

# Tiré à part article Forêt.Nature

Merci pour votre participation à ce numéro de Forêt.Nature.

La version électronique de votre article est fournie uniquement à usage personnel et ne peut être diffusé largement sans l'autorisation préalable de la rédaction.

En cas d'archivage sur serveur informatique, merci d'indiquer la source originale de la publication comme ceci : « Article paru dans Forêt.Nature : [www.foretwallonne.be](http://www.foretwallonne.be) ».

Abonnez-vous gratuitement au **Forêt-MAIL** sur notre site  
[www.foretwallonne.be](http://www.foretwallonne.be)

Bénéficiez d'une réduction sur votre abonnement à **Forêt.Nature**  
pour la première année

et abonnez vos **étudiants** au tarif spécial qui leur est réservé



# Base de données « Aléas »

**Recenser l'historique des aléas climatiques et biotiques en forêt wallonne comme outil pour la gestion adaptative**

Céline Piraux | Quentin Ponette | Caroline Vincke  
Earth & Life Institute, Environmental Sciences (UCL)

**Afin de mieux comprendre l'état sanitaire de nos arbres, l'UCL a commencé à constituer une base de données de tous les événements climatiques et biotiques survenus dans nos régions depuis 1890. Un appel est lancé aux praticiens et à leurs archives afin de continuer à l'étoffer.**

## RÉSUMÉ

En raison de leur caractère pérenne, la santé actuelle des arbres est le reflet de leurs conditions de croissance passées. Afin de mieux comprendre les effets des stress sur les arbres et les forêts, enjeu très actuel, il est donc essentiel de retracer l'historique des événements qui ont marqué leur croissance. C'est l'objectif de la base de données « Aléas » qui recense les événements marquants en forêt belge depuis 1890. Différentes sources d'information ont été mobilisées telles que des périodes,

des livres, des dires d'expert, des séries de mesures, etc. Outre les événements extrêmes climatiques (sécheresse, canicule, gelées, etc.), nous avons recensé les perturbations d'origine biotique ainsi que les fructifications. Des données climatiques ont été utilisées pour caractériser les sécheresses et les canicules, dont l'intensité n'était pas indiquée. Cette base de données doit encore évoluer : si vous disposez d'informations permettant de la consolider, contactez-nous !



**Dans** le contexte actuel des changements globaux, de nombreuses questions se posent sur la vulnérabilité des forêts face à des aléas tels que les sécheresses, les canicules, les infestations d'agents pathogènes, les vents, etc. Ces perturbations sont en effet prévues à la hausse, que ce soit en termes de fréquence, de durée ou d'intensité, au point qu'elles sont alors qualifiées d'événements extrêmes\*. Pour le moment, une augmentation de la productivité des forêts est observée, due notamment à l'augmentation des concentrations en CO<sub>2</sub> atmosphérique, à l'augmentation des dépôts azotés et à l'allongement de la période de végétation. Mais en parallèle, un nombre croissant de dépérissements forestiers sont également recensés<sup>1</sup>. Ces constats génèrent beaucoup d'incertitudes. Les écosystèmes forestiers seront-ils capables de soutenir cette augmentation de la productivité, et de s'adapter à l'évolution des conditions climatiques et à leur variabilité croissante ? Quels seront les dommages subis suite à l'exposition aux aléas d'origine biotique ou abiotique ? Quels sont les risques de dépérissements ou de mortalité des arbres concernés ?

Dans ce contexte où l'incertitude liée aux impacts des changements climatiques fait craindre le pire, il est indispensable de combler les lacunes relatives à la compréhension des effets des stress sur les forêts. Dans cette optique, nous nous sommes fixés comme objectif de créer une base de données visant à recenser les événements marquants en forêt belge depuis 1890 ainsi que leurs impacts. L'hypothèse étant qu'en analysant rétrospectivement les impacts de ces facteurs sur les forêts, il serait plus aisé d'anticiper sur les effets des stress futurs et donc d'optimiser la gestion des peuplements vulnérables. À cette fin, différentes sources d'information ont été envisagées telles que des périodiques, des livres, des dires d'expert, des carnets de triages, des séries d'observations ou de mesures, etc.

Cet article présente la structure actuelle de cette base de données ainsi que quelques résultats. L'outil, réalisé en 2013 dans le cadre d'un mémoire de fin d'étude<sup>11</sup>, se veut évolutif et sera donc complété progressivement à partir de sources non traitées à ce jour. Un des objectifs de cet article est donc de faire connaître cette initiative afin de la consolider, via les autres sources de données dont vous, lecteurs, pourriez avoir connaissance.

