

SV-J2-2

Populations et écosystèmes

Diversité des relations interspécifiques et conséquences sur la structure de l'écosystème

Au sein d'une biocénose, les êtres vivants interagissent les uns avec les autres. Entre individus d'une même population, il s'agit de **relations intraspécifiques** (interactions liées à la reproduction, relation de facilitation, compétition intraspécifique). Les individus d'espèces différentes entretiennent diverses **relations interspécifiques**. Souvent, ces interactions modifient l'accès d'une population aux ressources nutritives (relation trophique). Elles régulent ainsi le fonctionnement des populations et ajustent leurs dynamiques.

- *Quelles ont les conséquences des relations interspécifiques sur l'écosystème ?*

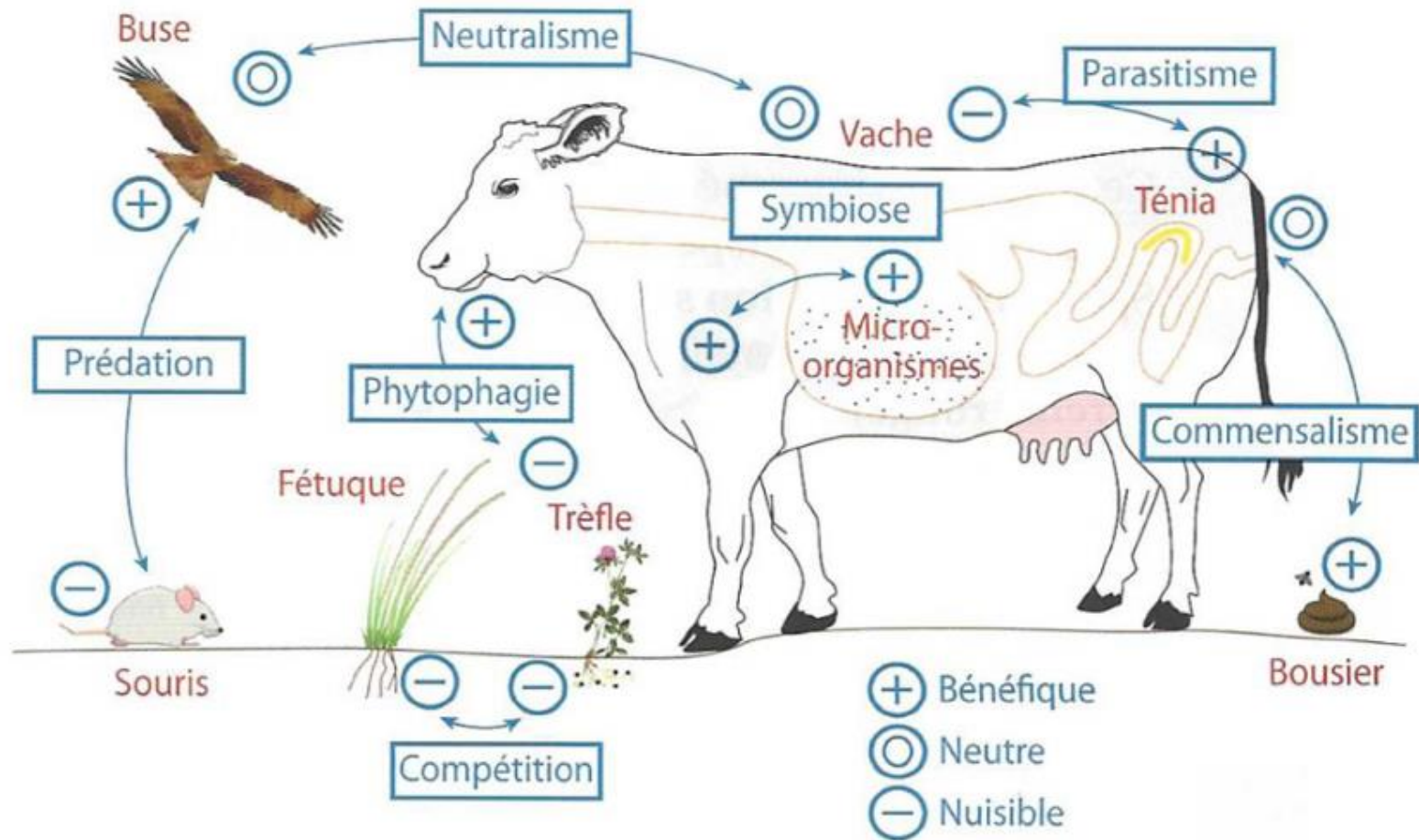
I - AU SEIN DE L'ECOSYSTEME, LES ESPECES ENTRETIENNENT ENTRE ELLES DES RELATIONS VARIEES QUI AFFECTENT LA VALEUR SELECTIVE (FITNESS) DES ORGANISMES ET LA STRUCTURE DE LEUR POPULATION

Une relation interspécifique peut entraîner des conséquences en termes de viabilité ou /et de reproduction. Un individu consommé par un prédateur avant de se reproduire ne pourra pas transmettre son génome...Le prédateur lui bénéficiera d'un apport nutritif et aura davantage de chance de transmettre son patrimoine génétique... Cette capacité à survivre détermine le fitness (w) ou valeur sélective

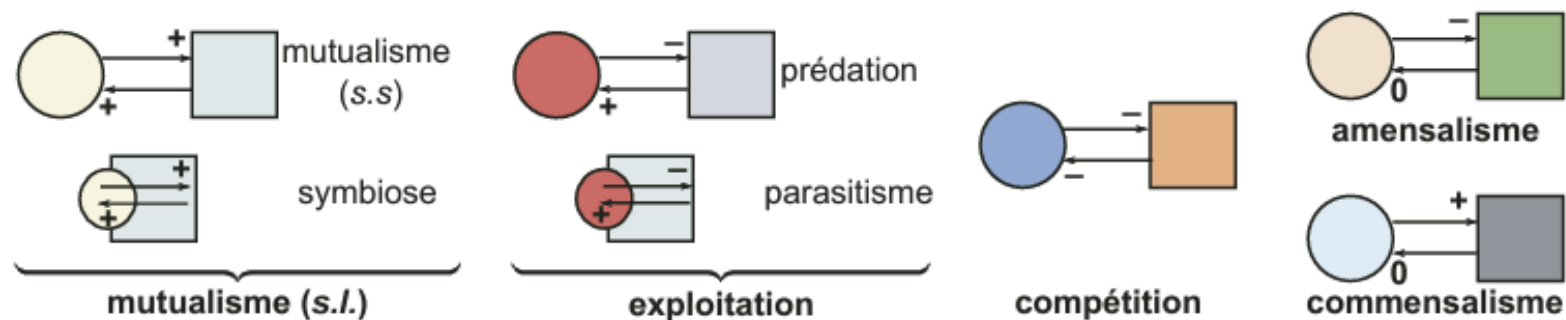
Classification des interactions interspécifiques sur le fitness

$$\text{Fitness(valeur sélective)} = v(\text{viabilité}) \times f(\text{fécondité})$$

Doc 1 : panorama des différentes relations interspécifiques



Type de relation interspécifique	Fitness de l'espèce A	Fitness de l'espèce B	Exemple de la prairie
Exploitation : parasitisme, prédation, phytophagie	+	— (proie, hôte)	Tique/vache Rapace/passereau Vache/Poacée
Mutualisme : coopération, symbiose	+	+	Angiosperme/insecte pollinisateur Fabacée/ <i>Rhizobium</i>
Commensalisme	+	0	Bousier/vache
Compétition	—	—	Entre Poacées
Amensalisme	0 (source)	— (cible)	Piétinement : vache/Poacée
Neutralisme	0	0	Rapace/vache



Les grands types de relations interspécifiques.

Effets sur la valeur sélective de l'espèce + : augmentation ; - diminution ; 0 : sans effet.

Bien que polysémique, le mot symbiose est définie ici comme un cas de mutualisme ou les partenaires vivent ensemble (durablement)

L'association est **obligatoire** pour une espèce (en rouge) si aucun individu de l'espèce ne peut vivre sans cette association, **facultative** dans le cas contraire.

Doc 2 : Symbioses entre êtres vivants de l'écosystème prairie

Bénéfices pour A	Bénéfices pour B	Particularités de la relation
Bovin <i>Digestion de la cellulose ; apport en azote</i>	Microbiote du rumen (bactéries, mycètes et ciliés) <i>Protection, apport de nutriments organiques</i>	La vache contamine son veau en le léchant
Racines des herbacées <i>Collecte de l'eau et des ions minéraux du sol</i> <i>Protection contre des pathogènes</i>	Champignons mycorhiziens (<i>Glomus</i>) <i>Apport de nutriments organiques</i>	Colonisation des racines en développement
Fabacées Nutrition minérale azotée (NH_4^+)	<i>Rhizobium</i> <i>Protection, apport de nutriments organiques</i>	Colonisation des racines en développement Association relativement spécifique
Archées méthanogènes Approvisionnement en H_2 et CO_2 , substrats de la réaction méthanogène	Microorganismes fermentaires (ciliés, eubactéries) Levée de l'inhibition des fermentations par H_2 (produit de la réaction)	Nutrition d'une espèce grâce aux déchets du métabolisme d'une autre espèce : syntrophie .

B. Coopération transitoire, pendant une fraction du cycle de vie des partenaires

Ex : angiospermes entomophiles, comme la sauge, et les insectes pollinisateurs qui contribuent à la fécondation croisée. En échange, les insectes pollinisateurs trouvent sur la plante une source de nourriture (pollen, nectar) et parfois même un lieu de ponte. La relation entre les animaux frugivores et les plantes dont ils disséminent les semences constitue un autre exemple de coopération transitoire

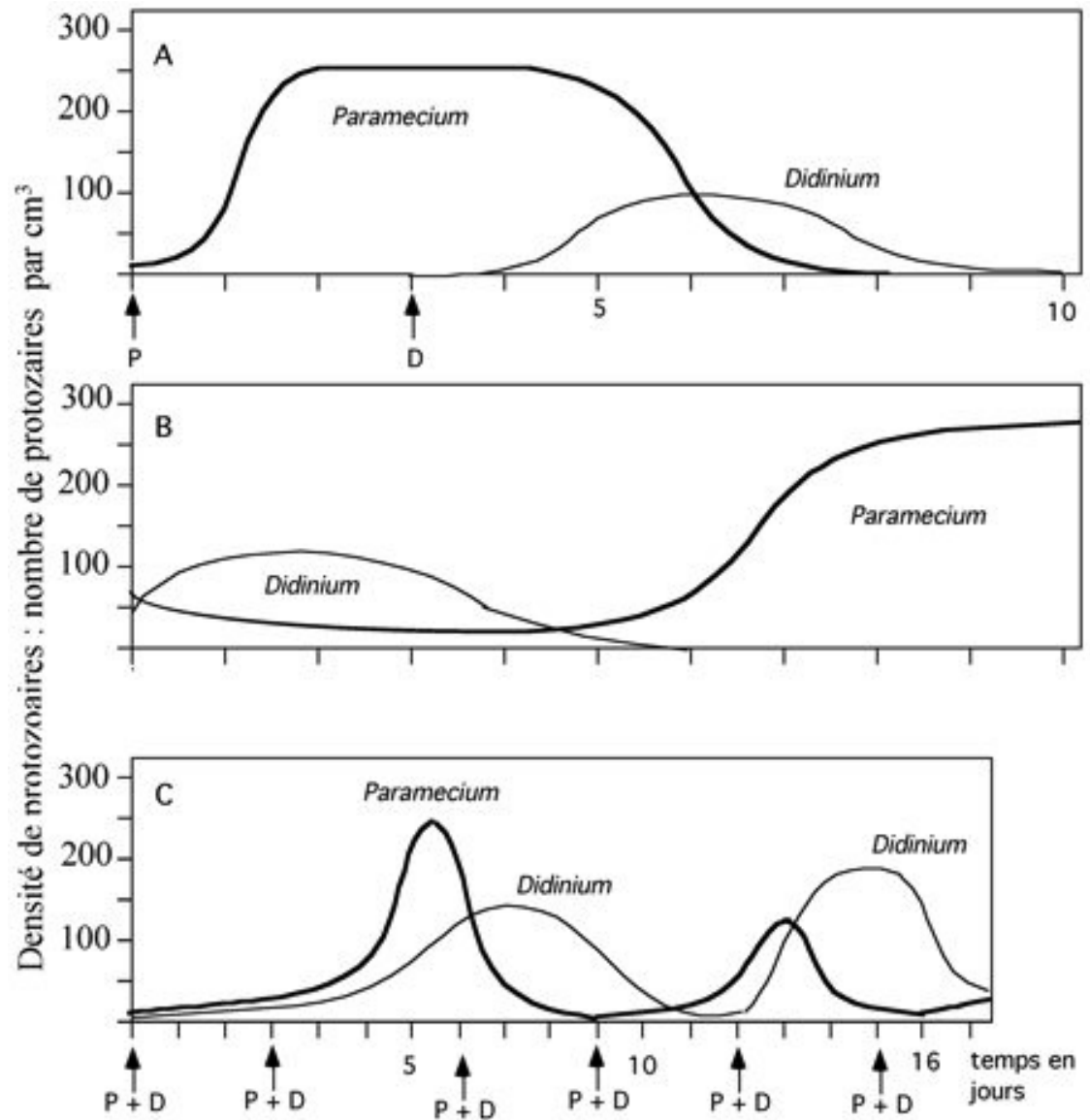
C. Dans le mutualisme, les partenaires augmentent leurs valeurs sélectives respectives

Dans une relation mutualiste, les effets positifs bilatéraux d'une espèce sur une autre se réalisent généralement à travers une augmentation de la **disponibilité des ressources nutritives** et de **différentes autres manières** :

- Insecte = relation trophique avec les Fabacées (nectar <- nectaires ; pollen)
Fabacée = assurance d'une fécondation croisée -> limite l'homozygotie -> « vigueur hybride »
- Protection contre un facteur écologique contraignant de l'environnement (protection thermique pour les endosymbiontes d'animaux endothermes, contre O₂ de l'air pour les endosymbiontes anaérobies, contre les pathogènes des plantes par les champignons mycorhiziens) ;
- Transport des structures reproductrices des végétaux (pollen, graines dans les toisons ou les bouses).

