

Interactions entre les espèces d'une communauté



Community Ecology

Qu'est ce qu'une communauté écologique?



- **Définition** : Une communauté écologique est l'ensemble de populations animales et végétales qui vivent dans une aire donnée, à un moment donné et qui interagissent.
- Les plantes, les animaux et les microorganismes d'une communauté sont liés par des relations alimentaires (qui consomme qui?) et par d'autres types d'interactions.



Les niveaux d'organisation en écologie



Biosphère



Ecosystèmes



Communautés



Populations



Individus

Pourquoi les plantes produisent-elles des psychotropes?

- 10 à 25 % des plantes supérieures produisent des alcaloïdes, des composés organiques naturels.
- Beaucoup sont utilisés dans la médecine traditionnelle ou moderne (quinine, taxol). D'autres alcaloïdes possèdent des activités psychotropes (psilocine) et stimulantes (par exemple la cocaïne, la caféine, la nicotine, la théobromine).



Pourquoi les plantes produisent-elles des psychotropes?



Caffeine

is a central nervous system (CNS) stimulant. It is the world's most widely consumed psychoactive drug.

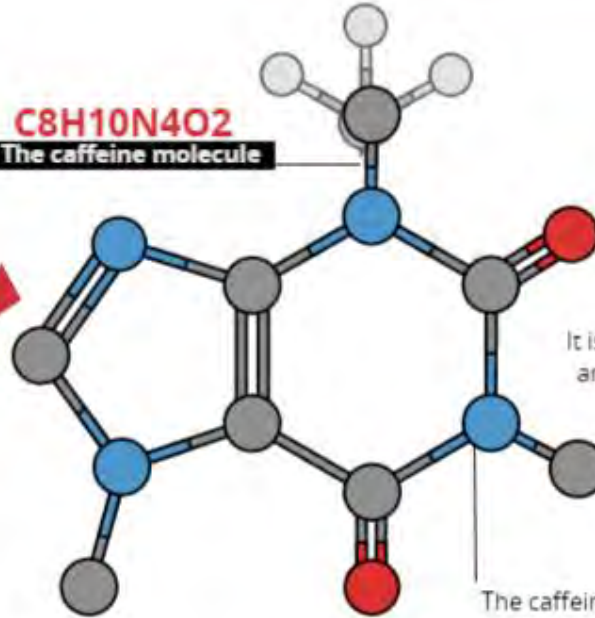
A cup of coffee

contains 80–175 mg of caffeine, depending on what "bean" (seed) is used and how it is prepared



C₈H₁₀N₄O₂

The caffeine molecule



Adenine

It is chemically related to the adenine and guanine bases of DNA and RNA.

The caffeine molecule has a xanthine, that is a purine base with two fused rings, pyrimidinedione and imidazole.

Pourquoi certaines plantes sont-elles aromatiques?



- De nombreuses plantes produisent des molécules odorantes qui sont utilisées pour leurs qualités aromatiques et jouent un rôle dans les remèdes traditionnels à base de plantes.



Magic Garden Seeds

Les différents types d'interactions dans une communauté et leurs conséquences



Types d'interaction	Signes	Exemples
Mutualisme / Symbiose	+ / +	Plantes / pollinisateurs Flore intestinale
Commensalisme	+ / 0	Epiphytes et support
Compétition	- / -	Inter et intraspécifiques Différentes espèces d'arbres Hyènes et vautours sur proie
Prédation au sens large	+ / -	Loups /moutons

Mutualisme (+ / +)



- Mutualisme : Interaction bénéfique au deux partenaires



Mycorhize : champignon + racines

Corail : cnidaire + zooxanthelle

Fourmis et acacias

Commensalisme (+ / o)



- Commensalisme : relation bénéfique pour un partenaire et neutre pour l'autre



Compétition : - / -



- Il y a compétition quand deux espèces ont besoin d'une ressource en quantité limitée, de sorte que la disponibilité de la ressource pour une espèce diminue quand la deuxième espèce est présente.
- L'intensité de la compétition augmente quand les deux espèces ont des niches écologiques similaires et utilisent la même ressource.



La niche écologique



- Niche écologique d'un organisme :
 - Ensemble des conditions nécessaires à une population viable de cet organisme
- La niche écologique d'un organisme est décrite par des:
 - Paramètres physico-chimiques de l'environnement (température, humidité, composition chimique du sol, etc..)
 - Paramètres biologiques : avec quelles espèces y-a-t-il des interactions?

La niche écologique : exemple

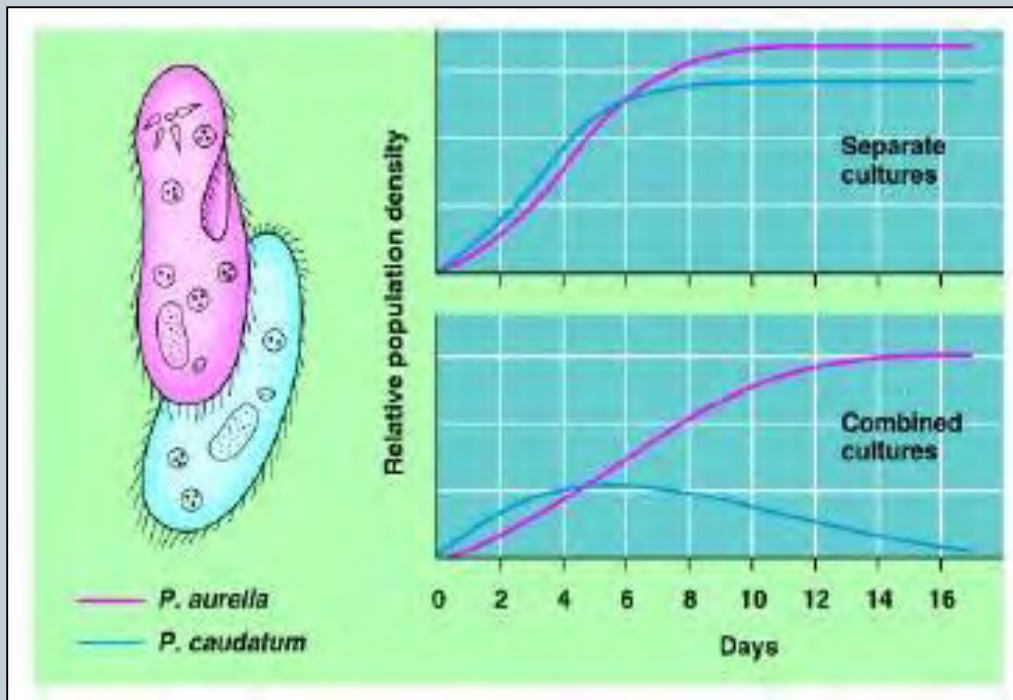


- La notonecte (*Notonecta glauca*)
La corise (*Corixa punctata*)
- Description de leur niche
 - Paramètres physico-chimiques : vivent dans les mares et étangs
 - Paramètres biologiques :
 - Notonectes : herbivores
 - Corises : carnivores



Le principe de l'exclusion compétitive

Que se passe-t-il quand deux espèces occupent la même niche?



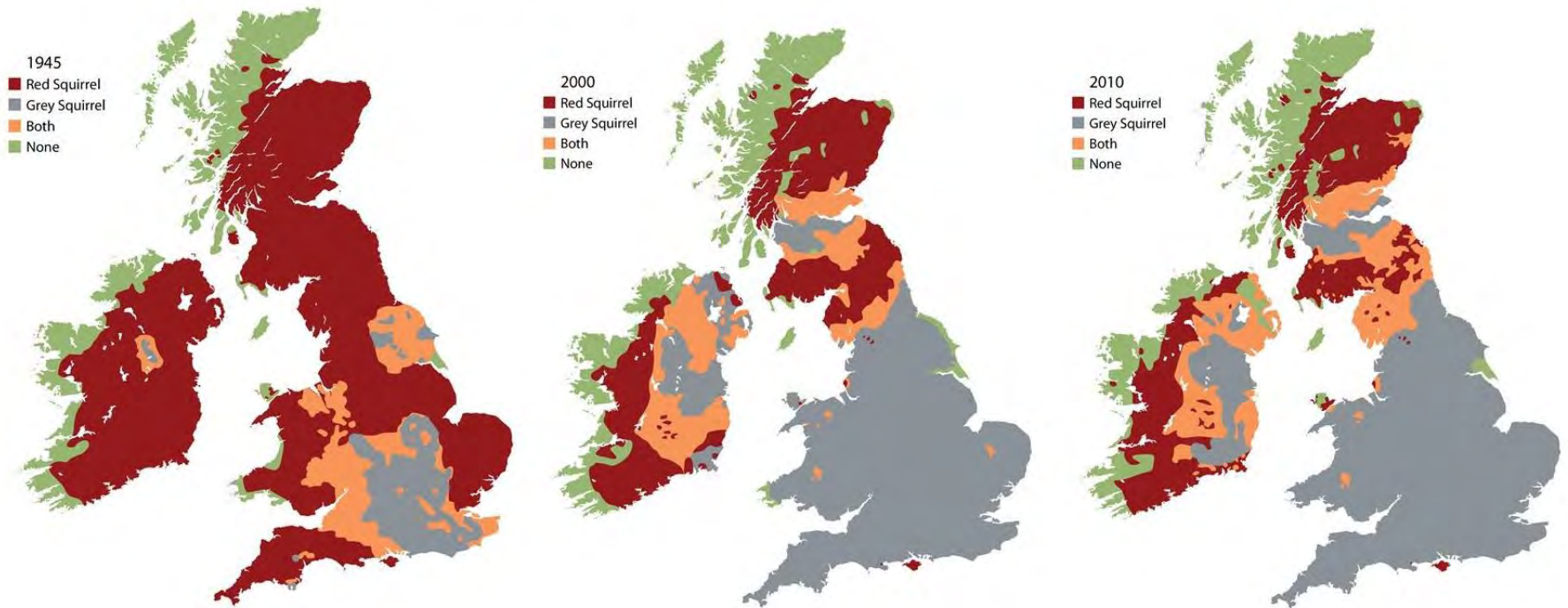
Paramecium aurelia se nourrit plus efficacement que *Paramecium caudatum* et l'élimine.

