

# Représenter et articuler une multiplicité de territoires avec la notion d'institution

## AUTEUR

Jean-Pierre MÜLLER

## RÉSUMÉ

Pour appréhender la gestion des ressources renouvelables, il est nécessaire de prendre en compte la multi-territorialité induite par l'ensemble des dynamiques sociales formelles et informelles qui coexistent dans un même espace à différentes échelles. L'objectif est donc de représenter ces multiples territoires et de les articuler pour rendre compte des interactions spatiales entre les dynamiques sociales. Nous proposons une notion d'institution permettant de modéliser les représentations et les normes de chacune des dynamiques collectives considérées. Les représentations incluent pour chaque dynamique collective une structuration spécifique de l'espace que nous appelons territoire. Une représentation pivot élaborée à partir de la dénotation spatiale de ces territoires permet d'en calculer les superpositions. Nous obtenons ainsi un outil pour articuler les représentations spatiales liées à une multiplicité de dynamiques sociales et pour rendre compte de leurs interactions.

## MOTS CLÉS

Dynamique sociale, multi-territorialité, institution, ontologie, interaction spatiale

## ABSTRACT

To understand renewable resource management, it is necessary to account for the multi-territoriality induced by the set of formal and informal social dynamics that co-exist in a same space at various scales. Therefore, the objective is to represent those various territories and to articulate them to account for the spatial interactions among the social dynamics. We propose a notion of institution allowing to model the representations and norms of each considered collective dynamics. Those representations include for each collective dynamic a specific spatial structure that we call territory. A pivot representation elaborated from the spatial denotation of these territories enables to compute the overlapping. Hence, we obtain a tool to articulate the spatial representations related to a multiplicity of social dynamics and to account for their interactions.

## KEYWORDS

Social dynamic, Multi-territoriality, Institution, Ontology, Spatial interaction

## INTRODUCTION

Pour appréhender la gestion des ressources renouvelables dans une perspective de développement durable, il est nécessaire de comprendre comment un ensemble de normes mises en œuvre par un groupe d'individus va impacter la durabilité à la fois des ressources et des activités qui en dépendent. Les ressources étant en général spatialisées, les normes vont réguler les conditions d'accès aux ressources sur la base, entre autres, de contraintes spatiales définissant une échelle de régulation sous la forme d'une extension (le contour de l'espace considéré) et d'une structure spatiale des droits d'accès (la qualification structurée de cet espace). Par ailleurs, les individus concernés sont toujours déjà impliqués dans d'autres mécanismes de régulation (familiaux, coutumiers, administratifs...) ayant leurs propres normes et donc leur

propre structure spatiale à des échelles différentes. Les individus sont donc amenés à arbitrer entre différents mécanismes de régulation en fonction des recouvrements entre les structures spatiales correspondantes (Aubert & Müller, 2013). Si on prend la définition habituelle du territoire comme portion d'espace appropriée par un groupe social (Debarbieux, 2003), nous pouvons appeler territoire ces structures spatiales et leur extension dans la mesure où : 1) l'extension délimite la portion d'espace en question et 2) la structure spatiale induite par le mécanisme de régulation constitue un mode d'appropriation par le groupe social sur lequel ce mécanisme s'applique. La multi-appartenance des espaces et des individus constitue une multi-territorialité qui doit être prise en compte pour comprendre l'impact réel que peut avoir un nouveau mécanisme de régulation en fonction des arbitrages que devront faire les individus concernés. La question de la représentation d'environnements multiples et de leur articulation a déjà été abordée par Soulié (2001) pour les systèmes multi-agents. Ferber *et al.* (2004) ont intégré l'approche avec la notion d'organisation en unifiant conceptuellement espace social et espace physique. Pour prendre en compte la notion de territoire, nous avons d'abord choisi de représenter chaque mécanisme de régulation par la notion d'institution. Conformément à Ostrom (2005), une institution est composée d'une ontologie, c'est-à-dire de l'ensemble des connaissances partagées, et d'un ensemble de normes. Ces dernières décrivent les régularités comportementales et donc les comportements attendus et/ou imposés par le groupe. La notion d'institution est donc ici l'équivalent descriptif de la notion d'organisation. L'ontologie définit notamment les concepts et entités géographiques utilisés pour exprimer les contraintes spatiales. Elle permet de formaliser la perception de la réalité par le groupe social (Searle, 1995). Donc chaque institution définit à travers son ontologie le territoire sur lequel portent ses normes. Pour comprendre les interactions entre les institutions, il faut donc, entre autres, articuler ces différents territoires afin de pouvoir déterminer à tout endroit quelles normes de quelles institutions s'y appliquent. À charge pour chaque individu d'arbitrer entre ces normes, éventuellement contradictoires entre elles.