I.2 Relation trophique +/- : prédation (au sens large, s.l.)

Doc 3 : Expérience de Gause : Didinium et Paramecium



On nomme **prédation**, au sens large, toute relation entre un organisme mangeur, le **prédateur**, et celui qui est mangé, sa **proie**. Ainsi, tous les **hétérotrophes** (*i.e.* consommateurs) autres que les décomposeurs (qui prélèvent de la matière organique morte) sont des **prédateurs**, qu'ils soient herbivores/phytophages, carnivores/zoophages ou parasites. Les relations entre proie et prédateur déterminent le **fonctionnement et l'organisation des réseaux alimentaires ou trophiques**.

a) La phytophagie

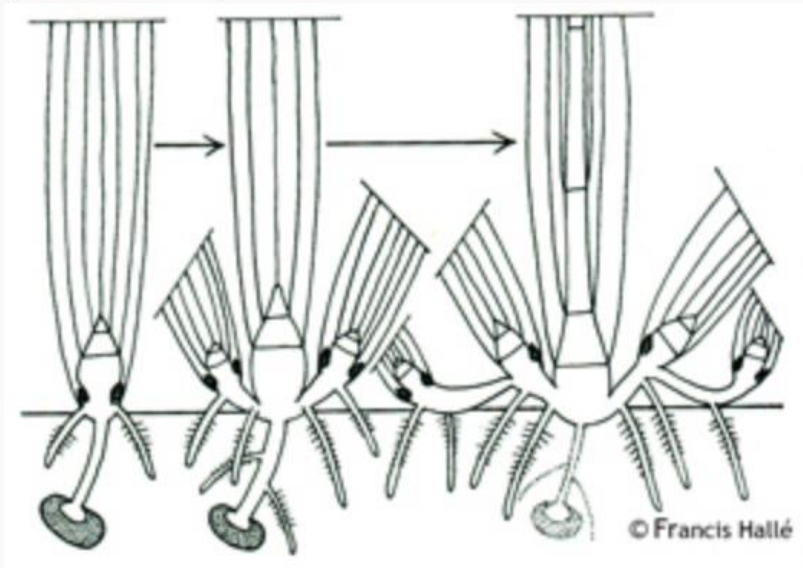


Doc 4 : Mesure de densité et masse de talles de ray-grass anglais dans des prairies fauchées ou pâturées

	Hauteur de coupe	Densité talles.m ⁻²	Masse de matière sèche des talles en g.m ⁻²
Fauchage	30 – 50 cm	8 330	548
Pâturage	3 cm	43 464	44
	6 cm	33 765	106
	9 cm	20 132	202
	12 cm	14 311	332

Le fauchage a lieu ponctuellement, le pâturage est continu

Les talles sont des tiges secondaires, munies de leurs propres racines, qui naissent et se développent à la base de la tige principale à partir de bourgeons adventifs. Cela permet à la plante de produire de multiples tiges à partir de la plantule initiale, assurant ainsi la formation de touffes denses, et de repousser après avoir été broutées (ou tondues).



- A gauche, les talles sont à l'état de bourgeons à la base de l'axe 1. La graine est encore visible.
- Au centre on voit apparaître les talles correspondants aux axes 2. La graine est toujours visible.
- A droite, on voit apparaître les talles correspondants aux axes 3. L'axe 1 s'allonge; la graine a disparu.

Chaque talle possède son propre enracinement.

Le tallage est la pratique agricole ou horticole qui consiste à coucher les tiges principales des Poacées sur le sol afin d'augmenter le nombre de pousses.

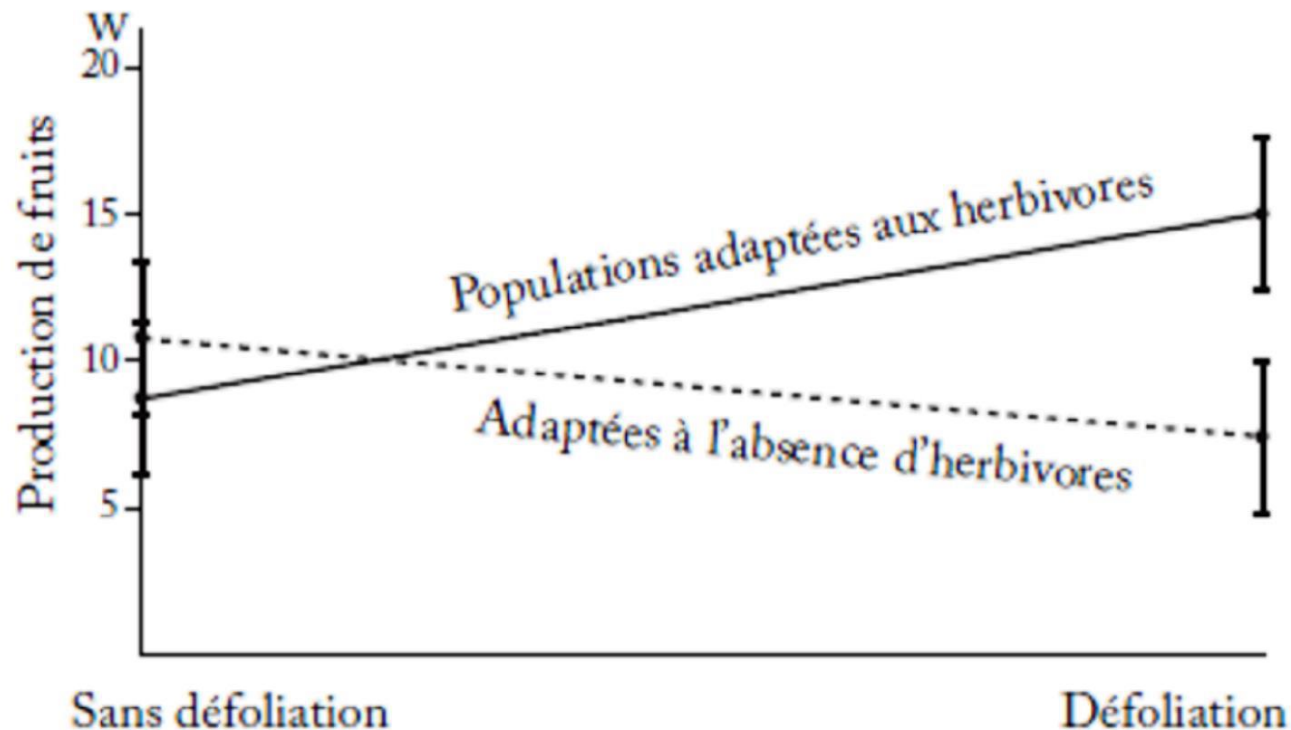
Doc 5 : Exemples d'effets de la phytophagie sur les populations

Mesure de la valeur sélective chez deux groupes de gentiane champêtre soumis à une défoliation d'intensité croissante

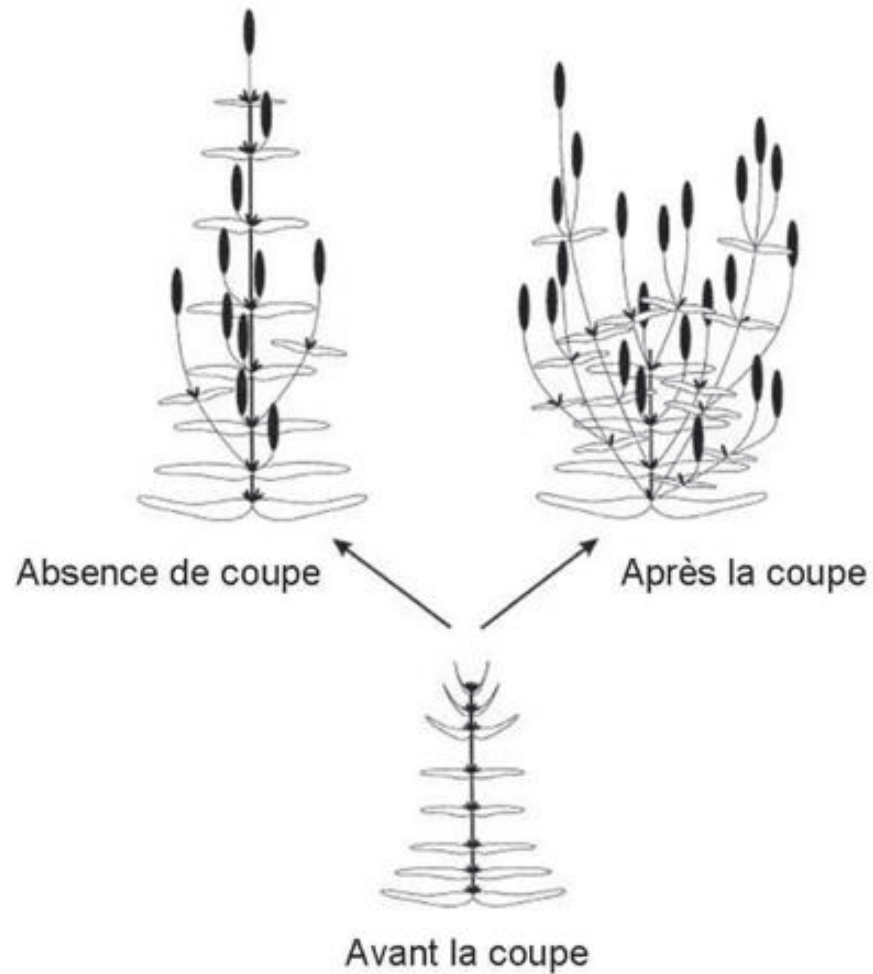
n= 5 pour la population adaptée à la présence d'herbivores

n=3 pour la population adaptée à l'absence d'herbivores

Les barres verticales indiquent l'erreur standard

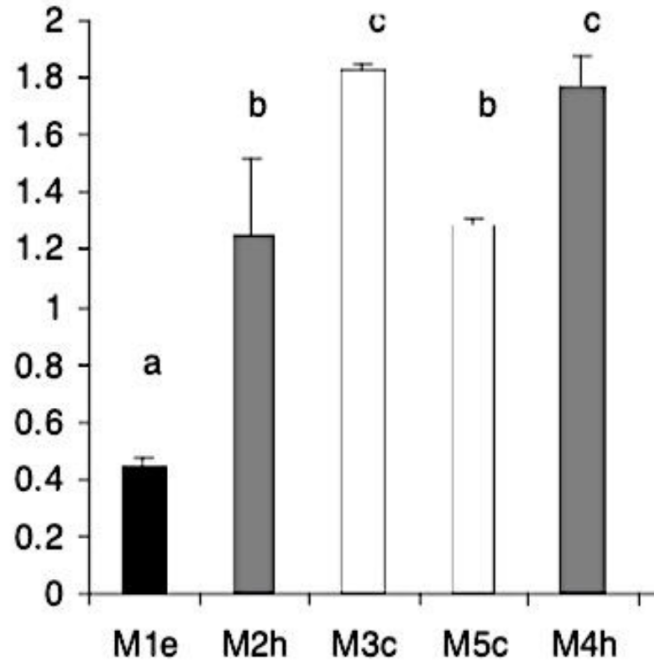


Réponse expérimentale à la coupe chez la gentiane champêtre.