\* Un événement extrême est défini comme « un épisode durant lequel la capacité d'acclimatation d'un organisme ou d'une population est substantiellement dépassée »<sup>6</sup>.

## Événements stressants pour les forêts et indicateurs de vitalité

La réponse des écosystèmes forestiers aux perturbations dépend de différents facteurs de stress<sup>12</sup>. Manion<sup>7</sup>, a défini une cascade de trois types de facteurs qui peuvent mener à la perte de vitalité (dépérissement) voire à la mort de l'arbre. Les premiers sont les **facteurs prédisposants**, qui agissent de façon chronique à long terme, et qui rendent les arbres plus vulnérables lors de la survenue d'un stress ponctuel : il s'agit des caractéristiques de la station (climat, sol etc.), de la pollution atmosphérique, de la sylviculture, de la génétique, etc. Les **facteurs déclenchants** représentent des stress ponctuels, plus intenses, tels que les sécheresses, les insectes défoliateurs, les fortes fructifications, qui se surimposent aux facteurs prédisposants. Si des **facteurs aggravants** se présentent (des agents biotiques opportunistes par exemple), ils peuvent induire la mort de l'arbre. Le stress déclenchant le plus étudié dans le contexte des dépérissements est la sécheresse associée au réchauffement climatique. Des études ont en effet fait la démonstration que de nombreux cas récents de dépérissements forestiers (feuillus et résineux) étaient dus à l'augmentation des sécheresses<sup>1, 2, 3</sup>.

Dans le travail présenté ici nous nous sommes intéressés aux stress déclenchants et aggravants. Un maximum d'événements qui ont marqué la forêt belge a été recherché. En plus des événements les plus extrêmes, des événements plus mineurs ont aussi été pris en compte car leur action combinée ou leur succession peut provoquer un stress majeur pour l'arbre.

Afin de quantifier les impacts de ces stress sur les arbres, un indicateur de vitalité reconnu est la croissance radiale<sup>5</sup> qui peut être étudiée rétrospectivement via la dendrochronologie. Ainsi, les années stressantes pour l'arbre peuvent être identifiées car elles donnent souvent lieu à la formation d'un cerne de croissance anormalement faible, l'année même de leur occurrence ou avec un effet retard. On essaie ensuite de recenser les événements biotiques et abiotiques qui ont pu mener à cette perte de croissance (figure 1).

Comme on le voit sur la figure 1, le nombre d'événements potentiellement stressants est élevé. Un des enjeux est de parvenir à quantifier et à démêler les effets de chaque facteur de stress. Comme certains stress peuvent présenter des arrière-effets (impacter par exemple la croissance pendant plusieurs années consécutives), cette étape reste complexe.

Si retracer l'occurrence de stress abiotiques est réalisable moyennant la disponibilité de données climatiques et l'utilisation éventuelle de modèles, les stress biotiques sont quant à eux peu renseignés. Par ailleurs, les années de fortes fructifications peuvent également expliquer de faibles croissances<sup>9</sup>. Certaines années de croissance radiale faible restent donc inexplicables dans la plupart des cas. Nous avons souhaité combler en partie ce manque d'information : outre les événements extrêmes climatiques, nous avons donc recensé ceux d'origine biotique ainsi que les fructifications.

