

EFFET DE L'EXPOSITION SUR LA RICHESSE ET LA COMPOSITION FLORISTIQUE DES LISIÈRES FORESTIÈRES DANS LE GÂTINAIS ORIENTAL (LOIRET)

RICHARD CHEVALIER – AUDREY ALIGNIER – ÉMILIE ANDRIEU – FRÉDÉRIC ARCHAUX

Les lisières forestières marquent la limite de la forêt, le terme de forêt désignant par convention une association d'arbres formés de troncs et de houppiers d'une hauteur d'au moins 5 m constituant une unité physionomique (Otto, 1998). Elles forment une zone de transition entre l'environnement relativement stable de la forêt et les larges fluctuations microclimatiques du milieu ouvert adjacent (Chen *et al.*, 1995) qui, dans les paysages ruraux, est souvent anthropisé (cultures, prairies...). Ainsi, les conditions environnementales (température, humidité de l'air et du sol) mais aussi la structure et la composition de la végétation sont modifiées dans l'environnement proche des lisières. Ces modifications sont appelées « effet de lisière » (Murcia, 1995 ; Ries *et al.*, 2004). Des études montrent que ces modifications s'observent en général jusqu'à 20 m de part et d'autre de la lisière (Cadenasso *et al.*, 1997) mais peuvent atteindre parfois plusieurs centaines de mètres à l'intérieur de la forêt (Chen *et al.*, 1995 ; Ries *et al.* 2004 ; Pellissier *et al.*, 2013).

La grande fréquence des lisières dans certains paysages ruraux est liée au processus de fragmentation forestière, qui implique entre autres une augmentation de la proportion de lisière par rapport au cœur de forêt. L'effet négatif de ce processus sur les espèces forestières est souvent mis en avant, mais les lisières peuvent aussi jouer un rôle important dans le maintien de la biodiversité (Murcia, 1995). En effet, les lisières accueillent de nombreuses espèces aussi bien animales que végétales, qui y trouvent habitat, refuge ou ressources durant tout ou partie de leur cycle de vie. Certaines de ces espèces sont des auxiliaires, qui contribuent au contrôle biologique des ravageurs des cultures, comme les carabes ou encore les syrphes. Les lisières contribuent aussi au maillage écologique des paysages en assurant le rôle de corridor, propice au déplacement des espèces. Enfin, elles assurent une protection climatique, par exemple contre les vents violents, à la fois pour les peuplements forestiers et pour les cultures agricoles qu'elles bordent. Ainsi, les lisières, par la biodiversité qu'elles abritent, les rôles qu'elles assurent (écologiques mais aussi esthétiques) et les services qu'elles sont susceptibles de rendre à l'agriculture et à la sylviculture, constituent un enjeu majeur pour la gestion et la conservation de la biodiversité.

Dans une étude réalisée en région Centre-Val de Loire comparant la biodiversité de la lisière à celle des deux milieux adjacents, à savoir la forêt et le champ de colza dans le Gâtinais (Loiret), Chevalier (2013) a montré que la richesse spécifique de la lisière est presque double de celle de la forêt ou de la culture. Cette grande diversité spécifique résultait non seulement de la présence conjointe d'espèces provenant des milieux adjacents, mais aussi de la présence d'espèces prairiales quasi absentes de ces milieux adjacents et qui sont en forte régression en contexte de matrice agricole intensive (rôle de refuge). Ces premiers résultats tendent à valider le rôle important que pourraient jouer les lisières forestières dans la conservation et la restauration des continuités écologiques.



Photo 1 Lisière abrupte entre forêt ancienne et culture de colza

(Photo R. Chevalier)

Les lisières forestières se caractérisent par de nombreux attributs reflétant leur origine, leur gestion, leur structure ou encore leur dynamique (Strayer *et al.*, 2003). Ainsi, la nature du milieu adjacent ou encore l'exposition des lisières sont autant de facteurs susceptibles de modifier les effets de lisière. Cependant, peu d'études ont à ce jour pris en compte cette variabilité de lisières. À la suite de nouvelles observations de terrain, le présent article s'attache à combler cette lacune en s'intéressant à l'effet de l'exposition de la lisière sur la biodiversité floristique. Afin de limiter les biais d'échantillonnage et les effets confondants, nous nous sommes focalisés sur des lisières abruptes (c'est-à-dire de transition brutale, photo 1, ci-dessus), entre forêt ancienne (c'est-à-dire en place depuis au moins deux siècles) et champ de colza, localisées sur une gamme étroite de sols, dans la région naturelle du Gâtinais oriental (Loiret).

Notre objectif est d'évaluer si la valeur écologique des lisières, décrite ici par la richesse spécifique et fonctionnelle des communautés végétales, est variable selon leur exposition. Notre hypothèse principale est que les conditions microclimatiques différentes auxquelles sont exposées les lisières induisent un filtre environnemental structurant des communautés végétales différentes. Plus précisément, nous avons testé si l'exposition différente des lisières (« lisières fraîches » orientées au nord opposées aux « lisières chaudes » orientées au sud) induit des communautés végétales différentes en fonction :

- de la tolérance des espèces à la lumière (héliophile ou sciaphile), à la température (thermophile ou psychrocline) et à l'humidité (xérophile ou hygrophile),
- et de leur cycle de vie (plantes annuelles ou ligneuses).

Par ailleurs, les communautés végétales étant souvent décrites par les gestionnaires selon leur affinité à certains habitats (espèces des cultures, espèces prairiales, espèces forestières, espèces d'ourlets), nous avons aussi testé si l'exposition des lisières influençait la présence d'espèces de ces différents groupes. Le tableau I (ci-dessous) décrit les 9 hypothèses afférentes et les mécanismes avancés.

TABLEAU I Formulation des 9 hypothèses à tester et mécanismes mis en avant

N°	Formulation des hypothèses	Mécanismes mis en avant
Richesse totale		
H1	Richesse spécifique plus élevée en exposition chaude	Plus de contraste écologique sur la lisière, donc plus de niches écologiques
Différenciation floristique à signification écologique		
H2	Flore plus héliophile en exposition chaude	Plus grande durée d'insolation en exposition chaude donc plus de lumière
H3	Flore plus thermophile en exposition chaude	Plus d'insolation en exposition chaude donc plus de chaleur
H4	Flore plus xérophile en exposition chaude	Plus d'insolation en exposition chaude donc évapotranspiration accentuée
Différenciation floristique suivant l'appartenance des espèces à des groupes biologiques		
H5	Plus d'espèces longévives et à développement aérien durable (ligneux) en exposition fraîche	Ambiance pseudoforestière plus propice à ce groupe
Différenciation floristique suivant l'appartenance des espèces à différents types d'habitats		
H6	Plus d'espèces des cultures en exposition chaude	Les espèces des cultures sont contraintes par le manque de lumière
H7	Autant d'espèces prairiales et d'ourlets sur les deux expositions	-
H8	Plus d'espèces forestières en exposition fraîche	Adaptation aux contraintes de l'ambiance pseudoforestière
H9	Plus d'espèces de forêt ancienne en exposition fraîche	Recrutement de ces espèces plus efficace en ambiance pseudoforestière

MÉTHODE – MATÉRIEL

La présente étude s'inscrit dans le projet BGF ECOFOR « BILISSE : La biodiversité des lisières forestières » démarré fin 2010 (Deconchat *et al.*, 2014). Ce projet s'intéresse au rôle de la diversité des lisières dans le maintien d'espèces contribuant à différents services écologiques. Quatre groupes taxonomiques (apoïdes, rhopalocères, avifaune et flore vasculaire) appartenant à trois zones d'étude des plaines et collines (forêt feuillue morcelée en région Midi-Pyrénées et en région Centre, pineraies des Landes en région Aquitaine) ont été étudiés. Le présent article aborde la partie flore vasculaire en région Centre.