Deux espèces ayant des niches écologiques identiques ne peuvent cohabiter car l'espèce la plus adaptée à la niche va se multiplier et éliminer l'autre de la communauté.

Exemple d'exclusion compétitive



CHANGES IN RED SQUIRREL DISTRIBUTION SINCE 1945



- L'écureuil gris américain a été introduit en Grande Bretagne entre 1876 et les années 1920.

Exemple d'exclusion compétitive



- Pourquoi l'écureuil gris élimine-t-il le roux?
 - L'écureuil gris exploite plus efficacement les ressources de l'environnement, en partie parce qu'il passe plus de temps au sol
 - ✦ Gain de poids plus important en automne Mortalité plus faible en hiver
 - ✦ Densité de population plus élevée
 - Il est porteur sain d'un parvovirus, souvent mortel pour l'écureuil roux



(Les écureuils introduits en Europe)



© J.-L. Chapuis

● Écureuil gris



© D. Kramer

○ Tamia strié



© J.-L. Chapuis

● Tamia de Sibérie



© F. Moutou

● Écureuil à ventre rouge



© S. Bertolino

● Écureuil de Finlayson



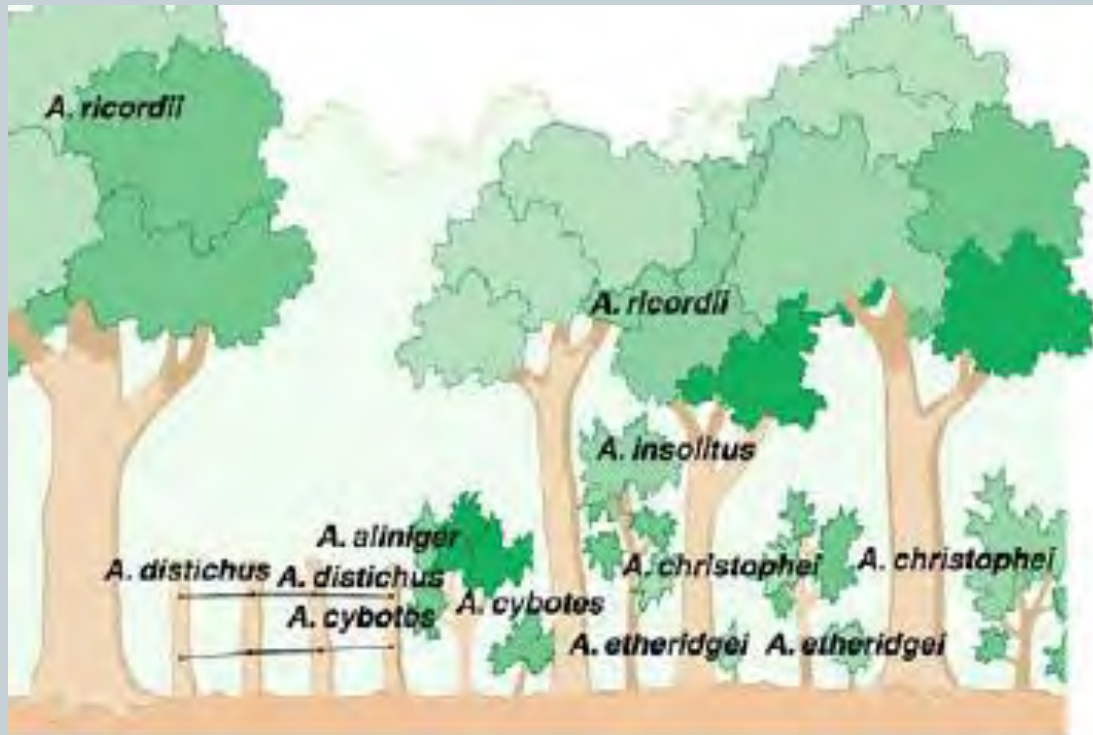
Conséquences évolutives de la compétition



Conséquences évolutives de la compétition



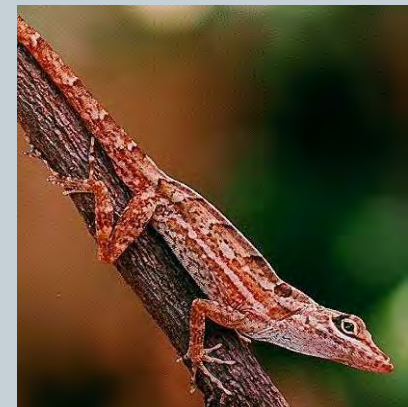
- Les espèces d'une communauté se partagent les ressources de l'environnement : différentiation des niches de chaque espèce



Microhabitats de 7 espèces de lézard *Anolis* dans les îles des Caraïbes



A. distichus



A. christophe

La prédation au sens large (+ / -)



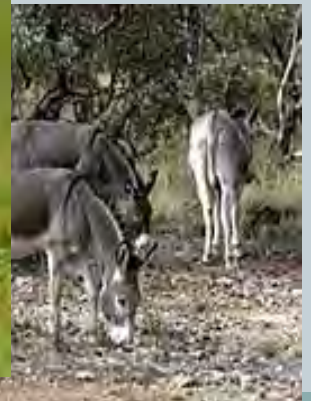
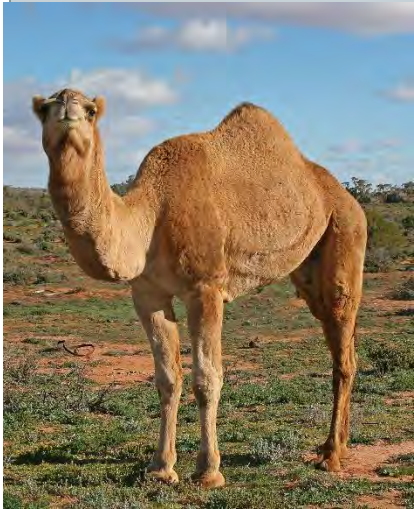
- Prédation
- Herbivorie
- Parasitisme
- Parasitoïdes
- Pathogènes



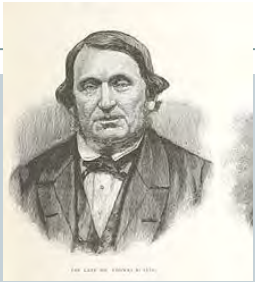
Exemple de conséquences d'interactions +/-



