



MOOC UVED

Université Virtuelle Environnement
Développement Durable

INGENIERIE ECOLOGIQUE

Ce document contient la transcription textuelle d'une vidéo du MOOC UVED « Ingénierie écologique ». Ce n'est donc pas un cours écrit au sens propre du terme ; le choix des mots, l'articulation des idées et l'absence de chapitrage sont propres aux interventions orales des auteurs.

Le concept de métapopulation en écologie

François Sarrazin
Professeur, UPMC

L'ingénierie écologique vise la gestion et la restauration des milieux et des ressources en s'appuyant sur les dynamiques spatiales et temporelles de la biodiversité. Elle doit le faire en considérant les différents niveaux d'intégration de cette biodiversité, en considérant les gènes, les individus, les populations, les communautés et les écosystèmes.

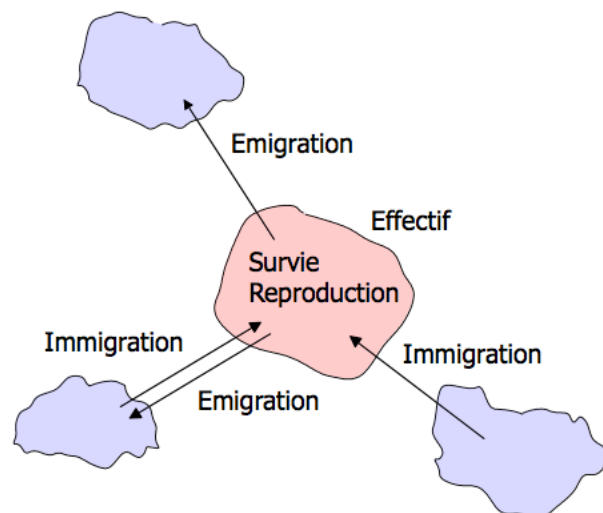
Alors le niveau populationnel est particulièrement pertinent quand on s'intéresse à ces aspects de dynamique spatiale et temporelle et on définit en écologie une population comme étant un ensemble d'individus de la même espèce vivant à un moment donné dans un espace donné, cet espace étant défini par le fait que les individus en son sein ont plus d'interactions entre eux que les individus de même espèce qui seraient situés à une distance plus grande et qui auraient des liens exceptionnels avec ces premiers organismes donc par rapport à cette première population. Ces populations sont donc naturellement le plus souvent fragmentées dans l'espace, ce qui nous amène à parler de métapopulation pour considérer des populations de populations qui vont être plus ou moins connectées par des flux de dispersion d'individus.

Alors il existe de grands développements théoriques expérimentaux et observationnels sur ces métapopulations et un certain nombre de modèles ont été proposés, le plus simple d'entre eux dans un premier temps a concerné des modèles de métapopulation présentant une structuration en îles avec des populations dont les capacités de colonisation et de risque

d'extinction sont pilotées en partie par une capacité de dispersion relativement homogène entre ces différentes tâches d'habitats favorables.

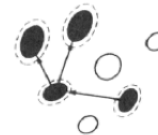
On a aussi des modèles de population dits en pas japonais, des métapopulations en pas japonais qui concernent des populations au sein desquelles les flux de dispersion sont favorisés entre populations adjacentes.

Et puis également des modèles de type plutôt île/continent qui voient des populations de grande taille échanger des individus avec des populations plus périphériques qui peuvent sembler, dans un premier temps, plus marginales. Alors ces modèles île/continent ont généré un cas particulier, des réflexions autour d'une situation particulière qui concerne les systèmes source-puits. Dans les systèmes source-puits la population puits va présenter une dynamique intrinsèquement défavorable parce que l'habitat n'est pas optimal et elle va se maintenir, voire éventuellement transitoirement croître, du fait de l'immigration d'individus à partir de populations source qui elles présentent des dynamiques favorables dans des habitats qui sont intéressants. Le paradoxe de ce modèle sources-puits c'est qu'on peut arriver à des situations où la population puits présente un effectif plus important que là où les populations source qui l'alimentent en quelque sorte. Alors dans ce cas-là le diagnostic de ces différentes dynamiques locales et des liens qui les unissent est extrêmement important puisque si on néglige les populations source jugées apparemment marginales, on emmène la population puits à l'extinction et à terme on risque fort d'emmener la métapopulation à l'extinction.

