



**HAL**  
open science

## La tempête de 1999 : effet d'une coupe à blanc involontaire sur le fonctionnement d'une hêtraie de faible fertilité minérale (Fougères, 35)

Arnaud Legout, Claude Nys, Jean-François Picard, Etienne Dambrine, Serge Didier, Christian Kieffer

### ► To cite this version:

Arnaud Legout, Claude Nys, Jean-François Picard, Etienne Dambrine, Serge Didier, et al.. La tempête de 1999 : effet d'une coupe à blanc involontaire sur le fonctionnement d'une hêtraie de faible fertilité minérale (Fougères, 35). Rendez-vous Techniques de l'ONF, 2011, 33-34, pp.33-38. hal-04222666

**HAL Id: hal-04222666**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04222666>**

Submitted on 15 Jul 2024

**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.

# La tempête de 1999 : effet d'une coupe à blanc involontaire sur le fonctionnement d'une hêtraie de faible fertilité minérale (Fougères, 35)

*Ce second article sur la hêtraie de Fougères, exemple d'écosystème forestier de faible fertilité minérale, fait appel aux concepts (bilan de fertilité) exposés dans l'article précédent. Il explore en particulier la question du déstockage des nutriments contenus dans les humus en cas de suppression brutale du peuplement forestier, ici du fait d'une tempête. La végétation en recycle une partie, une autre partie peut être intégrée aux premiers horizons de sol mais le reste se perd par drainage profond. En situation normale de renouvellement, l'enjeu pour la conservation de la fertilité est de maximiser le recyclage au bénéfice de la régénération.*

Les écosystèmes forestiers sont régulièrement sujets à des perturbations humaines (coupes d'éclaircie ou de renouvellement, intervention d'engins lourds...) ou à des perturbations naturelles (feux, tempête...). Ces perturbations peuvent avoir une incidence forte sur l'écosystème et plus particulièrement sur les réserves de nutriments présents dans les sols (Ranger *et al.*, 2007). Des changements, parfois irréversibles, des propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols peuvent se produire et engendrer des déclinés de fertilité et de productivité.

Parmi les opérations sylvicoles possibles, les coupes à blanc sont connues pour influencer fortement les réserves de nutriments présents dans les sols, au travers des processus suivants :

- pertes de nutriments lors de l'exportation de biomasse hors de la parcelle ;
- perturbations engendrées lors de la récolte et/ou du travail du sol ;

- pertes de nutriments dans les eaux de drainage profond du sol, engendrées par une production élevée de nitrates combinée à une diminution de l'absorption racinaire faisant suite à l'enlèvement du couvert.

La tempête Lothar du 26 décembre 1999 nous a permis de mesurer l'impact d'une coupe à blanc sur le fonctionnement de la hêtraie de Fougères. Les dommages forestiers ont provoqué une coupe à blanc involontaire sur un dispositif expérimental de suivi de l'évolution de la fertilité minérale appartenant au site atelier 'Hêtre de plaine' de Fougères (35). Nous avons mesuré un état initial du dispositif depuis 1996 et nous avons pu poursuivre les observations et mesures après cette tempête.

Cette étude quantifie l'évolution de quelques pools de nutriments de cette hêtraie de faible fertilité minérale et montre que les conséquences d'une suppression brutale du peuplement forestier ne sont pas neutres sur la fertilité minérale d'un tel écosystème.

## Dispositif expérimental, observations, mesures et analyses

Le peuplement détruit par la tempête de 1999 faisait partie d'une chronoséquence de hêtre pur composée de peuplements d'âge croissant répartis au sein d'une révolution forestière complète : 8 ans, 25 ans, 80 ans et 145 ans en 1996 (voir l'article précédent, en particulier la figure 3 p. 28). Le peuplement « 80 ans » sinistré, appelé ici « **peuplement tempête** », a été remplacé dans le dispositif à partir de l'année 2000 par un peuplement indemne équivalent (« 80 ans (bis) »). Le peuplement de 145 ans a servi de témoin lorsque nécessaire dans cette étude et nous l'appellerons « *hêtraie référence* ».

L'ensemble des peuplements de la chronoséquence a fait l'objet, en 1996, d'une campagne de « biomasse-minéralomasse » pour mesurer les stocks de nutriments contenus dans les différents compartiments des hêtres : nous avons donc pu estimer

sur le peuplement tempête la quantité de nutriments exportée par l'exploitation des bois et celle retournant au sol via les rémanents.

