



**HAL**  
open science

## Expériences sylvicoles après des ouragans catastrophiques, regard dans le passé en Basse-Saxe.

Hans-Jürgen Otto

► **To cite this version:**

Hans-Jürgen Otto. Expériences sylvicoles après des ouragans catastrophiques, regard dans le passé en Basse-Saxe.. Revue forestière française, 2000, 52 (3), pp.223-238. 10.4267/2042/5357 . hal-03443620

**HAL Id: hal-03443620**

**<https://hal.science/hal-03443620>**

Submitted on 23 Nov 2021

**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.

# technique et forêt

## EXPÉRIENCES SYLVICOLES APRÈS DES OURAGANS CATASTROPHIQUES. REGARDS DANS LE PASSÉ EN BASSE-SAXE

H.-J. OTTO

NDLR

---

*Comme la France, l'Allemagne a été frappée par les ouragans, ceux de 1999 mais aussi ceux, plus anciens, de 1990 et celui de 1972. Ce dernier, notamment, a marqué notre collègue et ami le Professeur Hans-Jürgen Otto qui a bien voulu nous communiquer son sentiment sur les réactions, après les chablis, des hommes et de la nature. Le contenu de cet article n'est pas à proprement parler scientifique mais plutôt empirique. Il n'est pas le résultat d'expérimentations mais d'une expérience accumulée à la suite de nombreuses observations. Il s'en dégage un ensemble d'avis et de conseils. Sur ce sujet délicat, il est clair que des opinions contradictoires peuvent s'exprimer. L'objet de la Revue n'est pas de privilégier l'une d'entre elles mais de stimuler la réflexion avant des actions qui, sans celle-ci, pourraient être irraisonnées. Par ailleurs, malgré l'attachement que manifeste pour la France le Professeur Otto, cet article s'inscrit dans le contexte allemand de la Basse-Saxe et ne peut évidemment être intégralement et automatiquement transposé aux conditions françaises, d'ailleurs elles-mêmes très variables d'une région à l'autre. Mais il en restera un tissu de remarques judicieuses auxquelles il sera vraiment utile de se référer.*

---

### RAPPEL HISTORIQUE

Lors de la destruction de nombreuses forêts de Basse-Saxe par l'ouragan du 13 novembre 1972, une étude historique du passé a tenté de trouver les traces et la documentation d'événements analogues.

Il est reconnu que le refroidissement du climat au milieu du XIII<sup>e</sup> siècle a été accompagné d'une fréquence augmentée d'ouragans d'une puissance anormale, qui ont provoqué de grands raz-de-marée le long des côtes du nord de l'Allemagne (Otto, 1998). Il semble qu'un ouragan d'une puissance semblable à celle de 1972 ait eu des résultats analogues le 12 décembre 1747 (Kremser, 1973).

Quoi qu'il en soit, on peut dire, au regard des destructions de 1972, en Basse-Saxe, qu'une telle catastrophe n'était pas survenue depuis les débuts de la sylviculture moderne, remontant à 200 ans. Les ouragans Vivien et Wiebke de janvier et février 1990 dépassèrent, en Europe centrale, aussi bien en surface qu'en volume de bois abattus, celui de 1972 : en Allemagne du Sud, le dommage représentait en 1990 environ 90 millions de m<sup>3</sup> contre 16, plus au nord, en 1972, en Basse-Saxe.

La catastrophe suivante s'est produite seulement 10 ans après, sous la forme du double ouragan des 26 et 27 décembre 1999, et a dépassé toutes les destructions précédentes, avec de l'ordre de 140 millions de mètres cubes pour la seule France.

Dans toutes les régions, les hivers deviennent agités. Il semble bien que le modèle traditionnel du climat soit modifié par suite de l'élévation de la température constatée depuis 100 ans. Les hivers froids, relativement paisibles, mais avec des tempêtes d'automne et de printemps, sont remplacés par des mois d'hiver plus turbulents, dus aux variations plus marquées des masses d'air froid et chaud.

C'est la Basse-Saxe qui a tristement inauguré l'accumulation de catastrophes par les ouragans du dernier quart du XX<sup>e</sup> siècle. Il a semblé utile, en conséquence, de résumer notre expérience en la matière. Les indications qui suivent concernent les observations sylvicoles, affinées par une réflexion de longue durée, mais non pas les constatations faites sur l'exploitation, le stockage et la commercialisation des chablis.

## LES OURAGANS CATASTROPHIQUES

Si l'on veut être utile à la foresterie française avec nos expériences et réflexions, il convient de se demander si les événements catastrophiques de 1972 et 1999 étaient foncièrement comparables. Aussi est-il proposé, en un premier temps, de décrire sommairement l'ouragan de 1972.

### **Il y a eu deux perturbations spontanées en Basse-Saxe : les ouragans de 1972 et de 1976**

On oublie souvent, même en Basse-Saxe, qu'à la suite de l'ouragan de 1972, provoquant 16 millions de m<sup>3</sup> de chablis, un autre ouragan a suivi, en 1976, qui renversa à nouveau environ 6 millions de m<sup>3</sup>.

L'ouragan du 13 novembre 1972 dura quatre heures, de 9 à 13 heures. Les mesures de vitesse, prises à 10 mètres du sol, ont donné des pointes à 170 km/h. Cette violence a cassé les anémomètres. Par des calculs analogiques, on a admis que, dans l'étage des couronnes d'arbres âgés, à 25-35 mètres de hauteur, la vitesse du vent a dû atteindre des pointes à 204 km/h.

À cette vitesse, la pression sur une forêt dense, au niveau de couronnes jointives, atteint de l'ordre de 200 kg/m<sup>2</sup> de surface.

Aucun arbre, aucune essence, aucune structure forestière ne peut résister à une telle pression. Mais même dans la zone centrale de la tempête, il y a eu des exceptions remarquables.

L'ouragan venait du nord - nord-ouest et a traversé en quatre heures toute la plaine d'Allemagne du Nord, formant une tranchée principale de 100 km de large, avec des vents à 170-200 km/h. Les bordures, de 40 à 70 km chacune, ont supporté des vitesses du vent inférieures, de 150-170 km/h.

Le volume de chablis s'élevait à 15,9 millions de m<sup>3</sup>, et 23 millions en y ajoutant les Pays-Bas et l'ex-Allemagne de l'Est. La destruction a atteint 10-12 % du matériel sur pied et 10 % de la surface forestière du Land, soit environ 100 000 ha.

Dans le centre de la tranchée, les pertes de volume atteignaient entre 20 et 25 % du matériel sur pied, représentant dix possibilités annuelles (Kremser, 1973).