Zone d'étude

La zone d'étude se situe au nord-est de la région Centre-Val de Loire, à l'est du département du Loiret (45), dans la partie orientale de la région naturelle du Gâtinais (figure 1, ci-dessous). Cette région de plaine est principalement vouée à l'agriculture. Pour le département du Loiret, le taux de boisement du Gâtinais est de 16 %. Les forêts sont principalement privées (86 % de la surface) et sont composées à 83 % de peuplements de chênes traités majoritairement en mélange de futaie et taillis (51 %) (IFN, 2008).

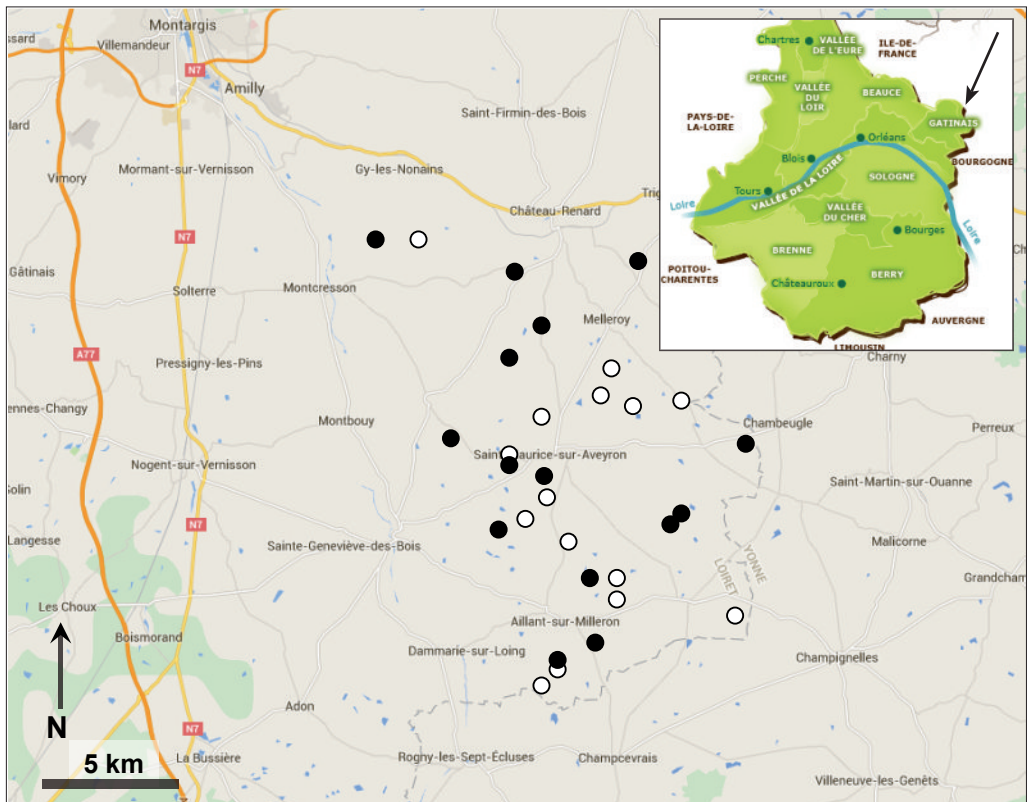
La zone d'étude se situe en position de plateau (altitude 120 à 200 m), en climat océanique altéré (température moyenne annuelle : 11,3 °C ; précipitations : 742 mm/an, 59 jours de gelée par an ; données 1980-2010 pour le poste de Nogent-sur-Vernisson proche de la zone d'étude) (communication personnelle Seigner V., 2013, Irstea).

Les sols de notre échantillon (décrits en forêt) ne sont pas carbonatés et sont composés de limons sableux reposant sur des argiles à silex à une profondeur variant entre 35 et 95 cm. Deux tiers d'entre eux présentent des signes d'engorgement (traces d'hydromorphie prononcée) avant 35 cm de profondeur sans aucune différence significative suivant le type d'exposition. La charge en silex

FIGURE 1

CARTE DE LA ZONE D'ÉTUDE

Les disques blancs figurent les lisières en exposition chaude et les disques noirs ceux en exposition fraîche. Fond de carte Google Maps.



est le plus souvent inférieure à 25 % sur les 50 premiers cm de sol. La forme d'humus est presque exclusivement de type mull avec une prépondérance de l'oligomull, révélant des sols légèrement acides.

Échantillonnage

Trente lisières ont été échantillonnées le long de 30 forêts anciennes (c'est-à-dire déjà présentes sur la carte d'état-major vers 1830) dont les limites ne semblent pas avoir été modifiées depuis le XIX^e siècle (lisières anciennes). Les forêts étudiées sont presque exclusivement constituées de chênaies-charmaies issues d'anciens taillis sous futaie plus ou moins vieillis et plus ou moins riches en réserves de Chênes pédonculé et sessile (photo 2, ci-dessous). L'échantillonnage a été contraint à des parcelles adjacentes plantées en colza. Ces cultures sont conduites en agriculture conventionnelle, la plus pratiquée sur la zone d'étude. Les lisières ont été choisies avec un profil dit abrupt : la limite entre forêt et milieu adjacent est nette, sans ourlet herbeux ni cordon arbustif (photo 1, p. 388). La moitié de l'échantillon correspond à des lisières chaudes, c'est-à-dire dont l'exposition est orientée au sud (gisement compris entre 120° et 240°) ; l'autre moitié étant orientée au nord (gisement compris entre 300° et 60°). Il est à noter que les lisières abruptes entre forêt et culture de colza en exposition fraîche ont été plus difficiles à trouver en raison de la présence de chemins ou du fait que le semis de colza est souvent arrêté plusieurs mètres avant la lisière. Par ailleurs, les fossés sont plus fréquents en lisière fraîche et nous n'avons pas pu les écarter de manière systématique comme nous l'avions souhaité. Ainsi, six des 15 lisières fraîches incluent un fossé contre seulement deux pour les lisières chaudes. Enfin, en dehors des lisières avec fossés, des talus d'environ 50-80 cm de hauteur sont souvent rencontrés en lisière chaude (sept fois contre aucune fois en lisière fraîche).



Photo 2 Les forêts étudiées sont principalement des chênaies-charmaies issues d'anciens taillis sous futaie plus ou moins vieillis

(Photo R. Chevalier)

Les relevés floristiques

Sur chacun des 30 sites, une placette de 4 m de large et de 100 m de long (400 m²) a été installée sur chaque lisière, en veillant à ce que la moitié de sa largeur porte sur la partie interne (côté forêt) et l'autre moitié sur la partie externe (côté colza). Les fossés étant secs et les talus peu prononcés, dont l'origine (fonctionnelle ou de matérialisation de limite) n'a pu être identifiée, ont été intégrés à la bande inventoriée sans en changer la largeur. La grande surface des placettes est motivée par le souhait d'être compatible avec l'expression des communautés végétales forestières et celui d'inventorier des espèces assez rares de milieu ouvert.