Pour la strate herbacée, des relevés phytosociologiques ont été effectués entre 1997 et 2003 selon la méthode de Braun-Blanquet (1964) et des campagnes de « biomasse-minéralomasse » ont été réalisées de 1996 à 2003 sur trois espèces d'intérêt (lierre, fougère aigle et ronce), dans le peuplement tempête et la hêtraie de référence. Les trois espèces d'intérêt ont été choisies car elles présentaient, parmi l'ensemble de la strate herbacée, les plus fortes variations liées à la tempête. Les campagnes ont permis d'étudier l'évolution de la végétation dans le peuplement tempête et de quantifier l'évolution de la masse d'éléments nutritifs contenus dans cette strate.

Les humus du peuplement tempête ont été décrits et leur composition analysée en 1996, puis en 2001. Enfin les sols de la chronoséquence ont été équipés en 1997 de lysimètres\* (bougies poreuses) qui ont permis de suivre, dans le peuplement tempête ainsi que dans la hêtraie référence, la qualité des solutions traversant le sol sur la période 1998-2004 (collecte tous les 28 jours et analyses chimiques). Les humidités volumiques du sol ont été mesurées sur la même période grâce à des sondes installées en même temps et aux mêmes profondeurs que les lysimètres. Ces données nous ont permis de calculer des bilans de masse d'éléments en solution dans le profil de sol 0-140 cm du peuplement tempête, sur la période 1998-2004, par période 28 jours.

### L'exportation de biomasse liée à la « coupe »

La tempête de 1999 a détruit la totalité du peuplement tempête et les arbres abattus ou cassés ont été exploités en mars 2000. Tous les bois (trunks et branches) d'un diamètre supérieur

à 7 cm ont été exportés de la parcelle. Les souches et les bois d'un diamètre inférieur à 7 cm sont restés au sol.

Les exportations et les retours au sol de nutriments liés à cette « coupe » sont présentés dans le tableau 1. On constate que les quantités exportées, c'est-à-dire perdues pour l'écosystème, peuvent être importantes par rapport aux réserves disponibles\* dans le sol et aux réserves totales\* dans les humus, en particulier pour le calcium, le magnésium et le potassium ; nous ne commenterons pas dans cet article le cas du phosphore, dont il est établi par ailleurs (Legout et al., ce volume) qu'il n'est pas préoccupant pour la fertilité de la hêtraie de Fougères. En comparaison des réserves disponibles dans le sol (non compris l'humus), les exportations représentent 40 % des réserves de potassium, 118% des réserves de calcium et 80 % des réserves de magnésium.

### L'évolution des humus

Dans la hêtraie de Fougères, l'évolution classique des humus est un épaissement avec l'âge des peuplements, avec présence de mull modérément actif dans les jeunes peuplements évoluant vers des moder à horizons O1 à Oh continus dans les jeunes et vieilles futaies (Jabiol, 2000). Les observations morphologiques des humus avant et après la tempête (1996 et 2001) montrent une forte diminution de leur épaisseur dans le peuplement tempête. La quantité de matière sèche ainsi que les stocks de carbone et d'azote des humus ont fortement diminué (tableau 2). La conséquence de la tempête est d'une part l'absence de retour au sol de litière et d'autre part un changement du microclimat au sol, avec notamment une augmentation de la luminosité, de la température et de l'humidité pendant la saison de végétation. Ces changements agissent de façon positive sur les populations de décomposeurs : la minéralisation de la

matière organique s'est donc accélérée et les stocks de matière organique et de nutriments des humus ont diminué rapidement. Une partie de la matière organique a également pu être intégrée aux premiers horizons du sol. La question est alors de savoir ce que sont devenus les nutriments déstockés par minéralisation de l'humus.

### L'évolution de la végétation herbacée

Les relevés phytosociologiques (tableau 3) ont permis de caractériser l'état de la strate herbacée avant la tempête (Juillet 1999) et de suivre son évolution après l'événement (Juin 2001 et Juin 2003). Le taux de recouvrement\* de la strate herbacée augmente après la tempête et quelques saisons de végétation ont suffi après l'enlèvement du peuplement pour que la strate herbacée recouvre la quasi-totalité de la surface du sol (96% en juin 2003). En outre, les coefficients moyens d'Abondance-Dominance\* témoignent de changements importants selon les espèces : le lierre (*Hedera helix* L.), qui était l'espèce la plus abondante avant la tempête, régresse fortement après l'évènement alors que la fougère aigle (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn) et la ronce (*Rubus fruticosus* L.) se sont fortement développées et recouvrent quasiment toute la surface du sol.