Il y a moins d'indications précises sur l'ouragan de 1976, qui a sévi plutôt dans les collines du sud de la Basse-Saxe. Lui non plus ne ménagea aucune forêt mélangée, aucune structure forestière.

### **Perturbations causales : enchaînement de perturbations après l'ouragan de 1972**

Les deux ouragans de novembre 1972 et de février 1976 sont deux perturbations spontanées, dont la violence n'a été arrêtée par aucune essence, par aucune structure forestière.

L'expérience des années suivantes a montré l'exemplarité des thèses des accélérations de l'effondrement forestier qui en résulte (Otto, 1998) : des perturbations spontanées, détruisant de grandes surfaces, ouvrent les peuplements, déstabilisent les structures ainsi que les processus internes de compensation.

Les dommages consécutifs, induits par les premières destructions, ont été en Basse-Saxe :

- chablis subséquents, entre 1973 et 1975, dans les peuplements ouverts ;
- attaques de scolytes dans ces peuplements ouverts, notamment sur l'Épicéa (*Ips typographus*, *Pityogenes calchographus*, *Xyloterus lineatus*), moins sur le Pin (*Myelophilus piniperda*, *Ips sexdentatus*) et à peine sur le feuillu, attaques de 1973 à 1976 ;
- dessèchement d'arbres dans les peuplements ouverts, renforcé par la présence de scolytes, entre 1973 et 1976 ;
- incendies de forêts, notamment de pineraies en forêt privée, en 1975, où il y avait encore de grandes masses de bois non façonné datant de 1972. Ces incendies du mois d'août 1975 ont été facilités par une longue période chaude et sèche. La surface parcourue s'est élevée à 8 000 hectares ;
- les pineraies endommagées par l'ouragan de 1976, les incendies de 1975 et les saisons de végétation très sèches de 1976 à 1978 ont été attaquées par des explosions d'insectes : *Diprion pini*, *Neodiprion sertifer*, *Panolis flammea*, *Lymantria monacha*.

Cet enchaînement de perturbations a soumis le système nerveux des forestiers à une tension extrême mais s'est heureusement traduit par une décroissance progressive et continue des volumes de chablis d'année en année. Celui de 1972 était terrifiant mais les suivants ont été moindres. À l'exception des incendies de 1975, qui avaient aussi un caractère spontané dû à la sécheresse exceptionnelle, le volume de produits accidentels a ainsi régressé jusqu'en 1976-77, où il avait retrouvé un niveau normal.

L'écosystème forestier a donc eu besoin de 4-6 ans pour se stabiliser. Ce qui n'a pas suffi pour la normalisation des travaux forestiers. Le façonnage des chablis s'est terminé en 1975, le reboisement en 1981. Ces travaux ont mobilisé toute la capacité d'intervention, ce qui a eu pour conséquence que de nombreux travaux "normaux" n'ont pas été exécutés à temps et selon la planification : des éclaircies, des entretiens de chemins, la régulation du gibier ont souvent été retardés. Leur rattrapage a encore duré plusieurs années, de sorte que le rythme de travail ordinaire n'a été retrouvé qu'en 1985.

**Constatation** : le travail des forestiers a été fixé par l'ouragan de 1972 pour les 13 à 14 années suivantes. Toutes les planifications antérieures ont été réduites à zéro. De nombreuses interventions normales ont été annulées ou réalisées avec retard. Il est impossible d'évaluer les surcoûts et les pertes qui en sont découlés, mais il est certain qu'ils ont été très importants.

Cette réalité seule est un motif de réflexion : comment de tels événements dommageables pourraient-ils être non pas évités totalement par la sylviculture, mais au moins limités ou réduits ? Comment leurs conséquences économiques et écologiques pourraient-elles être atténuées ? Comment pourraient-elles même être utilisées pour la reconstitution d'une nouvelle forêt ?

### **QU'EST-IL RESTÉ ?**

Il n'est pas inutile de rappeler encore une fois que tout art sylvicole devient totalement inefficace à partir d'une certaine violence du vent. Les vitesses de pointe des tornades d'Amérique atteignent jusqu'à 450 km/h : leur résultat en est connu grâce à la télévision.

Mais il est possible d'établir la constatation générale suivante : plus l'ouragan est violent, plus les différences entre les stations, les essences, les types de mélanges, les âges des peuplements, les structures sont gommées. Et cela aboutit à une grande perturbation nivelante, homogénéisante. Néanmoins, un certain nombre de forêts, qui ont résisté à l'ouragan même là où il était le plus violent, demandent des réflexions approfondies.

Il est possible d'en déduire approximativement ce qui suit, étant donné que l'ouragan de 1972 avait une violence variable du centre aux bordures et que, d'une manière très générale, la Basse-Saxe dispose d'une forte expérience en matière de tempêtes faibles ou moyennes :

- L'effondrement de la forêt par grandes surfaces, nivelant, se produit à partir de vitesses du vent de 160 à 170 km/h. L'image qui s'en suit n'est toutefois pas homogène. Parfois des chênes en bonne santé, âgés de 350 ans, ont été brisés ; parfois des parties inattendues de forêts ont été sauvegardées. Il n'est pas possible d'expliquer les causes de cet état de fait. Il est probable qu'un grand rôle soit joué par le hasard : ici, de plus violentes turbulences ; là, des coups de vent plus faibles.
- Lors de vitesses du vent comprises entre 110-120 et 150-160 km/h, des peuplements ou des pans entiers de forêt peuvent encore être détruits, mais pas toujours. Il est possible de relier ici, beaucoup plus souvent et avec plus de sûreté, le degré du dommage à certaines stations et certaines structures de peuplements.
- Les vitesses de vent entre 90 et 110-120 km/h causent des chablis individuels, de petites trouées, de petites surfaces qui, en général, peuvent être expliquées par le type de station ou la structure forestières. Les jeunes forêts notamment ne sont pas endommagées.

Les ouragans en principe centenaires de 1972, 1990, 1999, se sont répétés, certes, à une fréquence terrifiante, mais l'hypothèse est permise que des tempêtes de faible ou de moyenne puissance se répèteront avec une fréquence plus grande que les très grands ouragans.

Les expériences de Basse-Saxe montrent qu'il est utile d'analyser les dégâts de ces tempêtes selon leur importance au plan sylvicole.