De très nombreuses espèces ont été introduites en Australie, notamment



Exemple de conséquences d'interactions +/-

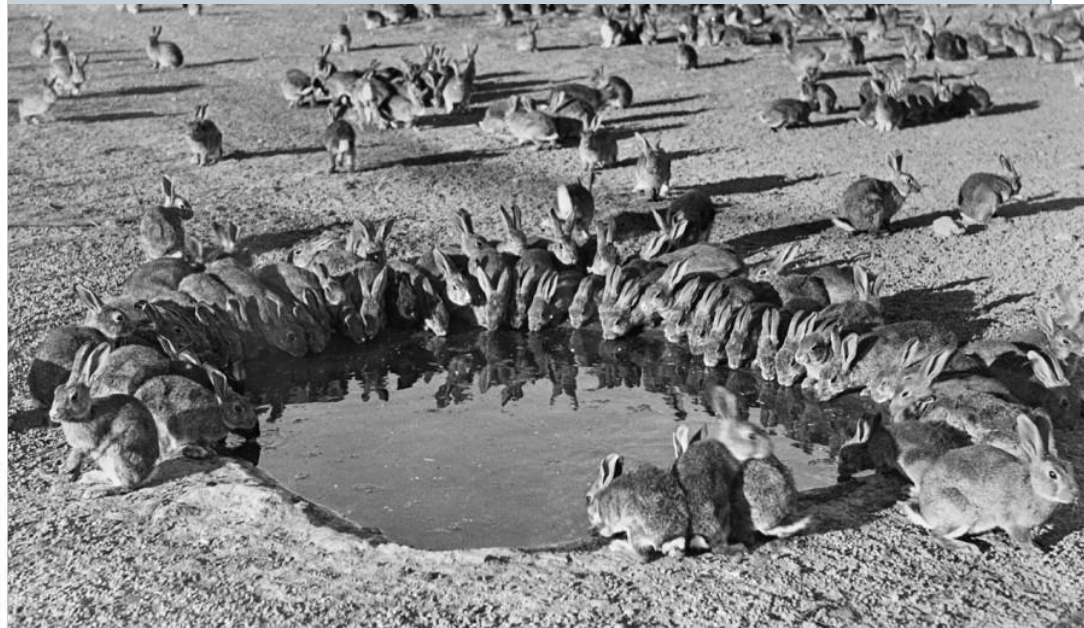
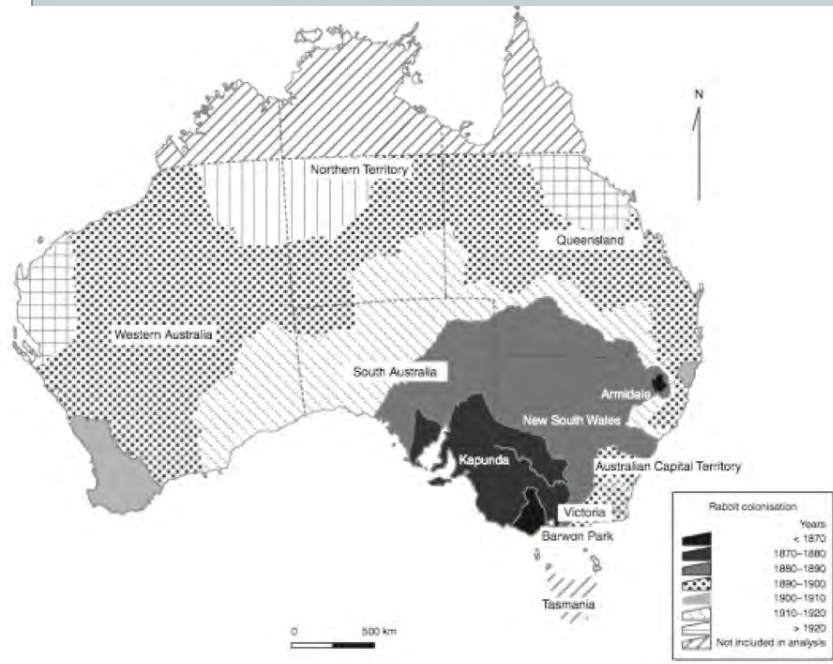


1859 : Thomas Austin, membre de la société d'acclimatation, introduit 24 lapins dans dans son manoir, comme gibier.

Pas de maladies, peu de prédateurs, les lapins se multiplient (18-30 petits/femelle/an !) et colonisent à près de 100 km/an.

1870 : environ 1 million

1920 : environ 10 milliards!



Exemple de conséquences d'interactions +/-

Conséquences

Herbivores : consomment une diversité de plantes, arbustes, écorces, graines.

A densité élevée, la végétation est consommée totalement et ne peut se renouveler

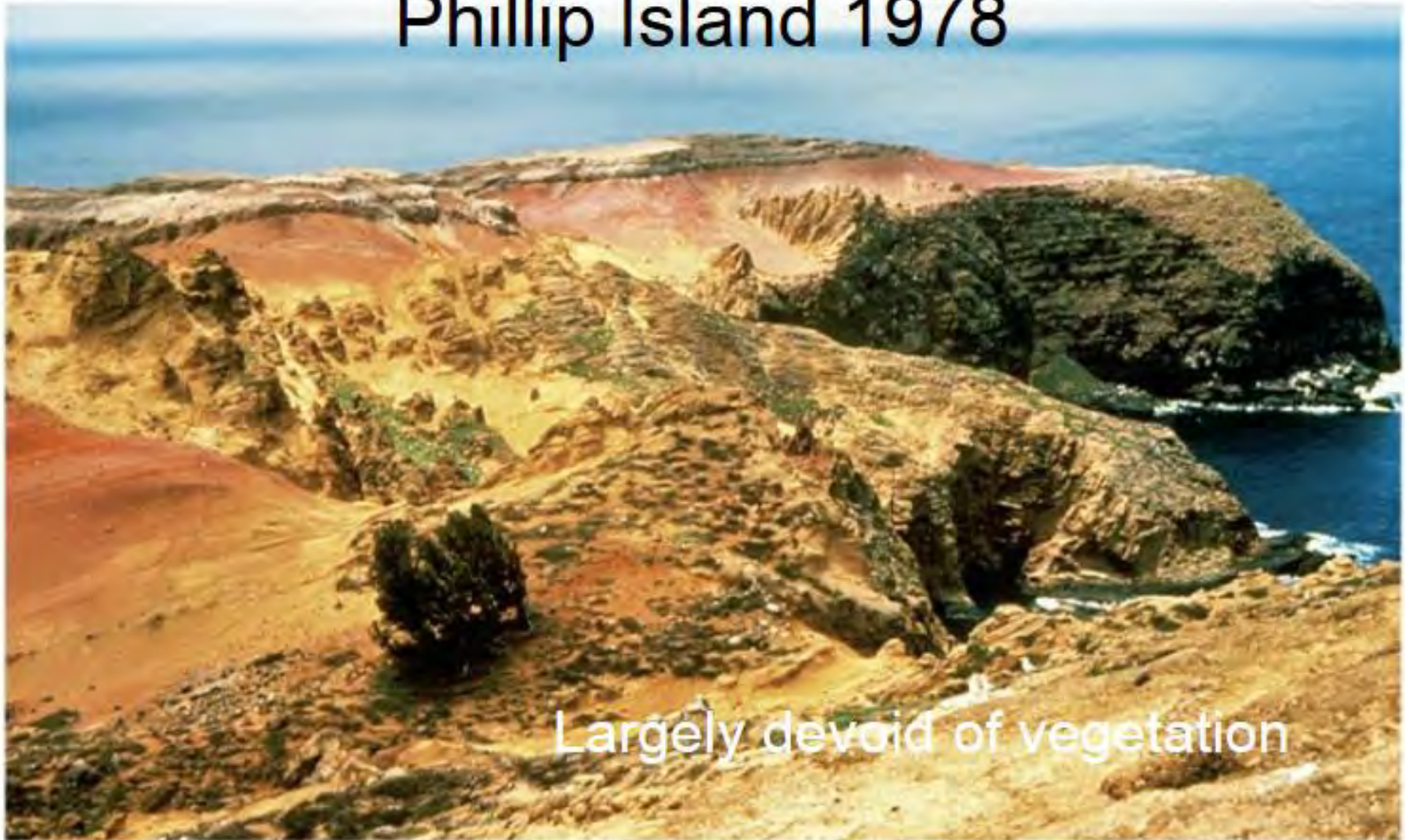
→ Erosion par le vent, la pluie, le ravinement.

Augmentent la densité des prédateurs introduits (chats, renards) qui consomment les animaux indigènes.

→ Très importants effets négatifs
Économiques
Sur les écosystèmes



Phillip Island 1978



Largely devoid of vegetation

Phillip Island 1988 After Rabbit Removal



Figure 4-11b Environmental Science, 10/e
© 2008 Pearson Prentice Hall, Inc.

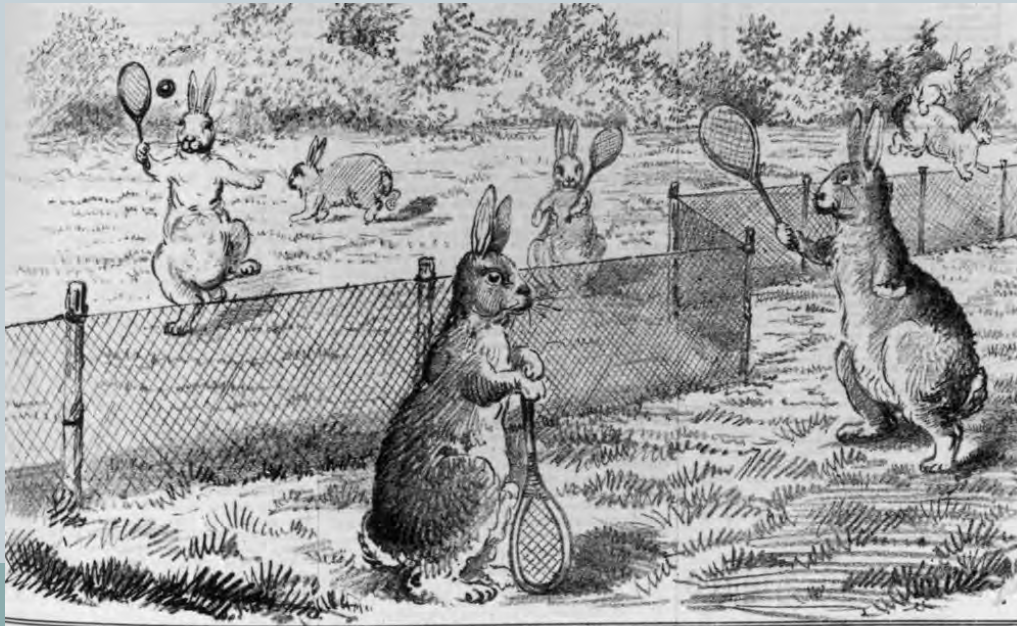
Exemple de conséquences d'interactions +/-

Mesures de contrôles

Piégeage, tirs → efficacité limitée

1884 : proposition de construction d'une immense barrière.