Effets du pâturage sur la diversité spécifique

Indice de Shannon



Communauté de plantes herbacées mésophiles

M1e : prairie non pâturée

M2h : prairie faiblement pâturée par des chevaux

M3c : prairie faiblement pâturée par des vaches

M5c : prairie fortement pâturée par des chevaux

M4h : prairie fortement pâturée par des vaches

Effets du pâturage =

- **préférences qui modulent la communauté**
- **bouses ou crottins fertilisants**
- **piétinement**

Doc 6

Trois stratégies limitant les effets de l'herbivorie sur les plantes

Évitement	Défense	Tolérance
<i>Réduit la probabilité d'être trouvé par les phytophages</i>	<i>Réduit la qualité des tissus consommés par les phytophages</i>	<i>Réduit l'impact de la phytophagie sur la valeur sélective des plantes</i>
Production de plants de plus petite taille mais plus nombreux, port prostré en réponse à un prélèvement animal régulier (trèfle blanc)	Épines (chardon), poils, lignification (canche, nard raide) Composés chimiques toxiques (renoncule)	Activation de la croissance des végétaux broutés (<i>ray-grass anglais</i>). Activation, de la photosynthèse.

b) Le parasitisme

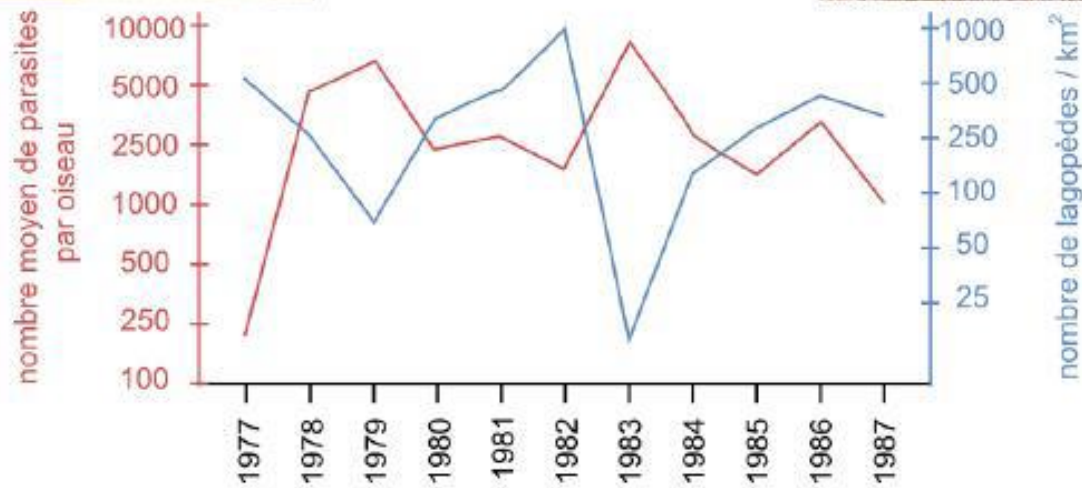
Relation **plus ou moins durable et intime à bénéfique unilatéral** : effet négatif pour l'hôte, le parasite vit aux dépens, et rend malade ou moins fertile l'hôte. En l'absence d'hôte, le parasite ne peut survivre.

Exemples : La vache = hôte peut héberger divers organismes comme les tiques sur sa peau, ou dans son organisme (comme la douve du foie, ou des vers gastro-intestinaux comme les ténias ou les strongles) : source de nourriture et milieu de vie voire de reproduction.

Le mildiou : La luzerne ou le trèfle peuvent être infectés par des champignons (au sens écologique du terme, organismes hétérotrophes filamenteux) pathogènes.

Comme dans certaines endosymbioses, l'hôte parasité exprime un phénotype nouveau qui résulte de l'expression conjointe de son génome propre et de celui de l'organisme qu'il héberge.

Doc 7 : La relation entre l'état d'infestation par un ver parasite (le nématode *Trichostrongylus tenuis*) et la dynamique de la population de son hôte, une perdrix vivant en Grande Bretagne, le lagopède d'Ecosse, a été suivie pendant 10 ans.



c) La prédation (s.s) : une relation mangeur-mangé

Un prédateur est un organisme vivant qui met à mort des proies pour s'en nourrir ou pour alimenter sa progéniture. En général les prédateurs s'en prennent aux animaux faibles ou malades.

Le prédateur est généralement un stratège K alors que la proie est souvent un stratège r.

Dans la prédation, la valeur sélective de la proie diminue, mais seulement si la population de proies est faible

1.3. Relation –/– : compétition interspécifique

La **compétition** : deux espèces se disputent des ressources essentielles à leur survie et leur reproduction. La **compétition** est une interaction entre deux espèces partageant des ressources limitées qui est négative pour au moins l'un des deux protagonistes. La compétition interspécifique modifie la fitness des partenaires et peut aboutir à l'exclusion compétitive.

Quand la diminution de valeur sélective est plus importante pour l'une des deux espèces, la compétition est **asymétrique**. Lorsque l'une des espèces est totalement absente en situation de compétition, on parle **d'exclusion compétitive**

A- Compétition par exploitation d'une ressource

Dans ce cas, la relation se fait par l'intermédiaire de la quantité de ressources encore disponibles pour les individus d'une espèce A après consommation par les individus d'une autre espèce B.

Ex 1 : Le territoire des chevreuils diminue au fur et à mesure que celui des cerfs augmente jusqu'à disparaître entièrement

Ex 2 : Les espèces prairiales sont en compétition pour **la lumière ou pour l'azote**. Ainsi entre deux fauches, la végétation va s'accumuler progressivement et entraîner une fermeture du couvert à l'origine d'une compétition pour la lumière de plus en plus importante. Les espèces à croissance rapide auront un avantage compétitif et limiteront le développement des espèces à croissance plus lente ; la richesse spécifique diminue par rapport à celle de prairies pâturées. Ainsi, le mode de gestion de la prairie, qui influence la disponibilité des ressources (lumière, azote) pour les différentes espèces, détermine l'importance de la compétition interspécifique, tout comme celle de la compétition intraspécifique.

Doc 8 : Compétition pour l'accès à la lumière entre végétaux.

Les feuilles font obstacle à la diffusion de la lumière

Energie solaire et effet de la couverture végétale, en forêt d'arbres à feuilles décidues (A) et en prairie (B)

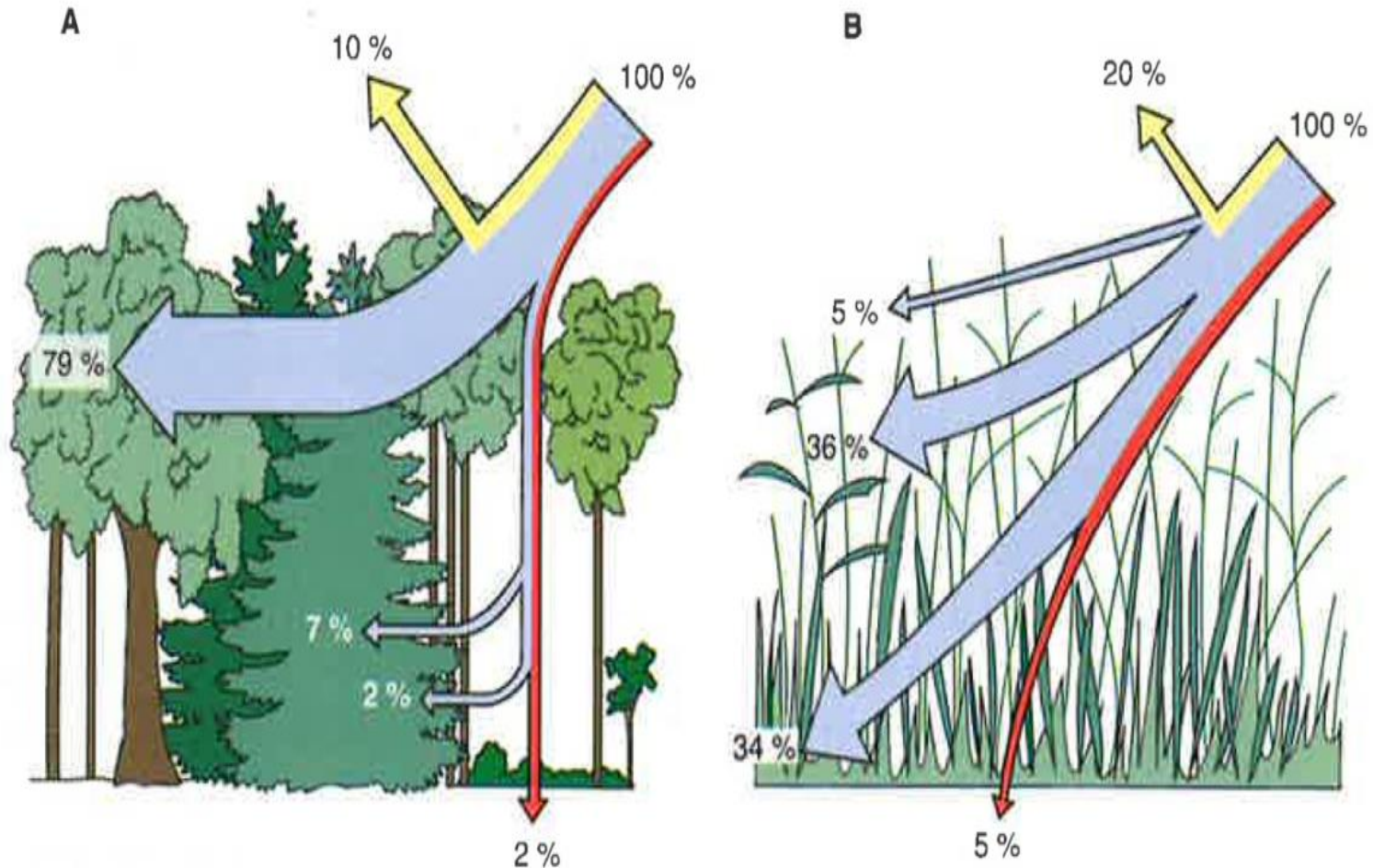
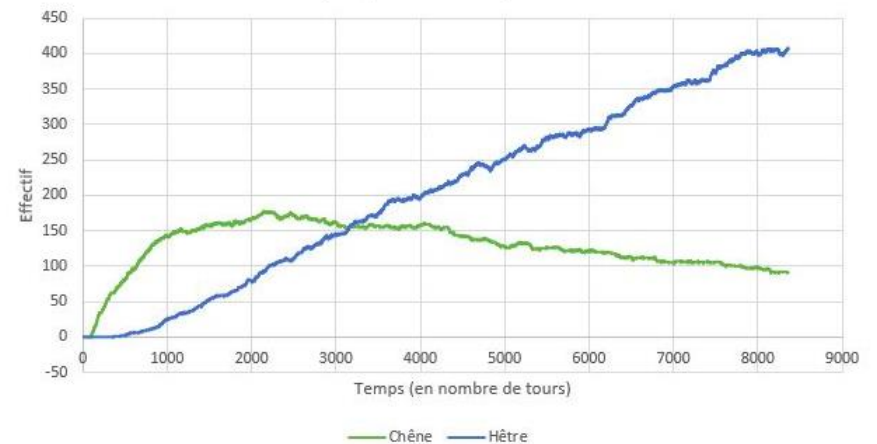
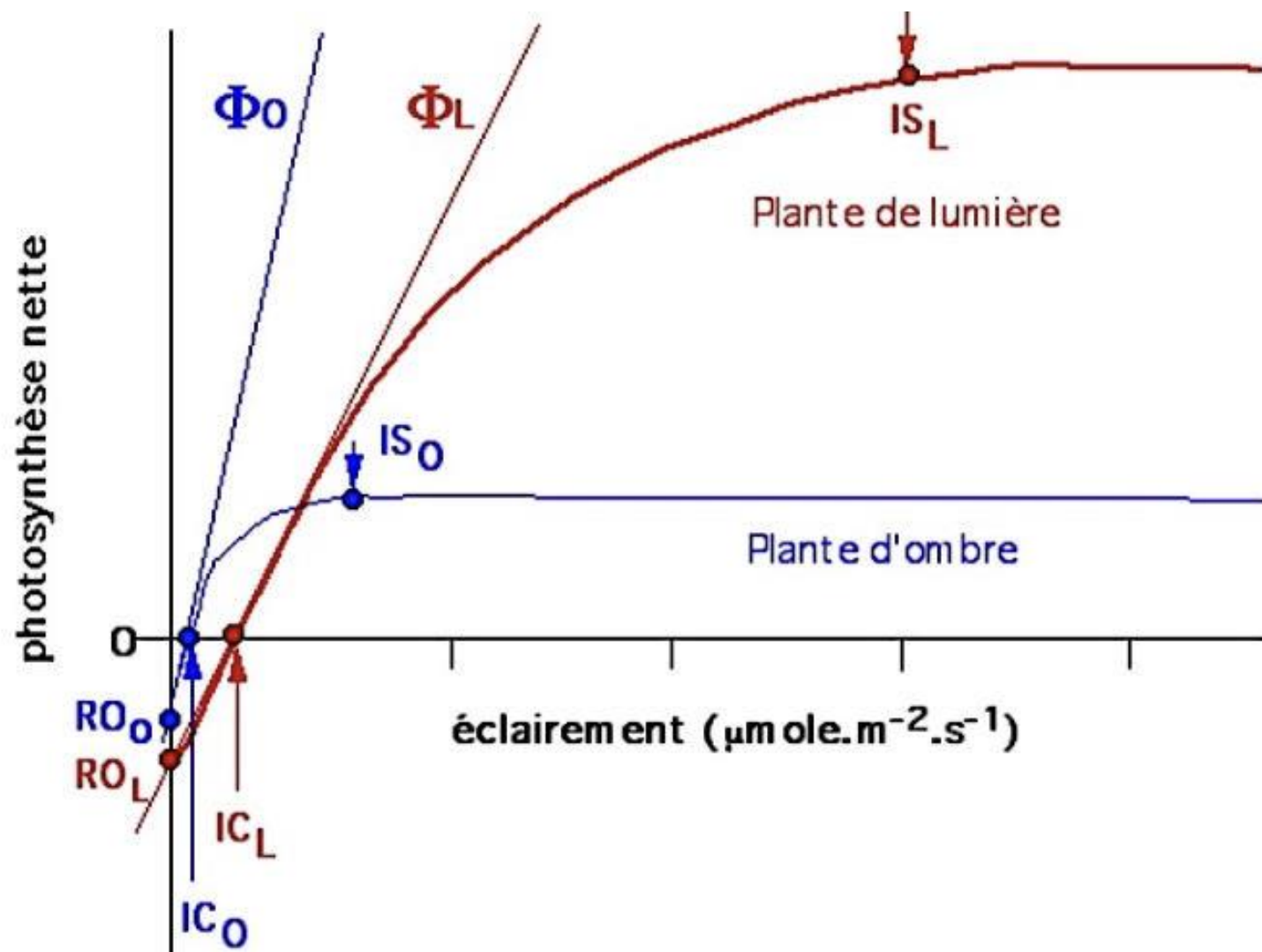
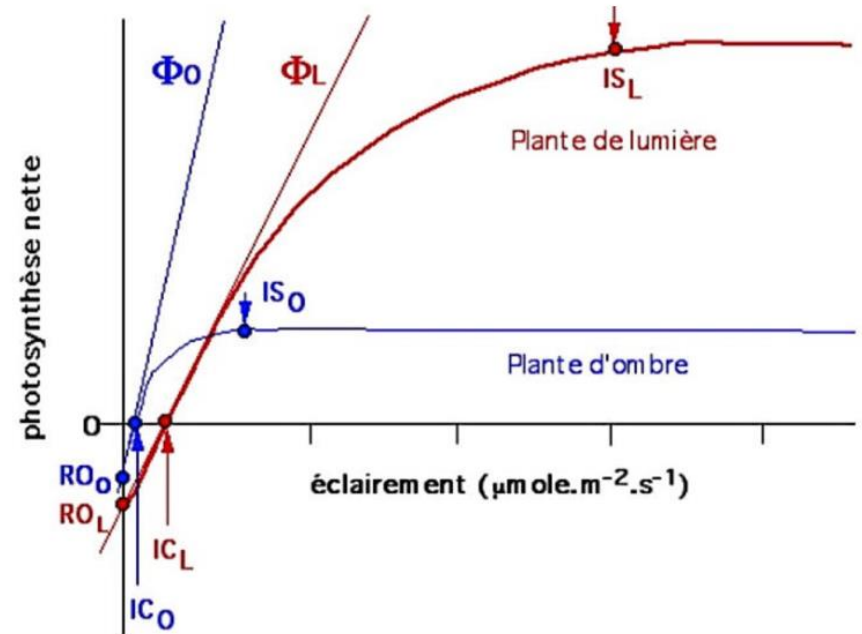