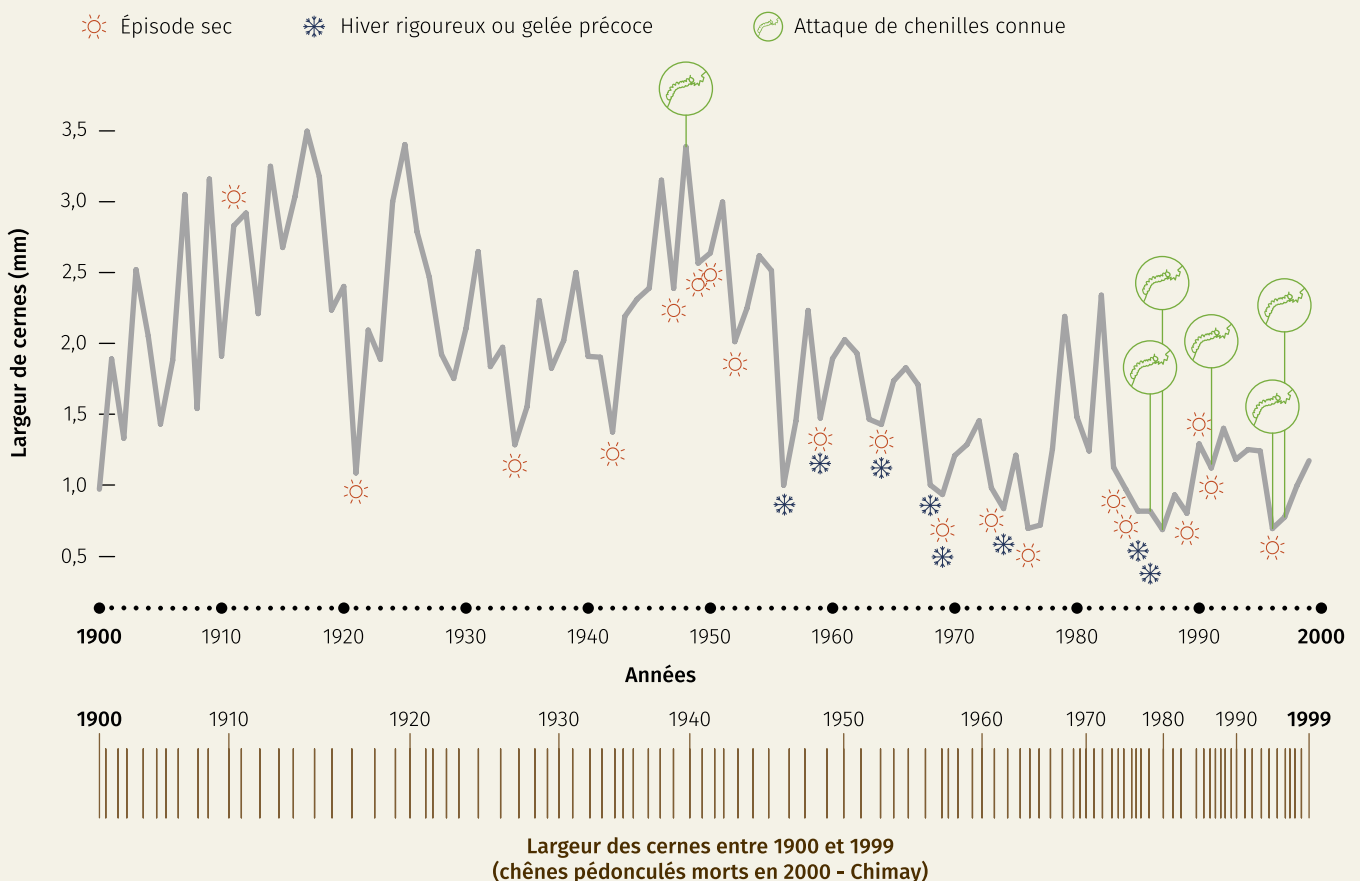
Malgré ses atouts, l'analyse de la croissance radiale sous-estime les impacts des aléas sur les arbres, cette analyse se basant sur les arbres toujours en vie au moment de l'étude. Les arbres qui ont été impactés via un dépérissement ou une mortalité directe ont disparu du peuplement et n'ont généralement pas été identifiés, comme éclaircie sanitaire par exemple. L'analyse de l'évolution de la mortalité a donc été envisagée. Cependant, elle n'a pas pu être réalisée car très peu d'informations sont disponibles sur les mor-

