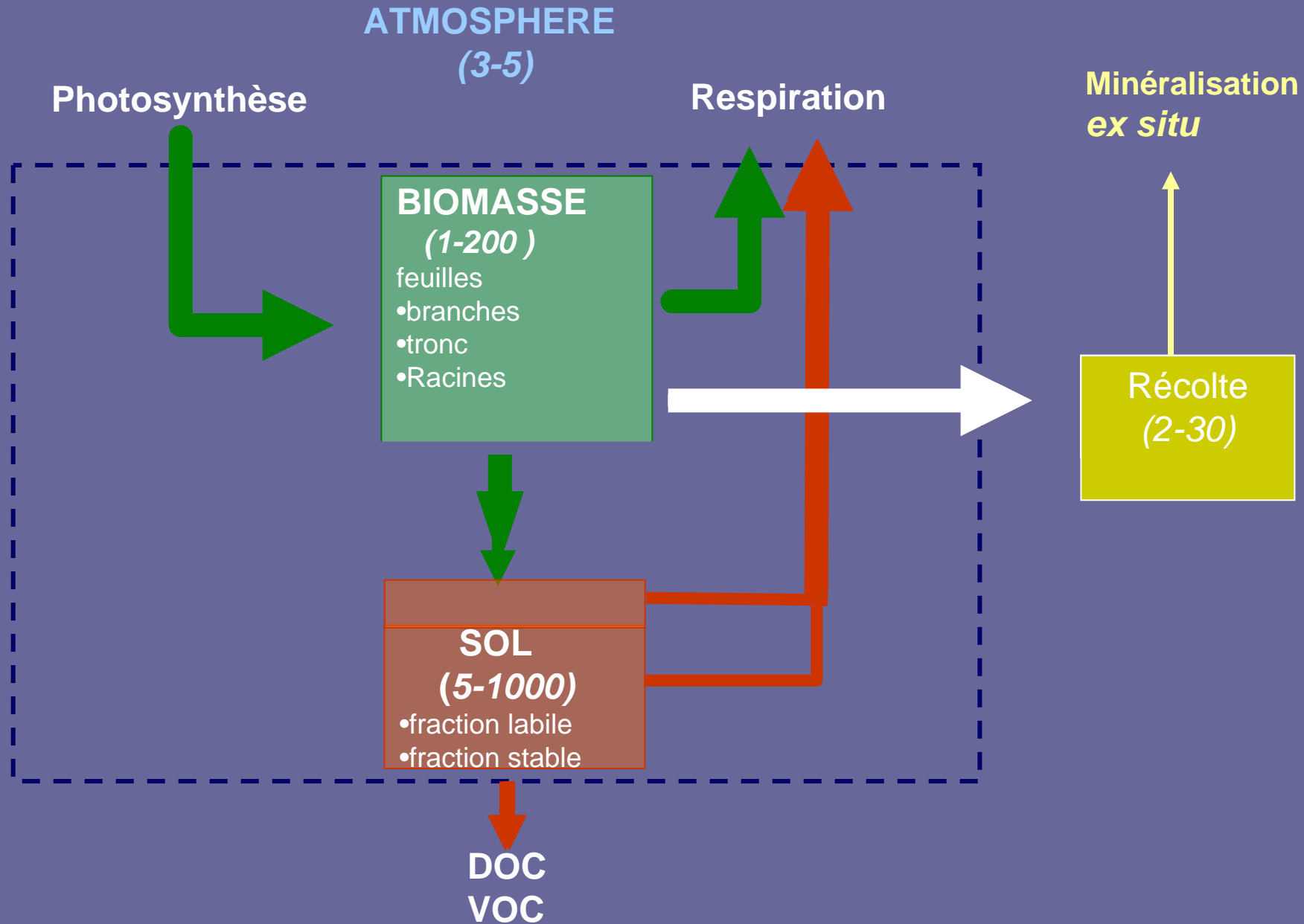
Kowalski et al., *Global Change Biology* (2004)