### **Les essences forestières**

L'ouragan du 13 novembre 1972 a causé les dommages suivants en Basse-Saxe :

## Technique et forêt

Essences	Surface existante (ha)	Dommages (m <sup>3</sup> )	% d'une possibilité annuelle <sup>(1)</sup>
Chêne . . . . .	26 200	255 000	126
Hêtre et autres feuillus . .	77 200	643 000	61
Épicéa et Douglas . . . . .	110 800	4 610 000	462
Pin sylvestre et autres résineux . . . . .	87 500	10 414 000	1 228
Total . . . . .	301 700	15 922 000	516

(1) La possibilité annuelle planifiée de chaque essence équivaut 100 %.

Le feuillu ne représentait donc que 5,6 % du dommage total. Cela n'est pas nouveau de constater que le risque tempête est moins élevé pour le feuillu que pour le résineux. Cela résulte souvent — mais pas toujours — du meilleur enracinement, mais surtout du fait que des couronnes défeuillées présentent une résistance inférieure à la pression, lorsque survient une tempête hivernale. Cette constatation est par elle-même d'une très grande importance.

Il faut aussi expliquer les différences de dommage par le fait que la tempête de 1972 a parcouru essentiellement les régions à Pins de Basse-Saxe. Si l'Épicéa a été moins frappé, il ne faut pas en déduire que l'Épicéa serait plus résistant à la tempête que le Pin. Et la surface des feuillus aussi est plus importante en montagne, où l'ouragan était moins fort. Pourtant il reste vrai que les feuillus sont moins menacés par les ouragans.

**Conclusion** : puisque la majorité des tempêtes surviennent pendant le semestre hivernal, alors que les feuillus n'ont plus de feuilles, l'étendue du désastre est en général plus réduite, même si la sécurité absolue n'existe pas. Des proportions élevées de feuillus atténuent les catastrophes dues à des tempêtes.

### Peuplements mélangés

L'auteur a constaté sur le terrain, en analysant 58 plans d'aménagement après la tempête de 1972, que des peuplements mélangés de Hêtre et de Pin n'ont eu que des arbres individuels renversés, ou de petites trouées, alors qu'alentour tous les peuplements étaient totalement détruits ; et pourtant les stations étaient les mêmes et la violence du vent identique.

Cette image était constante sur les bordures du passage de la tempête et, en sus des 58 exemples concrets, elle a été confirmée par tous les praticiens forestiers. De tels exemples ont été observés même au cœur du passage de l'ouragan. Ils ont également été relevés régulièrement dans les zones de collines pour les mélanges Épicéa/Hêtre.

Le résultat est différent dans les peuplements à majorité feuillue, équiennes, comportant une faible proportion de résineux. Certains épicéas ou mélèzes dominant la canopée ont souvent un coefficient H/D <sup>(1)</sup> médiocre, lorsqu'ils ont été obligés de monter en hauteur en raison de la concurrence : ces arbres sont bien souvent détruits en premier.

(1) H = hauteur totale de l'arbre ; D = son diamètre à 1,30 m (= taux d'élançement).

**Conclusion** : des peuplements mélangés de conifères dominants, accompagnés de feuillus dans les étages des couronnes et des troncs, sont généralement moins touchés par des chablis de grande surface que des peuplements résineux purs. Cette constatation est indépendante des stations. L'explication se trouve en partie dans la meilleure colonisation du sol par les systèmes racinaires d'essences variées et associées. Mais surtout, la pression de barrage du vent est nettement plus faible lorsque les couronnes ne se présentent pas comme un mur fermé d'un seul étage : elles sont alors plus perméables grâce aux couronnes défeuillées des feuillus.

## Stations

Le vent commence par renverser des arbres ayant un système racinaire superficiel, qui ne sont pas bien ancrés dans le sol, pour quelque raison que ce soit. Ceci est le cas particulièrement sur les sols hydromorphes : des horizons à nappe d'eau superficielle, peu oxygénés, des pseudogleys, des stagnogleys. Bien souvent, ces stations instables représentent en forêt des mosaïques de petite surface qui ne peuvent pas être relevées par la cartographie des stations. Des tempêtes de force moyenne commencent souvent à ouvrir des trouées sur ces stations et progressent de là aussi sur des stations plus stables. Toutefois, plus un ouragan est violent, moins il révèle les différences de résistance suivant les stations. Lorsque l'ouragan est vraiment violent, toutes les différences de station sont effacées.

**Conclusion** : une tempête faible à moyenne est un excellent cartographe. Elle montre très bien, par les renversées sélectives, les microstructures dépendant des stations, présentant des degrés différents de stabilité de la forêt.

## Arbres individuels et peuplements

Malgré certaines exceptions, certains hasards, qui surprennent, il est possible de dire que la tempête de 1972 a montré que des individus ayant un long houppier vert — comportant au moins 40 à 50 % de la hauteur totale — et un coefficient H/D inférieur à 80, donc avec un centre de gravité relativement bas, ont mieux résisté dans les zones de bordure de la tempête que des arbres ayant un petit houppier très haut placé et des H/D supérieurs à 80 ou 90.

Ces différences, causées par les soins culturaux et les éclaircies, sont totalement gommées dans la zone de plus grande violence. Ici, tout au contraire, dans les renversées de grande surface, ce sont des individus isolés, particulièrement fins, donc peut-être plus élastiques, avec des mini-houppiers, qui ont résisté. Peut-être étaient-ils mieux ancrés dans le sol, et la tempête n'a-t-elle pas vraiment pu les arracher.

Il semble aussi que certains arbres s'adaptent au vent, bien que ceci ne soit pas prouvé scientifiquement. Les lisières ouest des peuplements le montrent, après la tempête de 1972. À la suite de cet événement, la Basse-Saxe était jalonnée par des centaines de kilomètres de "forêts coulisses", des bandes subsistant en lisière ouest des peuplements derrière lesquelles la forêt était complètement détruite.

L'auteur a observé le processus en forêt à l'occasion de la tempête de 1976. Dans des structures équiennes, les arbres ne se soutiennent pas mutuellement, d'après ses observations. Selon l'apparition chaotique de turbulences record, les arbres se balançaient simultanément en avant et en arrière, selon un rythme dépendant des essences, des hauteurs, du diamètre de la tige et du développement de la couronne. Lorsqu'il n'y avait pas de turbulences, mais des coups de vent augmentant et diminuant d'une manière rythmée, les peuplements se balançaient en augmentant l'amplitude. Finalement, des premiers arbres se rompaient ou tombaient et, dès cet instant, la suite ressemblait à un jeu de dominos s'effondrant de proche en proche.