L'évolution de la biomasse herbacée et des nutriments contenus dans cette biomasse dans les années suivant la tempête est présentée dans le tableau 4. En comparaison de la hêtraie de référence, on constate dans le peuplement tempête une forte réduction de la biomasse et des nutriments contenus dans le lierre (*Hedera helix* L.) et, inversement, une forte augmentation de la biomasse et des nutriments pour la fougère aigle (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn) et la ronce (*Rubus fruticosus* L.). Par rapport à la hêtraie référence en 2003, la biomasse du lierre est réduite de trois quarts mais celle de la fougère a plus que triplé et celle de

\* Voir les définitions dans le glossaire en fin d'article, p.39

		Azote (N kg.ha <sup>-1</sup> )	Phosphore (P kg.ha <sup>-1</sup> )	Potassium (K kg.ha <sup>-1</sup> )	Calcium (Ca kg.ha <sup>-1</sup> )	Magnésium (Mg kg.ha <sup>-1</sup> )
Stocks	Humus	275	45	44	149	46
	Sol 0-70 cm	5694	438	383	156	59
Exportations	Branches > 7cm	25	2	17	20	4
	Troncs > 7cm	204	14	137	163	43
	TOTAL	229	16	155	183	47
Retours au sol	Feuilles	27	1	11	4	1
	Souches	77	9	58	27	9
	Branches < 7cm	141	14	67	66	13
	Troncs < 7cm	3.3	0.4	2	2	0.5
	TOTAL	248	25	138	100	24

Tab. 1 : exportations et retours au sol de nutriments lors de la coupe dans le peuplement tempête, en comparaison des réserves initiales de nutriments dans les humus et dans le sol (0-70 cm)

Pour les humus, il s'agit des réserves totales\* et pour les sols, il s'agit des réserves totales (Azote), échangeables\* (Calcium, Magnésium, Potassium) ou assimilables\* (Phosphore)

	Matière sèche (kg.ha <sup>-1</sup> )		Carbone (kg.ha <sup>-1</sup> )		Azote (kg.ha <sup>-1</sup> )	
	1996	2001	1996	2001	1996	2001
Couche OI	2170 (±386)	598 (±156)	1054 (±188)	281 (±134)	41 (±7)	11 (±5)
Couche Of + Oh	74825 (±17291)	18771 (±3450)	32586 (±7530)	6965 (±1741)	1422 (±328)	307 (±88)
Somme (OI, Of, Oh)	76995	19369	33640	7246	1463	318

Tab. 2 : quantité de matière sèche, de carbone et d'azote dans l'humus du peuplement tempête avant et après la tempête de 1999 (Moyenne des échantillons d'humus collectés ; 20 répétitions)

Les intervalles de confiance (à 95%) sont indiqués entre parenthèses.

	Juillet 1999	Juin 2001	Juin 2003
Taux de recouvrement (%)			
Strate herbacée	81	84	96
Coefficient d'Abondance-Dominance			
<i>Hedera helix</i> L.	3.3	2.3	1.0
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	2.7	2.4	4.0
<i>Rubus fruticosus</i> L.	1.5	3.3	3.0

Tab. 3 : synthèse des relevés de végétation dans le peuplement tempête, avant et après la tempête de 1999 ; taux de recouvrement\* global de la strate herbacée et coefficients moyens d'Abondance-Dominance des trois espèces d'intérêt

			1996	2000	2001	2003
Lierre ( <i>Hedera helix</i> L.)	Biomasse	Hêtraie Référence	412	285	285	246
		Peuplement Tempête	412	266	117	63
	Nutriment	Hêtraie Référence	14	10	10	9
		Peuplement Tempête	14	9	4	2
Fougère ( <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn)	Biomasse	Hêtraie Référence	21	29	34	47
		Peuplement Tempête	21	334	943	1620
	Nutriment	Hêtraie Référence	0.6	0.8	1	1
		Peuplement Tempête	0.6	9	26	45
Ronce ( <i>Rubus fruticosus</i> L.)	Biomasse	Hêtraie Référence	33	117	117	188
		Peuplement Tempête	33	389	899	1116
	Nutriment	Hêtraie Référence	1	4	4	7
		Peuplement Tempête	1	15	35	43
Ensemble des 3 espèces (≠ total strate herbacée !)	Biomasse	Hêtraie Référence	466	431	436	481
		Peuplement Tempête	466	989	1959	2779
	Nutriment	Hêtraie Référence	15.6	14.8	15	17
		Peuplement Tempête	15.6	33	65	90