1. Impacts des tempêtes sur les forêts : hydrologie d'un bassin versant endommagé.



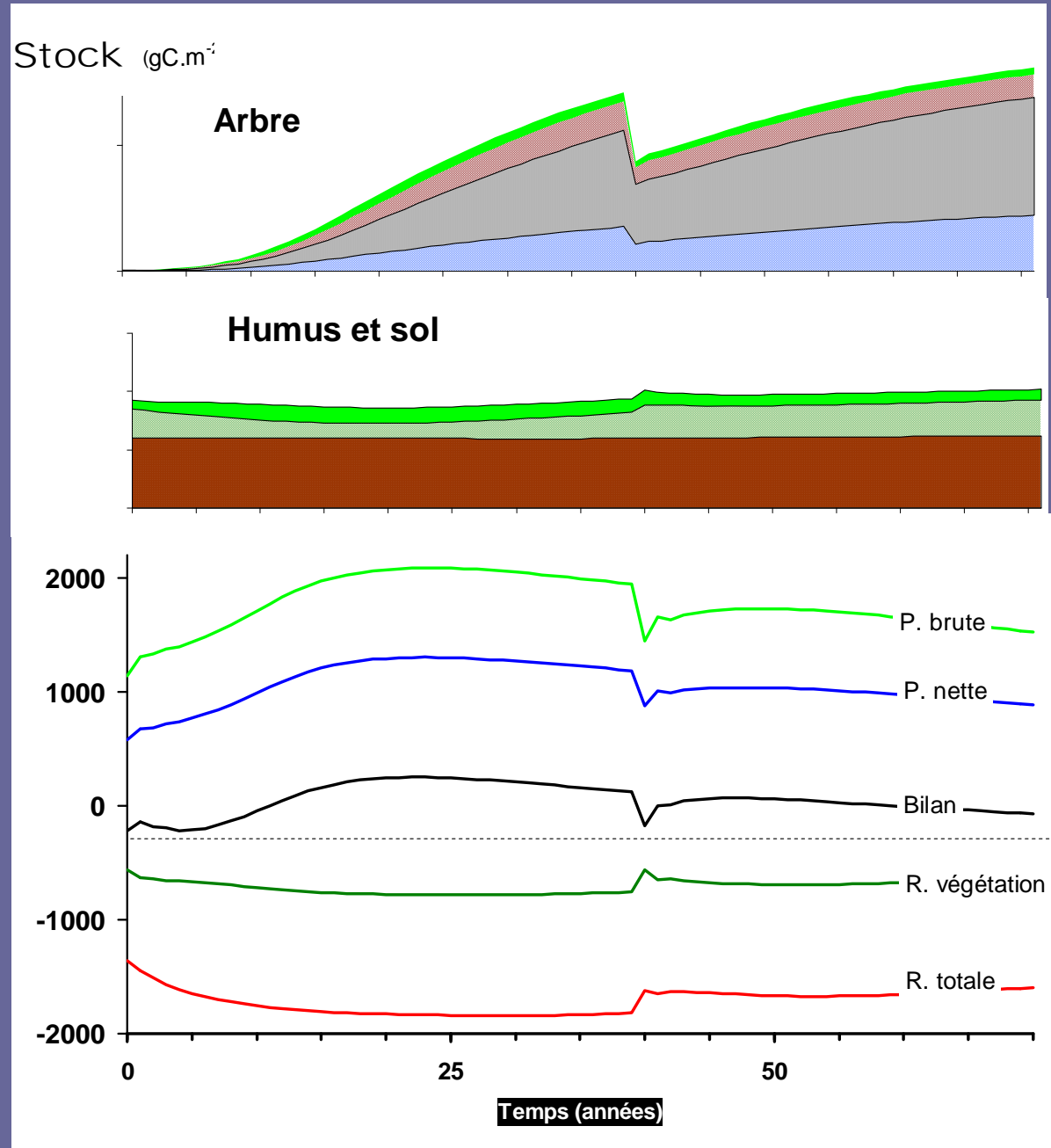
« Martin » a été suivi d'une aggravation systématique des crues et d'une augmentation du débit moyen annuel du bassin versant endommagé.