Tableau 8 : éclaircissement relatif sous le couvert forestier pour diverses essences (d'après Kimmins 1987)		
	Hiver	Été
	(%)	(%)
Hêtre	26 - 66	2 - 40
Chêne	43 - 69	3 - 35
Frêne	39 - 80	8 - 60
Bouleau	non mesuré	20 - 30
Forêts tropicales humides	0,2 - 2,0	
Pin		11 - 13
Épicéa		2 - 3
Sapin		2 - 20

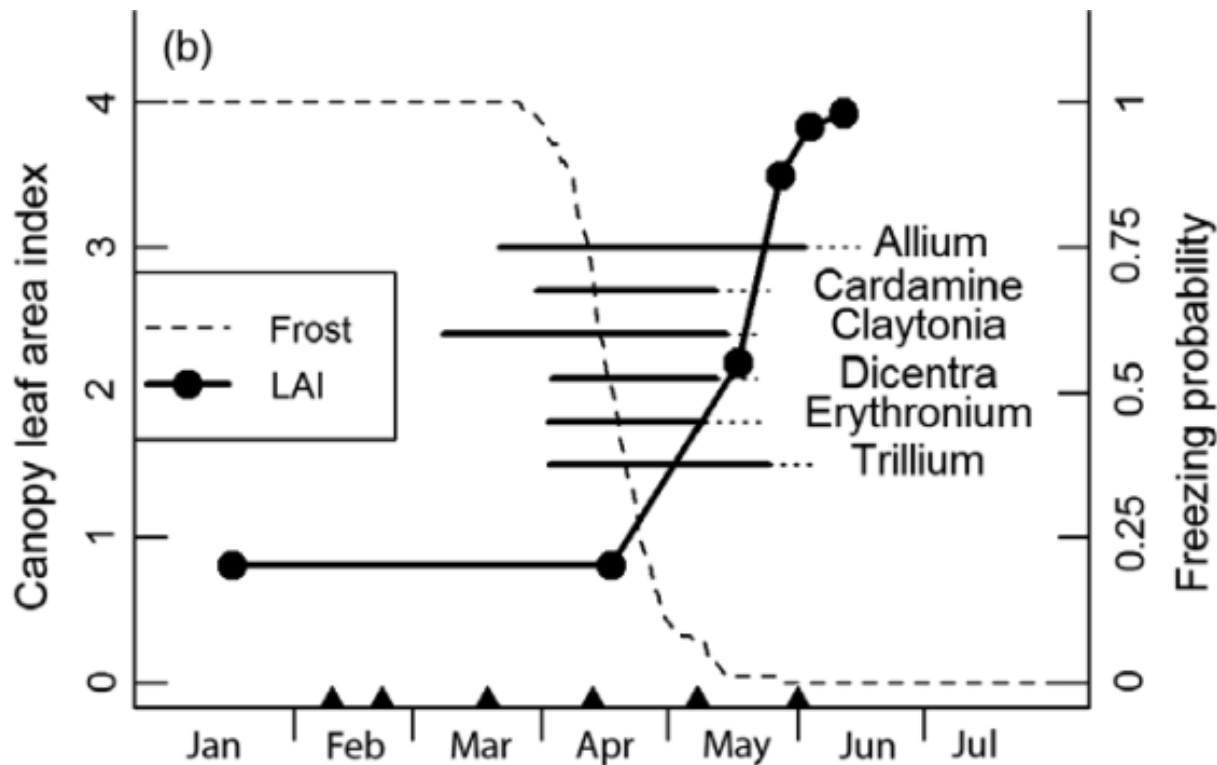
Evolution des populations de hêtres et de chêne au cours du temps après une coupe claire







Plantes d'ombre plus performantes à faible luminosité
que les plantes de lumière



Les herbacées de forêt caducifoliée (= arbres qui perdent leurs feuilles l'hiver) se développent très tôt au printemps, lorsque les feuilles des arbres ne se sont pas encore développées : c'est une adaptation à la compétition interspécifique pour la lumière

- La compétition pour la lumière limite la croissance des espèces héliophiles en sous-bois
- La compétition pour la lumière détermine les successions végétales forestières et la stratification verticale

B- Compétition par interférence

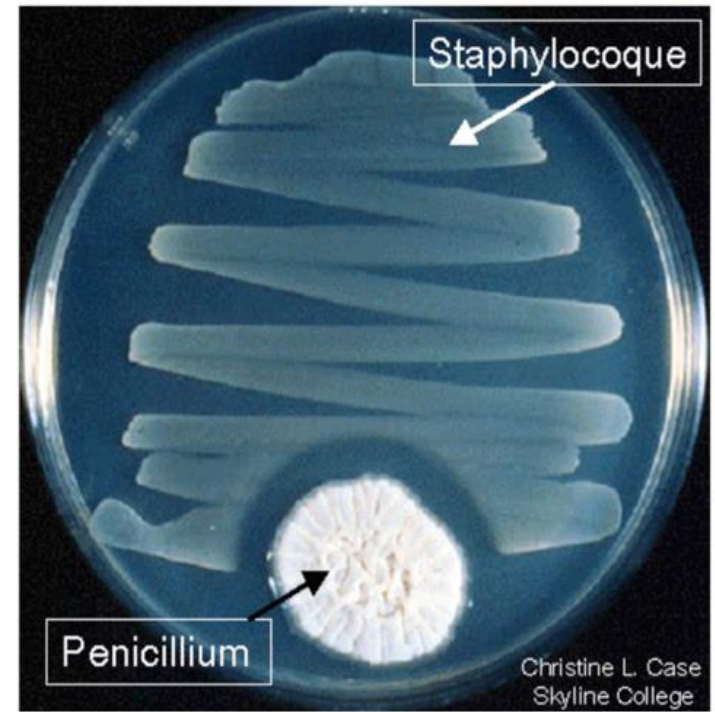
- Certains microorganismes du sol (champignons, actinobactéries) sécrètent des substances **antibiotiques**, toxiques pour d'autres microorganismes susceptibles d'utiliser les mêmes ressources. Cette compétition par interférence est **asymétrique**.
- Chez les plantes, on parle d'**allélopathie**. En prairie, une espèce comme la piloselle (petite composée jaune avec des feuilles en rosette) émet par ses racines des toxines qui inhibent la croissance racinaire des autres espèces. L'allélopathie, associée à une importante multiplication végétative, lui permet de se développer rapidement en couvrant le sol et d'aboutir à un **peuplement monospécifique**.
Autre exemple : sécrétion de composés toxiques par les racines (juflone) de noyer et limitation de la croissance des végétaux à côté.
- D'autres formes de compétition : les micro-organismes entrent en compétition par **antibiose**

Doc 9 : La découverte accidentelle du premier antibiotique : en 1928, le docteur Alexander Fleming, de retour de vacances, retrouve son laboratoire, à Londres. Il constate que les boîtes de pétri, où il faisait pousser des Staphylocoques, ont été envahies par des colonies d'un blanc verdâtre. Elles ont été contaminées par les souches d'un champignon microscopique, le Penicillium notatum, qu'utilise son voisin de paille!

Avant de les jeter, Fleming s'aperçoit qu'autour des colonies, le staphylocoque ne pousse pas ! Il émet alors l'hypothèse qu'une substance sécrétée par le champignon en est responsable. Il l'appelle aussitôt «pénicilline», mais il ne pense pas à l'utiliser en médecine.

Howard Walter Florey découvre ses propriétés médicales en 1940, et elle commence à être produite aux USA en grande quantité durant la seconde guerre mondiale, selon le procédé du chimiste Ernst Chain.

Les trois hommes ont eu le prix Nobel en 1945.



. Des relations parfois difficiles à caractériser

Au-delà des exemples caricaturaux, il existe des cas intermédiaires. Par exemple, une relation réputée mutualiste peut tendre vers le parasitisme, si l'un des partenaires en tire davantage profit que l'autre dans un contexte particulier

De symbiose à parasitisme selon les conditions du biotope

Dans un sol riche en azote, la bactérie Rhizobium se comporte comme un parasite dans les nodosités des Fabacées.

De neutralisme à compétition selon le stade de développement

Un jeune épicéa n'a pas de conséquence sur le développement des framboisiers, tant que sa taille ne fait pas d'ombre au sol forestier.

Un épicéa de grande taille est compétitif et exclut le framboisier

II - LES RELATIONS INTERSPECIFIQUES MODULENT LA NICHE ECOLOGIQUE : NICHE ECOLOGIQUE POTENTIELLE ET NICHE ECOLOGIQUE REALISEE

II.1 - La niche écologique, résultante des interactions avec le milieu

1957 : Hutchinson → **niche écologique** = **ensemble des conditions biotiques et abiotiques nécessaires au maintien de la population**, propre à chaque espèce

La niche ne rend pas seulement compte de l'habitat de l'espèce. La NE d'une espèce dans un écosystème rend compte de ses **exigences physiologiques vis à vis des facteurs abiotiques, de ses exigences alimentaires et de ses exigences reproductives.**

Ex : les Fabacées et les Poacées vivent dans le même biotope mais ne l'utilisent pas de la même manière (azote) donc elles n'ont pas la même niche écologique

Chaque espèce ne peut être rencontrée que dans l'espace correspondant à sa **zone de tolérance**.