Tab. 4 : évolution de 1996 à 2003 de la biomasse et des nutriments (N+P+K+Ca+Mg) de trois espèces herbacées d'intérêt, pour le peuplement tempête et la hêtraie de référence ; les valeurs sont exprimées en kg.ha<sup>-1</sup>

Attention : la somme des trois espèces d'intérêt ne représente pas l'ensemble de la strate herbacée ; par ailleurs, seule la végétation de la hêtraie référence a été mesurée en 1996 : les mêmes valeurs ont été attribuées par défaut au peuplement tempête, initialement très semblable.

la ronce a sextuplé, de sorte que la biomasse totale des 3 espèces a presque triplé. Ce résultat n'est pas transposable à l'ensemble de la strate herbacée mais, vu le statut des 3 espèces d'intérêt, il reflète néanmoins une très nette augmentation de la biomasse herbacée (corroboré par l'évolution du taux de recouvrement de la strate, tableau 3).

L'ouverture soudaine du milieu par la « coupe à blanc » a favorisé le développement de la strate herbacée, privilégiant certaines espèces (fougère aigle, ronce) aux dépens des autres (lierre). Les espèces qui se sont développées ont pu profiter d'une part des changements de microclimat au sol après l'enlèvement du peuplement (augmentation de luminosité, de l'humidité et de la température pendant la saison de végétation) et d'autre part de la libération de nutriments par minéralisation des humus et nitrification. La tempête de 1999 a donc été suivie d'un transfert de fertilité d'un compartiment de l'écosystème à l'autre, les nutriments contenus dans l'humus étant en partie transférés vers la strate herbacée. Cette végétation herbacée peut être considérée comme un obstacle à la régénération ou la plantation d'un nouveau peuplement mais elle a aussi un effet bénéfique sur la fertilité minérale du sol en immobilisant temporairement une partie des nutriments qui auraient pu être perdus par drainage profond.

### Les flux d'éléments dans le sol

Le surplus des nutriments libérés par minéralisation de l'humus et nitrification, et notamment le nitrate qui est de loin le plus abondant dans ce processus, se retrouve dans les solutions de sol dont nous avons suivi l'évolution des concentrations au cours du temps à différentes profondeurs.

### Migration des ions nitrate en profondeur

L'évolution des concentrations en nitrate dans les solutions de sol du peuplement tempête est présentée dans

la figure 1. Les concentrations en nitrate dans la hêtraie référence sont faibles et stables sur la période 1999-2004 quelle que soit la profondeur. En revanche, les concentrations en nitrate dans le peuplement tempête ont fortement augmenté à -10 cm, -30 cm et -55 cm en 2000 et à -80 cm et -120 cm en 2001. Les concentrations diminuent ensuite à -10 cm et -30 cm en 2001 et retrouvent un niveau moyen inférieur à 1 mg.l<sup>-1</sup> à partir de 2002 quelle que soit la profondeur. Les changements du microclimat au sol, consécutifs à la tempête et décrits précédemment, ont entraîné une nitrification importante à la surface du sol les deux années suivant l'événement. En l'absence de végétation suffisante, les nitrates produits en surface ont alors migré vers la profondeur (lixiviation\*), ce qui explique l'augmentation des concentrations à -10 cm, -30 cm et -55 cm au cours de l'année 2000. La strate herbacée s'est ensuite fortement développée et a pu prélever le nitrate produit à la surface du profil (ou a exercé un contrôle négatif sur la nitrification), limitant ainsi la lixiviation des nitrates. Le transfert des nitrates dans le profil de sol étant un processus lent, les nitrates produits en 2000 en surface ont continué leur migration vers la profondeur entraînant une augmentation successive des concentrations en nitrate aux profondeurs de -55 cm, -80 cm et -120 cm dans les 2 ans suivant la tempête. À partir de 2002, les concentrations en nitrate retrouvent des niveaux faibles, inférieurs à ceux enregistrés avant la tempête.