Les sites ont été inventoriés au mois de juin 2012, en un seul passage, avant la moisson du colza. Les relevés ont porté sur la flore vasculaire (plantes à fleurs et fougères), sur une strate unique de 0 à 2 m de hauteur, en prenant en compte les individus de chaque espèce dont les pieds sont inclus dans l'enveloppe de la placette. Pour les espèces ligneuses, seuls les individus d'une hauteur inférieure à 2 m sont inventoriés. Chaque espèce est notée avec son coefficient d'abondance-dominance (Delpech *et al.*, 1985).

Pour identifier les espèces patrimoniales, nous nous sommes référés aux statuts régionaux de protection, de liste rouge et d'espèces déterminantes ZNIEFF. Pour les espèces naturalisées en région Centre (Cordier *et al.*, 2010), nous avons évalué leur caractère invasif dans cette même région (Vahrameev et Nobilliaux, 2013).

Les indices de biodiversité utilisés

Pour décrire les communautés végétales rencontrées, nous avons utilisé 17 indices à signification écologique, biologique ou d'habitat (Chevalier *et al.*, 2010). La plupart utilisent la richesse spécifique, quant aux autres, ils font appel à la notion de valeur indicatrice (VI). La VI consiste à moyenner les cotations autécologiques d'Ellenberg *et al.* (1992) (allant de 1 à 9) d'un ensemble d'espèces, sans pondération suivant l'abondance, afin de rendre compte des conditions écologiques dans lesquelles elles se développent. Il est à noter que les VI sont indépendantes du nombre d'espèces qui a servi à leur calcul.

Pour chaque type d'exposition, trois VI sont calculées à partir des cotations autécologiques d'Ellenberg *et al.* (1992) : de lumière (VI L), de température de l'air (VI T) et d'humidité du sol (VI F).

Les 14 indices restants consistent à exprimer la richesse spécifique (RS), tout d'abord de la totalité des espèces (RS totale) puis de différents groupes d'espèces à signification écologique, à signification biologique et à signification d'habitats.

- Richesse spécifique de différents groupes d'espèces à signification écologique :
 - RS héliophiles, des espèces avec cotation L Ellenberg comprise entre 8 et 9,
 - RS sciaphiles, des espèces avec cotation L Ellenberg comprise entre 2 et 4,
 - RS thermophiles, des espèces avec cotation T Ellenberg comprise entre 7 et 8,
 - RS psychroclines, des espèces avec cotation T Ellenberg valant 5,
 - RS xérophiles, des espèces avec cotation F Ellenberg comprise entre 2 et 4,
 - RS hygrophiles, des espèces avec cotation F Ellenberg comprise entre 6 et 9.

Nous noterons que les fourchettes sélectionnées n'exploitent pas la totalité du gradient de la cotation (compris entre 1 et 9) du fait que les espèces des pôles extrêmes sont souvent absentes de nos inventaires, tout particulièrement pour la température (T).

- Richesse spécifique de différents groupes d'espèces à signification biologique :
 - RS annuelles, suivant Julve (2007) adapté,
 - RS ligneuses, suivant Rameau *et al.* (1989).

- Richesse spécifique de différents groupes d'espèces à signification d'habitats :
 - RS culture, très communes, communes ou assez communes dans les cultures en France suivant Jauzein (1995),
 - RS prairie, des pelouses, prés et prairies suivant Julve (2007),
 - RS ourlet, des fourrés, ourlets et lisières suivant Julve (2007),
 - RS forêt, d'ombre ou de semi-ombre d'après Rameau *et al.* (1989) auxquelles sont rajoutées les espèces de forêt ancienne ci-après,
 - RS forêt ancienne qui, d'après Hermy *et al.* (1999), sont identifiées comme plus fréquentes en forêt ancienne dans au moins trois des vingt-deux publications examinées. Cette liste d'espèces n'a pas été validée pour la zone d'étude mais s'est révélée pertinente dans les vallées de Champagne, à moins de 100 km de la zone d'étude (Chevalier *et al.*, 2009).

Le tableau II (ci-dessous) met en vis-à-vis les indices avec les hypothèses qu'ils permettent de tester. La plupart des indices y sont présentés :

- en cumulant ou en moyennant les relevés de chaque type d'exposition (c'est-à-dire chaude ou fraîche),
- en dénombrant les espèces associées préférentiellement à l'une ou l'autre des deux expositions.

TABLEAU II **Comparaison des lisières en exposition chaude (15 relevés) et en exposition fraîche (15 relevés) suivant les 17 indices de richesse spécifique (RS) et de valeur indicatrice (VI)**

Les valeurs en gras présentent les résultats significatifs (moyenne des relevés) et les valeurs soulignées les différences qui nous paraissent marquées en l'absence de tests statistiques (cumul des relevés, nombre d'espèces préférentielles). Se référer au tableau I pour les codes des hypothèses.

Indices et hypothèses			Moyenne des relevés			Cumul des relevés		Nombre d'espèces préférentielles	
			Moyenne ± Écart-type		pKW	Chaud	Frais	Chaud	Frais
Indice	Hypothèse	Chaud	Frais						
Neutre	RS totale	H1	63,7 ± 9,5	65,3 ± 7,5	ns	182	195	20	12
Écologique	VI L (lumière)	H2	6,24 ± 0,15	6,11 ± 0,22	ns	–	–	–	–
	RS héliophiles	H2	7,1 ± 2,5	6,9 ± 2,3	ns	26	24	5	1
	RS sciaphiles	H2	7,0 ± 2,2	9,6 ± 3,1	*	<u>21</u>	<u>30</u>	<u>0</u>	<u>4</u>
	VI T (température)	H3	5,79 ± 0,07	5,68 ± 0,06	***	–	–	–	–
	RS thermophiles	H3	5,0 ± 1,6	2,5 ± 0,8	***	16	13	3	0
	RS psychroclines	H3	17,1 ± 3,9	18,7 ± 3,8	ns	48	51	2	3
	VI F (humidité sol)	H4	4,92 ± 0,20	5,26 ± 0,15	***	–	–	–	–
	RS xérophiles	H4	16,9 ± 3,0	11,8 ± 3,7	***	48	44	<u>10</u>	<u>0</u>
Biologique	RS hygrophiles	H4	8,8 ± 3,3	14,0 ± 2,5	***	<u>31</u>	<u>41</u>	<u>1</u>	<u>6</u>
	RS annuelles	H5	25,2 ± 5,8	23,5 ± 5,2	ns	64	68	<u>10</u>	<u>1</u>
Habitat	RS ligneuses	H5	16,9 ± 2,1	15,7 ± 3,7	ns	35	35	2	0
	RS culture	H6	22,7 ± 6,0	20,7 ± 5,2	ns	57	64	10	1
	RS prairie	H7	5,0 ± 3,2	4,5 ± 2,5	ns	21	19	4	2
	RS ourlet	H7	7,6 ± 1,4	6,6 ± 2,4	ns	21	18	2	1
	RS forêt	H8	11,7 ± 2,7	14,4 ± 3,6	*	<u>31</u>	<u>46</u>	1	4
	RS forêt ancienne	H9	4,8 ± 2,4	6,1 ± 3,3	ns	<u>16</u>	<u>27</u>	1	3

*** : hautement significatif (p ≤ 0,001), ** : très significatif (p ≤ 0,01), * : significatif (p ≤ 0,05), ns : non significatif.