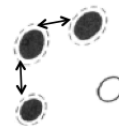


Métapopulation

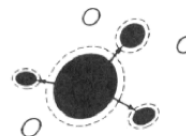
Structure en îles



Structure en pas japonais (stepping-stone)



Structure en îles continent cas particulier « source-puit »



Alors toutes les métapopulations ne sont pas des systèmes source-puits, il y a eu beaucoup de travaux pour essayer de valider ces différents modèles, notamment sur des espèces de petite taille, telles que des papillons, mais on trouve aussi des validations de ces approches en métapopulation sur des espèces de plus grande taille, ici des mouflons canadiens présents dans le sud-est de la Californie, et on constate qu'ils ont une distribution avec des populations relativement pérennes, des habitats favorables pour cette espèce qui ne sont transitoirement pas occupés, des habitats qui ont été recolonisés sur la période récente, voire des habitats dans lesquels ont été pratiquées des réintroductions. Et ces différents noyaux de population échangent par des régimes de proximité, des individus par dispersion, mais on constate que cette dispersion peut être partiellement ou totalement entravée par des obstacles tels que des zones urbaines, des routes ou ici des canaux.

Un autre exemple de validation des modèles de métapopulation concerne les populations, ici de plantes herbacées, qui sont présentes sur les pieds d'arbres, on est ici dans la ville de Paris. Et une étude récente montre que ces populations de plantes de ces pieds d'arbres présentent des distributions soit en métapopulations de type structuration en île donc avec une homogénéité des capacités de dispersion, soit en pas japonais en fonction des traits biologiques de l'espèce considérée, du type de gestion des pieds d'arbres et aussi de la matrice d'habitat dans lesquelles ces pieds d'arbres sont situés, plus ou moins à proximité d'espaces verts ou à proximité de zones d'échanges routiers ou ferroviaires donc qui sont susceptibles de favoriser la transmission des graines ou des pollens.

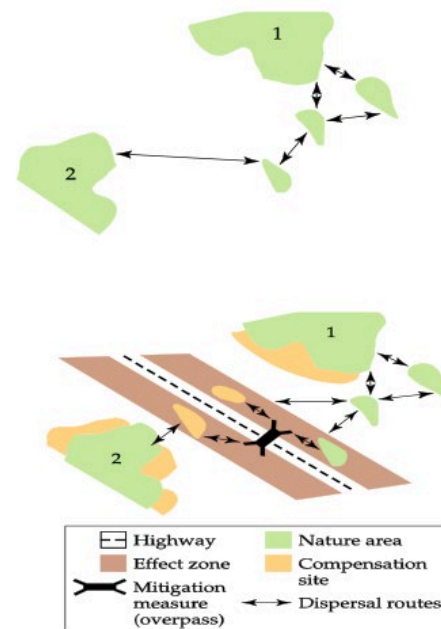
On comprend donc que la dispersion est un processus absolument central dans la dynamique de ces métapopulations donc on voit une très grande diversité de modes de dispersion chez les organismes, depuis des organismes qui présentent une dispersion passive par le déplacement de propagules, donc des œufs, des graines des spores, des pollens passifs dans des flux aériens, aquatiques, marins, voire éventuellement transportés par des animaux jusqu'à des stratégies élaborées impliquant des décisions de départ de populations d'origine, d'exploration de la matrice interstitielle qui peut être défavorable, et éventuellement se traduire par la mort des individus, et de sélection de l'habitat de reproduction dans lequel les individus donc vont in fine être susceptible d'essayer de s'installer. Et ces stratégies vont être mises en œuvre en interaction entre les caractéristiques des individus et celles intra et interspécifiques des habitats et des populations dans lesquelles ils se trouvent à l'origine ou dans lesquelles ils vont essayer de s'installer in fine.

Cette dispersion, on l'a vu, est affectée par les caractéristiques naturelles des environnements, mais aussi par la fragmentation d'origine anthropique des habitats. Cette fragmentation constitue actuellement une des causes majeures d'érosion de la biodiversité, particulièrement dans nos espaces anthropisés et elle résulte de la mise en place d'infrastructures linéaires, des routes, des voies ferrées, des lignes électriques, etc. De l'urbanisation qui est largement intensive dans nos environnements, de la mise en place de changements dans les pratiques agricoles dans la gestion forestière, l'émergence également de nouveaux types d'obstacles

avec par exemple la gestion des ressources hydrauliques ou la mise en place de parcs éoliens qui sont susceptibles effectivement, pour certaines espèces, d'avoir un effet sur leurs déplacements.

