

6

Définir un zonage à partir du réseau de prairies pour le suivi des populations de campagnols terrestres

Jean-Christophe Foltête ^{a*}
Gilles Vuidel ^a

Problématique

Les populations de certains rongeurs sont parfois abondantes au point de poser de multiples problèmes aux sociétés humaines, qui cherchent à les gérer et à mieux contrôler leur dynamique. C'est le cas des campagnols terrestres qui pullulent et se diffusent sous forme de « vagues voyageuses » dans les prairies du Jura et d'Auvergne. Pour disposer de données permettant de gérer et si possible réguler ces populations, il est nécessaire s'appuyer sur un plan de suivi sur le terrain. Toutefois, le coût occasionné par les missions d'observation limite le nombre et la fréquence des relevés de terrain. Dans ce contexte, il peut être intéressant de chercher à intégrer la notion de connectivité de l'habitat dans la définition de tels plans de suivi, pour rationaliser les campagnes d'observation en fonction de critères fonctionnels (c'est-à-dire en fonction des flux de déplacement potentiels), plutôt que d'opter pour un échantillonnage spatial systématique pouvant conduire à une certaine redondance. Les graphes paysagers constituent une base méthodologique bien adaptée pour définir un zonage fonctionnel, car ils représentent de façon simplifiée les réseaux potentiels de déplacements. Partant de cette base, quelle méthode mettre en œuvre pour produire un tel zonage ? Quelle validité peut-on accorder aux résultats ?

Zone d'étude

La zone d'étude est la partie franc-comtoise du massif jurassien, adossé à la frontière franco-suisse. Elle est délimitée à l'ouest par la basse vallée du Doubs où se situent les principales agglomérations urbaines (notamment Belfort-Montbéliard et Besançon). Vers l'est, le massif du Jura s'amorce par un escarpement continu délimitant les premiers plateaux, entre 400 et 700 m d'altitude. Ces plateaux faiblement peuplés présentent des paysages vallonnés de forêts de feuillus, de prairies et cultures, localement animés par des vallées en canyon (Loue, Lison). En continuant vers l'est, un nouveau talus marque les seconds plateaux entre 700 et 1000

mètres d'altitude, où de grandes étendues de prairies alternent avec des forêts de conifères, et où l'élevage laitier constitue la principale ressource agricole. Enfin, le long de la frontière franco-suisse, les forêts couvrent les plus hauts monts jurassiens de façon presque continue.

Données utilisées

Dans cette zone, une carte d'occupation du sol à 10 m de résolution spatiale a été constituée en combinant plusieurs couches de la BD TOPO (IGN) (bâti, réseaux de transport, hydrographie, végétation arborée) et le Registre Parcellaire Graphique (Agence des Paiements) simplifié en deux catégories (prairies et cultures). Dans les prairies qui constituent l'habitat du campagnol terrestre, deux sous-catégories ont été définies pour tenir compte des effets de prédation provenant des éléments arborés : les cœurs de prairie, obtenus par érosion de 50 m, et les autres surfaces considérées comme des lieux favorables aux déplacements. Parallèlement, des données démographiques des populations de campagnols terrestre ont été mobilisées pour valider la méthode de zonage. Elles ont été constituées à partir des indicateurs de densité communale annuelle relevés par la Fredon Franche-Comté. Ces données communales ont été transformées pour disposer finalement de densités annuelles de 1989 à 2004 dans chaque tache correspondant à un cœur de prairie.

Méthode

Dans son usage classique, un graphe paysager peut être directement à l'origine d'un zonage si on seuille les liens, créant ainsi des sous-graphes ou composantes. Cependant, cette méthode simple ne tient pas compte de la configuration du graphe et a tendance à multiplier les zones là où les taches sont plus espacées. Parmi les méthodes de segmentation de graphe utilisées pour définir des « compartiments » au sein d'un réseau, celles qui sont fondées sur la notion de modularité présentent l'intérêt de s'adapter aux graphes de grande taille. La modularité est un critère basé sur la comparaison des connexions observées et des connexions théoriquement rencontrées en

supposant le graphe aléatoire. Ce critère habituellement utilisé pour les graphes binaires (l'arc entre deux nœuds est soit présent, soit absent) a été adapté ici pour s'appliquer aux graphes pondérés, c'est-à-dire pour tenir compte des distances caractérisant les liens et des capacités démographiques décrivant les nœuds. Dans le logiciel Graphab, une procédure automatique a permis de tester un nombre croissant de compartiments (de 2 à n) à partir d'un graphe initial connexe et pour chacun, l'algorithme a identifié le découpage qui maximise la modularité. La validation de chaque segmentation a été fondée sur le Lambda de Wilks calculé à partir des données de densité de campagnols terrestres. Ce critère fondé sur le rapport entre les covariances intra-zones et les covariances totales est compris entre 0 (segmentation parfaite) et 1 (segmentation non pertinente). Le critère de pertinence de la segmentation est la statistique g2L dérivée du Lambda de Wilks où l'effet du nombre de zones est supprimé. A mesure que ce nombre de zones augmente, cet indicateur renseigne sur un niveau de découpage pertinent quand il se stabilise ou augmente.