Tests statistiques

Pour vérifier si les deux expositions (chaude et fraîche) diffèrent en termes de VI et RS, nous utilisons le test non paramétrique de Kruskal-Wallis (KW). Il s'agit d'un test de comparaison de moyennes de rangs peu sensible à l'hétérogénéité des variances, utilisable dans de nombreuses situations. Au niveau des espèces préférentielles, c'est ce même test qui a été retenu car, par rapport aux tests classiques de comparaison de proportions, il nous permet de prendre en compte l'abondance des espèces (après transformation des coefficients d'abondance-dominance « *i* » en 0,1 et « + » en 0,5).

Pour pallier le biais possible lié à la présence de fossé ou de talus, l'ensemble des tests a été reproduit sur un sous-échantillon de lisières :

- en excluant toutes les lisières avec fossé (soit 13 lisières en exposition chaude contre 9 lisières en exposition fraîche, annexe 1, p. 403),
- en excluant les lisières avec fossé ou talus (soit 6 lisières en exposition chaude contre 9 en exposition fraîche, annexe 2, p. 404).

RÉSULTATS

Au total, 232 espèces ont été inventoriées au cours de l'étude. Parmi elles, 145 espèces ont été rencontrées dans les deux expositions (chaude et fraîche), 37 espèces n'ont été rencontrées que sur les lisières chaudes contre 50 espèces uniquement sur les lisières fraîches. En conséquence, nous avons inventorié un plus grand nombre d'espèces sur les lisières fraîches (195) que sur les lisières chaudes (182). La richesse totale par placette ne diffère pas significativement selon l'exposition, avec une moyenne d'environ 64 espèces. Cependant, les expositions chaudes comptent près de deux fois plus d'espèces préférentielles (20) que les lisières fraîches (12) (tableau II, p. 393).

Nous n'avons rencontré aucune espèce protégée ou appartenant à la liste rouge de la région Centre. Une seule espèce déterminante ZNIEFF en région Centre (*Primula elatior*) a été rencontrée sur une lisière fraîche. Le tableau III (p. 395) dresse la liste des espèces naturalisées en région Centre inventoriées lors de notre étude et mentionne leur caractère invasif dans cette même région. Au total, seules huit espèces naturalisées pour 28 occurrences ont été rencontrées, sans différence de fréquence suivant l'exposition de la lisière. Parmi elles, une espèce a un caractère invasif avéré (*Robinia pseudoacacia*) et deux ont un caractère invasif potentiel (*Amaranthus hybridus* et *Conyza canadensis*, cette dernière étant extrêmement fréquente sur la zone d'étude).

Le tableau II présente les résultats obtenus au regard des 9 hypothèses pour les 17 indices. Ce sont ceux à signification écologique qui répondent le mieux à l'exposition de la lisière.

Des trois indices en lien avec la lumière, seule la richesse moyenne en espèces sciaphiles présente une différence significative à l'avantage de l'exposition fraîche. Cette tendance est aussi retrouvée pour le cumul des espèces (30 espèces contre 21 en exposition chaude) et le dénombrement des espèces préférentielles (quatre espèces en exposition fraîche : *Dryopteris filix-mas*, *Polygonatum multiflorum*, *Stachys sylvatica* et *Scrophularia nodosa*, les trois premières étant des espèces de forêt ancienne ; aucune en exposition chaude).

Des trois indices en rapport avec la température de l'air, deux présentent une différence hautement significative (VI T et RS thermophiles) avec logiquement des valeurs plus élevées en lisière chaude, alors qu'aucune différence significative n'est obtenue pour RS psychroclines.

TABLEAU III **Liste et mention du caractère invasif des espèces naturalisées, suivant l'exposition de la lisière (chaude ou fraîche)**

Sources : Cordier *et al.* (2010) ; Vahrameev et Nobilliaux (2013)

Rareté en région Centre : CCC pour extrêmement commun, CC pour très commun, C pour commun.

Nom latin	Caractère invasif	Rareté en région Centre	Fréquence chaud <i>n</i> = 15	Fréquence frais <i>n</i> = 15
<i>Robinia pseudoacacia</i>	avéré	CCC	1	0
<i>Amaranthus hybridus</i>	potentiel	CC	0	1
<i>Conyza canadensis</i>	potentiel	CCC	7	9
<i>Acer platanoides</i>	–	C	0	1
<i>Juglans regia</i>	–	C	1	0
<i>Matricaria discoidea</i>	–	CC	2	0
<i>Oxalis fontana</i>	–	C	0	1
<i>Veronica persica</i>	–	CCC	3	2
Total espèces			5	5
Total fréquences			14	14

Les trois indices en lien avec l'humidité du sol présentent des différences hautement significatives, avec des écarts de moyennes importants entre exposition chaude et fraîche. En toute logique, la valeur indicatrice d'humidité du sol et la richesse en espèces hygrophiles sont plus élevées en exposition fraîche et inversement pour la richesse en espèces xérophiles. La même tendance est retrouvée pour le dénombrement des espèces préférentielles, alors que, pour le cumul des relevés, l'écart de RS n'est conséquent que pour les espèces hygrophiles.

Nous n'obtenons aucune différence significative pour les deux indices à signification biologique. Nous notons cependant que 10 espèces annuelles ont une préférence pour les lisières chaudes contre seulement une pour les lisières fraîches (*Geranium robertianum*).

Des cinq indices à signification d'habitat, seule la richesse moyenne en espèces forestières présente une différence significative à l'avantage des lisières en exposition fraîche, tendance confirmée pour le cumul des relevés. Nous notons aussi que la richesse cumulée des espèces de forêt ancienne est bien plus élevée en exposition fraîche qu'en exposition chaude (27 espèces contre 16, alors qu'au total 29 espèces de forêt ancienne ont été inventoriées sur les 30 lisières). En écho au résultat obtenu avec les espèces annuelles, le nombre d'espèces préférentielles des cultures est plus élevé en lisière chaude (10 contre 1).

Le tableau IV (p. 396) présente la liste des espèces préférentielles de chacune des deux modalités d'exposition de la lisière. Ce sont les lisières en exposition chaude qui comptent le plus d'espèces (20 contre 12) avec une préférence pour cette exposition significative ou très significative. Une majorité de ces espèces est extrêmement commune en région Centre (CCC), avec une cotation L de lumière élevée (7 à 9), avec une faible cotation F d'humidité du sol (3 ou 4) et sont indicatrices des cultures. De leur côté, les espèces préférentielles des lisières fraîches sont moins fréquentes en région Centre (CC), avec une cotation L moindre, une cotation F plus élevée et elles sont exceptionnellement indicatrices des cultures. Trois espèces de forêt ancienne sont préférentielles des lisières fraîches (*Dryopteris filix-mas*, *Polygonatum multiflorum* et *Stachys sylvatica*) contre une pour les lisières chaudes (*Euonymus europaeus*).

TABLEAU IV **Liste des espèces préférentielles des lisières chaudes et fraîches, avec leurs principales caractéristiques**

Les fréquences sont données à titre indicatif car plus illustratives que les moyennes de rang du test de Kruskal-Wallis (KW).

Rareté en région Centre : CCC pour extrêmement commun, CC pour très commun, C pour commun.

L : cotation L de lumière d'Ellenberg. F : cotation F d'humidité du sol d'Ellenberg.