**Conclusion** : un peuplement a la stabilité globale issue de la stabilité de chacun de ses éléments. Une structure stabilisante dans les futaies à classes d'âge d'un seul étage, dite structure d'appui, n'existe que dans l'imagination des forestiers, mais pas dans la réalité. Des soins culturaux et des éclaircies qui aident à stabiliser individuellement chaque arbre ont une importance qui ne peut pas être sous-estimée à l'occasion du plus grand nombre de tempêtes de faible ou de moyenne violence. Toutefois, ils ne sont pas en mesure d'éviter des destructions par grandes surfaces lors de tempêtes vraiment exceptionnelles.

### Peuplements homogènes et peuplements structurés

La Basse-Saxe a la chance de disposer de plusieurs exemples de forêts traitées depuis de nombreuses décennies en futaie irrégulière. La forêt d'Erdmannshausen, dans laquelle ce traitement a été adopté dès 1892, a la plus ancienne tradition dans ce sens. Cette forêt est située au centre du corridor de l'ouragan de 1972, et en limite d'une autre forêt classique, équienne, sur une station parfaitement identique. Toutes les autres forêts de Basse-Saxe ont subi elles aussi, à une époque ou à une autre, de violentes tempêtes.

Le résultat est toujours le même : les forêts irrégulières ont, comme les autres, subi de fortes pertes en matériel sur pied. Mais la structure du dommage est fondamentalement différente : pratiquement partout où il y a eu des dommages, la forêt a tout de même été sauvegardée. Les petits bois et les bois moyens n'ont eu que des dommages nuls ou insignifiants et, même dans les gros bois, il reste encore aujourd'hui une proportion variable, mais non négligeable, du volume initial. Ce qui est décisif, c'est que dans ces structures irrégulières, les gros arbres sont tombés en général sur des régénérations naturelles préexistantes et même des recrues assurés. Nulle part ne s'ouvrirent de grandes surfaces dénudées nécessitant des travaux de reboisement.

Les peuplements de la forêt voisine ont été souvent laminés comme des champs de céréales, et la surface qu'il a fallu reboiser s'est étendue sur 1 400 ha. Ceci semble en contradiction avec ce qui a été dit antérieurement — que rien ne peut résister à une tempête dépassant 160 à 170 km/h. On pourrait croire que le vent a été moins violent à Erdmannshausen et dans d'autres peuplements irréguliers ; mais il n'y a pas — du point de vue scientifique — d'explication fiable. Tout de même, les observations décrites ci-dessus se répètent de manière étonnante.

**Conclusion** : plus les peuplements sont homogènes sur de grandes surfaces, c'est-à-dire d'un seul étage et d'une seule essence, plus les dommages de tempête s'étendent en surface, et plus ils sont totaux. Les forêts irrégulières peuvent également subir de graves dommages, mais ceux-ci sont beaucoup plus différenciés. Les frais de reconstitution, pour la replantation et la protection, sont plus faibles. Les écosystèmes forestiers concernés sont endommagés mais ils ne disparaissent pas.

## LES PERTURBATIONS ET LE COMPORTEMENT DES SYLVICULTEURS

La manière de traiter les catastrophes forestières, et notamment de maîtriser le dommage, peut être très variable. Les développements qui suivent essaient d'en rendre compte.

### Variations de comportement des forestiers

Le fait même de la tempête n'est jamais que l'un des aspects de la perturbation. Les réactions humaines à cet événement en constituent l'autre facette. Les résultats à long terme nous sont apparus clairement et dans toute leur ampleur beaucoup plus tard, lorsque l'observation des



peuplements de renouvellement nous a permis d'évaluer avec précision les conséquences des différentes stratégies initiales. Inutile, au préalable, de dire en détail combien le premier choc a été profond : des existences ont été ruinées, des dépressions sont apparues et le souvenir traumatisant s'est maintenu très longtemps.

Les conséquences des mentalités et des caractères variables se sont révélées au cours des années suivantes, à l'occasion du traitement de la catastrophe.

Compte tenu de l'extrême gravité du dommage, des nombreuses hésitations à l'occasion du stockage et de la mise en marché des bois, des problèmes financiers continuels, il a été très difficile de relier les différentes conceptions, les craintes, les goulots d'étranglement à un modèle homogène. Tout n'a pas réussi comme cela aurait pu. La forêt d'aujourd'hui reflète encore le rôle des diverses stratégies mises en œuvre pour résoudre les problèmes : aussi nous essaierons de décrire sommairement ces divers types d'influences humaines sur la forêt.

- *Les impatientes*

Beaucoup de forestiers retroussèrent leurs manches aussitôt après le premier choc, déployèrent une activité fébrile et mirent un point d'honneur à terminer au plus vite l'exploitation des bois, leur enlèvement, le nettoyage des surfaces, le travail du sol et le reboisement. Cette ambition et aussi le désir d'en avoir fini le premier ont systématiquement entraîné l'emploi de grosses machines pour une avance rapide en superficie de chaque tâche élémentaire. Le résultat en a été le retour à une nouvelle sylviculture de type agricole, homogénéisante sur de grandes étendues.

- *Les indécis*

De nombreux forestiers avaient, au début, l'intention de prendre la situation telle qu'elle se présentait. Ceci s'appliquait surtout au traitement des portions de peuplement demeurées sur pied. Malgré une bonne volonté évidente, beaucoup d'entre eux perdirent leur sang froid, au vu des dommages nouveaux qui suivirent pendant des années, malgré la diminution progressive de ceux-ci au fil des ans.

Dans la crainte que les arbres ne tiennent plus, des surfaces non endommagées ont tout de même, en définitive, été "régularisées", des reliquats de peuplement ont été réalisés, et de lourdes machines de travail du sol ont été utilisées. Cela arriva souvent après plusieurs années, comme indiqué ci-dessus, souvent juste avant que la nouvelle forêt voisine ne se soit stabilisée.

- *Les patients*

Un certain nombre de forestiers gardèrent leur calme dès le début, et agirent avec prudence, avec réflexion et en faisant preuve d'imagination. Dans leur domaine d'action, aucun reliquat de peuplement n'a été exploité, aucune grande surface adaptée aux grandes machines n'a été nettoyée. Les rémanents de l'exploitation ont été rangés avec soin, l'humus a été protégé, des situations d'abri ont été utilisées, des essences d'accompagnement ont été acceptées.

La liaison entre ces divers comportements humains et l'état ultérieur des forêts s'est révélée très distinctement en 1985. À cette date, tous les districts forestiers endommagés en 1972 par la tempête ont été dotés d'un nouvel aménagement.