Dans la prairie :

(a) influence de la T°C sur l'activité de l'Escargot

(b) Influence de la teneur en azote du sol sur l'Alysson blanc, Brassicacées

(a)

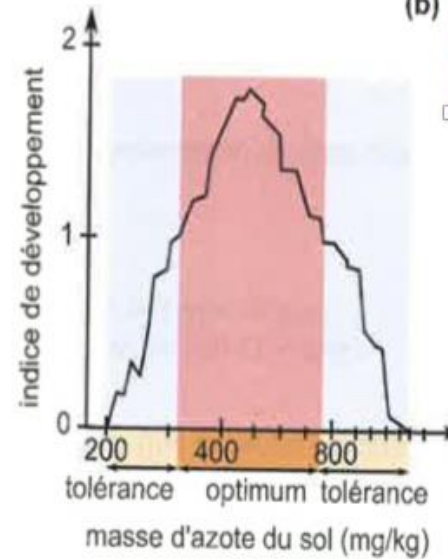
	tolérance				tolérance	
température °C	7	10	12	optimum	25	26
activité	S.O	S.	R.E	A.O	S.	S.O

S.O : sommeil dans la coquille operculée

S : sommeil

R.E : repos éveillé

A.O : activité optimale



(b)



Les préférences physiologiques des espèces



	tolérance				tolérance		
température °C	7	10	12	optimum	25	26	
activité	S.O	S.	R.E	A.O	S.	S.O	

S.O : sommeil dans la coquille operculée

S : sommeil

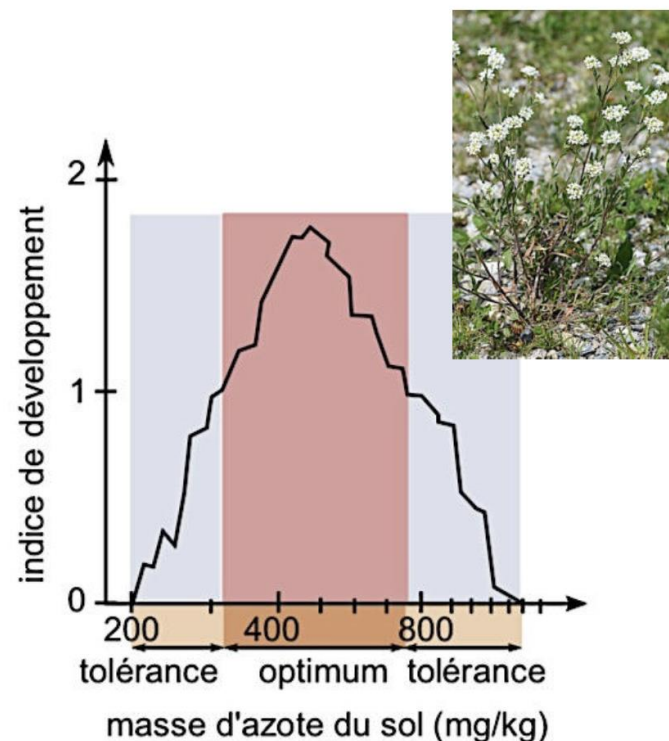
R.E : repos éveillé

A.O : activité optimale

Optimum physiologique : vie active et productivité

Conditions défavorables : vie ralentie

Entre les deux : **tolérance physiologique**

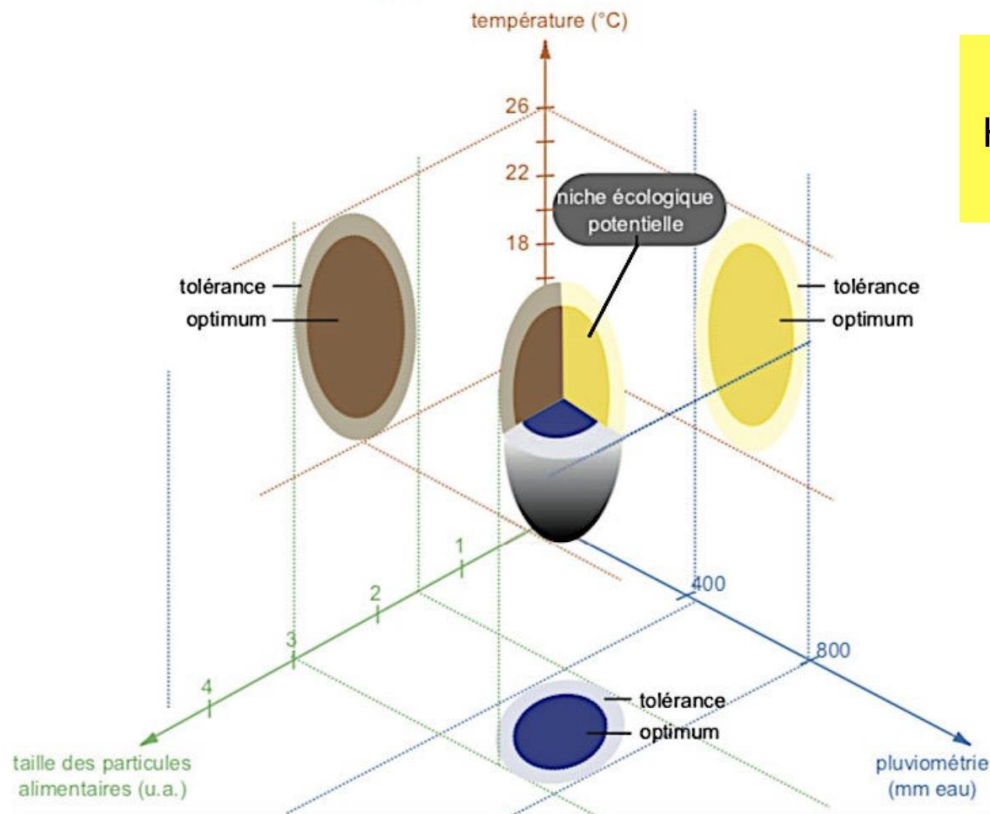


Source : C. Escuyer & C. Perrier, Dunod, 2014

- **Représentation schématique de la niche écologique d'une espèce**

La niche écologique est schématisée par un diagramme comportant 2 axes représentant la variation d'un paramètre (humidité, pH, température, taille des particules alimentaires, altitude, profondeur, sites de nidification ou de reproduction ...) sur lesquels on reporte les zones de tolérance et d'optimum écologique des organismes étudiés

Un hypervolume à n dimensions



Odum (1959)

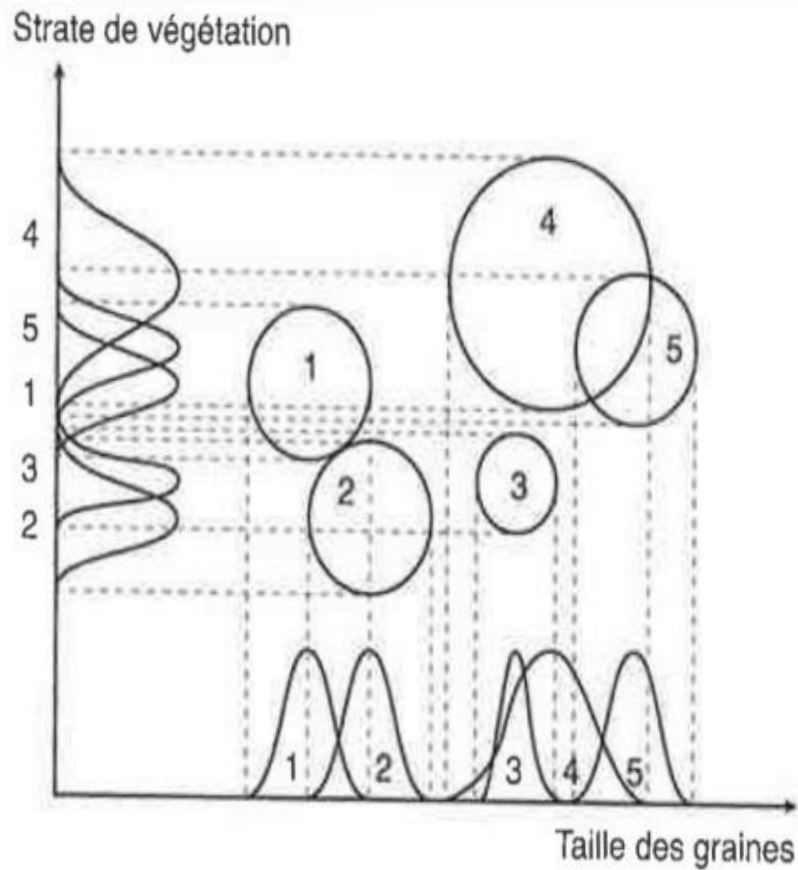
Habitat = adresse de l'espèce

Niche = profession

La valeur sélective est nulle hors de ce volume.

- **Représentation des niches écologiques de différentes espèces d'oiseaux granivores de la prairie**

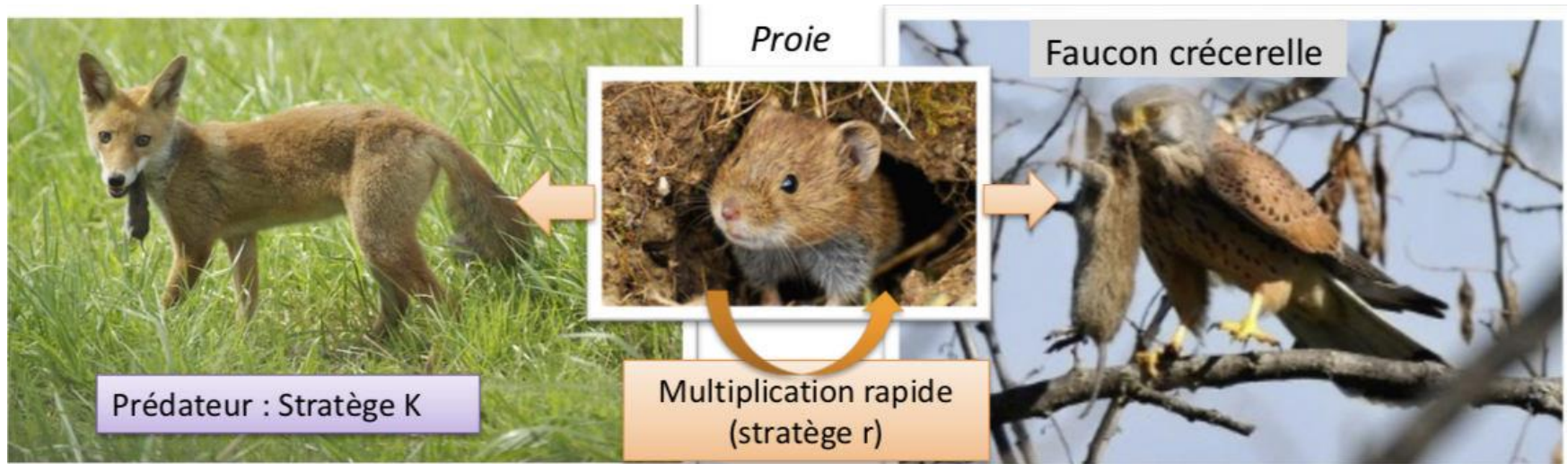
(le plus souvent un axe trophique, un axe spatial et un axe temporel (activités et rythme circadien, rythme des saisons)).



Seules deux dimensions ont été représentées dans ce repère. 1, 2, 3, 4 et 5 sont différentes espèces d'oiseaux.

D'après Blondel & Frochot extrait de Faurie C. et al. (2011) *Écologie, approche scientifique et pratique*,

- La NE d'une espèce à stratégie K est étroite, contrairement à celle d'une espèce à stratégie r



II.2 - La niche écologique, un espace contraint par les relations interspécifiques : niche écologique potentielle (NEP) et niche écologique réalisée (NER)

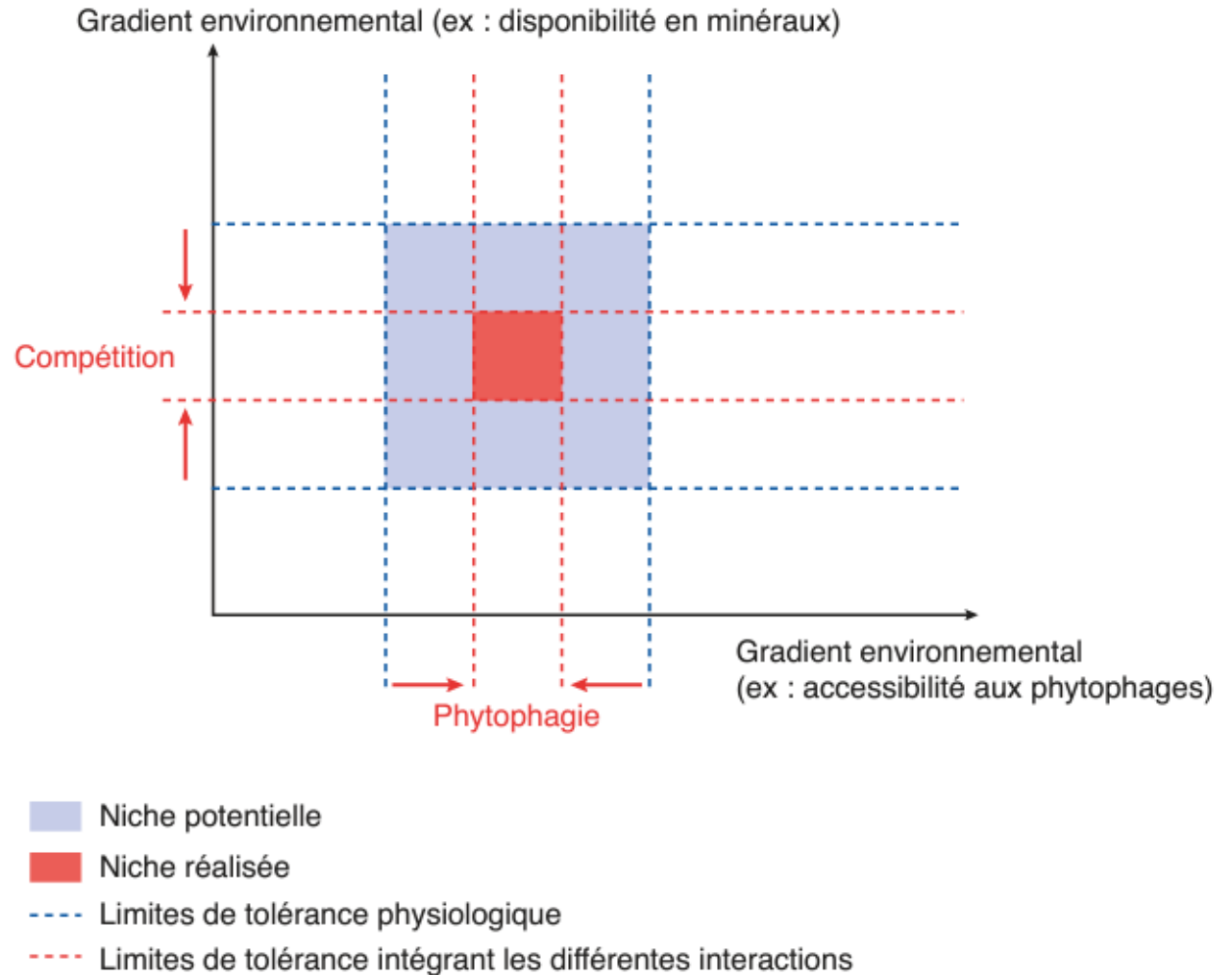
. Définitions :

La **niche écologique fondamentale ou potentielle (NEP)** regroupe l'ensemble des ressources qu'une espèce peut utiliser dans son milieu lorsque les conditions sont idéales ;

La **niche écologique réelle ou réalisée (NER)** regroupe l'ensemble des ressources réellement utilisées par une espèce en conditions naturelles **sous l'effet des interactions interspécifiques** qui limitent ou déplacent l'exploitation des ressources. C'est la niche réellement occupée par l'espèce.