	Nom latin	Fréquence (%)		p KW	Caractéristiques espèces			
		Chaud	Frais		Rareté Centre	L	F	Habitat
Préférentielles des lisières chaudes	<i>Anagallis arvensis</i>	100	87	**	CCC	6	5	culture
	<i>Aphanes arvensis</i>	93	60	**	CC	6	6	culture
	<i>Bromus hordeaceus</i>	93	40	**	CCC	7	–	–
	<i>Bromus sterilis</i>	93	73	*	CCC	7	4	culture
	<i>Campanula rapunculus</i>	53	0	**	CC	7	3	ourlet
	<i>Crepis capillaris</i>	47	13	*	CCC	7	5	culture
	<i>Cytisus scoparius</i>	67	13	**	CCC	8	4	ourlet
	<i>Dianthus armeria</i>	27	0	*	CC	6	5	prairie
	<i>Euonymus europaeus</i>	80	53	*	CCC	6	5	forêt ancienne
	<i>Geranium columbinum</i>	27	0	*	CC	7	4	–
	<i>Geranium dissectum</i>	93	67	*	CCC	6	5	culture
	<i>Hypericum perforatum</i>	80	40	**	CCC	7	4	culture
	<i>Kickxia elatine</i>	93	80	*	CC	7	4	culture
	<i>Lolium multiflorum</i>	80	40	**	C	7	4	culture
	<i>Lolium perenne</i>	33	0	*	CCC	8	5	prairie
	<i>Picris hieracioides</i>	73	33	*	CCC	8	4	culture
	<i>Poa compressa</i>	27	0	*	C	9	3	prairie
	<i>Poa pratensis</i>	27	0	*	CCC	6	5	prairie
	<i>Vicia sativa</i>	60	13	**	CCC	5	–	culture
<i>Vulpia bromoides</i>	33	0	*	C	9	3	–	
Préférentielles des lisières fraîches	<i>Dryopteris filix-mas</i>	0	47	**	CC	3	5	forêt ancienne
	<i>Epilobium parviflorum</i>	7	40	*	CC	7	9	prairie
	<i>Geranium robertianum</i>	33	80	**	CCC	5	–	forêt
	<i>Plantago major</i>	7	67	**	CCC	8	5	–
	<i>Poa trivialis</i>	33	100	***	CC	6	7	–
	<i>Polygonatum multiflorum</i>	33	67	*	CC	2	5	forêt ancienne
	<i>Ranunculus repens</i>	0	73	***	CCC	6	7	–
	<i>Rumex obtusifolius</i>	0	33	*	CCC	7	6	culture
	<i>Scrophularia nodosa</i>	20	67	**	CC	4	6	–
	<i>Stachys sylvatica</i>	0	27	*	CC	4	7	forêt ancienne
	<i>Veronica serpyllifolia</i>	0	40	**	CC	–	5	prairie
	<i>Vicia sepium</i>	7	53	**	CC	–	5	ourlet

Les analyses conduites sur le sous-échantillon de lisières sans fossé (annexe 1, p. 403) révèlent les mêmes relations qu'avec l'échantillonnage complet si ce n'est une légère perte de significativité, ce qui est normal compte tenu des plus faibles effectifs. Pour le sous-échantillon de lisières sans talus et sans fossé (annexe 2, p. 404), nous voyons les corrélations renforcer la différenciation entre exposition chaude et fraîche pour quatre indices par rapport à l'échantillonnage total. Ainsi RS Annuelles, RS Culture et VI L de lumière sont plus élevées pour les lisières chaudes alors que la richesse spécifique des espèces de forêt ancienne est plus élevée pour les lisières fraîches. Si le fossé constitue un élément assez neutre ou d'une portée bien moindre que l'effet exposition, l'effet du talus est plus marqué et masque l'effet exposition pour certains indices.

DISCUSSION

De nos résultats, il ressort que l'exposition des lisières est un facteur déterminant de la richesse spécifique et fonctionnelle des lisières. Le tableau V (p. 398) reprend les 9 hypothèses de départ et statue quant à leur acceptation. Une hypothèse est acceptée sans restriction (Oui) lorsque la différence est significative pour la moyenne des relevés et lorsque la même tendance est observée soit pour le cumul des relevés, soit pour le nombre d'espèces préférentielles. Sinon, l'acceptation est partielle (différence significative seulement pour la moyenne des relevés) ou très partielle (tendance pour le cumul des relevés ou pour le nombre d'espèces préférentielles) ou rejetée (Non). Cette méthode d'acceptation privilégie les résultats concernant la moyenne des relevés qui constitue l'échelle la plus usitée par les gestionnaires.

Suivant les hypothèses acceptées sans restriction (Oui), une flore plus sciaphile, hygrophile et forestière est rencontrée sur les lisières fraîches alors que la flore des lisières chaudes est seulement plus xérophile. Cela dénote une plus grande spécialisation des communautés végétales des lisières fraîches ainsi que leur plus grand intérêt pour la biodiversité potentiellement sensible aux changements climatiques. Par contre, nous avons montré que si la lisière est propice à l'expression des espèces prairiales et d'ourlets, l'exposition ne semble que peu ou pas influencer leur répartition.

Dans le cas d'acceptation partielle ou très partielle des hypothèses, l'évidence scientifique des résultats est plus discutable. Toutefois, nous pouvons dégager des tendances. Ainsi, nous montrons que les lisières forestières sont composées d'une flore plus psychrocline et plus riche en espèces de forêt ancienne en exposition fraîche contre une flore plus héliophile, thermophile et des cultures en exposition chaude. Ces observations semblent confirmer le plus grand intérêt de la spécialisation des communautés végétales des lisières fraîches dans un contexte d'adaptation au réchauffement climatique.

Le fait que l'analyse excluant les lisières avec talus révèle une tendance à une plus forte richesse en espèces de forêt ancienne à l'avantage des lisières fraîches nous autorise à prédire l'obtention d'une différence significative à la faveur d'un échantillonnage complémentaire modéré. Par ailleurs, la liste d'espèces indicatrices de forêt ancienne utilisée (Hermy *et al.*, 1999) a été obtenue à l'échelle européenne et doit être considérée comme approximative en l'absence de validation pour la zone d'étude. L'avantage pour les espèces de forêt ancienne en exposition fraîche pourrait s'expliquer par un filtre microclimatique : les espèces de forêt ancienne sont généralement des espèces sciaphiles et hygrophiles (Hermy *et al.*, 1999). Par ailleurs, ces espèces de forêt ancienne ont généralement de faibles capacités de dispersion. Aussi, dans un contexte agricole où la forêt est très morcelée, les lisières en exposition fraîche pourraient avoir un rôle important dans le maintien et la progression de ces espèces.

TABLEAU V

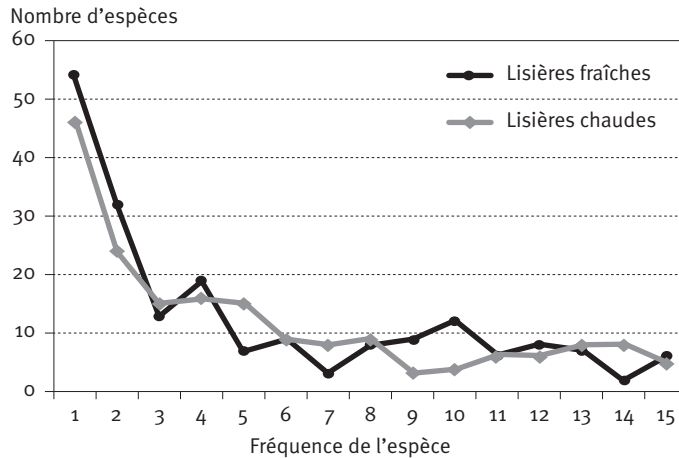
Acceptation des hypothèses

Les sous-hypothèses a et b explorent la réponse bipolaire sous-tendue par certaines hypothèses de départ figurant dans le tableau I (p. 389).