Les coûts attribués aux catégories d'occupation du sol ont été attribués à partir d'une étude précédente (Foltête, et Giraudoux, 2012) de la façon suivante : 1 pour les taches d'habitat (4132 taches de prairies) et les autres prairies, 25 pour les haies et cultures, 50 pour le bâti, les réseaux de transport, les forêts de conifères et les zones humides, 1000 pour les forêts de feuillus ou mixtes

Paramètres utilisés dans Graphab

Connexité	8
Taille minimale des taches	5 ha
Distance	4 000 m
Type de distance	Dispersion
Probabilité de mouvement	0,5
Impédance	Coût
Echelle des coûts	1, 25, 50, 1 000
Topologie	Planaire

et les cours et plans d'eau. Le paramétrage du calcul de modularité s'est basé sur la même étude précédente, selon laquelle les flux potentiels ont été calculés avec une distance coût de 1000 correspondant à une probabilité de mouvement de 0,5.

Résultats

Une première série d'analyses portant sur la comparaison de plusieurs valeurs de pondération des surfaces dans l'estimation des flux potentiels (via le paramètre β dans Graphab) a conduit à retenir le paramétrage $\beta = 0,1$. Les zonages issus de ce réglage ont ensuite été comparés à deux autres options : segmentation à partir de la modularité binaire ($\alpha = 0$; $\beta = 0$), composantes issues d'un simple seuillage. Pour ces trois options, les courbes des indicateurs de pertinence ont été calculées pour des découpages de 2 à 24 zones (Figure 1). Pour le Lambda de Wilks (a) comme pour le critère g2L (b), la courbe basée sur la modularité pondérée est toujours la plus basse alors que celle basée sur les composantes est la plus haute. Cet ordre montre que la segmentation à partir de la modularité pondérée aboutit au découpage le plus cohérent sur le plan de la dynamique démographique. Il confirme également que les composantes issues du seuillage n'ont pas de pertinence pour représenter cette dynamique.

La courbe du critère g2L fondée sur la modularité pondérée a ensuite été utilisée pour définir les nombres de zones les plus adaptés au cas d'étude (Figure 2). Un premier palier avec un minimum local est visible pour 10 zones, suivi de plusieurs autres minimums locaux, puis d'une valeur minimale atteinte pour 21 zones. Ces deux niveaux de découpage ont été choisis pour représenter un zonage hiérarchique au sein du réseau de prairie.

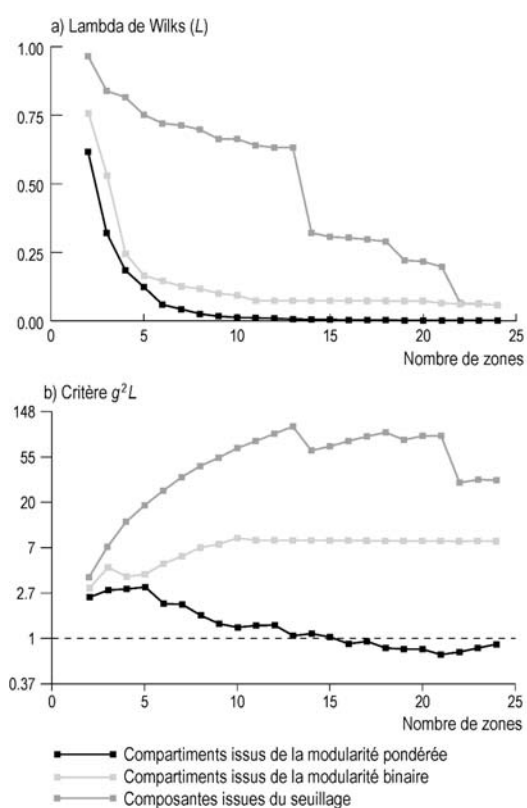


Figure 1 : Pertinence des zonages vis-à-vis de la dynamique démographique des campagnols terrestres en fonctions de trois options de découpage