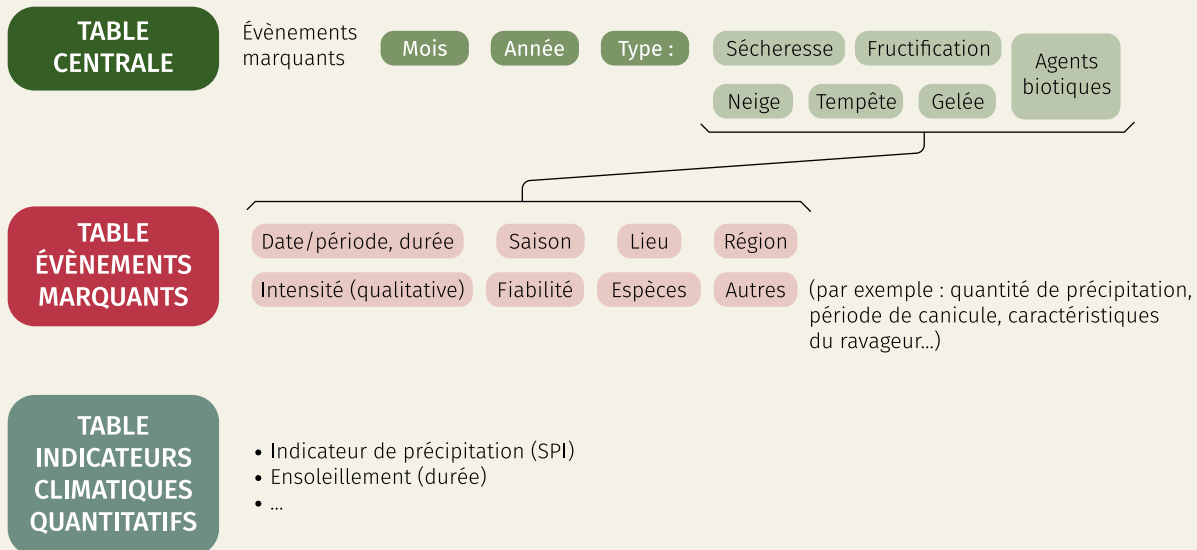
talités post-stress : les mortalités sont rarement recensées, hormis si elles touchent de grandes surfaces, et les raisons qui ont causé la mort de l'arbre ou qui ont incité le forestier à réaliser une coupe anticipée sont peu ou pas renseignées. Dans le contexte actuel, le suivi des mortalités, généralisées et diffuses, devrait idéalement être organisé.

## Source des données

Pour cette recherche, on s'est tout d'abord tourné vers l'analyse des *Bulletins de la Société Royale Forestière de Belgique* car ils présentent des informations sur la forêt belge depuis 1893. Afin de compléter et corroborer les informations déjà récoltées, d'autres sources ont été consultées : le périodique *Parasitica* (qui cible les agents biotiques nuisibles), les travaux de la station de recherche de Groenendael, le livre « *La Belgique au fil du temps* »<sup>4</sup> qui relate tous les extrêmes climatiques survenus au cours du 20<sup>e</sup> siècle, et de nombreux articles scientifiques. Ces différentes sources permettent d'obtenir des informations sur

**Figure 1.** Largeur de cernes de chênes pédonculés morts en 2000 (Chimay<sup>13</sup>). Les données viennent soit d'une modélisation du bilan hydrique soit du carnet de triage des forestiers.





**Figure 2.** Tables et champs principaux décrivant les événements marquants. Les « saisons » sont définies comme suit : hivers (janvier à mars), printemps (avril à juin), etc. Les « régions » sont les régions agricoles de Wallonie. La « fiabilité » se base sur les critères de Olden-Jørgensen<sup>10</sup> : le critère « très fiable », par exemple, fait référence soit à une source très fiable soit à des événements cités plus de cinq fois. « Espèces » fait référence soit aux essences touchées, soit aux agents biotiques concernés.

les divers événements marquants survenus au cours d'une longue période mais de façon imprécise (intensités non quantifiées par exemple). Par ailleurs, des données assez précises sur les fructifications depuis 1994 ont été fournies par le Comptoir Forestier. Nous avons également envisagé de valoriser les informations recensées dans les carnets de triages, en ciblant certains massifs pour commencer. Afin de tester la pertinence de cette source d'informations, nous avons tenté de nous procurer ceux de la forêt de Soignes. Malheureusement, ces carnets n'ont pu être consultés car ils contiennent des informations à caractère privé (procès-verbaux par exemple). À l'avenir, nous souhaiterions approfondir la recherche d'information via les carnets de triages car cela permettrait d'acquérir des informations sur une partie significative du territoire wallon. Pour le calcul de certains indicateurs climatiques, nous avons utilisé des données climatiques issues de la station d'Uccle de l'Institut Royal Météorologique.