### Estimation des pertes en nutriments par drainage profond

Dans un sol, la migration d'un anion en solution comme le nitrate (N-NO<sub>3</sub>) est obligatoirement liée à celle d'un cation comme par exemple le K<sup>+</sup> (potassium), le Ca<sup>2+</sup> (calcium) ou encore le Mg<sup>2+</sup> (magnésium). Le nitrate est alors qualifié d'anion vecteur et il entraîne avec lui un cation qui, s'il migre au delà de la zone classiquement explorée par les racines (0 -120 cm), est perdu pour l'écosystème. L'évolution des masses de nutriments en solution

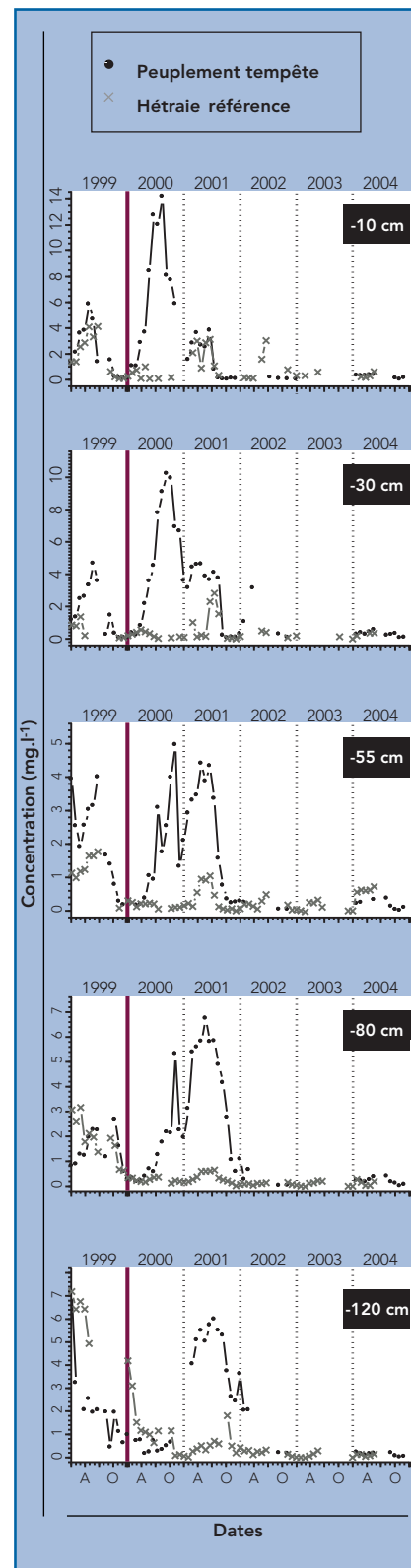


Fig. 1 : évolution des concentrations en nitrate (N-NO<sub>3</sub>) dans les solutions de sol du peuplement tempête et de la hêtraie de référence, sur la période 1999-2004 (A=Avril ; O=Octobre)

dans le profil de sol 0-140 cm du peuplement tempête sur la période 1999-2004 (figure 2) montre que la lixiviation des nitrates dans les deux ans suivant la tempête a été accompagnée d'une migration de  $Mg^{2+}$ , de  $K^+$  et de  $Ca^{2+}$ , en fonction de leur disponibilité dans le profil de sol.

Considérant que i) la perte de nutriments par écoulements préférentiels dans le profil de sol est négligeable et que ii) les nitrates présents dans le profil de sol sont produits en surface et migrent lentement vers la profondeur, alors la masse maximum d'un nutriment ( $N-NO_3^-$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ) présent dans le profil 0-140 cm sur la période 2000-2001 constitue une estimation de la perte maximum par drainage profond imputée à la tempête. Les pertes de nutriments liées à la tempête par drainage profond ont ainsi été estimées à 25.2 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrate ( $N-NO_3^-$ ), 7.6 kg.ha<sup>-1</sup> de potassium, 2.7 kg.ha<sup>-1</sup> de calcium et 10.6 kg.ha<sup>-1</sup> de magnésium. Cette

perte est de courte durée à l'échelle de la vie du peuplement (2 ans), puis le système retrouve une stabilité. En comparaison des réserves disponibles dans les sols (tableau 1), les pertes par drainage profond imputées à la tempête représentent environ 2% des réserves de potassium et de calcium et 18% des réserves de magnésium.