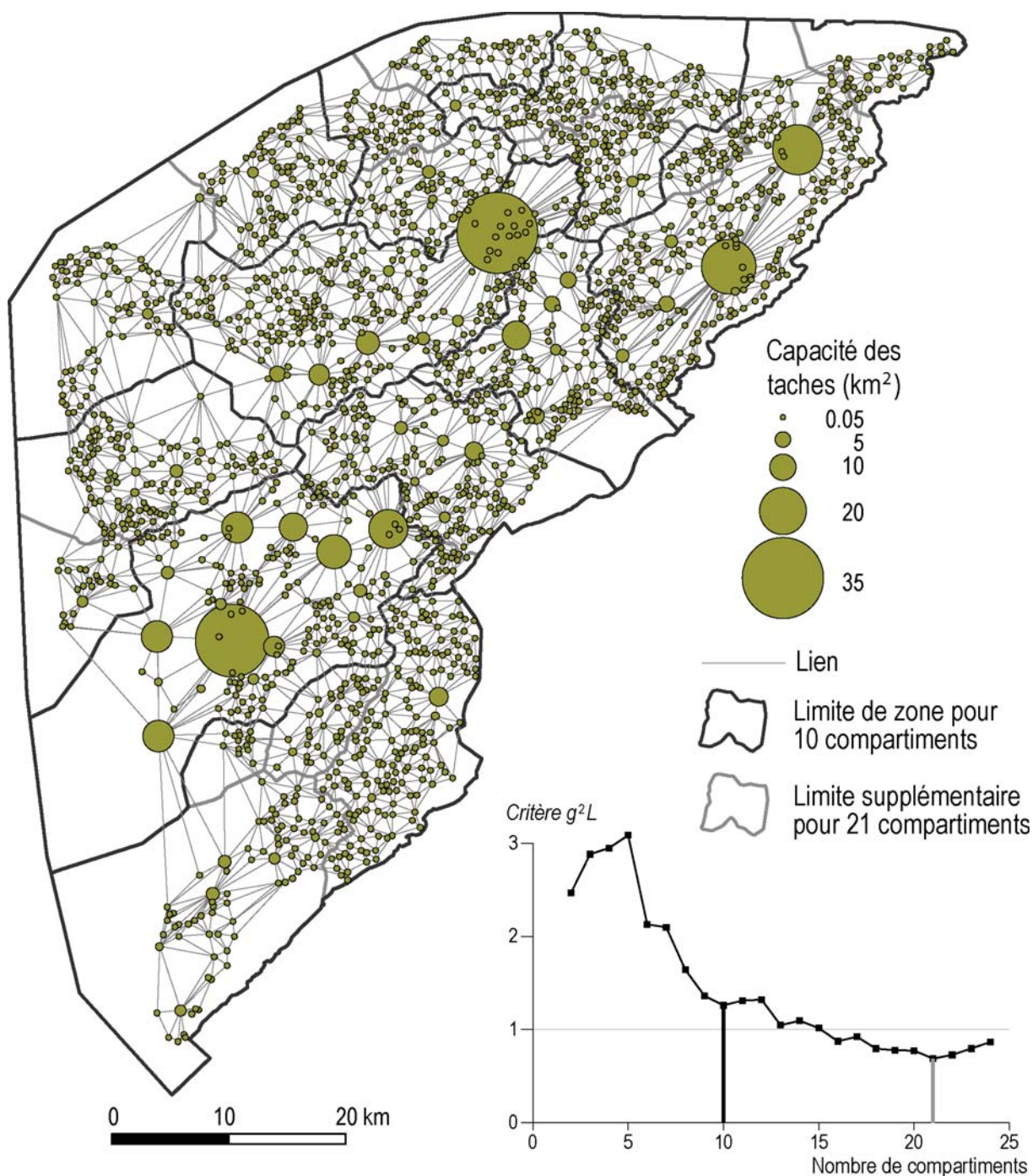


Figure 2 : Compartiments identifiés par le modèle.

Cette étude a montré que dans le cas du réseau de prairie, le critère de modularité est lié de façon significative à la dynamique démographique des campagnols terrestres. Elle suggère que dans les contextes où aucune donnée démographique n'est disponible, l'usage de ce critère pour définir des zones de suivi des populations est une approche pertinente. Cela suppose toutefois qu'on dispose de certains éléments sur les mouvements de l'espèce pour définir le paramétrage des flux potentiels.

a UMR 6049 ThéMA, 32 rue Megevand 25030 Besançon cedex, CNRS-Université Bourgogne Franche-Comté
* jean-christophe.foltete@univ-fcomte.fr