Dans le couloir central de l'ouragan, et sur les mêmes stations du Pléistocène, les districts forestiers "patients" disposaient, 13 ans après la catastrophe, d'un matériel sur pied de 201 à 208 m<sup>3</sup>/ha (bois fort, volume aménagement) alors que les autres n'en avaient que 140 à 150 m<sup>3</sup>.

Nous avons établi par calcul que la nervosité des premiers mois après la tempête et l'impatience des forestiers a coûté, rien qu'en forêt domaniale, de 2 à 3 millions de m<sup>3</sup> s'ajoutant aux 7 millions renversés ou brisés.

Les pertes ajoutées par l'homme se répercutent encore aujourd'hui sur l'accroissement. L'enseignement de cette expérience est que toute l'énergie possible n'est pas de trop lorsqu'il s'agit de protéger le matériel sur pied resté intact après la tempête et de mettre fin à toute impatience.

### L'exploitation façonne la forêt future

Ce qui vient d'être dit permet de fixer quelques règles qui devraient être un commandement absolu dès le début des travaux d'exploitation des chablis, quelle que soit la gravité du sinistre qui les a causés.

- *Les restes de peuplements et la stabilité*

Des arbres individuels, des groupes d'arbres et des parties de peuplements ont résisté à la tempête : il se peut que ce soit l'effet du hasard. Mais, notamment lors de tempêtes moyennes et faibles, il y a une forte probabilité pour que la forêt ait été détruite sur des stations créant une certaine instabilité et se soit maintenue sur les stations engendrant une bonne stabilité.

La structure forestière qui en résulte retrouve en quelque sorte une stabilité nouvelle, en relation avec la station, après quelques chablis supplémentaires, des attaques d'insectes, des brûlures de soleil et des pertes par dessèchement. Aucun cartographe des stations, aussi sensible soit-il, n'est capable de distinguer aussi bien que la sélection naturelle de si fines différences après chablis.

L'impératif de stabilité commande de conserver chaque arbre resté debout, qui pourra devenir un élément de la stabilité future. Des chablis postérieurs et d'autres pertes ne doivent pas conduire à abandonner ce principe.

Comme ceci a déjà été dit, cette observation s'avère surtout utile là où la tempête a été la moins forte. D'autre part, dans le couloir central de l'ouragan, nous estimons que les structures de forêt qui ont survécues sont plutôt le fait du hasard.

- *Peuplements résiduels et groupes d'arbres*

Après la tempête de 1972, il n'y a pas eu que des arbres isolés ou des parties entières de peuplements qui sont restés debout, mais aussi des groupes remarquables d'arbres. Par la suite, on n'a pas pu déterminer s'il s'agissait de groupements résiduels dus au hasard sur des microstations plus stables, ou si d'autres phénomènes en étaient la cause. Mais il est un fait qu'en 1972 et au cours des années qui suivirent, aucun forestier ne s'est rendu compte de l'apparition de (bio)groupes et n'y a réfléchi.

Lorsqu'on parle aujourd'hui de la stabilité physique des arbres, on entend parfois que le choix de distances régulières entre les arbres d'avenir et la mise en lumière de ces derniers diminuent la stabilité de l'ensemble du peuplement. En effet, des éléments de stabilité, tels que des groupes d'arbres, et particulièrement des (bio)groupes avec des ponts racinaires entre des arbres voisins, pourraient être systématiquement éliminés par de telles pratiques.

L'auteur tend à accepter la réalité de cette hypothèse car ce phénomène des (bio)groupes est fréquent dans les forêts vierges où, vraisemblablement, il constitue un élément structurant et stabilisant. Mais il faut souligner que, d'une part, la véracité de telles impressions n'a pas été prouvée d'une manière scientifique et critique et, d'autre part, que les connaissances sur les causalités sont sommaires et superficielles. L'observation n'est pas erronée mais un contrôle scientifique serait

nécessaire. Si cette impression d'une plus grande stabilité par tolérance des (bio)groupes devait se vérifier, cela aurait des conséquences fondamentales pour les soins à la forêt.

Les expériences de la tempête de 1972 en Basse-Saxe ne peuvent rien apporter sur ce plan car il est fort probable qu'avant l'ouragan, les (bio)groupes éventuels avaient été éliminés par l'éclaircie dans la futaie équienne. Par conséquent, les exemples manquaient.

Des groupes d'arbres épargnés par la tempête doivent être conservés : il est probable qu'ils soient des facteurs de stabilité. Il est nécessaire de mieux soigner les (bio)groupes lors des éclaircies et d'étudier leurs possibilités.

- *Des reliquats de peuplements et de matériel producteur*

Chaque arbre resté debout est un élément du capital producteur de bois. Il n'est pas permis, après les pertes dues aux chablis, de gaspiller le moindre mètre cube supplémentaire. Des arbres de faible diamètre et des arbres dominés jusqu'à l'événement participent à la production. De nombreux peuplements de Basse-Saxe, déchirés par la tempête de 1972, se sont rétablis avec une rapidité qui a étonné même les spécialistes. Le cas s'est présenté surtout lorsque, dès avant la tempête, le peuplement était déjà structuré en petits, moyens et gros bois.

La reconstitution du matériel producteur ainsi que de la structure future commande de conserver, après chaque tempête, tout arbre encore debout, en bonne santé, avec un houppier encore vert et de lui porter assistance. La rapidité de la reconstitution de ressources disponibles à la commercialisation dépend fortement du volume des peuplements et des arbres restés sur pied.

- *Restes de peuplements et microclimat forestier*

Chaque arbre resté debout, ayant encore un houppier, mais beaucoup plus encore des groupes d'arbres et des peuplements endommagés portent de l'ombre, atténuent le vent et les écarts de température, ralentissent une minéralisation trop rapide de l'humus.

Des arbres sains et des restes de peuplements, même issus des anciens étages intermédiaires et dominés, protègent le climat forestier local et accélèrent la consolidation des états perturbés : ce qui augmente les chances de la régénération naturelle. Ces constatations motivent elles aussi la conservation de tous les restes de forêt après la tempête.

- *Suites d'exploitations et de nettoiemnts de différentes intensités*

Souvent, il est impossible de réaliser un façonnage minutieux après des ouragans particulièrement destructeurs. Ce qui représente pour toute reconstitution artificielle — par semis ou par plantation — une grande difficulté supplémentaire. L'utilisation de machines à planter est impossible, et la plantation manuelle est pénible et coûteuse.

Mais, dans une telle situation, des aspects positifs peuvent aussi être reconnus : lorsqu'il n'est pas possible de façonner proprement les bois et de nettoyer le sol, au moins la couche d'humus sera-t-elle protégée. Les rémanents, les couronnes, les racines soulevées freinent le vent, donnent un peu d'ombre, et modifient ainsi le microclimat.