2. Cycle du carbone en forêt: effets d'une perturbation sur les flux, compartiments et temps moyens de résidence (an)



2. niveau de dégâts faible (1) :

- Effet comparable à une éclaircie;
- Compensation des pertes par le sous étage;
- Restauration en 3-5 ans;



2. niveau de dégâts faible (1) :

Flux nets annuels échangés par un peuplement adulte de Pin maritime avant et après la tempête MARTIN

		Site du Bray	
		Peuplement semé en 1970	
		avant tempête	après tempête
		1998	2001
Bilan net de C -CO ₂	gC.m ⁻²	-575	-498
Production primaire brute	gC.m ⁻²	2255	2025
Respiration totale	gC.m ⁻²	1680	1527

(1) compté positivement en émission, négativement en prélèvement

Berbigier et al., *Agric. For. Met.* (2001)

Kowalski et al., *Global Change Biology* (2004)

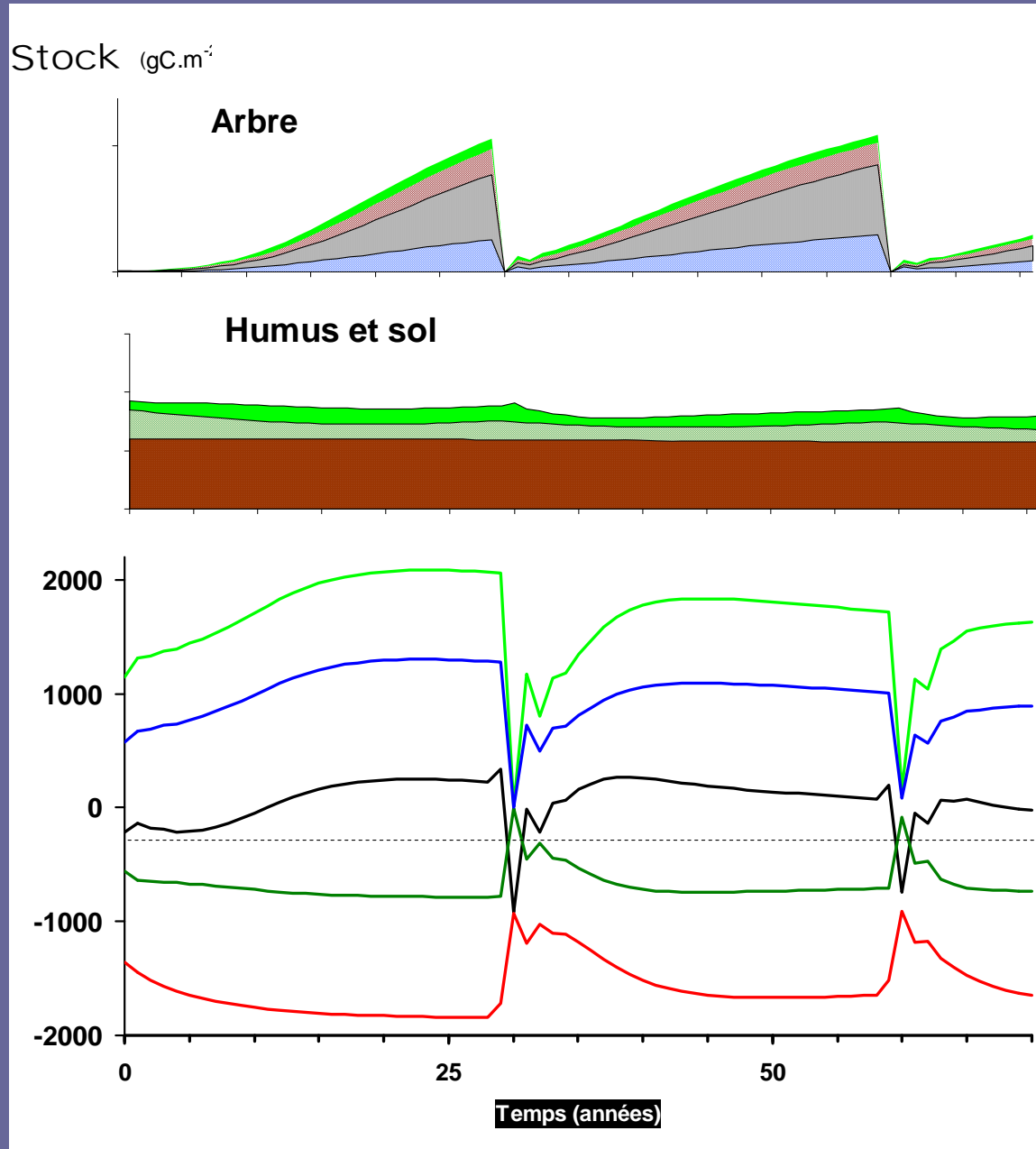
2. niveau de dégâts fort (2):