Doc 12

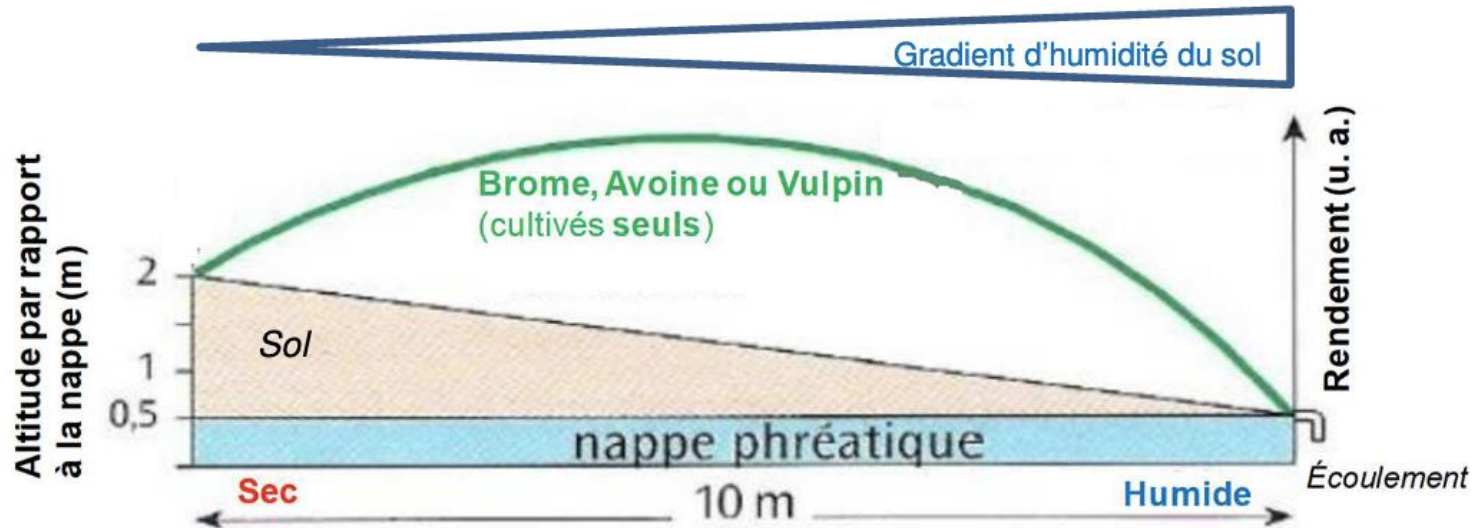
Niches écologiques
potentielle et réalisée



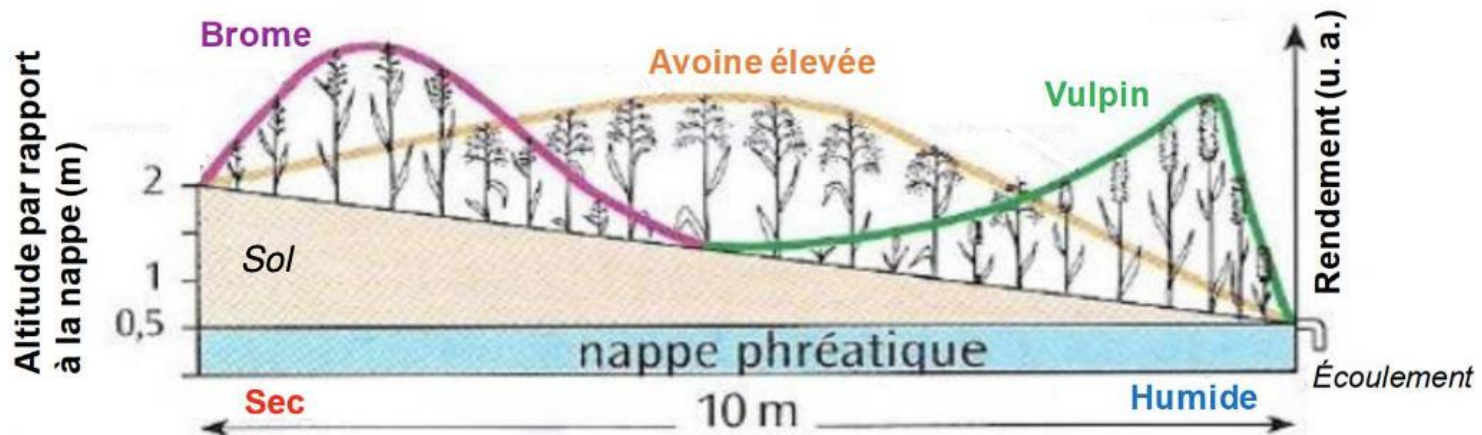
Remarque : généralement $NER < NEP$ mais il est possible que $NER > NEP$ s'il existe des interactions interspécifiques positives

- Déplacement ou élargissement de niche écologique :

Doc 13 : Exemple : pour des Poacées de la prairie : le Vulpin, l'Avoine élevée et le Brome, culture mixte :

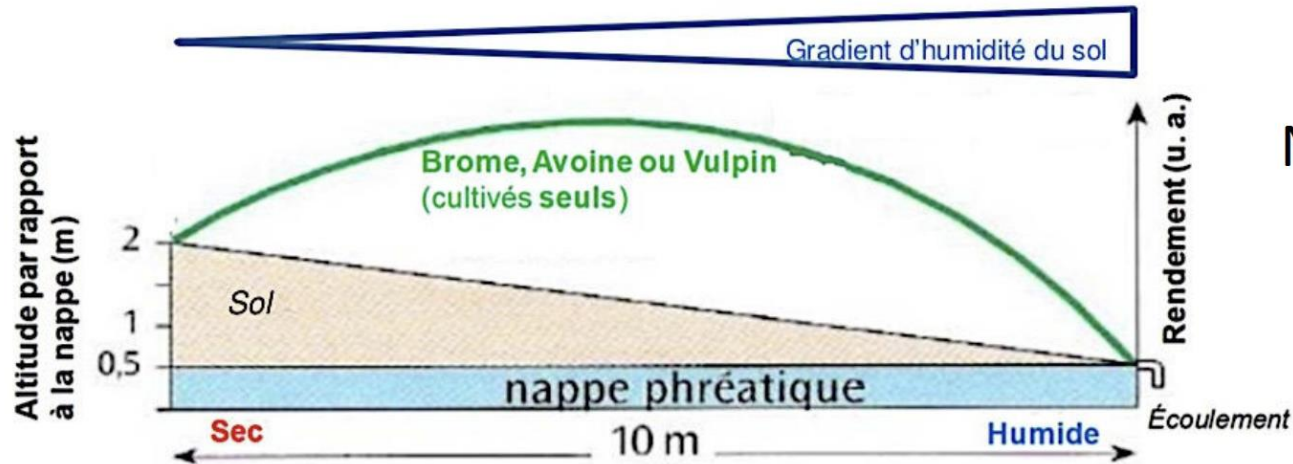


(a) Niches potentielles = fondamentales

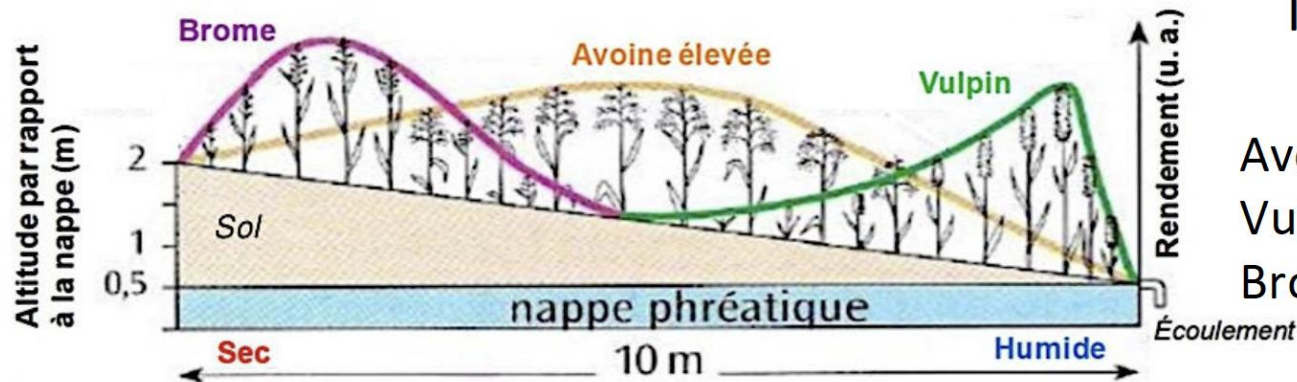


(b) Niches réalisées

Une répartition issue de restriction de niches



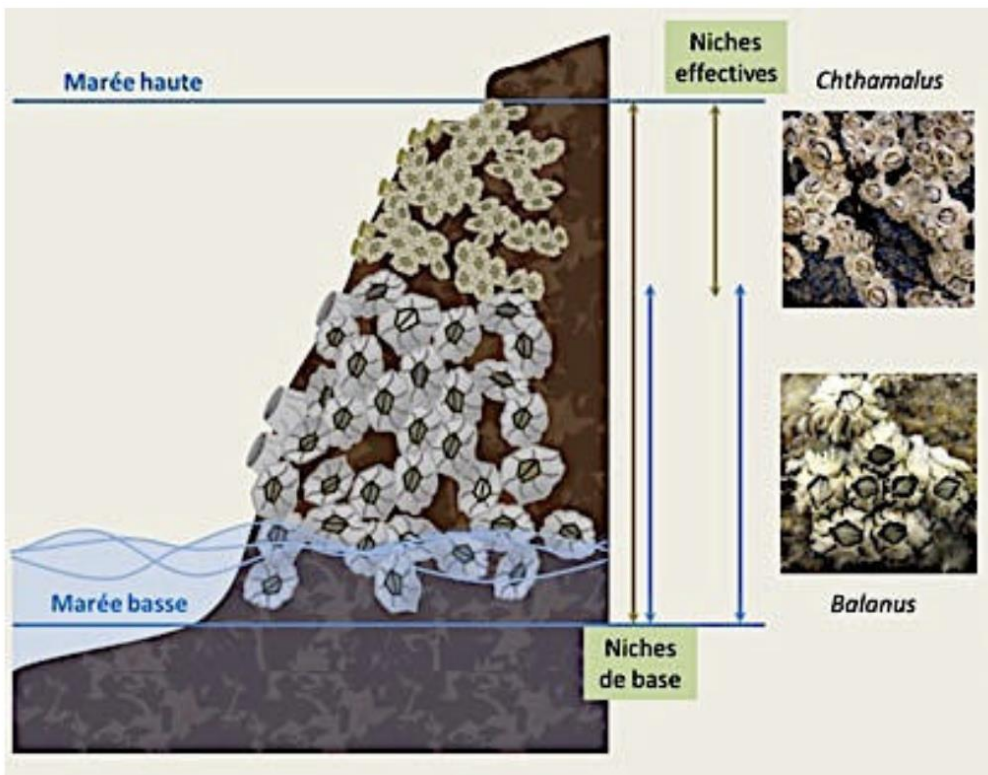
Niches **potentielles**
de 3 Poacées



Niches **réalisées** des
3 Poacées :

Avoine plus compétitive
Vulpin tolère l'humidité
Brome tolère la sécheresse

La niche réalisée est plus petite



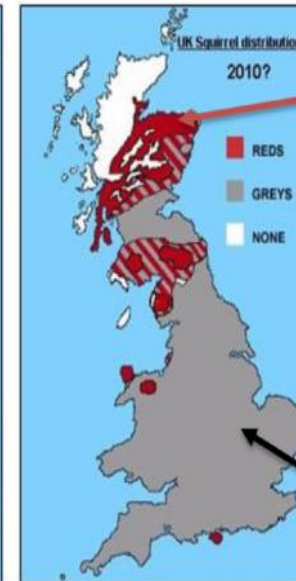
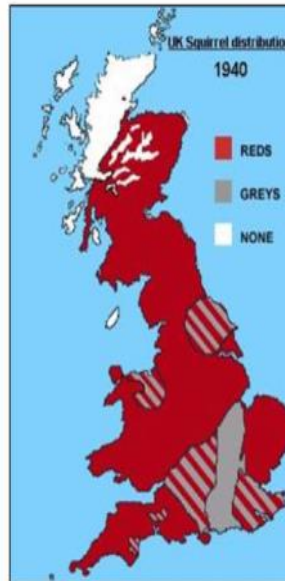
La répartition de *Balanus* est due aux conditions abiotiques du milieu (temps d'exondation court).