## Base de données

Une fois les informations récoltées, elles ont été insérées dans une base de données (appelée « Aléas ») afin de les répertorier de manière structurée et de faciliter leur recherche par des requêtes ciblées. La base

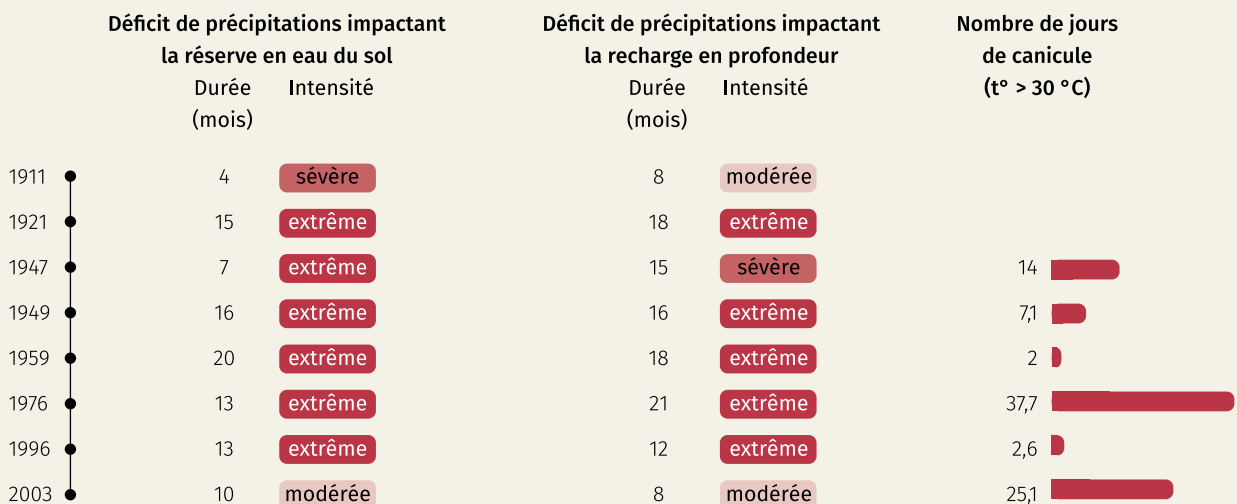
de données contient une table centrale qui permet de faire le lien entre toutes les tables ; elle reprend notamment les événements extrêmes ainsi que l'année durant laquelle ils sont survenus (figure 2). Cette table est reliée à d'autres tables qui contiennent des informations caractérisant les événements marquants, telles que le lieu, l'intensité, la durée et la période. Un troisième type de tables reprend des données climatiques quantitatives telles que les précipitations, les températures et l'ensoleillement par exemple (données mensuelles de 1901 à 1927, ensuite journalières pour les précipitations et les températures et par décades pour la durée d'ensoleillement).

## Évènements marquants

La quantité d'informations répertoriées évolue au fil du temps, selon les sources d'information disponibles. Les informations récoltées à ce stade proviennent en grande partie des Bulletins de la Société Royale Forestière de Belgique, auxquels se sont rajoutés plus récemment les suivis réalisés par les services wallons tels que le Comptoir forestier et l'Observatoire wallon de la Santé des Forêts. Durant certaines périodes, notamment durant les deux Guerres et entre 1960 et fin 1980, on observe une diminution importante du nombre d'événements cités.

	1870-1889	1890-1909	1910-1929	1930-1949	1950-1969	1970-1989	1990-2013
<b>Évènements abiotiques</b>							
Sécheresse	0	4	7	5	3	4	6
Tempête	1	4	5	2	4	4	1
Gelée précoce	0	1	1	0	0	0	1
Gelée tardive	0	7	7	4	7	1	0
Neige	2	3	2	6	4	0	0
Grêle	0	0	0	0	1	0	0
<b>Évènements biotiques</b>							
Chêne	0	9	13	6	1	4	8
Hêtre	0	5	4	6	1	1	4
Épicéa	0	7	0	3	4	3	4
Peupliers	0	1	2	3	22	3	2
Pin de Corse	0	0	0	1	0	0	0
Pin noir d'Autriche	0	0	3	4	0	0	0
Pin sylvestre	2	17	25	7	1	3	0
<b>Fructifications</b>							
Chêne	0	5	5	11	6	3	8
Hêtre	1	6	7	9	3	4	8

**Figure 3.** Cumul, par tranche de 20 ans, des évènements abiotiques, biotiques et des fructifications recensés depuis 1870 jusqu'en 2013.



**Figure 4.** Années les plus extrêmes en termes de déficits de précipitation durant la saison de végétation selon l'indice SPI.