Effet immédiat:

- chute de photosynthèse
- libération de carbone du sol

Effet différé:

- baisse de la production (-18%)
- stock moyen sur pied et dans le sol (-65%)



2. niveau de dégâts fort (2): effet année n+1

Flux nets annuels échangés par un peuplement adulte de Pin maritime avant et après la tempête MARTIN

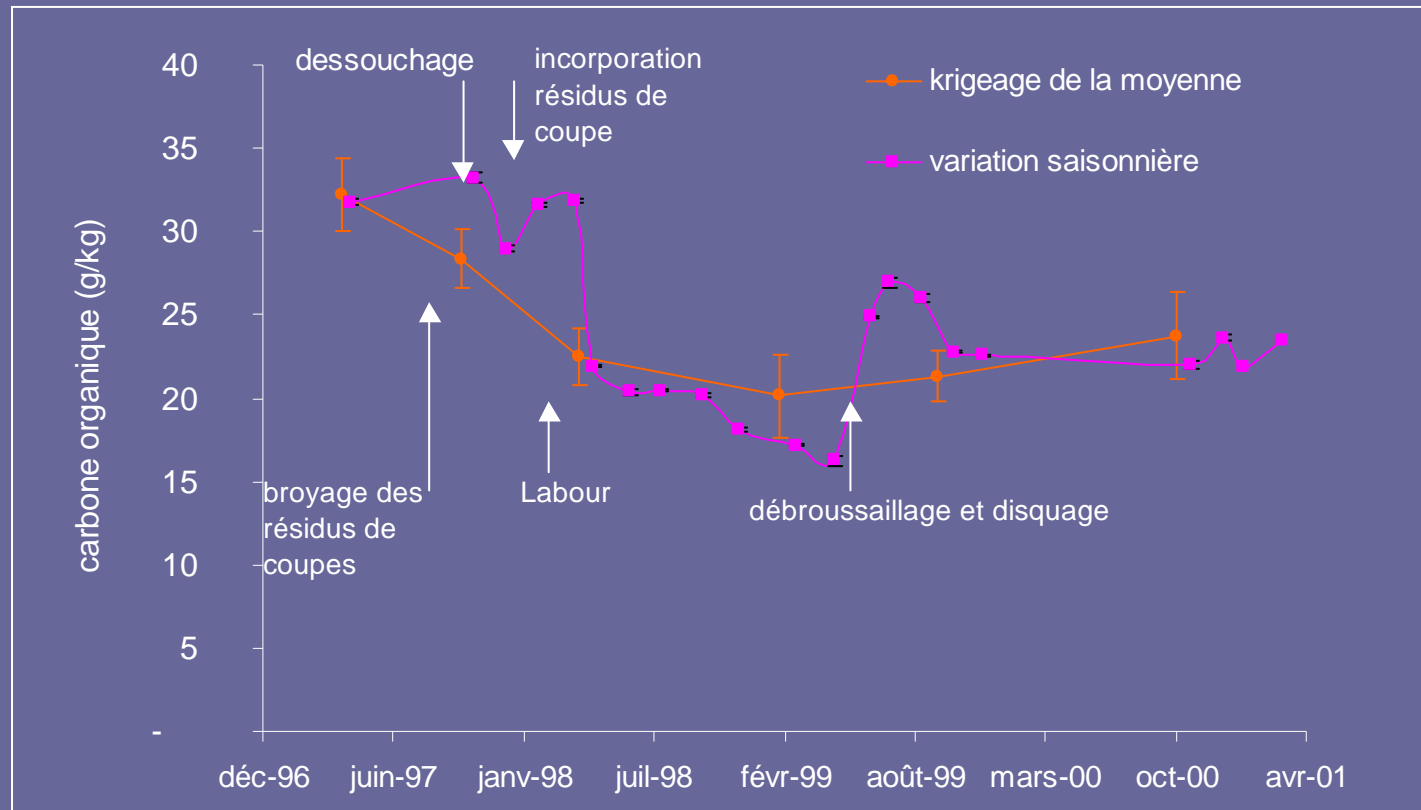
		Site du Bray		Site de Bilos
		Peuplement semé en 1970		Coupe rase
		avant tempête	après tempête	2001
		1998	2001	
Bilan net de C -CO ₂	gC.m ⁻²	-575		290
Production primaire brute	gC.m ⁻²	2255		727
Respiration totale	gC.m ⁻²	1680		996