### Conclusion

De nombreux auteurs ont déjà montré en d'autres circonstances que les conséquences d'une tempête ou d'une coupe à blanc sur la fertilité minérale du sol ne sont pas neutres (Baumler and Zech, 1999; Brown et al., 1973; Hornbeck et al., 1990; Ranger et al., 2007). Les pertes de nutriments par exportation de biomasse hors de la parcelle sont importantes et l'ouverture brutale du milieu ainsi que l'arrêt du recyclage interne des éléments chimiques par la végétation (arborée ou, dans certains cas, herbacée) peut entraîner des pertes impor-

tantes de nutriments par drainage. Des changements drastiques de réserves de nutriments s'opèrent dans l'écosystème ainsi qu'un changement du fonctionnement des cycles biogéochimiques. À Fougères, nous avons pu calculer les pertes de nutriments pour l'écosystème, imputables à une « coupe à blanc » provoquée par la tempête de 1999 :

$$\text{Pertes tempête} = \text{Exportation de biomasse hors de la parcelle} + \text{Pertes par drainage}$$

Ce calcul conduit à des pertes de 254 kg.ha<sup>-1</sup> d'azote, 162 kg.ha<sup>-1</sup> de potassium, 186 kg.ha<sup>-1</sup> de calcium et 58 kg.ha<sup>-1</sup> de magnésium. En comparaison des réserves disponibles dans le sol (non compris l'humus), ces pertes représentent 42%, 119% et 98% des réserves, respectivement pour le potassium, le calcium et le magnésium. Ceci signifie que, dans les quelques années suivant la tempête, l'écosystème a perdu une masse de nutriments du même ordre de grandeur que les stocks disponibles dans les sols pour le calcium et le magnésium, ce qui est considérable.

Ces pertes pour l'écosystème sont à imputer très majoritairement à l'exportation de biomasse. En comparaison, les pertes par drainage profond s'avèrent très faibles, excepté pour le magnésium : 11 kg (soit 18% des réserves disponibles du sol) contre 47 kg exportés. La végétation herbacée qui s'est développée rapidement suite à la perturbation a permis de limiter fortement les pertes de nutriments par drainage profond, en immobilisant temporairement les nutriments. Les nutriments initialement présents dans les humus ont également pu être intégrés dans les premiers horizons du sol sous forme de matières organiques, ou encore incorporés dans la biomasse microbienne. Il y a donc eu, pour simplifier, un déstockage des nutriments des humus vers la strate herbacée et vers le sol. Il s'agit donc d'un transfert de fertilité et non d'une perte pour l'écosystème.

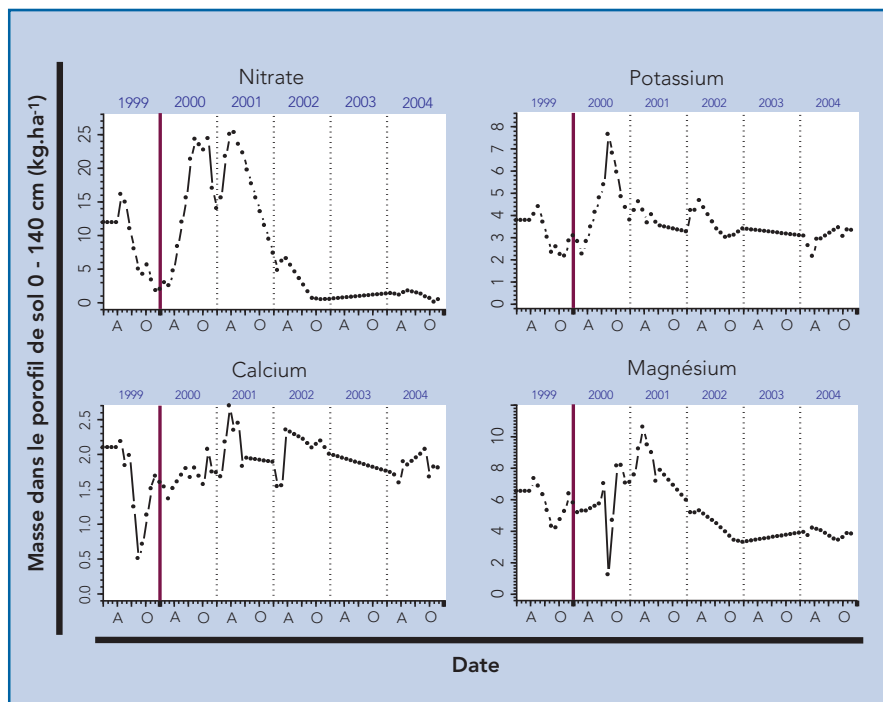


Fig. 2 : évolution de la masse de nutriments en solution dans les sols (0-140cm) du peuplement tempête sur la période 1999-2004 (A=Avril ; O=Octobre)

La masse a été calculée grâce aux mesures d'humidité volumique, converties en quantité d'eau puis multipliées par les concentrations de nutriments dans les solutions collectées par les lysimètres\*.