Cette fragmentation est prise en compte par l'ingénierie écologique et par les stratégies de conservation de biodiversité via la mise en place de corridors qui peuvent prendre des formes là aussi très diverses depuis des haies pour tolérer le passage d'insectes marcheurs jusqu'à des passages de faunes sur des voies routières comme celle-ci ou des espaces plus larges de connexion entre grandes tâches de forêts, grands habitats forestiers pour des vertébrés de grande taille. On a aussi des développements originaux pour des corridors dits noirs qui consistent à tolérer le passage d'espèces nocturnes dans des espaces anthropisés qui du fait de la pollution lumineuse posent problème à ces espèces.

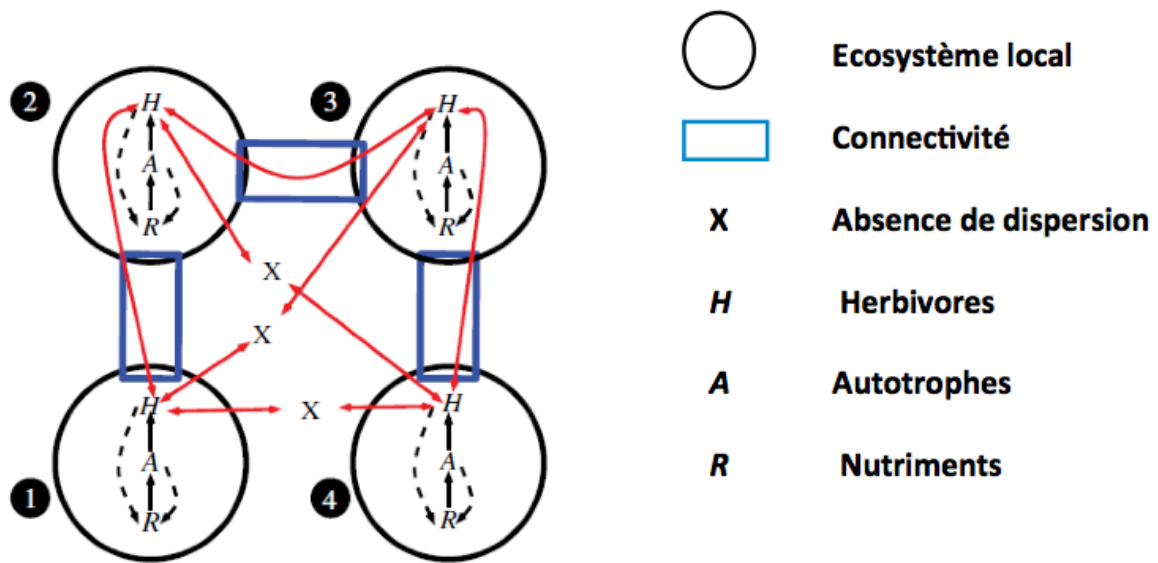
Corridor



Primack et al. 2012

Donc ces corridors se mettent en place, ils ne marchent pas toujours et ils peuvent parfois même avoir des effets négatifs, inattendus par, par exemple, le passage de pathogènes pour des espèces considérées, voire éventuellement l'arrivée d'espèces non désirées, d'espèces considérées comme invasives qui peuvent profiter de ces connexions. Donc on voit bien qu'on doit maintenant intégrer cette approche métapopulationnelle, que j'ai évoquée donc dans cet exposé, à une échelle interspécifique au sein des métacommunautés, voire des méta écosystèmes, en intégrant les caractéristiques physico-chimiques des environnements, pour pouvoir avoir une vision plus englobante de ces stratégies de gestion. Ici, vous avez un exemple de modèle de méta écosystème qui comprend quatre écosystèmes plus ou moins connectés en termes de flux de matière, notamment de nutriments, et en termes de flux d'individus, ici notés en rouge, ou interdits, ici par le x, concernant par exemple des herbivores

ou éventuellement des déplacements de dispersions passives de plantes par exemple autotrophes.



Marleau et al.. 2014

Donc clairement le développement de ces approches métapopulations, métacommunautés, méta écosystèmes, doit s'appuyer sur une écologie des paysages qui intègre les dynamiques humaines et non humaines au sein des socio-écosystèmes de façon à permettre d'anticiper ces risques pour la biodiversité, dus à la fragmentation des habitats, et rentrer dans des logiques préventives donc notamment dans les stratégies "éviter, réduire, compenser" pour à chaque étape de ces systèmes permettre de maintenir ces corridors ou ces connexions et de tolérer le déplacement de ces organismes, déplacement qui est naturel et qui fait partie de l'histoire du vivant et de l'évolution, mais qui en plus joue un rôle maintenant fort dans le maintien de ces espèces, dans des contextes de changements globaux, et notamment de changements climatiques avec des déplacements de niches écologiques, d'optimums d'aires de distribution pour un certain nombre d'organismes qui nous entourent.