1901-1907 : construction de 3.000 km de barrière
→ efficacité nulle (le temps de la construire les lapins avaient déjà atteint l'ouest)



STEVENSON'S WIRE FENCE.

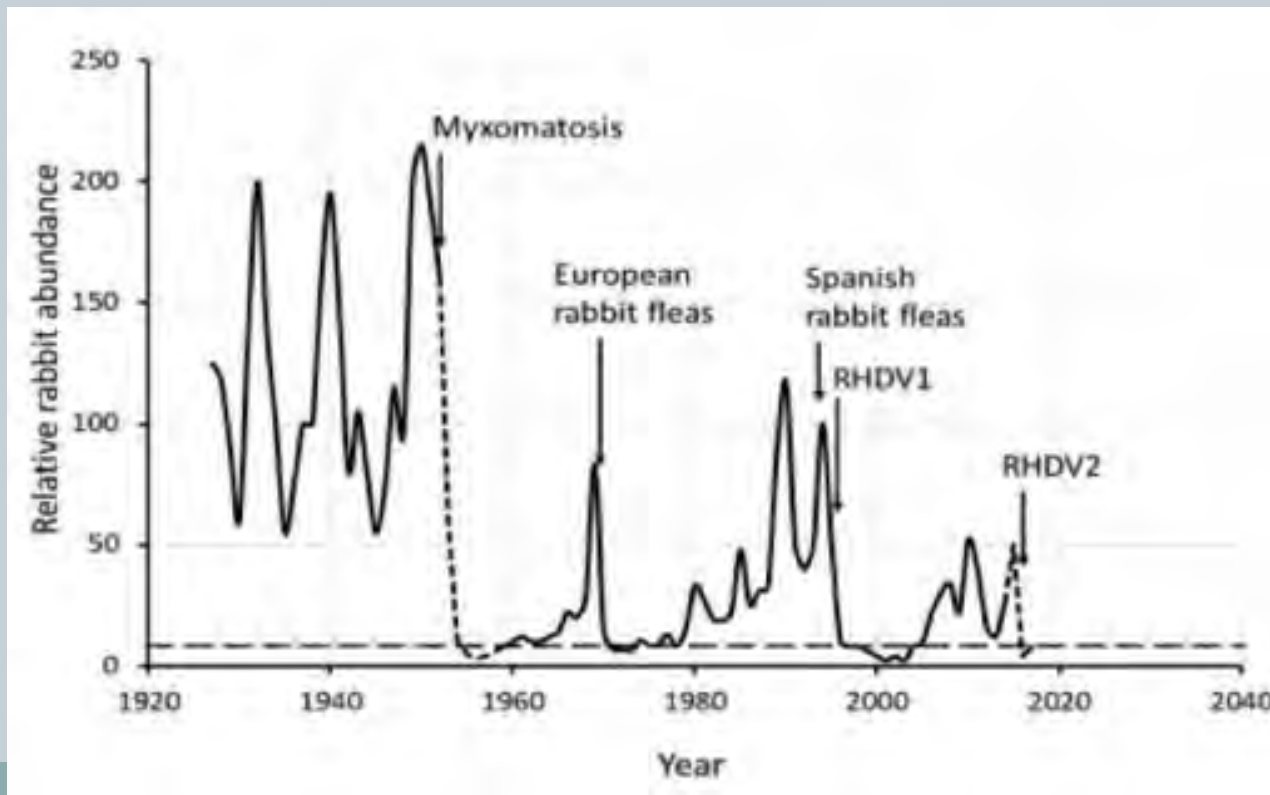


Exemple de conséquences d'interactions +/-



Mesures de contrôles

- Introduction volontaire de virus → efficace
- Mais évolution des lapins résistants et du virus et réaugmentation régulière de la population de lapins.



Conséquences évolutives de la prédation (+ / -)

Adaptation des prédateurs



Tortue alligator



Guépard



Conséquences : Adaptation des proies

Défenses mécaniques



Carapace, piquants, cornes, dards

Adaptation des proies

Défenses comportementales



Adaptation des proies

Défenses chimiques



Substance odorante
Acide
toxique



Les dendrobates sécrètent une toxine, la batrachotoxine, un alcaloïde



Le coléoptère bombardier émet un mélange d'hydroquinone et de peroxyde d'hydrogène

Adaptation des proies

Le mimétisme



Mimétisme cryptique
ou camouflage



Uroplatus phantasticus (gecko)



Euthalia aconthea (papillon de nuit)



Adaptation des proies

Le mimétisme



Mimétisme batésien : une espèce inoffensive imite une espèce dangereuse, pour éviter la prédation



Serpent corail,
très venimeux



Couleuvre
faux-corail







Hemeroplanes triptolemus (chenille!)

Adaptation des proies : les défenses des plantes



Pourquoi les plantes produisent-elles des substances comme la caféine ou la citronnelle?





Substances	Effets	Exemples
Alcaloïdes (exemple nicotine, caféine, morphine, strychnine, quinine, etc.)	Effets pharmacologiques = toxiques sur les êtres humains et les animaux.	  <p>Vomiquier</p> <p>Quinquina</p>
Terpénoïdes (exemples citronnelle, menthol, pinène, saponine, etc.)	Libérés massivement quand une plante est attaquée. Attirent les prédateurs et parasites des insectes herbivores.	
Phénols (tanins, polyphénols dont lignine, cannabinoïde, etc.)	Inhibent la digestion des herbivores, propriétés antiseptiques, perturbation de l'activité endocrinienne	 <p>Chataignier</p>

Les défenses chimiques empêchent la consommation et/ou digestion des tissus

Adaptation des proies : les défenses des plantes



Pourquoi les plantes produisent-elles des substances comme la caféine ou la citronnelle?

Substances	Effets	Exemples
Alcaloïdes (exemple nicotine, caféine, morphine, strychnine, quinine, etc.)	Effets pharmacologiques et toxiques sur les êtres humains et les animaux.	  <p>Vomiquier</p> <p>Quinquina</p>
Terpénoïdes (exemples citronnelle, menthol, pinène, saponine, etc.)	Libérés massivement quand une plante est attaquée. Attirent les prédateurs et parasites des insectes herbivores.	
Phénols (tanins, polyphénols dont lignine, cannabinoïde, etc.)	Inhibent la digestion des herbivores, propriétés antiseptiques, perturbation de l'activité endocrinienne	 <p>Chataignier</p>

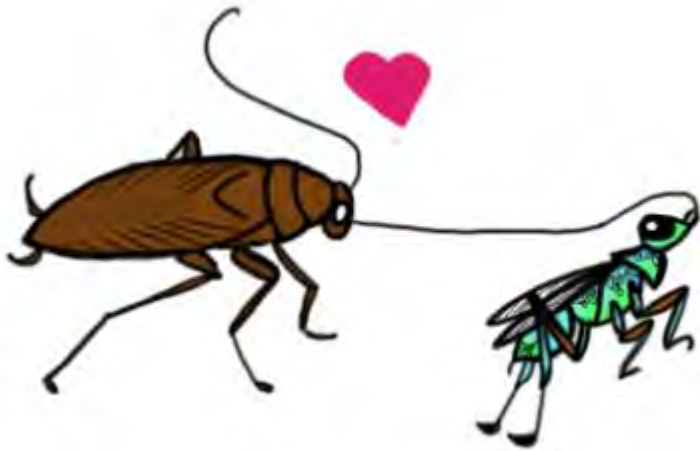
Les défenses chimiques empêchent la consommation et/ou digestion des tissus

Parenthèse : les parasites zombis



70 % des espèces animales sont des parasites

***Ampulex compressa*: la guêpe qui domestique les cafards**



Certains parasites peuvent modifier le comportement de leur hôte pour atteindre l'étape suivante de leur cycle de vie