N°	Formulation des hypothèses	Acceptation	Commentaires
Richesse totale			
H1	Richesse spécifique plus élevée en exposition chaude	Discordance	Non pour la moyenne des relevés, inverse pour le cumul des relevés et oui pour le nombre d'espèces préférentielles
Différenciation floristique à signification écologique			
H2a	Flore plus héliophile en exposition chaude	Très partielle	Seulement pour le nombre d'espèces préférentielles. Acceptation plus forte après exclusion des lisières avec talus
H2b	Flore plus sciaphile en exposition fraîche	Oui	–
H3a	Flore plus thermophile en exposition chaude	Partiellement	Net pour la moyenne des relevés, peu perceptible pour le cumul des relevés et le nombre d'espèces préférentielles
H3b	Flore plus psychrocline en exposition fraîche	Très partielle	Oui avec VI T mais pas avec RS psychroclines. Il n'y a pas d'espèces de climat froid dans notre échantillon (T compris entre 5 et 8)
H4a	Flore plus xérophile en exposition chaude	Oui	Mais peu net pour le cumul des relevés
H4b	Flore plus hygrophile en exposition fraîche	Oui	–
Différenciation floristique suivant l'appartenance des espèces à des groupes biologiques			
H5a	Plus d'espèces à cycle court (annuelles) en position chaude	Très partielle	Seulement pour le nombre d'espèces préférentielles. Oui après exclusion des lisières avec talus
H5b	Plus d'espèces longévives et à développement aérien durable (ligneux) en exposition fraîche	Non	–
Différenciation floristique suivant l'appartenance des espèces à différents types d'habitats			
H6	Plus d'espèces de cultures en exposition chaude	Très partielle	Seulement pour le nombre d'espèces préférentielles. Oui après exclusion des lisières avec talus
H7a	Autant d'espèces prairiales sur les deux expositions	Oui	–
H7b	Autant d'espèces d'ourlets sur les deux expositions	Oui	–
H8	Plus d'espèces forestières en exposition fraîche	Oui	Peu net pour le nombre d'espèces préférentielles
H9	Plus d'espèces de forêt ancienne en exposition fraîche	Très partielle	Seulement pour le cumul des relevés mais de façon prononcée. Acceptation plus forte après exclusion des lisières avec talus

FIGURE 2

NOMBRE D'ESPÈCES PAR FRÉQUENCE D'OCCURRENCE
(nombre de relevés où l'espèce a été notée),
D'UNE PART POUR LES LISIÈRES CHAUDES D'AUTRE PART POUR LES LISIÈRES FRAÎCHES



Nous montrons également que la richesse en espèces ligneuses n'est pas influencée par l'exposition des lisières. Cependant, certaines d'entre elles, plutôt de landes ou fruticées, ont une préférence pour les ambiances chaudes (*Cytisus scoparius* et *Euonymus europaeus*).

Concernant la richesse spécifique totale, aucune tendance n'est dégagée pour la moyenne des relevés alors que pour le cumul des relevés celle-ci est sensiblement plus élevée pour les lisières fraîches et franchement plus faible pour les espèces préférentielles. Ces discordances pourraient venir du fait que les espèces des lisières fraîches comptent un plus grand nombre d'espèces peu fréquentes (observées dans un ou deux relevés), comme l'illustre la figure 2 (ci-dessus).

CONCLUSIONS

Dans l'ensemble, nos résultats militent pour un intérêt plus marqué des lisières en exposition fraîche pour la conservation d'une flore potentiellement sensible aux changements climatiques et à la fragmentation forestière. Cela semble valable aussi bien pour les lisières liées à certaines particularités (plus de fossés en exposition fraîche et plus de talus en exposition chaude), que pour les lisières vierges de ces singularités, les talus masquant cependant certaines différences.

Ces résultats offrent des pistes intéressantes pour la prise en compte des lisières forestières dans le cadre de la mise en œuvre des trames verte et bleue. Le fait d'avoir contrôlé plusieurs facteurs lors de la sélection des sites (une partie de région naturelle, un grand type de sol, un type de lisière) a permis de dégager facilement des résultats cohérents et intéressants. En raison de la logique d'agencement des réponses aux hypothèses, nous pensons que nos résultats demeurent pertinents pour les lisières abruptes entre forêt feuillue ancienne et culture, sur les sols légèrement acides des plaines et collines françaises en climat tempéré. Dans ce contexte, nous pouvons tirer de cette étude des enseignements utiles pour la gestion :

- Quelle que soit l'exposition, les lisières présentent un intérêt pour le maintien d'espèces d'ourlets et prairiales dans les paysages agricoles (Chevalier, 2013).

- Les lisières en exposition fraîche favorisent les espèces forestières, dont celles de forêt ancienne qui ont de faibles capacités de dissémination ; ces lisières pourraient être choisies en priorité pour renforcer la connectivité des habitats forestiers dans des paysages où les forêts anciennes sont fragmentées, Archaux *et al.* (2013) préconisant dans ce cas de privilégier l'accrétion forestière plutôt que la nucléation.

- Nous préconisons de faire évoluer les lisières abruptes vers des lisières à étagement progressif (Fichet *et al.*, 2011) sur cinq à six mètres de largeur. Cela aurait pour conséquence d'obtenir une gradation plus progressive des communautés végétales entre forêt et culture, se traduisant par une augmentation de la richesse spécifique et de la stabilité des habitats moins fragmentaires et mieux préservés des dérives des traitements agricoles. Si une telle inflexion semble conduire à un sacrifice non négligeable de surface de production forestière ou agricole dans des paysages à forêt fragmentée, comme dans le Gâtinais oriental, il semble qu'on puisse le minimiser dans le cas de lisières en exposition fraîche qui sont aussi les plus intéressantes à restaurer. En effet, dans la mesure où l'ombrage des arbres y affecte grandement la croissance de la culture sur plusieurs mètres (photo 3, ci-dessous), la perte agricole serait réduite. Nous avons d'ailleurs pu observer que, dans ces conditions, l'agriculteur travaille le sol et effectue les traitements phytosanitaires sur la zone concernée mais ne la sème pas toujours. La restauration des lisières forestières abruptes en exposition fraîche mériterait alors d'être encouragée lors de la mise en œuvre des nouvelles mesures agroenvironnementales et climatiques (MAEC) de la politique agricole commune (PAC).



Photo 3. En exposition fraîche, l'ombrage des arbres affecte grandement la croissance de la culture sur plusieurs mètres

(Photo R. Chevalier)

Cependant, nous devons être prudents pour la généralisation de nos résultats à d'autres contextes. Alignier *et al.* (2014) mentionnent que la variabilité de l'effet de lisière dépend à la fois de la taille du pool régional d'espèces et du degré de perturbation des habitats ouverts. Des études complémentaires sont donc nécessaires pour traiter la situation des lisières de forêt récente, plus progressives ou au contact d'autres usages agricoles, sur d'autres types de sols et dans d'autres contextes géographiques. Ce n'est qu'au prix d'un tel effort que nous saurons si nos résultats ont une portée plus générale ou s'il est nécessaire de les moduler en fonction du contexte.