(1) compté positivement en émission, négativement en prélèvement

Berbigier et al., *Agric. For. Met.* (2001)

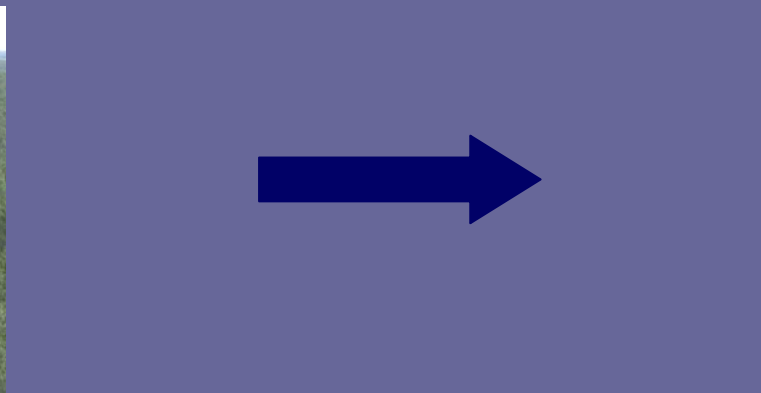
Kowalski et al., *Global Change Biology* (2004)

2. Niveau fort (2) : impacts de la restauration du sol sur les stocks de C.



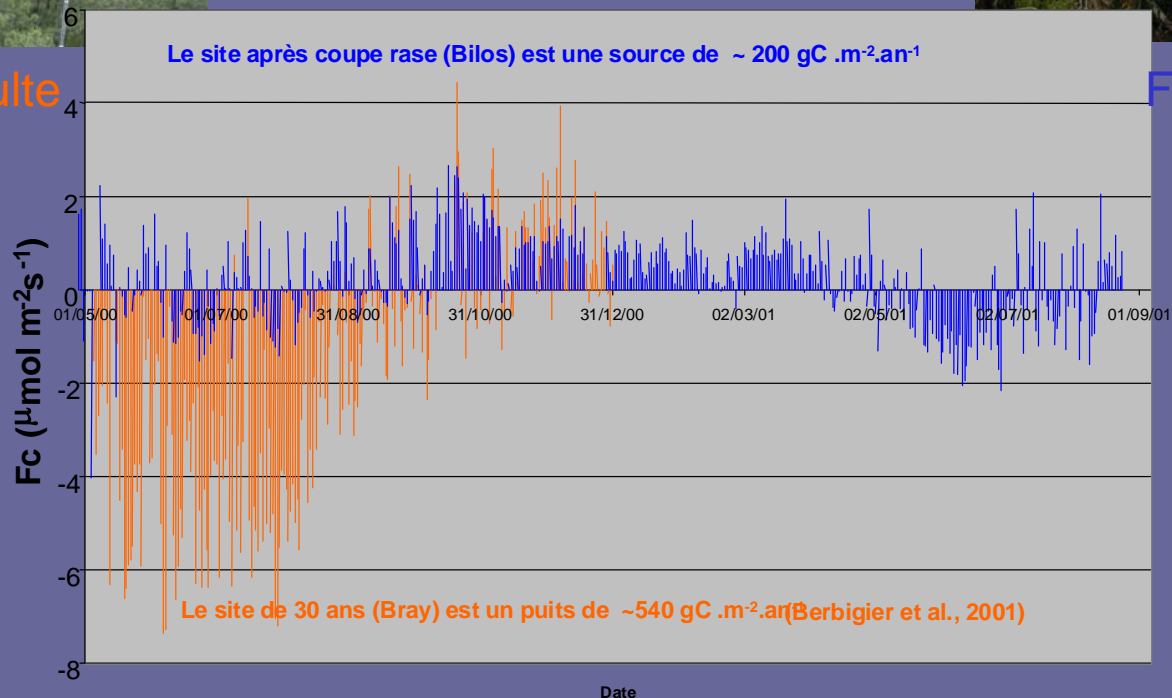
20 à 40 % du C organique du sol est minéralisé par le chablis et les opérations de restauration, soit l'équivalent de 5 à 20 années de fixation nette d'une forêt adulte.