La répartition de *Chthamalus* est due à l'exclusion compétitive par *Balanus*, plus compétitif.

- **Doc 14 : Exclusion compétitive** : 2 espèces ayant la même niche réalisée ne peuvent pas coexister dans l'écosystème

introduction
à partir des
USA : fin du
XIX^e siècle

Exemple :
Remplacement de
l'Écureuil roux (*Sciurus vulgaris*) par l'Écureuil gris
(*Sciurus carolinensis*) en
Grande Bretagne :



Red Alert NW, 2003

La compétition pour la **nourriture** explique en grande partie le remplacement du roux par le gris. En Grande-Bretagne, l'Écureuil roux est encore présent en Ecosse, où **l'habitat**, constitué de conifères, lui est plus favorable.



Écureuils roux atteints
par un parapoxvirus

Facteur aggravant :
Un virus n'affectant
pas l'Écureuil gris
(jouant le rôle de
réservoir)

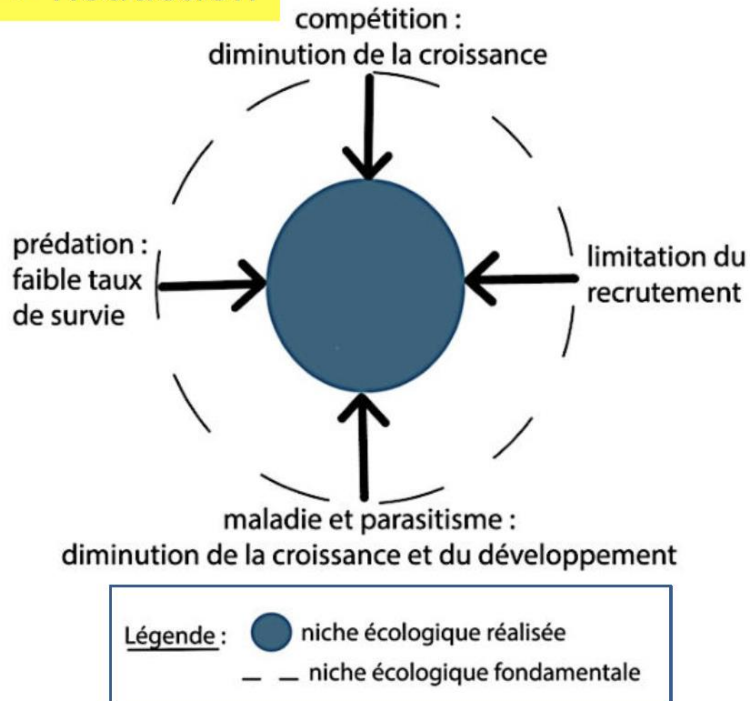
d'après Red Alert NW, 2003

MUSÉUM
NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

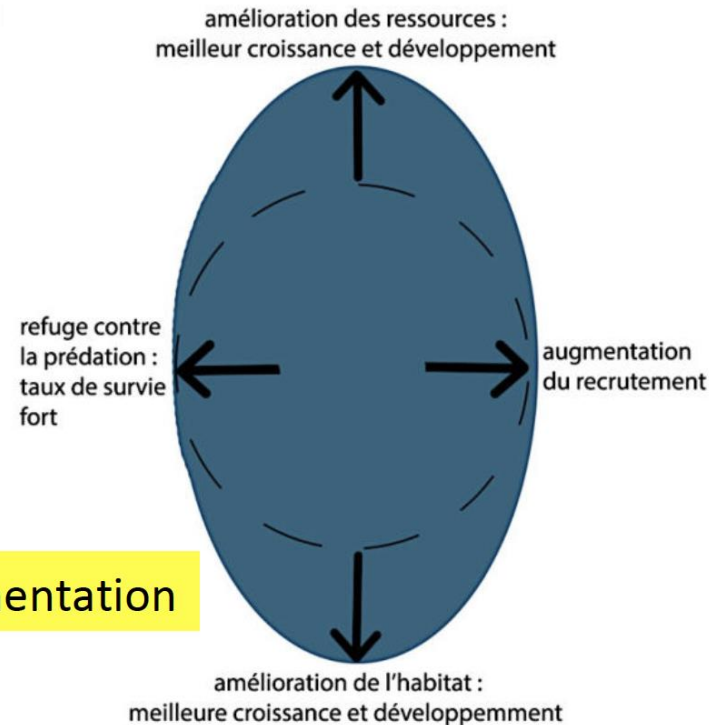


La rencontre de 2 niches

=> Réduction



=> Augmentation

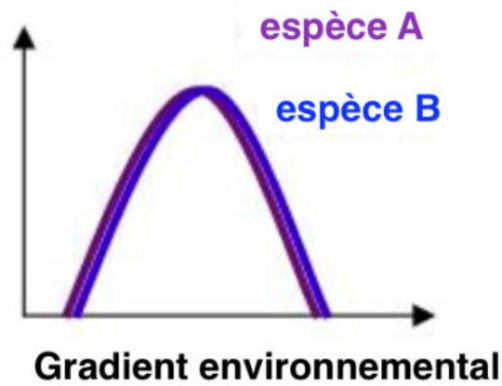


Recrutement = nombre de descendants atteignant l'âge de procréer.

Source : Ubaldi, AgroParisTech, 2018

La pression de sélection permet l'évolution des niches

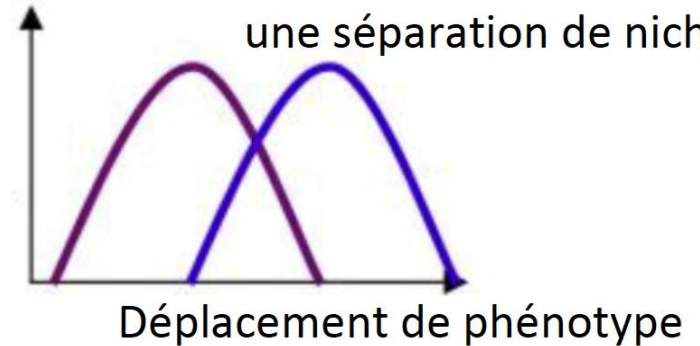
Valeur sélective



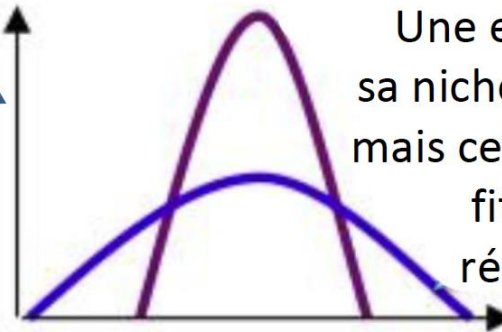
Les 2 espèces ont exactement la même niche

évolutions possibles

2 stratégies K qui évoluent vers une séparation de niche



Une espèce élargit sa niche (stratégie r) mais cela diminue sa fitness. L'autre réduit sa niche.



III - LES RELATIONS INTERSPECIFIQUES STRUCTURENT LA BIOCENOSE EN MAINTENANT LA DIVERSITE DES ESPECES DANS L'ECOSYSTEME : L'EFFET JANZEN-CONNELL

Partant du constat : pas de patches importants d'arbres de même espèce dans les forêts tropicales,

D. Janzen et J. Connell ont cherché à expliquer le maintien de cette forte diversité spécifique.

La théorie de Janzen (1970) et Connell repose sur un mécanisme de **régulation densité-dépendante**, ou **effet Janzen-Connell**