Richard CHEVALIER – Frédéric ARCHAUX

Irstea
UR EFNO
Domaine des Barres
F-45290 NOGENT-SUR-VERNISSON
(richard.chevalier@irstea.fr)
(frederic.archaux@irstea.fr)

Audrey ALIGNIER

INRA
UR 0980 SAD Paysage
65 rue de St Brieuc – CS 84215
F-35042 RENNES CEDEX
(audrey.alignier@rennes.inra.fr)

Émilie ANDRIEU

INRA
UMR 1201 DYNAFOR
Auzeville BP 52627
F-31326 CASTANET-TOLOSAN CEDEX
(emilie.andrieu@toulouse.inra.fr)

Remerciements

Cette étude a été réalisée dans le cadre du programme « Biodiversité Gestion forestière & Politiques publiques » du GIP ECOFOR et a été soutenue par le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, contrat MEDDE/MAAF : 10-MBGD-BGF-4-CVS-o84.

BIBLIOGRAPHIE

- ALIGNIER (A.), ALARD (D.), CHEVALIER (R.), CORCKET (E.). — Can contrast between forest and adjacent open habitat explain the edge effects on plant diversity? — *Acta Botanica Gallica: Botany Letters*, vol. 161, n° 3, 2014, pp. 253-259.
- ARCHAUX (F.) (coord.), BERGÈS (L.), BOUGET (C.), BRIN (A.), CHAUCHARD (S.), DAUFFY-RICHARD (E.), DUBS (F.), DUPOUEY (J.-L.), SEVRIN (E.). — Dispersion et persistance de la biodiversité dans la trame forestière (DISTRAFOR). — Rapport final. Programme BGF ECOFOR. Contrat MEDDE/MAAF : 10-MBGD-BGF-2-CVS-103. — Nogent-sur-Vernisson : Irstea, 2014. — 122 p.
- CADENASSO (M.-L.), TRAYNOR (M.-M.), PICKETT (S.-T.-A.). — Functional location of forest edges: gradients of multiple physical factors. — *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 27, 1997, pp. 774-782.
- CHEN (J.), FRANKLIN (J.-F.), SPIES (T.-A.). — Growing-season microclimatic gradients from clearcut edges into old-growth Douglas-fir forests. — *Ecological Applications*, vol. 5, n° 1, 1995, pp. 74-86.
- CHEVALIER (R.). — Entre champ de colza et forêt : la flore des lisières. Premiers résultats d'une étude menée dans le Gâtinais du Loiret (45). — *Symbioses, nouvelle série*, vol. 30, 2013, pp. 27-32.
- CHEVALIER (R.), BERTHELOT (A.), CARNNOT-MILARD (L.), DUPREZ (M.), GALLAND (M.), GAUDIN (S.), PERRIER (C.). — La Flore des forêts anciennes. Validité et utilité pour la conservation des forêts alluviales de Champagne. — *Symbioses*, n° spécial 24, 2009, pp. 4-12.
- CHEVALIER (R.), GAUTIER (G.), ARCHAUX (F.). — Relevés floristiques pour le suivi de la biodiversité végétale des écosystèmes forestiers : éléments de réflexion pour faire les bons choix. — *Revue forestière française*, vol. LXII, n° 2, 2010, pp. 141-154.

- CORDIER (J.), DUPRÉ (R.), VAHRAMEEV (P.). — Catalogue de la flore sauvage de la région Centre. — *Symbioses, nouvelle série*, vol. 26, 2010, pp. 36-84.
- DECONCHAT (M.), OUIN (A.), ANDRIEU (E.). — BILISSE : La biodiversité des lisières forestières. — Rapport final. Programme BGF ECOFOR. Contrat MEDDE/MAAF : 10-MBGD-BGF-4-CVS-o84. — Castanet Tolosan : UMR1201 Dynafor, INRA-INPT, 2014. — 82 p.
- DELPECH (R.), DUMÉ (G.), GALMICHE (P.). — Typologie des stations forestières. Vocabulaire. — Paris : Institut pour le développement forestier, 1985. — 243 p.
- ELLENBERG (H.), WEBER (H.-E.), DÜLL (R.), WIRTH (V.), WERNER (W.), PAULIBEN (D.). — Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. — Göttingen : Verlag Goltze, 1992. — 248 p.
- FICHEFET (V.), BRANQUART (E.), CLAESSENS (H.), DELESCAILLE (L.-M.), DUFRÊNE (M.), GRAITSON (E.), PAQUET (J.-Y.), WIBAIL (L.). — Milieux ouverts forestiers, lisières et biodiversité. De la théorie à la pratique. — Publication du Département de l'Étude du Milieu Naturel et Agricole, Série « Faune – Flore – Habitat ». — Gembloux : SPW-DGARNE, 2011. — 184 p.
- HERMY (M.), HONNAY (O.), FIRBANK (L.), GRASHOF-BOKDAM (C.), LAWESSON (J.-E.). — An ecological comparison between ancient and other forest plant species of Europe, and the implications for forest conservation. — *Biological Conservation*, vol. 91, n° 1, 1999, pp. 9-22.
- IFN. — Inventaire forestier départemental. Loiret. 3^e inventaire 2006. — Nogent-sur-Vernisson : Inventaire forestier national, 2008. — 138 p.
- JAUZEIN (P.). — Flore des champs cultivés. — Paris, Vélizy-Villacoublay : INRA ; SOPRA, 1995. — 898 p.
- JULVE (P.). — Baseflor. [En ligne] disponible sur : <http://perso.orange.fr/philippe.julve/catminat.htm> (Consulté en 2007).
- MURCIA (C.). — Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. — *Trends in ecology & evolution*, vol. 10, n° 2, 1995, pp. 58-62.
- OTTO (H.-J.). — L'Écologie forestière. — Paris : Institut pour le développement forestier, 1998. — 397 p.
- PELLISSIER (V.), BERGÈS (L.), NEDELTCHEVA (T.), SCHMITT (M.-C.), AVON (C.), CLUZEAU (C.), DUPOUEY (J.-L.). — Understorey plant species show long-range spatial patterns in forest patches according to distance-to-edge. — *Journal of Vegetation Science*, vol. 24, 2013, pp. 9-24.
- RAMEAU (J.-C.), MANSION (D.), DUMÉ (G.), TIMBAL (J.), LECOINTE (A.), DUPONT (R.), KELLER (R.). — Flore forestière française. Guide écologique illustré. Tome 1 : Plaines et collines. — Paris : Institut pour le développement forestier, 1989. — 1785 p.
- RIES (L.), FLETCHER (R.-J.), BATTIN (J.), SISK (T.-D.). — Ecological responses to habitat edges: mechanisms, models, and variability explained. — *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, vol. 35, 2004, pp. 491-522.
- STRAYER (D.-L.), POWER (M.-E.), FAGAN (W.-F.), PICKETT (S.-T.), BELNAP (J.). — A classification of ecological boundaries. — *BioScience*, vol. 53, n° 8, 2003, pp. 723-729.
- VAHRAMEEV (P.), NOBILLIAUX (S.). — Liste des espèces végétales invasives de la région Centre. Version 2.2, janvier 2013. — Orléans : CBNBP, 2013. — 40 p.