Phase post tempête: une perturbation majeure inverse le bilan de carbone de l'écosystème



Peuplement adulte

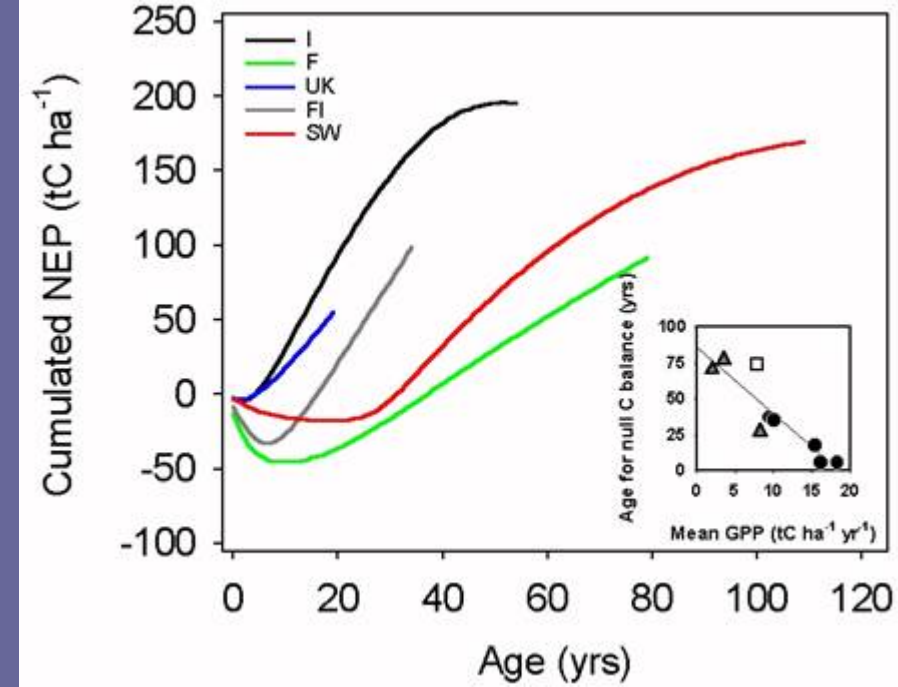
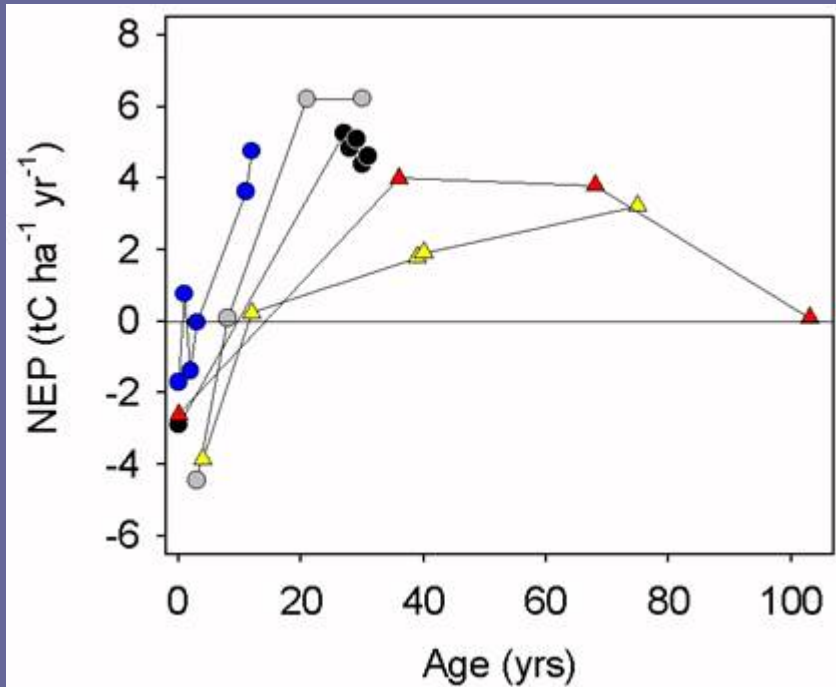
Friche post tempête