Si l'on se base sur les résultats de cette étude et le rôle joué ici par la strate herbacée, les coupes progressives de régénération et le maintien de semenciers jusqu'à ce que la régénération soit bien établie sont, par analogie, des méthodes permettant de limiter les pertes de nutriments par drainage. Elles maximisent le transfert de fertilité (humus vers végétation et sol) décrit ci-dessus : la libération des nutriments contenus dans la litière est bien plus progressive que dans le cas d'une suppression brutale du couvert, elle réapprovisionne lentement le système sol-plante et le nouveau peuplement en profite pleinement.

**Arnaud LEGOUT**

UR 1138 BEF

Biogéochimie des Ecosystèmes  
Forestiers  
INRA Nancy

**Claude NYS**

UR 1138 BEF

INRA Nancy

**Jean-François PICARD**

UMR INRA-UHP 1137 EEF

Ecologie et Ecophysologie  
Forestières  
INRA Nancy

**Etienne DAMBRINE**

UR 1138 BEF

INRA Nancy

**Serge DIDIER**

UR 1138 BEF

INRA Nancy

**Christian KIEFFER**

UMR INRA-UHP 1137 EEF

INRA Nancy

**Bibliographie**

Baumler R., Zech W.G., 1999. Effects of forest thinning on the streamwater chemistry of two forest watersheds in the Bavarian Alps. *Forest Ecology and Management* vol. 116 n°1-3, pp.111-128

Braun-Blanquet J., 1964. *Pflanzensoziologie-Grundzüge der Vegetationskunde*. Springer Verlag, Wien

Brown G.W., Gahler A.R., Marston R.B., 1973. Nutrient losses after clear-

cut logging and slash burning in the Oregon coast range. *Water Resources Research* n° 9, pp. 1450-1453

Hornbeck J.W., Smith C.T., Martin C.W., Tritton L.M., Pierce R.S., 1990. Effects of intensive harvesting on nutrient capitals of three forest types in New England. *Forest Ecology and Management* vol. 30 n°1-4, 55-64

Jabiol B., 2000. Evolution de la diver-

sité et du fonctionnement des humus au cours d'une révolution forestière en futaie régulière de hêtres. Site-atelier de la forêt de Fougères, Nancy

Ranger J., Loyer S., Gelhaye D., Pollier B., Bonnaud P., 2007. Effects of clear-cutting of Douglas-fir plantation (*Pseudotsuga menziesii* F.) on the chemical composition of soil solutions and on the leaching of DOC and ions in drainage waters. *Annals of Forest Science* n° 64, pp. 183-200

**Glossaire**

**Coefficient ou indice d'Abondance-Dominance** : estimation globale de la densité (nombre d'individus ou Abondance) et du taux de recouvrement (projection verticale des parties aériennes des végétaux ou Dominance) des éléments constituant la végétation dans l'aire échantillon.

**Lixiviation** : migration verticale à travers le sol des éléments dissous dans l'eau.

**Lysimètre** : appareil inséré dans le sol permettant de collecter des solutions de sol afin d'étudier l'évolution de leur composition chimique.

**Taux de recouvrement** : proportion de la surface du sol recouverte par la végétation dans l'aire échantillon.

**Réserve totale, disponible, échangeable, assimilable** : pour un nutriment, on distingue généralement dans les sols la réserve disponible pour les plantes, de la réserve non-disponible, c'est-à-dire non assimilable sans avoir préalablement subi une transformation (minéralisation de la matière organique, altération des minéraux...). La somme des réserves disponible et non-disponible pour les plantes constitue la réserve totale en ce nutriment. Pour les réserves disponibles, on parle de réserves échangeables pour le calcium, le magnésium et le potassium et de réserves assimilables lorsqu'il s'agit du phosphore.