ANNEXE 1 **Comparaison des lisières en exposition chaude (13 relevés)
et en exposition fraîche (9 relevés) suivant les 17 indices, pour la moyenne des relevés,
après exclusion des lisières avec fossé**

Les valeurs en gras présentent les résultats significatifs ou à tendance significative. Se référer au tableau I (p. 389) pour les codes des hypothèses. La colonne pKW 15/15 rappelle les seuils de signification obtenus avec l'ensemble des 30 lisières (tableau II, p. 393).

Indices et hypothèses			Moyenne ± Écart-type		pKW	pKW 15/15
	Indice	Hypothèses	Chaud	Frais		
Neutre	RS totale	H1	62,7 ± 9,8	64,1 ± 8,2	ns	ns
Écologique	VI L (lumière)	H2	6,24 ± 0,15	6,14 ± 0,22	ns	ns
	RS héliophiles	H2	6,9 ± 2,5	6,9 ± 2,1	ns	ns
	RS sciaphiles	H2	7,1 ± 2,3	9,6 ± 3,2	Tend	*
	VI T (température)	H3	5,78 ± 0,08	5,67 ± 0,05	**	***
	RS thermophiles	H3	4,6 ± 1,4	2,3 ± 0,9	***	***
	RS psychroclines	H3	16,8 ± 4,2	19,0 ± 3,6	ns	ns
	VI F (humidité sol)	H4	4,94 ± 0,20	5,29 ± 0,16	***	***
	RS xérophiles	H4	16,3 ± 2,8	11,3 ± 4,5	**	***
Biologique	RS hygrophiles	H4	9,1 ± 3,5	13,9 ± 2,6	**	***
	RS annuelles	H5	25,4 ± 6,2	21,6 ± 4,7	ns	ns
Habitat	RS ligneuses	H5	16,8 ± 2,2	17,0 ± 3,2	ns	ns
	RS culture	H6	22,8 ± 6,4	19,2 ± 5,5	ns	ns
	RS prairie	H7	4,3 ± 2,2	4,6 ± 2,6	ns	ns
	RS ourlet	H7	7,6 ± 1,5	6,6 ± 2,0	ns	ns
	RS forêt	H8	11,3 ± 2,7	14,6 ± 4,2	Tend	*
	RS forêt ancienne	H9	4,3 ± 2,2	6,1 ± 3,6	ns	ns

*** : hautement significatif ($p \leq 0,001$), ** : très significatif ($p \leq 0,01$), * : significatif ($p \leq 0,05$), Tend : tendance ($p \leq 0,1$), ns : non significatif.

ANNEXE 2 **Comparaison des lisières en exposition chaude (6 relevés)**
et en exposition fraîche (9 relevés) suivant les 17 indices, pour la moyenne des relevés,
après exclusion des lisières avec fossé ou talus

Les valeurs en gras présentent les résultats significatifs ou à tendance significative. Se référer au tableau I (p. 389) pour les codes des hypothèses. La colonne pKW 15/15 rappelle les seuils de signification obtenus avec l'ensemble des 30 lisières (tableau II, p. 393). En grisé, les relations qui n'ont pas été identifiées sur l'ensemble des 30 lisières.

Indices et hypothèses			Moyenne ± Écart-type		pKW	pKW 15/15
	Indice	Hypothèses	Chaud	Frais		
Neutre	RS totale	H1	68,5 ± 10,1	64,1 ± 8,2	ns	ns
Écologique	VI L (lumière)	H2	6,36 ± 0,07	6,14 ± 0,22	Tend	ns
	RS héliophiles	H2	8,8 ± 2,3	6,9 ± 2,1	ns	ns
	RS sciaphiles	H2	6,5 ± 1,8	9,6 ± 3,2	*	*
	VI T (température)	H3	5,76 ± 0,08	5,67 ± 0,05	*	***
	RS thermophiles	H3	4,2 ± 1,3	2,3 ± 0,9	*	***
	RS psychroclines	H3	18,3 ± 4,8	19,0 ± 3,6	ns	ns
	VI F (humidité sol)	H4	5,03 ± 0,13	5,29 ± 0,16	**	***
	RS xérophiles	H4	16,0 ± 3,3	11,3 ± 4,5	*	***
Biologique	RS hygrophiles	H4	11,0 ± 3,1	13,9 ± 2,6	Tend	***
	RS annuelles	H5	30,3 ± 4,0	21,6 ± 4,7	**	ns
	RS ligneuses	H5	16,5 ± 1,6	17,0 ± 3,2	ns	ns
Habitat	RS culture	H6	27,8 ± 4,4	19,2 ± 5,5	**	ns
	RS prairie	H7	3,8 ± 2,4	4,6 ± 2,6	ns	ns
	RS ourlet	H7	7,7 ± 1,8	6,6 ± 2,0	ns	ns
	RS forêt	H8	10,8 ± 3,1	14,6 ± 4,2	Tend	*
	RS forêt ancienne	H9	3,2 ± 1,9	6,1 ± 3,6	Tend	ns

*** : hautement significatif ($p \leq 0,001$), ** : très significatif ($p \leq 0,01$), * : significatif ($p \leq 0,05$), Tend : tendance ($p \leq 0,1$), ns : non significatif.

EFFET DE L'EXPOSITION SUR LA RICHESSE ET LA COMPOSITION FLORISTIQUE DES LISIÈRES FORESTIÈRES DANS LE GÂTINAIS ORIENTAL (LOIRET) (Résumé)

Dans la région naturelle du Gâtinais oriental (Loiret), trente lisières abruptes entre forêt ancienne et champ de colza ont été étudiées. La moitié est en exposition fraîche alors que l'autre moitié est en exposition chaude. Un relevé de la flore vasculaire de 400 m² a été réalisé le long de chaque lisière. Les résultats montrent des différences en termes de richesse spécifique et de composition floristique. La flore des lisières en exposition fraîche est plus sciaphile, hygrophile et forestière que celle des lisières en exposition chaude, plus thermophile, xérophile et typique des milieux agricoles. Ces résultats suggèrent que les lisières en exposition fraîche seraient plus propices à la conservation des espèces sensibles aux changements climatiques et à la fragmentation forestière. Obtenus avec un dispositif pour lequel de nombreux facteurs ont été contrôlés, ces résultats mériteraient d'être confrontés à d'autres contextes de types de lisières pour en valider le caractère générique.

EFFECT OF EXPOSURE ON THE FLORISTIC RICHNESS AND COMPOSITION AT FOREST MARGINS IN THE EASTERN GATINAIS AREA (LOIRET) (Abstract)

In the natural area of Eastern Gâtinais (Loiret), thirty abrupt margins between ancient forests and rapeseed fields were studied. Half of these were in a cool exposure while the other half was subject to a warm exposure. A survey of the vascular flora on 400 m² was conducted along each edge. The results show up differences in terms of species richness and plant composition. The flora on the forest edges exposed to cool conditions is more shade-tolerant, hygrophilous and have more forest species than those of the edges exposed to warmer conditions, which tend to be more thermophilic, xerophilic and typical of farmed environments. These results suggest that forest edges in a cool exposure have a greater propensity to preserving species sensitive to climate change and to forest fragmentation. The experimental system used to achieve these results covers a very broad range of factors and would benefit from a comparative application in different forest edge margin types so as to validate its overall applicability.