Magnani et al. *Nature*, 2007

Stella et al. *Biogeoscience disc.* 2009

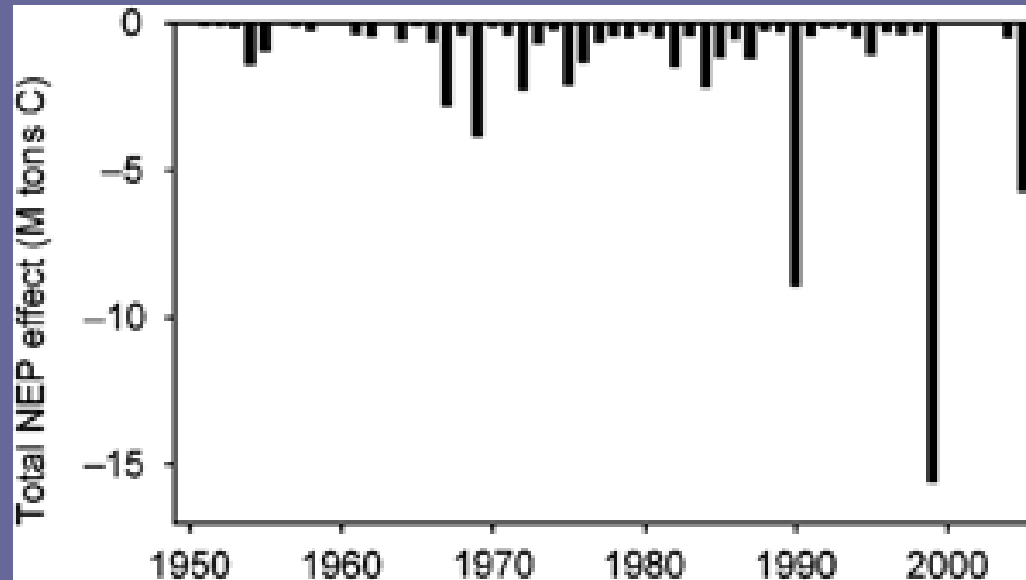
La durée de retour à l'équilibre dépend de la productivité.



TCR (Italie) = 2 ans
Pin m. (France) = 15 ans
Pin s. (Finlande) = 45 ans

Impacts des tempêtes sur le fonctionnement des forêts : impacts à l'échelle continentale

- effet des tempêtes sur la production moyenne annuelle européenne = -2.3 %



Lindroth et al. *Global Change Biology*, 2009

- effets ponctuels sur le bilan net annuel de carbone :

Lothar (1999) = - 30 %

Gudrun (2005) = - 11 %

Katrina (2005) = - 30 % (USA)

Impacts des tempêtes sur le fonctionnement des forêts : synthèse

Niveau de dégâts faible

- l'effet d'un niveau de dégât inférieur à 30% est ténu et s'apparente à une éclaircie sylvicole
- il est compensé par une redistribution des flux vers les arbres intacts et le sous-étage
- le couvert se referme en 3 à 5 ans