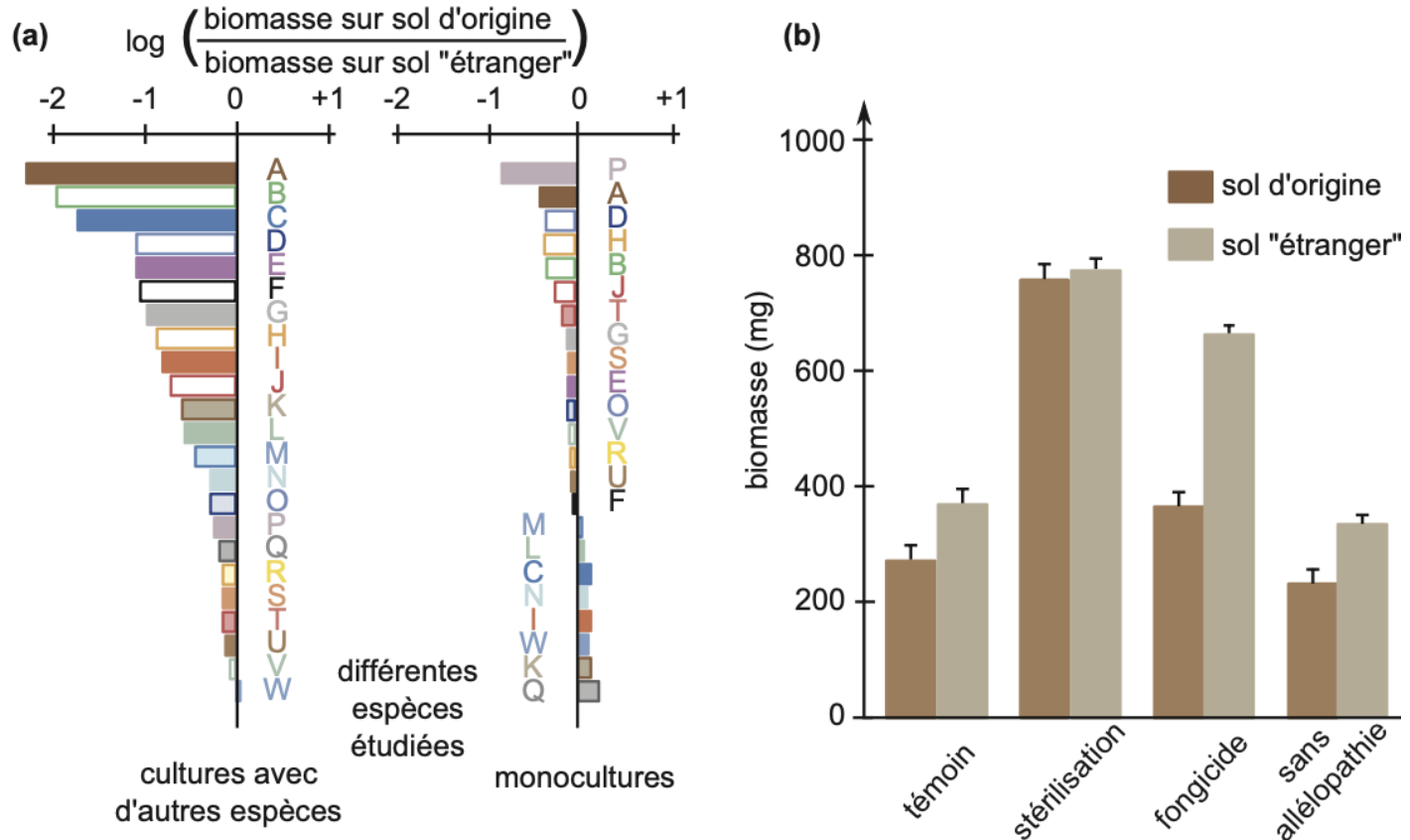


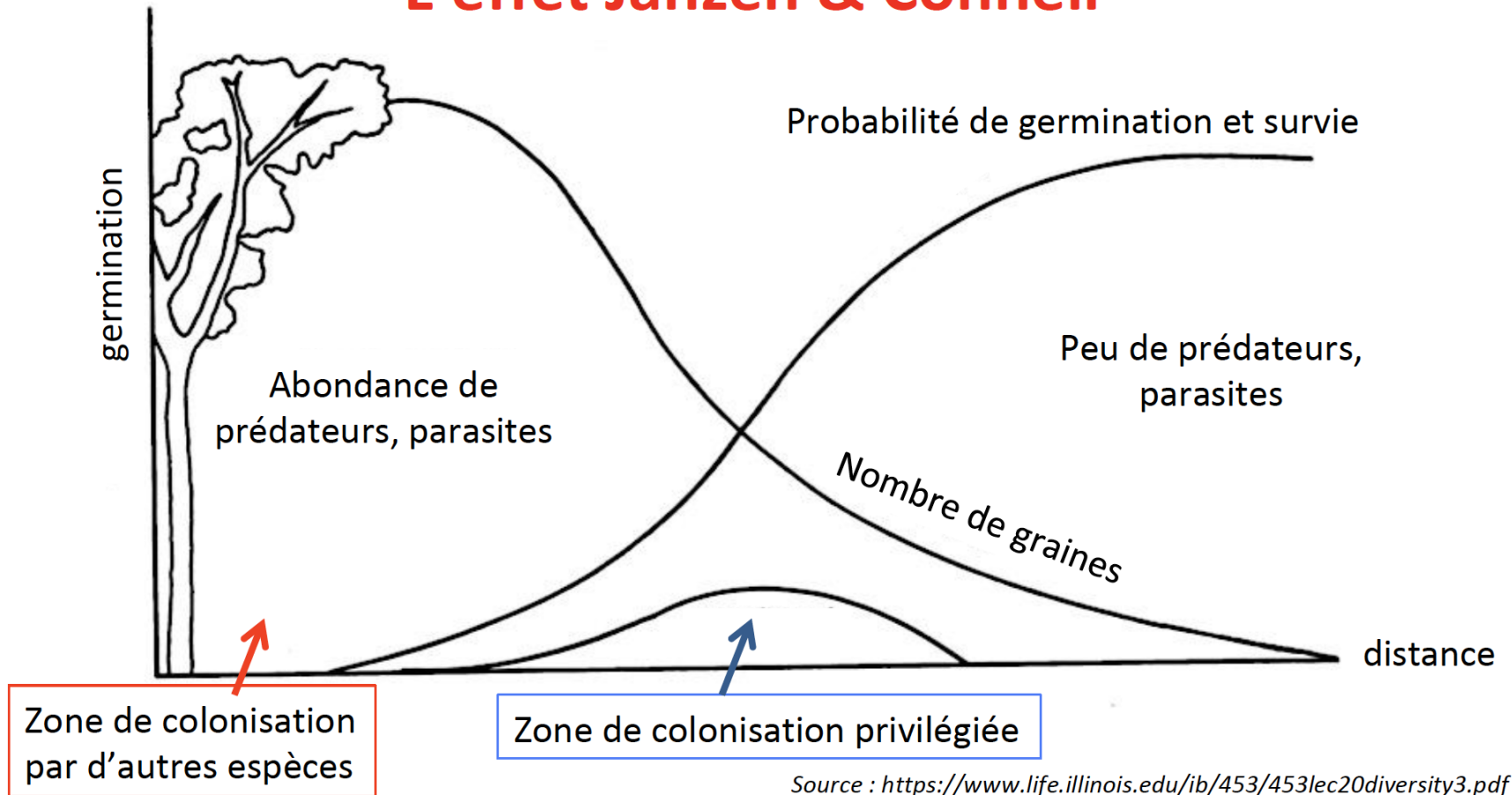
FIGURE 11.14 Étude expérimentale de l'effet Janzen - Connell sur les plantes de la prairie.

Pour chacune des espèces étudiées (notées A à W), le graphique **(a)** représente un coefficient égal au logarithme du rapport de la biomasse obtenue dans des cultures sur sol d'origine ou sur « sol étranger », lorsqu'elle est cultivée seule, à droite, ou en situation de compétition avec d'autres espèces, à gauche ; le graphique **(b)** compare la biomasse moyenne obtenue sur sol d'origine avec celle obtenue sur « sol étranger » après différents traitements du sol ; les barres d'erreur représentent l'erreur standard de la moyenne (D'après Petermann & al.).

- (a) Analyse : chez la plupart des plantes cultivées seules, le logarithme est négatif, ce qui signifie qu'une espèce donnée pousse moins bien sur un sol où se sont développées d'autres plantes de la même espèce que sur un « sol étranger » dans lequel se sont développées des plantes d'une autre espèce : **l'hypothèse d'interactions négatives passant par le sol est validée**. Cet effet est encore plus marqué lorsque les plantes sont cultivées en association avec d'autres espèces : **l'effet Janzen-Connell est renforcé par la compétition interspécifique**.
- (b) Analyse : seule la stérilisation supprime l'avantage qu'a une plante qui se développe sur un sol provenant de la culture d'une autre espèce. Ainsi l'influence négative qui s'exerce à travers le sol, entre des plantes d'une même espèce, est le résultat de **l'action des micro-organismes du sol autres que les champignons, bactéries ou eucaryotes**.

Conclusion : ainsi **le sol peut être le support d'interactions entre les micro-organismes et les plantes** (négatives dans l'exemple étudié mais qui peuvent être positives dans d'autres cas), susceptibles de jouer un **rôle essentiel dans la délimitation de la niche écologique réalisée** des plantes de l'écosystème. **La réduction de la niche de chaque espèce peut alors contribuer au maintien de la diversité des espèces.**

L'effet Janzen & Connell



→ les interactions négatives entre espèces sont à l'origine du maintien de la grande diversité d'espèces d'arbres observée dans les forêts tropicales.

- **Conséquences de l'effet Janzen-Connell dans la prairie** : dans une prairie, développement de végétaux (une espèce de Poacées) qui attirent des microorganismes pathogènes du sol d'où un déclin de vigueur d'une espèce, remplacée par une autre espèce plus compétitive qui n'a pas les mêmes pathogènes....on parle de **succession écologique**

Cet effet induit une **rotation annuelle des types de plantes en un lieu** principe ancien et intuitif des rotations de cultures visant en fait chaque année à limiter l'effet de concentration des bio-agresseurs (pathogènes, phytophages) spécifiques d'une culture.

L'importance de l'effet Janzen Connell dans la structure des biocénoses fait encore l'objet de nombreuses études aujourd'hui et n'a pas été prouvée dans tous les écosystèmes.

IV - CERTAINES ESPECES « CLEF DE VOUTE » SONT ESSENTIELLES AU MAINTIEN D'UN ECOSYSTEME : EXEMPLE DES BOVINS

- Constat : Effets de la disparition des Bovins dans les pâtures des Alpes du Nord depuis la dernière guerre mondiale
 - une colonisation par l'Aulne vert (semences ailées + multiplication végétative par rejets = colonisation facilitée)
 - qui conduit à un couvert végétal très dense avec un appareil végétatif très ramifié
 - donc a diminué le nombre d'espèces d'herbacées (= espèces sciaphiles) et d'Arthropodes

La vache structure donc la biocénose en maintenant un milieu ouvert ; retirée de la prairie l'écosystème évolue vers des stades plus fermés dans lesquels les strates arbustives et arborescentes se développent au dépens de la diversité des herbacées. La vache entretient un stade intermédiaire dans une succession écologique

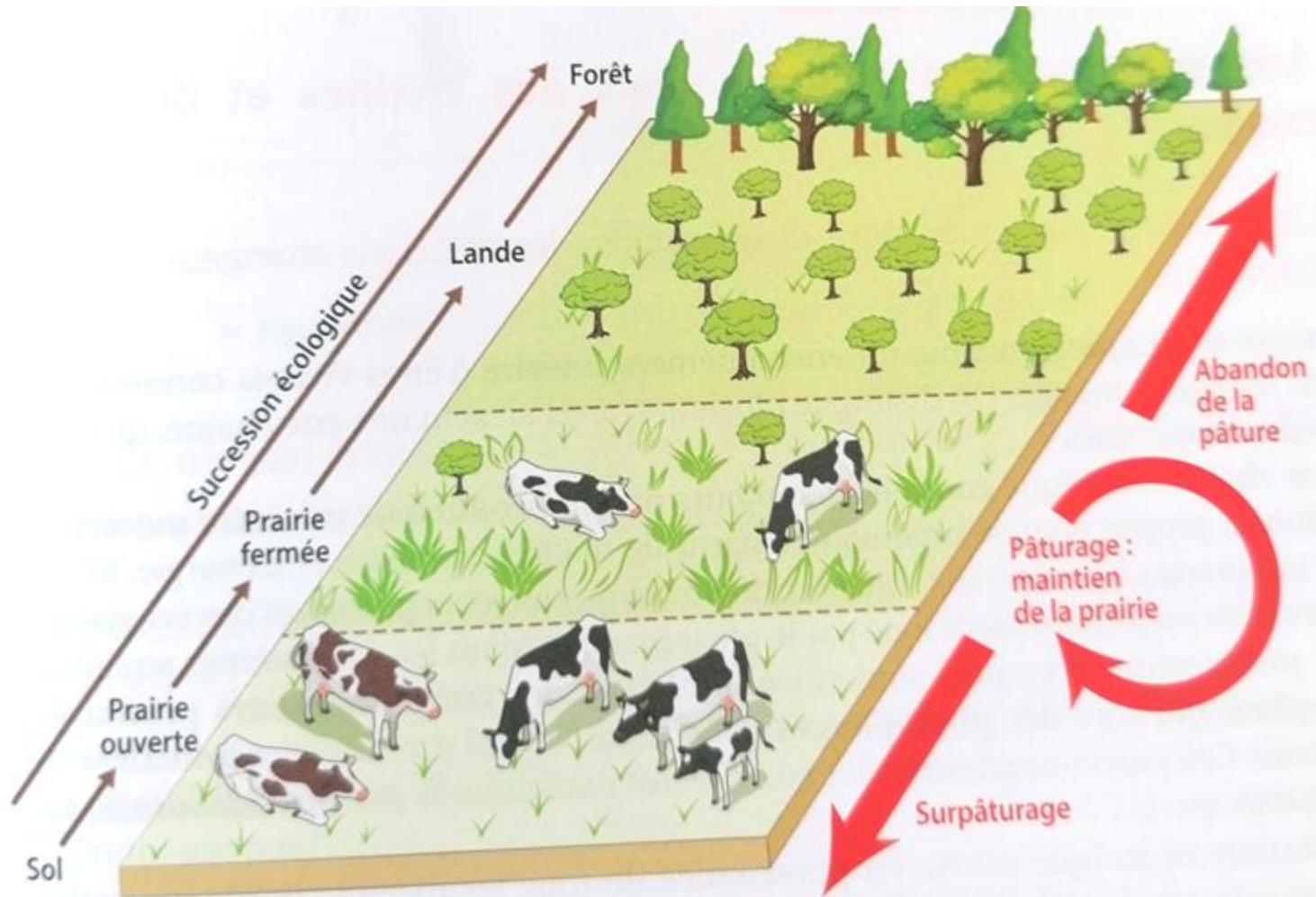
Les espèces clé de voûte



La vache agit sur le peuplement :

- via les prélèvements de nourriture (préférences, hauteur de coupe...) ;
- via le piétinement ;
- via les bouses

Les bovins sont des espèces clef de voute dans l'entretien d'un stade intermédiaire dans les successions végétales



Définition de PAINE 1969 : La notion d'espèce clé de voûte a été introduite en 1969 par R.T. Paine, pour décrire la fonction d'une étoile de mer, un prédateur de nombreux animaux du littoral, dont l'élimination avait entraîné la perte de la richesse spécifique locale.

Une espèce clé de voûte est indispensable à l'existence d'un écosystème et sa disparition en compromettrait fondamentalement la structure et le fonctionnement.

Elle est caractérisée par la qualité, le nombre et l'importance des liens qu'elle entretient avec son habitat et les autres espèces. Souvent, elles modifient aussi physiquement leur écosystème mais toutes les espèces ingénieures ne sont pas des espèces clé de voûte (par exemple le castor est une espèce ingénieure mais pas une espèce clé de voûte).

La vache est donc à la fois une **espèce architecte qui structure le biotope (ouverture du milieu) et clé de voûte (sa présence conditionne le peuplement biologique de l'écosystème prairie)**

L'identification et la préservation des espèces clé de voûte sont un aspect fondamental de la conservation des milieux



Attention !

Il ne faut pas confondre espèce ingénieur (architecte) et espèce clé de voûte. Une espèce ingénieur structure le biotope mais pas forcément la biocénose. Par exemple, le castor est une espèce ingénieur de l'écosystème car il peut entraîner l'évolution d'une rivière vers un lac par exemple, mais sa présence ou son absence n'a que peu d'impact sur les autres espèces. C'est le cas également du lombric dans la prairie. La vache constitue à la fois une espèce ingénieur (car elle maintient l'ouverture du milieu) et clé de voûte (car elle conditionne le peuplement biologique de l'écosystème). Inversement, une espèce clé de voûte n'est pas forcément une espèce ingénieur, c'est le cas des grands prédateurs dans la savane ou la forêt.

Bilan : Les relations interspécifiques structurent l'écosystème et passent aux filtres du biotope. Toute modification a des conséquences sur l'organisation générale. Cf. conséquences de la disparition des espèces clés de voûte et réintroductions, loup yellowstone



Bilan : L'écosystème, résultante de plusieurs filtres