Selon McKee et al.<sup>8</sup>, le calcul du SPI sur une période de 3 mois indique les éventuels déficits de précipitation qui n'impactent que l'humidité du sol en surface (« réserve en eau du sol ») alors que le calcul sur une période de 6 mois permet de mettre en évidence des déficits de précipitation qui impactent la « recharge en profondeur ». La durée correspond au nombre de mois avec un SPI négatif. Le critère d'intensité est issu de McKee et al.<sup>8</sup> :  $-0,99 \leq SPI \leq 0$  sécheresse faible,  $-1,49 \leq SPI \leq -1$  sécheresse modérée,  $-1,5 \leq SPI \leq -1,99$  sécheresse sévère et  $SPI \leq -2$  sécheresse extrême. Pour ces mêmes années, la somme des jours durant lesquels la température a été supérieure à 30 °C (canicule) est indiquée.

Au stade actuel de ce travail, 368 évènements marquants ont été répertoriés. En ce qui concerne les facteurs abiotiques, il s'agit de sécheresses, de tempêtes, de chutes de neige et de gelées tardives et précoces ; pour les facteurs biotiques il s'agit d'insectes ravageurs, de champignons et de maladies ; les fructifications du chêne et du hêtre sont également renseignées (figure 3). Les informations récoltées sont la plupart du temps qualitatives et les caractéristiques de ces évènements sont souvent peu précises. Les durées et intensités sont très peu citées, ainsi que les surfaces couvertes. Seul le type de stress est généralement bien mentionné. Les canicules étant souvent associées aux sécheresses, elles n'apparaissent pas comme un stress à part.

Les données climatiques de précipitations et de température ont donc été utilisées afin de mieux caractériser certains stress abiotiques comme les sécheresses et les canicules. Un indicateur de sécheresse a été calculé à partir des précipitations, le *Standardized precipitation index*<sup>8</sup>, sur des périodes de référence de 1 mois, 3 mois, 6 mois et 12 mois de 1901 à 2010. Cet indicateur a été très utile notamment pour évaluer le niveau de recharge de la nappe en début de saison de végétation pour toutes les années. Il a aussi permis de mieux caractériser les sécheresses considérées comme les plus intenses depuis 1890.

On peut voir à la figure 4 les 8 années recensées comme les plus extrêmes en termes de sécheresse et qui apparaissent également dans les séries dendrochronologiques comme des années de très faible croissance radiale. Elles sont souvent accompagnées de canicule et une majorité d'entre elles sont des sécheresses printanières (information non indiquée dans la figure). Les années les plus stressantes sont 1921 et 1976.


## Conclusion

La base de données « Aléas » permet de réaliser des requêtes complexes sur les évènements abiotiques et biotiques qui ont marqué les forêts belges. Ceci permet ensuite d'analyser la réponse des arbres en tenant compte des différents facteurs de stress connus, même s'il reste complexe d'en départager les effets respectifs. Cependant, cette base de données doit encore être étoffée, sur base de la littérature, de carnets de triage mais aussi des « dires d'experts », etc. En effet, la description de certains évènements marquants ou extrêmes est parfois très faible et très peu d'informations ont été trouvées sur les mortalités qu'ils ont causées. Consolider cette base de données permettrait de corroborer les évènements déjà iden-

## POINTS-CLEFS

- ▶ La base de données « Aléas » recense les évènements biotiques et abiotiques marquants en forêt belge de 1890 à 2013.
- ▶ Pour chaque évènement, la localisation spatiale, l'année, la période (saison par exemple), la durée et l'intensité sont indiqués, de façon qualitative en général.
- ▶ Cette base de données doit encore être étoffée, en particulier pour documenter les impacts (mortalité par exemple) des évènements recensés.

tifiés et d'améliorer notre compréhension de leurs impacts sur la forêt, afin de mieux appréhender quel sera l'avenir de la forêt belge dans l'environnement changeant que nous connaissons actuellement. Si vous disposez d'informations permettant de consolider cette base de données... contactez-nous ! ■

La bibliographie complète de cet article (12 références) est disponible sur le site [foretwallonne.be](http://foretwallonne.be), sur la page consacrée à ce numéro 141 de Forêt.Nature. 

**Crédits photos.** Forêt Wallonne asbl (p. 40).

**Céline Piraux**

**Quentin Ponette**

**Caroline Vincke**

caroline.vincke@uclouvain.be

Earth & Life Institute, Environmental Sciences (UCL, ELI)  
Croix du Sud 2 bte L7.05.09 | B-1348 Louvain-la-Neuve