***Glyptapanteles*: la guêpe qui se fait des gardes du corps zombis**

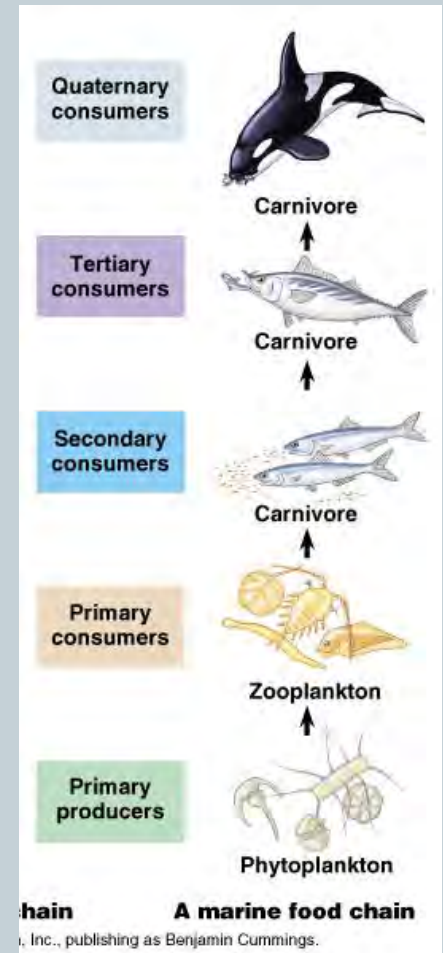
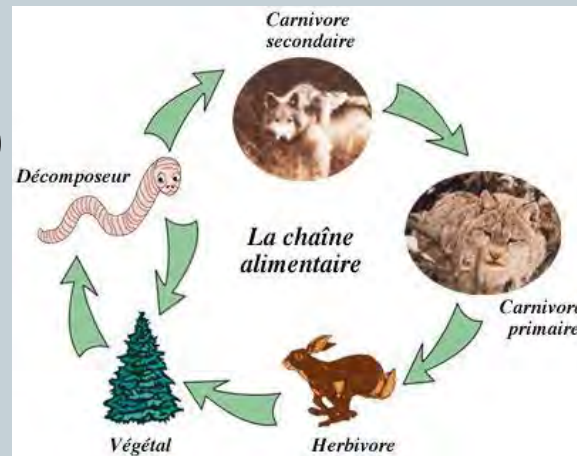




Conséquences des interactions de consommation: structure trophique des communautés



- Les producteurs (les végétaux chlorophylliens)
- Les consommateurs (les animaux)
 - les herbivores = consommateurs primaires
 - les carnivores primaires qui se nourrissent des herbivores = consommateurs secondaires etc.
- Les décomposeurs (animaux détritivores, bactéries et champignons)
- Chaque maillon de la chaîne alimentaire est appelé un niveau trophique, le premier niveau étant les végétaux

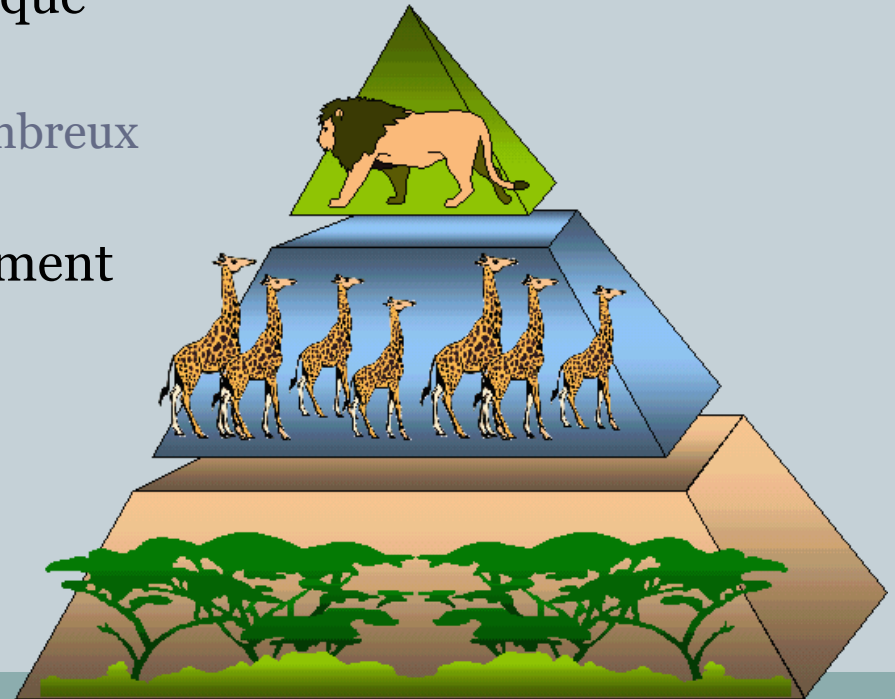


chain A marine food chain
Inc., publishing as Benjamin Cummings.

La chaîne alimentaire



- A chaque niveau trophique, seule 10 % de l'énergie disponible est transférée
- En général, dans une communauté, le nombre et la biomasse des espèces diminuent quand le niveau trophique augmente
 - Ex : Les carnivores sont moins nombreux que les herbivores
- Une communauté comprend rarement plus de 4 à 5 niveaux trophiques
- L'environnement est vert!

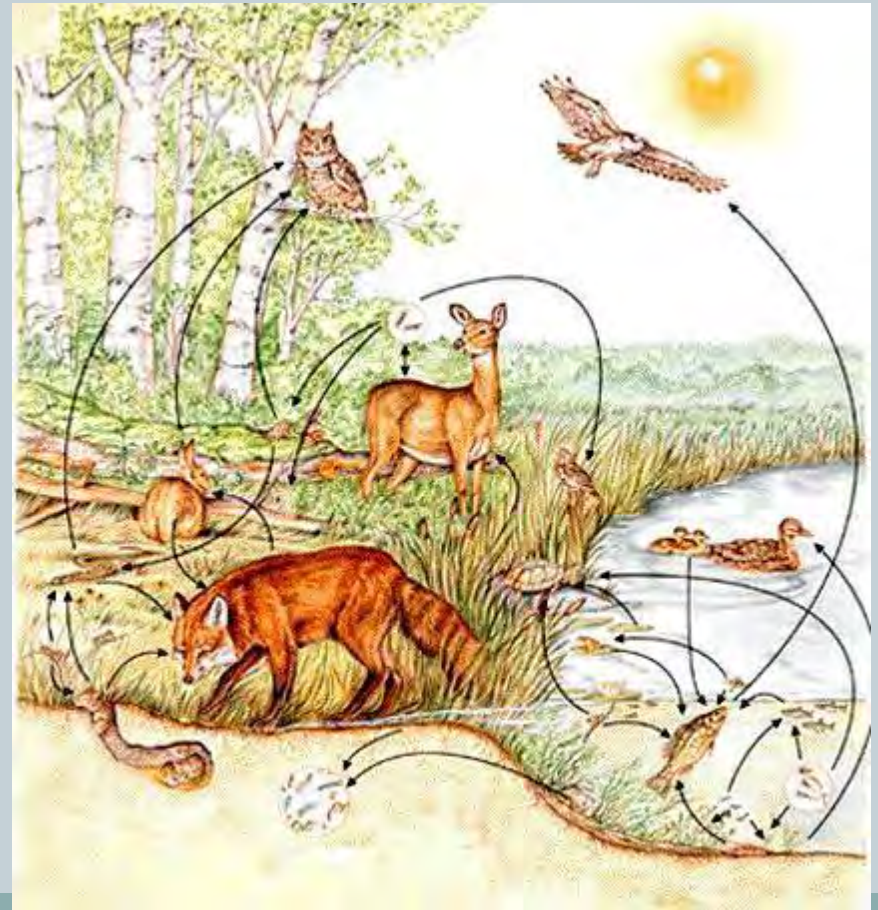


Structure trophique des communautés le réseau trophique



- En réalité, les différentes chaînes alimentaires sont connectées, créant un réseau trophique.
- **Réseau trophique** = ensemble de chaînes alimentaires reliées entre elles au sein d'un écosystème et par lesquelles l'énergie et la biomasse circulent.

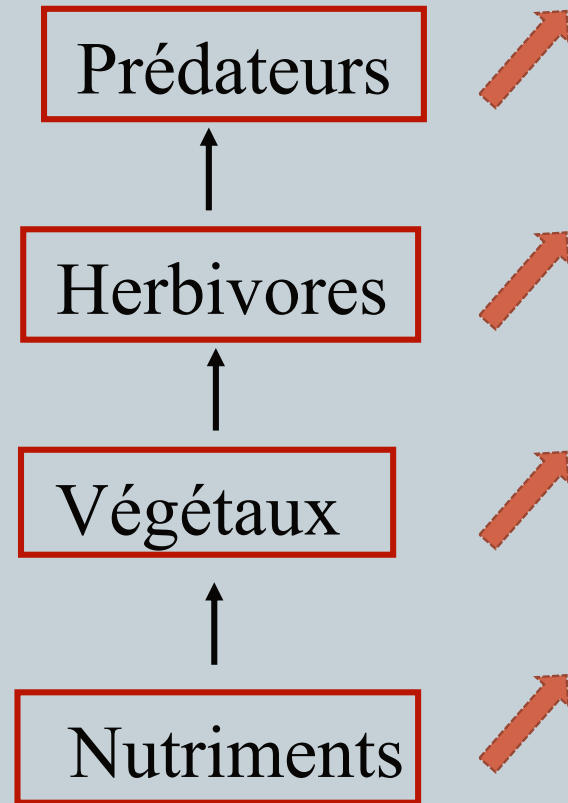
Réseau trophique dans un écosystème forestier



Qui contrôle la structure de la communauté?