Dans les forêts naturelles, il est possible d'observer la "régénération en cage". Des semis cachés dans des couronnes d'arbres couchés sont protégés contre le gibier, soit que ce dernier ne les trouve pas, soit qu'il ne parvienne à pénétrer dans le fouillis et que la nourriture puisse être trouvée plus confortablement en d'autres endroits. Des observations dans le Parc national de la forêt bava-

roise montrent que la diversité d'essences dans les régénérations augmente très sensiblement au milieu des chablis non façonnés. La réciproque est également vraie : chaque fois que les travaux de façonnage et de nettoyage augmentent d'intensité, la régénération qui suit devient plus homogène.

Les observations faites dans des forêts naturelles et dans des parcs nationaux conduisent à mieux comprendre les possibilités des successions naturelles en façonnant et en nettoyant grossièrement les chablis. La diversité spécifique naturelle peut ensuite être complétée par des plantations d'enrichissement.

### • Travaux du sol : la question de l'humus

Après la tempête de 1972 en Basse-Saxe, l'une des plus graves erreurs a été le nettoyage du terrain, après l'enlèvement des bois commercialisés, avec des bulldozers et la mise en andains des rémanents. Par ce processus, l'humus a été décapé, le sol minéral a été mis à nu. Lorsque, ensuite, les surfaces ont été labourées et hersées, les conséquences restent visibles encore aujourd'hui. Les jeunes peuplements ne poussent pas, et seuls les plants proches des andains ont un accroissement à peu près correct. Il en résulte de nombreux dommages : carences alimentaires persistantes, symptômes de sécheresse, invasion de callune et de graminées, excellents biotopes à souris et autres rongeurs.

L'humus n'est pas seulement le réservoir nutritif de la forêt : il est aussi la peau du sol. Il atténue les différences de température, il régule le régime hydrique. Il protège efficacement le sol minéral contre des pertes d'eau par évaporation. Il est indispensable de le protéger après des chablis sur grandes surfaces ; il ne faut ni le décapier ni l'enfourer par labour.

## POSSIBILITÉS DU RENOUVELLEMENT DES FORÊTS

Il n'y a pas beaucoup d'autres dommages que ceux d'une tempête qui laissent en forêt une image terrifiante de destruction totale. Au regard de telles catastrophes, les premières réactions des forestiers sont souvent émotionnelles : « *Voilà qui est détruit à jamais ! Il n'y aura plus de forêt !* » et autres réactions analogues... Mais il n'est pas permis au responsable forestier de se laisser aller à une telle résignation. Celui-ci a, tout au contraire, le devoir de mettre en œuvre son solide bon sens, ses connaissances objectives, ses expériences professionnelles et, si possible, sa marque personnelle en vue de reconstituer une nouvelle forêt. La forêt n'arrête jamais de vivre, là où on la laisse en paix, et où on l'aide éventuellement.

### Adaptation aux stations – Provenances

Il n'y a vraisemblablement pas de faute sylvicole plus grave et à plus longue durée qu'un choix d'essence non conforme à la station, et qu'une quelconque négligence dans le choix de provenances adéquates.

Il est indispensable et impératif de prendre des précautions nécessaires, lors de plantations ou de semis, pour que soient utilisées les essences adaptées à la station ainsi que les bons mélanges. Les goulots d'étranglement sont fréquents dans l'approvisionnement des plants après des ouragans. Mais il ne faut pas se laisser bousculer. La perte économique est bien moindre si un certain retard est pris dans la reconstitution, même si les frais de protection contre la végétation adventice sont plus élevés, que si des essences non conformes à la station sont mises en place.

trop rapidement, et si l'on est indifférent à une bonne utilisation des provenances. Il s'agit là, en effet, de la production totale à très long terme.

Une expérience particulièrement négative en Basse-Saxe, après 1972, ne doit pas être oubliée. Nous avons connu le "scandale des semences forestières", au cours duquel des quantités importantes de graines non certifiées ont été introduites frauduleusement sur le marché. Non adaptées aux stations, elles ont été importées à vil prix de l'étranger et revendues en tant que semences à haut rendement et certifiées. La découverte de ce scandale a coûté l'existence professionnelle de plusieurs marchands de graines et pépiniéristes. Il faut le savoir et ne pas accepter le moindre laxisme dans le contrôle des flux de graines et de plants forestiers.

### **La chance des essences de lumière**

Même lorsqu'on se donne beaucoup de peine avec la conservation de restes fragmentés de peuplements forestiers, un grand ouragan laisse toujours des surfaces nues et déboisées.

Ce fait peut aussi être compris comme une grande chance d'introduire de nouvelles essences, plus exigeantes en lumière et précieuses : les Chênes, le Merisier et autres fruitiers, mais, cela, toujours en parfaite harmonie avec les stations. En Basse-Saxe, après l'ouragan de 1972, la chênaie s'est agrandie de plusieurs milliers d'hectares.

En général, nous avons recommandé de commencer la reconstitution de la forêt avec beaucoup de patience, en observant l'évolution spontanée des régénérations (successions). Mais il est clair que le reboisement de grandes superficies totalement mises à nu doit être effectué immédiatement avant qu'un tapis végétal nuisible aux plants forestiers ne s'installe.

### **Régénération naturelle – Fluctuations – Successions**

Outre les motivations énoncées ci-dessus, la conservation de tous les arbres restés intacts est importante car ceux-ci sont des semenciers potentiels. Ce qui offre l'occasion d'engager la reconstitution avec des semis naturels, à condition toutefois que la qualité génétique des arbres ayant résisté soit bonne.

Un fait est à considérer tout spécialement après une catastrophe par ouragan : la grande perturbation a créé comme une niche géante sous forme de surfaces dénudées et de clairières, ce qui entraîne l'installation vigoureuse de régénérations naturelles. Les premières essences sont, en général, des essences de lumière qui produisent de grandes quantités de graines et bénéficient de mécanismes de dissémination très efficaces. Il s'agit parfois d'espèces fugaces qui vont et viennent telles que, par exemple, les diverses espèces de Saules. De nombreuses autres espèces montrent, par contre, un développement à beaucoup plus long terme : ce sont les espèces post-pionnières qui s'insèrent dans le processus de succession.

Les frais de reboisement peuvent être nettement amoindris si l'on intègre naturellement ces dernières espèces dans les objectifs économiques. Alors, la méthode de reboisement adoptée peut être particulièrement proche de la nature et à bon marché. Mais, dans tous les cas, l'emploi d'essences pionnières avec des essences post-pionnières en accompagnement, protection et bourrage est recommandé.