Niveau élevé

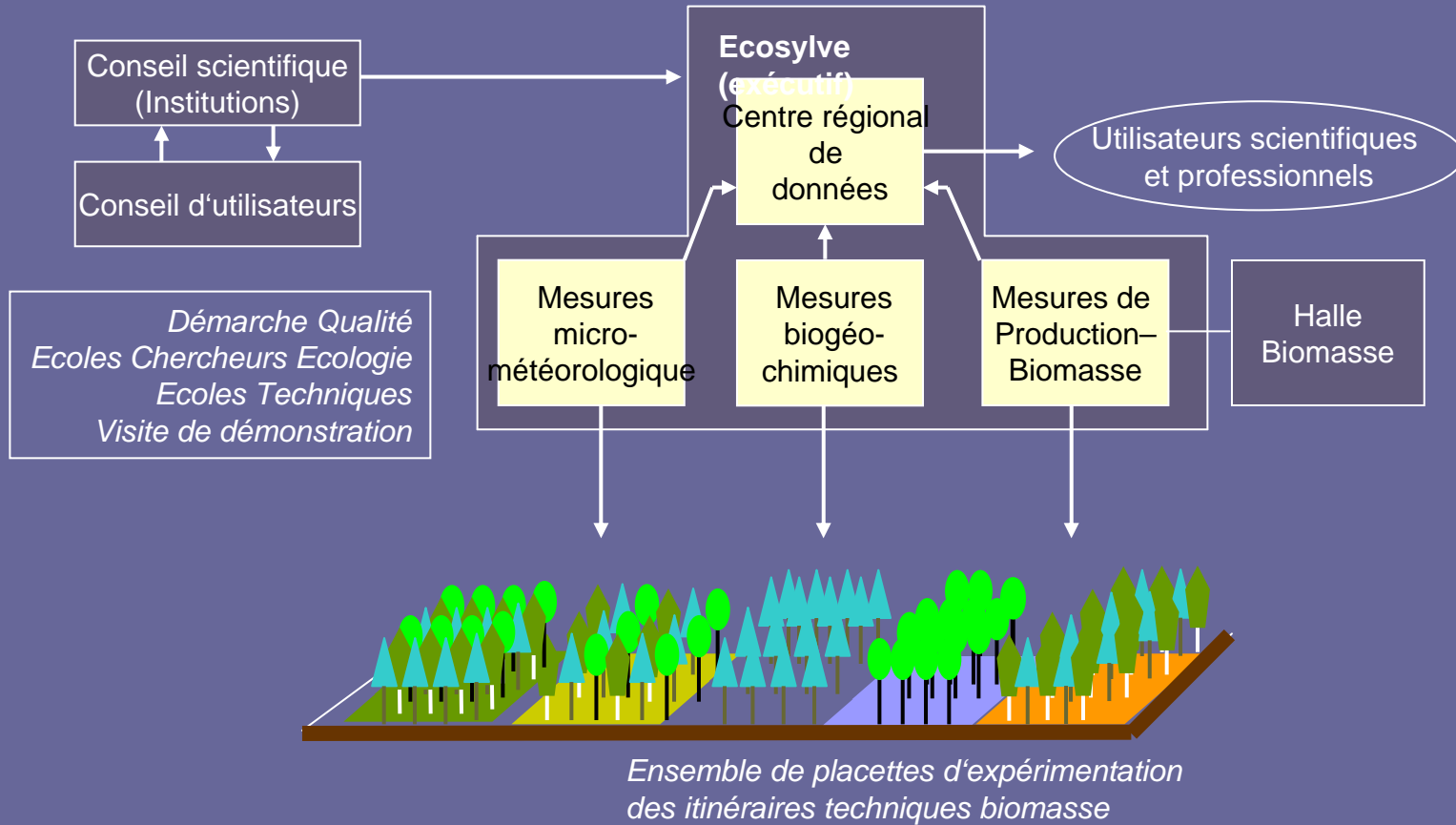
- l'effet de dégâts suivis d'une coupe rase entraîne une rupture du cycle de vie de la forêt et un changement brutal sur l'ensemble des composantes du fonctionnement
- la régénération d'un couvert forestier fonctionnel dure de 10 à 15 ans (Pin maritime).

Impacts des tempêtes sur le fonctionnement des forêts : 3. pistes de recherche .

Adapter les itinéraires sylvicoles au contexte 2010-2050

- températures élevées, CO₂, ozone, azote
- sécheresses accrues
- événements extrêmes à plus forte fréquence
- demande en biomasse forestière en forte croissance

3. Développement d'une plate forme régionale « ECOSYLVE » de sylvicultures innovantes



- itinéraires évolutifs et adaptables (donc « durables »)
- sylviculture « biologique »
- gestion régionale des ressources (eau, air, sols, biodiversité)
- maîtrise des impacts et des risques (tempêtes, incendies)