1) Contrôle ascendant (ou bottom up)

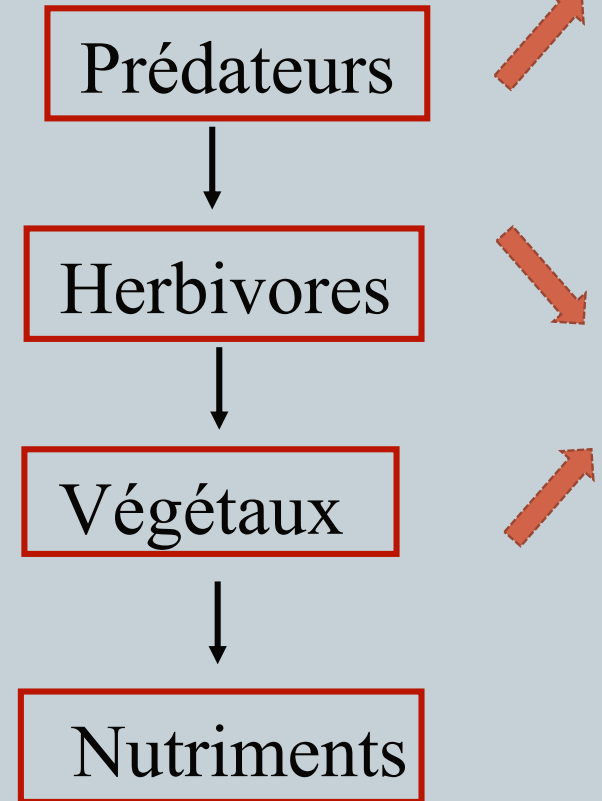
- Le nombre d'espèces végétale est limité par les nutriments
- L'abondance des herbivores et des carnivores dépend de l'abondance des végétaux
- Si l'abondance des végétaux augmente, l'abondance des herbivores et des carnivores augmente.



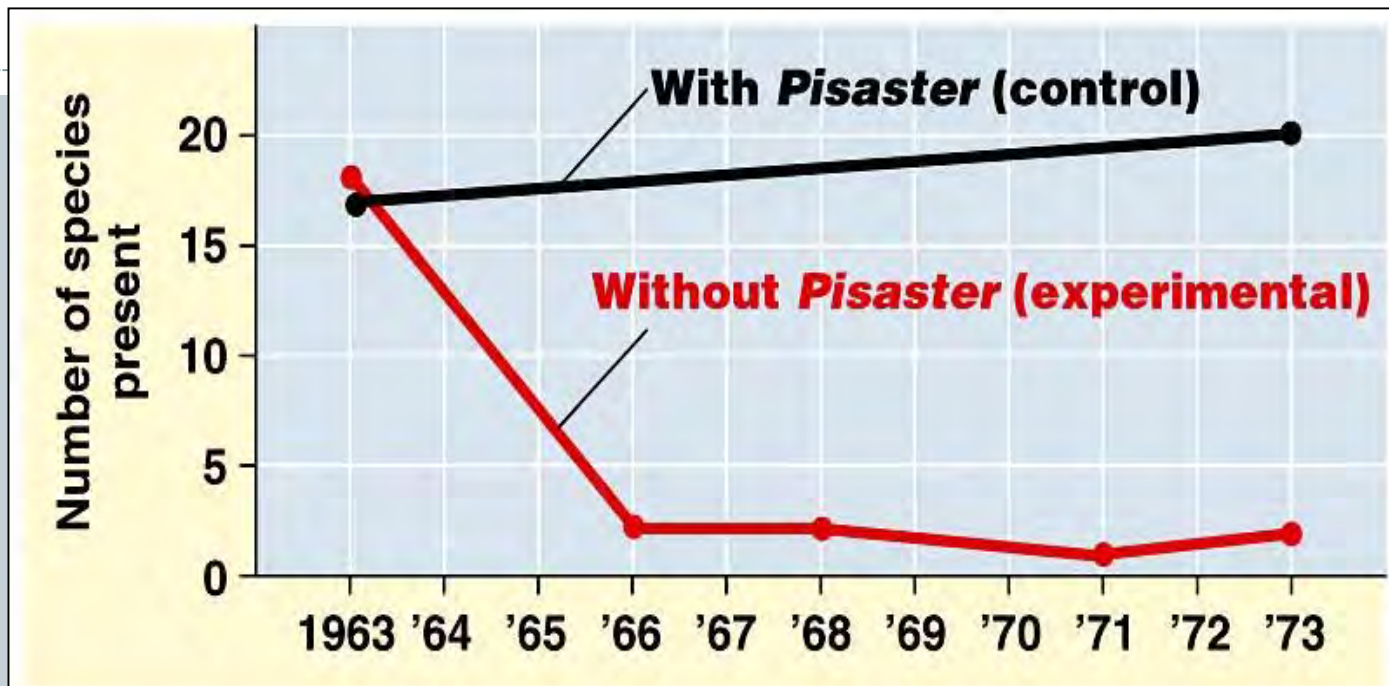
2) Contrôle descendant (ou top-down)



- Le nombre d'herbivores est contrôlé par les prédateurs
- Si l'abondance des prédateurs augmente, l'abondance des herbivores diminue et l'abondance des végétaux augmente.



Effet des prédateurs sur les communautés



(b)

Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.



- En l'absence de *Pisaster*, la diversité diminue, pourquoi?
- Les prédateurs réduisent la densité des compétiteurs forts et empêchent ainsi l'exclusion compétitive des compétiteurs faibles.

Effet des grands carnivores sur les communautés



- Ordre des carnivores : 245 espèces.
- Presque tous des prédateurs, naturellement rares car au sommet de la chaîne alimentaire.
- Les plus grands carnivores ont des taux de reproduction faible, des densités faibles, ont besoin d'un territoire important et sont souvent en conflit avec l'homme (car dangereux et consommant le bétail).
- → Ils sont particulièrement vulnérables



Effet des grands carnivores sur les communautés



7 espèces de grands carnivores avec des effets importants sur les communautés

Ecologically important carnivores. Seven species of large carnivores with documented ecological effects involving (A) "tri-trophic cascades" from large carnivores to prey to plants, (B) "mesopredator cascades" from large carnivores to mesopredators to prey of mesopredators, and (C) both tri-trophic and mesopredator cascades. [Photo credits: sea otter (N. Smith), puma (W. Ripple), lion (K. Abley), leopard (A. Dey), Eurasian lynx (B. Elmhagen), dingo (A. McNab), gray wolf (D. McLaughlin)]

Effects after large carnivore decline

Large carnivore

Declining species

Increasing species

Sea otter
7 years



Kelp

Urchin

Dingo
50+ years



Dusky hopping mouse

Fox

Kangaroo

Grasses

Gray wolf
60+ years



Hardwood tree

Puma
60+ years



Hardwood tree

Herpetofauna

Butterflies

Deer

Lion & leopard
17 years



Small primate & ungulate

Olive baboon

-2.5 -2 -1.5 -1 -0.5 0 0.5 1 1.5 2 2.5 3

Log₁₀ ratio effect size

Temps depuis le
déclin du prédateur)

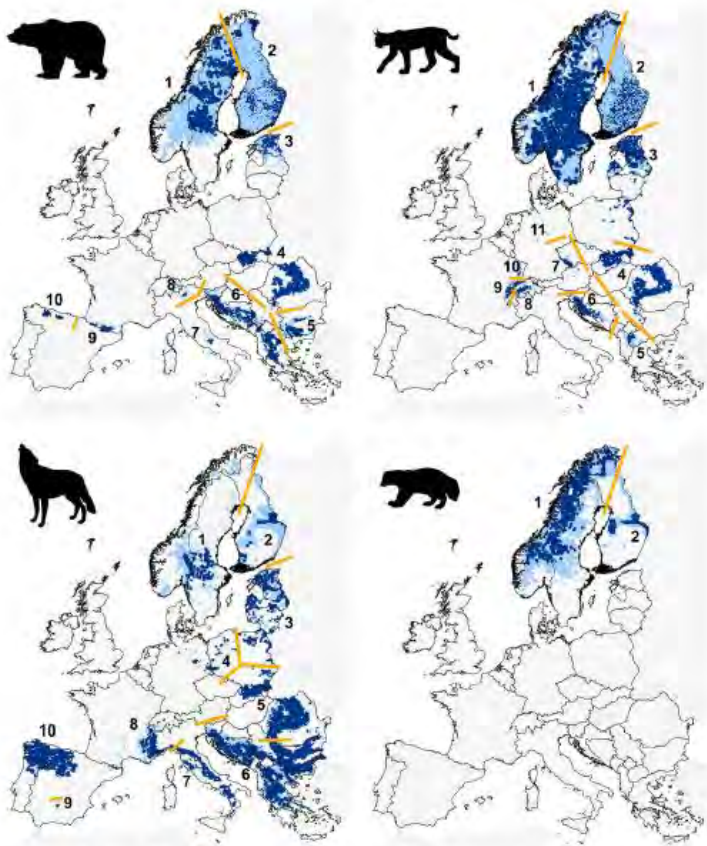


Fig. 1. Distribution of large carnivores in Europe in 2011. Brown bears (top left), Eurasian lynx (top right), gray wolves (bottom left), and wolverines (bottom right). Dark blue cells indicate areas of permanent occurrence, and light blue cells indicate areas of sporadic occurrence. Numbers refers to population identifications in tables S1 to S16. Orange lines indicate boundaries between populations.