### **Reboisement en plein ou par surfaces partielles**

Il est souvent conseillé, et sur de nombreuses surfaces, de ne pas se contenter de travailler avec des successions. Mais il peut être utile de combiner l'arrivée naturelle de ces essences post-pionnières avec l'enrichissement par des essences de production. Ce qui permet des économies pour le nettoyage du sol et l'achat de plants. Les essences d'accompagnement peuvent être considé-

rées en mélange avec les essences plantées et servir ainsi de bourrage éduquant les essences productives.

Les possibilités sont grandes ici de combiner intelligemment une rationalisation économique très efficace avec une augmentation de la biodiversité. Il semble bien que la Basse-Saxe n'ait pas su utiliser suffisamment ces mesures à l'occasion des grands reboisements consécutifs à 1972.

### Régénération artificielle sous abri

Un avantage supplémentaire de la conservation des arbres et des groupes d'arbres intacts est leur fonction de protection latérale ou d'abri pour les semis ou la plantation de la nouvelle forêt.

Sous abri :

- le nombre de plants nécessaires peut être grandement réduit,
- de nombreux dommages apparaissant en surface nue sont réduits ou même éliminés : gelées printanières, dommages de sécheresse, attaques d'hylobes ou de rongeurs, etc.

Le renouveau d'une forêt mélangée et bien structurée, aussi bien en matériel qu'en diversité, est amélioré par le maintien de sur-réserves de la forêt antérieure endommagée. Grâce à l'utilisation sur une très grande échelle des structures d'abri dans les forêts domaniales de Basse-Saxe, la part relative des régénérations sur surfaces nues a régressé entre 1978 et 1994 de 80 % à moins de 10 % (en 1978, 80 % des régénérations se faisaient après coupes rases, contre 10 % en 1994). Et cela a conduit à des économies très importantes.

### Forêts pionnières

Lorsque l'abri est nécessaire pour l'implantation de certaines espèces, il est possible de créer des forêts pionnières artificielles sur des surfaces dénudées par la tempête. Cette méthode a donné de nombreux résultats positifs en Basse-Saxe après 1972 avec des essences telles que l'Aulne glutineux, l'Aulne blanc, le Bouleau et même le Mélèze. Toutes ces essences poussent très vite en hauteur, produisent un couvert léger mais disparaissent plus tard dans les peuplements définitifs.

Cet effet aurait souvent pu être obtenu gratuitement, si l'on avait plus travaillé avec les successions. Et ces forêts pionnières artificielles sont tout à fait critiquables lorsque des restes de l'ancienne forêt ont été injustement exploités.

### Problèmes de protection des peuplements

Le reboisement par grandes surfaces a révélé de très grandes possibilités, assez surprenantes et pratiquement inconnues avant 1972, en matière de dégâts de gibier. Il a été possible, par exemple, d'abandonner la construction de clôtures, précédemment nécessaire pour protéger les plantations de Hêtre ou de Douglas. La richesse des gagnages nouveaux n'était pas complètement consommée par le gibier. Il n'est toutefois pas douteux que des densités d'animaux très basses soient une condition nécessaire pour la bonne réussite de la nouvelle forêt.

Plus la surface endommagée est grande, moins il est possible de contrôler et d'enrillager les régénérations. Très rapidement, le gibier trouve couvert et abri, comme encore jamais auparavant.

Il est indispensable d'aborder la phase de renouvellement avec des cheptels de gibier particulièrement faibles. L'expérience générale de la Basse-Saxe est la diminution des problèmes lorsque les restes de la forêt antérieure ont été respectés : presque pas d'hylobes et de rongeurs, pas de dommages de gel ni de sécheresse, peu de problèmes nutritifs, moins de soins culturels, peu de dépressage. Les effets de l'autocontrôle de la concurrence se révèlent de plus en plus, y compris en termes pécuniaires.

Lorsque ces préceptes n'ont pas été suivis, chaque intervention intensive en amenait une autre. Cet enchaînement malheureux était le suivant :

- nettoyage des surfaces endommagées,
- régularisation excessive des lisières,
- débroussaillage et mise en andains des rémanents,
- nivellement des surfaces,
- fertilisation,
- plantations mécaniques avec grande densité de plants,
- installation de forêts pionnières artificielles,
- engrillagement,
- lutte contre les rongeurs et les hylobes,
- utilisation d'herbicides,
- dégagements répétés,
- compléments de régénération.

Les districts forestiers qui ont adopté ces méthodes ont engagé des dépenses énormes, dont une grande proportion aurait pu être économisée si le travail avait été réalisé en s'adaptant aux diverses situations créées par l'ouragan, et en suivant mieux la nature et sa dynamique qui se serait très rapidement mise en place.

Après une tempête, ce n'est pas un travail énorme, agité et de propreté qui est demandé, mais de la souplesse, de la réflexion et de l'imagination.

## Y A-T-IL DES ALTERNATIVES SYLVICOLES ?

Les développements ci-dessus montrent tous, plus ou moins, que les dommages de tempête ne peuvent certes pas être évités, mais sont tout de même répartis et diminués grâce à une plus grande variabilité des forêts, conformité à la station, ainsi qu'à la création d'une mosaïque de stations, de mélanges, de structures horizontales et verticales variées. Ceci est vrai, si la force des tempêtes reste limitée.

Cela coïncide avec le fait connu que toutes les causes potentielles de dommages forestiers sont liées à des essences ou à des états forestiers précis. Plus une pineraie est étendue, pure, homogène, et située dans la phase d'accumulation de bois mort (entre 20 et 40 ans), plus l'incendie sera à craindre. Plus la pessière est étendue et équienne sur une grande surface, plus les dommages de tempête seront importants.

Y a-t-il des alternatives à cette stratégie de diversification évoquée ci-dessus ?

L'argumentation abusive a été avancée, en 1972 en Basse-Saxe, qu'il ne fallait pas laisser monter la forêt aussi haut, qu'il fallait baisser le matériel sur pied, en suivant la devise : « *où il n'y a rien, il n'y a pas de dommage* ». En conséquence : baissions la durée des révolutions, faisons de la sylviculture à cycle court et avec des arbres de faible hauteur.

L'auteur s'oppose résolument à ces théories qui, pour lui, ne constituent pas des alternatives valables, pour quatre raisons :

- Qui pourrait être capable de gagner de l'argent avec des Chênes, des Hêtres, des Érables, des Frênes, etc. autrement qu'avec des bois de valeur, de gros diamètre, donc de grande ampleur et d'un âge avancé ? Il n'y a sûrement pas de rentabilité à attendre de bois feuillus de faible diamètre.
- Pour le résineux, la réflexion est la même, mais un peu atténuée par rapport au feuillu. Le potentiel d'accroissement des résineux en Europe centrale et occidentale est largement inférieur à celui

des résineux dans d'autres parties du monde (*Pinus taeda* en Afrique du Sud, par exemple, produit 400 m<sup>3</sup> et plus en 20 ans ; *Pinus radiata* aussi en Nouvelle-Zélande).

Avec la globalisation des transports et des marchés, nos résineux de faible diamètre et de qualité courante pourront de moins en moins concurrencer les conifères à croissance rapide de ces régions plus chaudes et souvent plus humides.

Avec des prix très faibles des petits bois, dus à la concurrence, mais avec des frais d'investissement très élevés revenant fréquemment, une "usine à bois" à croissance rapide ne pourra pas être concurrentielle en Europe centrale et occidentale par rapport à d'autres régions du monde.

- Des plantations à croissance rapide de résineux devraient tout de même être menées à des révolutions de 30 à 40 ans seulement pour livrer des produits de faible diamètre recherchés : mais de tels perchis ne sont pas bien armés contre les ouragans.
- Les stratégies à courte révolution et à croissance rapide sont en opposition éclatante avec celle de l'héritage forestier d'Europe centrale et occidentale. Cette dernière comporte non seulement une production de bois à valeur industrielle mais aussi des soins globaux à l'écosystème forestier. Cette sylviculture est l'honneur, la fierté et la tradition des forestiers européens. Si ce patrimoine était abandonné, cela signifierait le zonage de la forêt en champs de bois d'une part et en zones de protection d'autre part. Il en résulterait forcément que les propriétaires et les gestionnaires forestiers ne verraient pas leur compétence maintenue à la fois sur les deux objectifs forestiers : ils seraient cantonnés aux "champs de bois", alors que les soins aux vraies forêts seraient attribués à des organismes de protection. Voulons-nous cela ?

Après l'ouragan de 1972, la foresterie de Basse-Saxe a décidé d'une manière claire de ne pas retomber dans de telles formes de traitements primitifs, mais d'essayer de tendre, grâce à une stabilité relative, à une optimisation mariant les objectifs économiques et les objectifs écologiques.

## CONCLUSIONS

Après l'ouragan de 1972, les propriétaires forestiers et les sylviculteurs de Basse-Saxe étaient sous le choc, désespérés et résignés. Au vu de ces événements terrifiants, rien de plus normal.

Aujourd'hui, après 28 ans, nous pouvons le dire : même une forêt dite "détruite" retrouve une vie nouvelle.

L'ouragan du 13 novembre 1972 a été, en Basse-Saxe, une coupure, qui a initié une rénovation de la pensée forestière, qui a amené à de nouvelles conceptions de traitement des forêts mais qui, surtout, a conduit à une nouvelle forêt par la collaboration de l'homme et de la nature.

L'auteur s'est engagé à rendre compte des diverses expériences consécutives à l'ouragan de 1972 en Basse-Saxe, sans l'intention de les généraliser. Le lecteur aura à décider, après avoir évalué sa situation particulière, dans quelle mesure les observations relatives à une autre région forestière pourront lui être utiles.

Cette nouvelle forêt en Basse-Saxe est plus diverse, plus belle et plus stable que celle que nous avons connue auparavant ; elle est plus sûre, plus durable. Sa productivité est supérieure à celle qui a précédé la catastrophe. Cette révélation est tout aussi forte que celle de la dramatique débâcle d'alors. Elle console et elle devrait donner du courage à tous ceux qui sont confrontés, aujourd'hui, à un désastre semblable.

Dr Hans-Jürgen OTTO  
Am Wittegraben 9  
D-30900 WEDEMARK (ALLEMAGNE)

Traduction B. de TURCKHEIM



**BIBLIOGRAPHIE**

- KREMSER (W.). — Lacerati turbine ventorum — vom Sturme zerfetzt ! Ein Orkan verheerte Niedersachsen Wälder. — *Neues Archiv f. Niedersachsen*, 22, H, 3, 1973, pp. 219-241.
- OTTO (H.-J.). — Les Forêts de Basse-Saxe en Allemagne du Nord : un passé difficile commande une gestion nouvelle.  
1<sup>re</sup> partie : Du Moyen-Âge au passé récent. — *Revue forestière française*, vol. XLIX, n° 4, 1997, pp. 369-377.  
2<sup>e</sup> partie : Le programme gouvernemental "Löwe", principes d'une sylviculture proche de la nature. — *Revue forestière française*, vol. XLIX, n° 5, 1997, pp. 477-488.
- OTTO (H.-J.). — Écologie forestière. — Paris : Institut pour le Développement forestier, 1998. — 397 p. (ISBN 2-904-740-651).
- ROTTMANN (M.). — Wind- und Sturmschäden im Wald. Beiträge zur Beurteilung der Bruchgefährdung, zur Schadensvorbeugung und zur Behandlung geschädigter Nadelholzbestände. — Frankfurt-am-Main : Sauerländers Verlag, 1986. — 1285 p. (ISBN 3-7939-0710-4).

---

**EXPÉRIENCES SYLVICOLES APRÈS DES OURAGANS CATASTROPHIQUES. REGARDS DANS LE PASSÉ EN BASSE-SAXE (Résumé)**

Bien qu'il se soit déroulé en Allemagne du Nord il y a une trentaine d'années, le bilan de l'ouragan de 1972 est riche d'enseignements et peut être effectué, presque 30 ans après, sous forme très complète. Cet article décrit ainsi l'ouragan et les dommages qu'il a créés ; il commente la réaction des forestiers, puis discute de la reconstitution des forêts après la catastrophe. Il montre comment cette perturbation majeure a amené les forestiers allemands vers de nouvelles conceptions sylvicoles et une meilleure intégration des actions humaines et de la dynamique naturelle.

**SILVICULTURAL EXPERIENCES AFTER CATASTROPHIC HURRICANES. INSIGHTS FROM THE PAST IN LOWER SAXONY (Abstract)**

Although it took place in northern Germany some 30 years ago, an assessment of the 1972 hurricane provides many insights and can be very thorough thirty years later. This article describes the hurricane and the damage it did. It comments on the reactions of foresters, and discusses forest restoration in the wake of the catastrophe. It shows how this major disruption led German foresters to adopt new silvicultural approaches and to more adequately consider human influence and natural dynamics.

---