- Vu leur impact important et leur vulnérabilité, il serait particulièrement important de protéger les carnivores.
- Environ 1/3 de l'Europe abrite au moins une espèce de grand carnivore mais il s'agit principalement de zones peu densément peuplées.
- La cohabitation peut être compliquée!
- → Exemple du retour du loup en France.



Evolution dans le temps des communautés

- On a longtemps pensé que les communautés étaient en général à l'équilibre
- On considère maintenant que les communautés changent constamment en réponse à des perturbations de petite ou grande échelle
 - Tempête
 - Incendie
 - Inondation
 - Perturbations humaines (pollution, déforestation, etc..), etc...



Perturbation de petite échelle : chute d'un arbre

Mont Saint Helens



Perturbation de grande échelle : éruption volcanique

La succession écologique



- La succession écologique : changement au cours du temps dans la structure d'une communauté après une perturbation.
 - Succession primaire : débute dans un territoire stérile
 - Exemple : colonisation après la fonte d'un glacier



Le glacier se retire, les bactéries autotrophes sont les premiers colonisateurs



Les mousses et les lichens sont les premiers autotrophes macroscopiques; le sol se forme progressivement

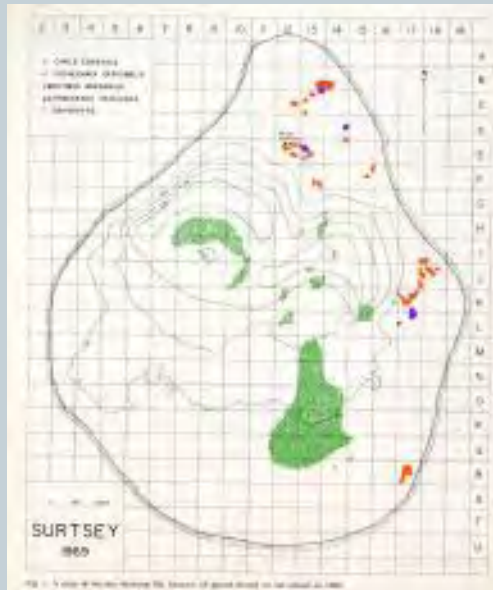


Les espèces pionnières colonisent ensuite

Succession primaire : l'île de Surtsey



- Entre 1964 et 1965, une éruption volcanique au large de l'Islande crée l'île de Surtsey.



1969



1970



1976

En vert, les mousses,

En rouge, *Honckenya peploides*

En jaune, d'autres espèces de plantes



H. peploides

Succession primaire : l'île de Surtsey



1997



1964-1965

La succession écologique



- Succession secondaire : débute après une perturbation qui laisse le sol intact

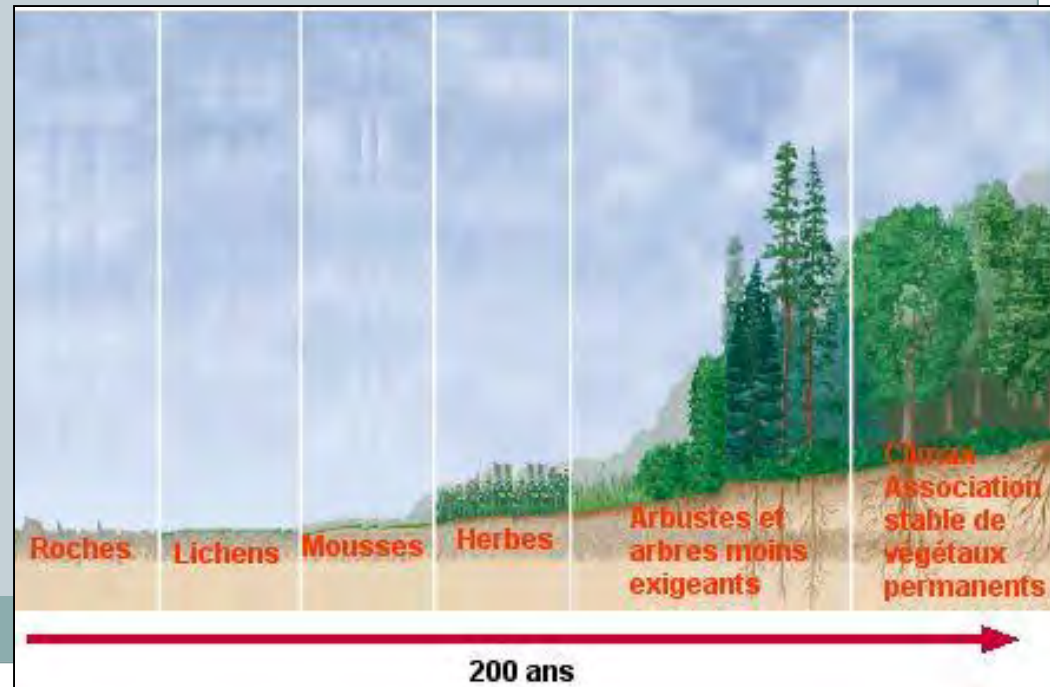


Parc du Yellowstone, USA : après l'incendie de 1988 et en 1989

Succession écologique



- Arrivées des espèces pionnières (grand pouvoir de reproduction et de dissémination).
 - La présence de ces espèces modifie le milieu et le rend apte à l'établissement d'autres espèces.
 - Remplacement graduel d'espèces.
-
- Le climax est le résultat de la succession écologique
 - Dans un climat donné, le climax est toujours le même



Succession écologique

Dynamiques de la biodiversité et des services écosystémiques dans un territoire péri-urbain



Un territoire modèle le plateau de Saclay

Projet financé par le programme
PSDR, INRA et Ile de France



Projet coordonné par UMR ESE et Terre et Cité



Projet Dynamiques : contexte général

Les espaces périurbains et le plateau de Saclay

Espaces périurbains : juxtaposition de zones urbanisées et espaces agricoles.

Le plateau de Saclay

- Opération d'Intérêt National du Plateau de Saclay urbanisation rapide d'un territoire agricole.
- ZPNAF, Zone de protection naturelle, agricole et forestière du plateau de Saclay.



Projet DYNAMIQUES



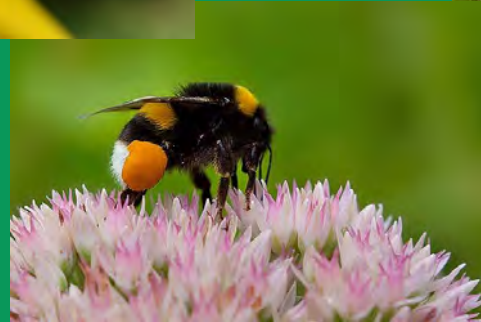
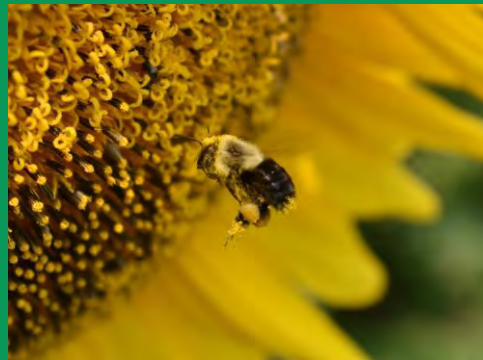
Des connaissances pour faciliter la **coexistence entre agriculture, urbanisation et biodiversité**

Saclay

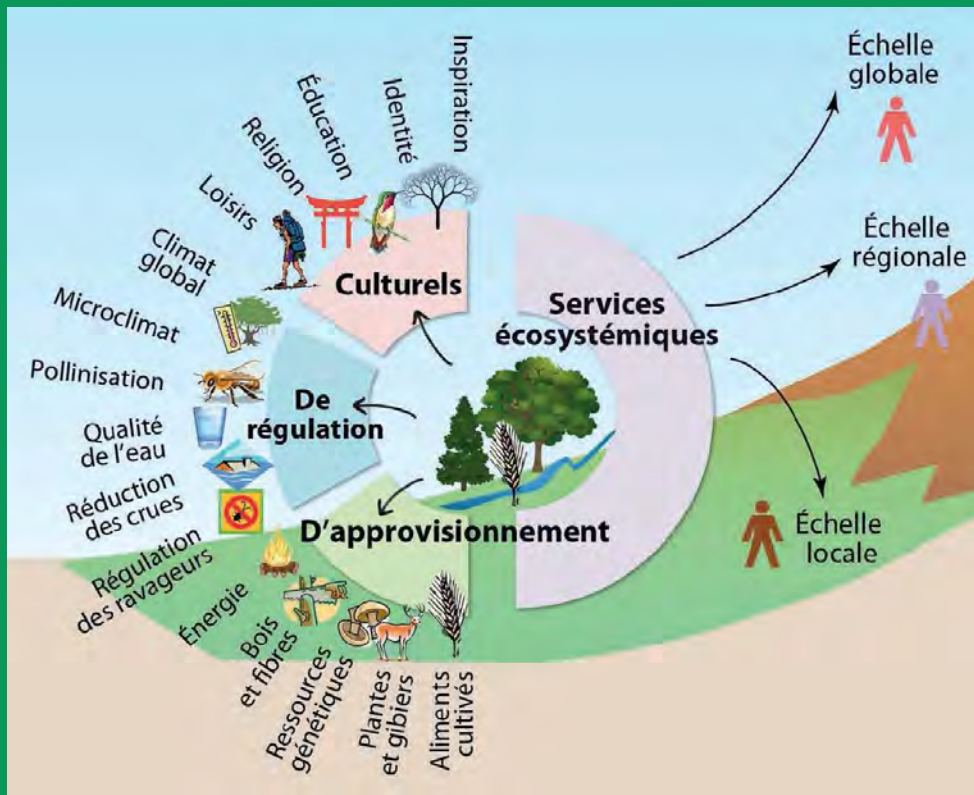


Projet Dynamiques, Workpackage : usage des sols et service de pollinisation

Comment l'usage des sols en milieu périurbain affecte le service de pollinisation?



Services écosystémiques : bénéfiques que les humains retirent des écosystèmes



Le service de pollinisation

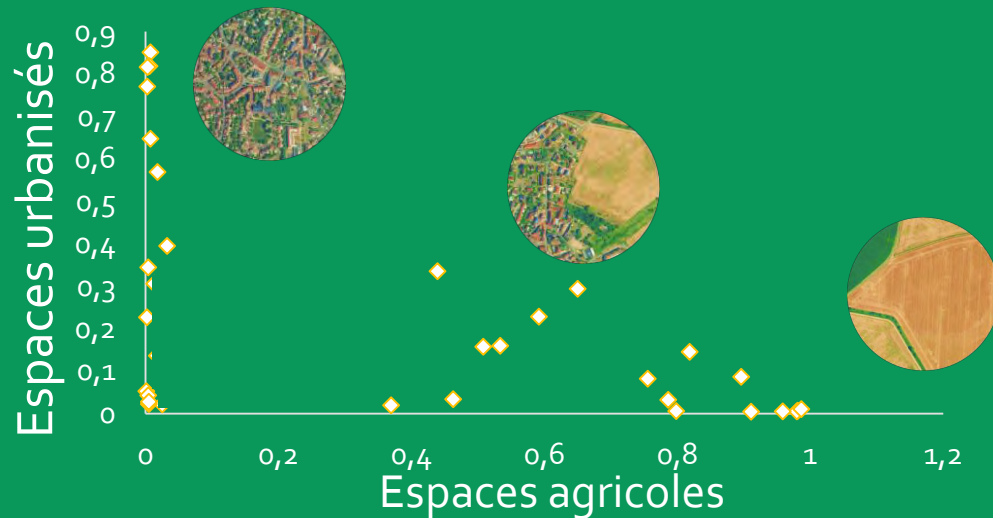
- Transport du pollen des étamines au pistil d'une autre fleur
- 70-90% des plantes à fleurs, sauvages et cultivées, sont pollinisées par les insectes
- De très nombreuses espèces d'insectes
- Déclin des pollinisateurs sauvages
- Un service menacé



Le service de pollinisation à Saclay

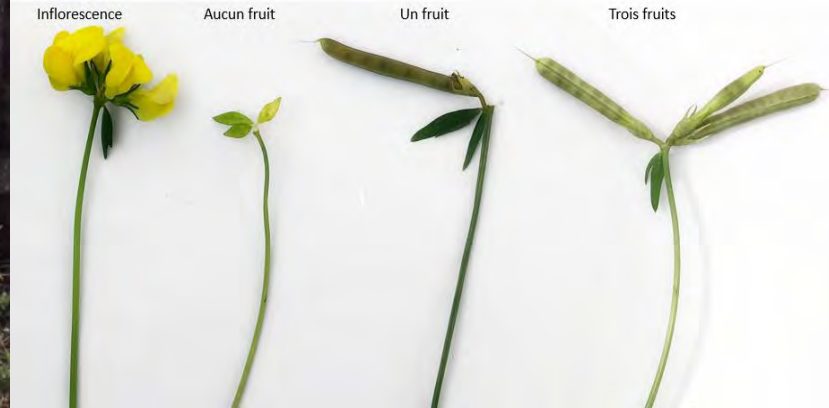
Etude réalisée par Virginie Héraudet, ingénieur CNRS
ESE

Mesure du service de pollinisation sur 40 points du territoire avec contextes paysagers variés (buffer de 300 m) et contexte local similaire (bandes enherbées)



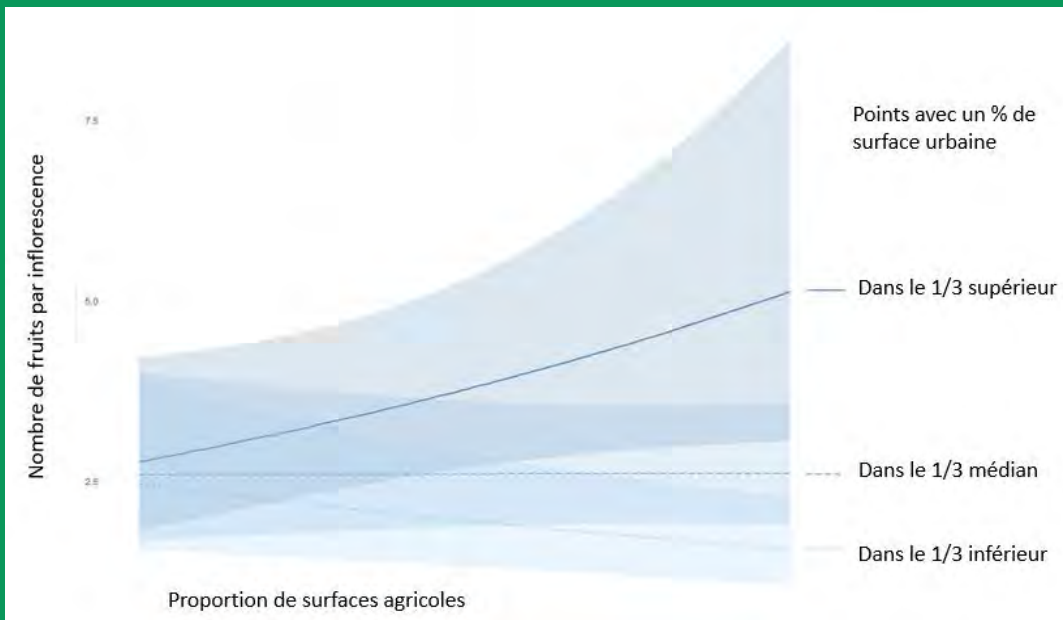
Le service de pollinisation à Saclay

Mesure du service de pollinisation à l'aide de plants de lotiers corniculés, ayant besoin d'être pollinisés pour la mise à fruit.

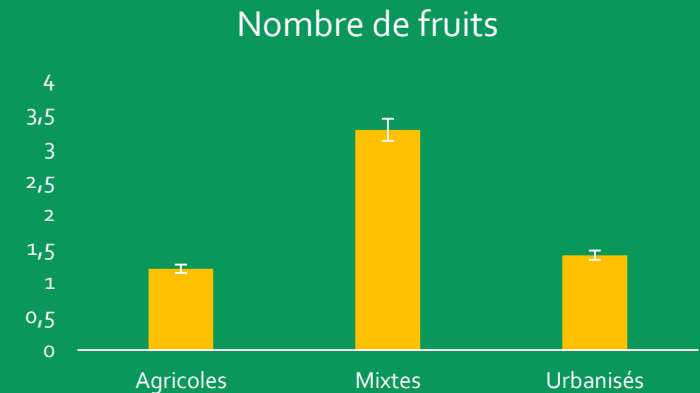


Le service de pollinisation à Saclay

Analyse des données à l'aide d'un modèle statistique GLM

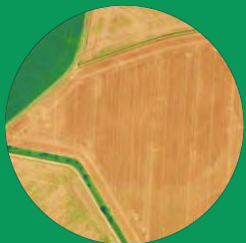
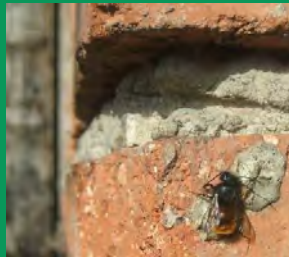


Interaction positive entre les surfaces agricoles et urbanisées



Le service de pollinisation à Saclay

Les paysages mixtes sont plus favorables pour le service de pollinisation



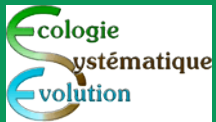
Conclusion



La présence de deux types d'anthropisation des milieux, typique des espaces périurbains, peut avoir des effets favorables sur la biodiversité

Partenaires

Projet Dynamiques général



Worpackage Service de pollinisation

Carmen Bessa-Gomes, Virginie Héraudet, Estelle Renaud, Emmanuelle Baudry



Bumblebee on a bird-foot trefoil flower
Photo Astrounette - SPIPOLL Program