Nous allons donc décrire comment les ontologies peuvent être utilisées pour représenter les différents territoires. Une telle proposition a déjà été esquissée dans Müller et Aubert (2012) mais nous décrivons ici plus explicitement le lien avec les entités géométriques. Puis nous décrivons comment articuler les territoires avant de conclure.

## 1. REPRÉSENTER LES TERRITOIRES

Gaite *et al.* (1997) propose de distinguer les *entités géographiques* (RN113, Paris, France...) des *entités géométriques* qui peuvent servir à les représenter (points, lignes, polygones...) en sachant qu'une même entité géographique (par exemple, Paris) peut être représentée par un point, ou un polygone, ou n'importe quel autre objet géométrique. La représentation géographique est donc distincte de la représentation géométrique. Les entités géographiques sont organisées dans des topologies avec des relations d'adjacence, de recouvrement..., sur lesquelles on peut faire de l'inférence logique (Casati & Varzi, 1999), alors que l'on peut manipuler mathématiquement les entités géométriques, notamment pour en déduire la topologie.

Les ontologies permettent de représenter des concepts catégoriques (ou *catégories*) qui désignent des ensembles d'objets (la notion de ville comme ensemble de villes, la notion de rue...) et les concepts individuels (ou *individus*) qui désignent des objets singuliers (Paris, l'Hérault...), ainsi que les relations qui les lient. Les concepts et relations sont désignés par des noms (« ville », « rue », « adjacent », « Paris », etc.). Une ontologie permet ainsi de définir la terminologie utilisée dans les normes de comportement. Par exemple, il est permis

de chasser dans la zone de chasse, mais c'est interdit dans la zone protégée et dans les champs, normes dans lesquelles « zone de chasse », « zone protégée », « champs » sont des concepts spatiaux. Comme tout langage logique, une ontologie est munie d'une sémantique qui définit quand un énoncé est vrai ou faux en fonction de la dénotation des différents concepts. Une *dénotation* attribuée à chaque concept individuel ou catégorique, l'objet ou l'ensemble d'objets qu'il désigne. L'ensemble des objets dont parle une ontologie s'appelle le domaine de discours.

Pour formaliser le territoire, nous considérons que le domaine de discours est constitué des entités géométriques (et non pas l'espace « réel » qui est informatiquement inaccessible), alors que les individus de l'ontologie décrivent les entités géographiques définies par chacune des institutions. Ainsi pour chaque institution, nous allons : 1) associer une ou plusieurs cartes (*shapefile* ou autres formats) qui contiennent les entités géométriques ; 2) associer une entité géographique à chaque entité géométrique (« Paris » → coordonnée spatiale ou polygone), en utilisant par exemple les tables attributaires ; 3) construire éventuellement les relations à partir des entités géométriques (si le polygone associé au « 10<sup>e</sup> arrondissement » est inclus dans le polygone associé à « Paris » alors la relation « dans (10<sup>e</sup> arrondissement, Paris) » est vraie) Une fois les relations déduites de la géométrie, on n'a en principe plus besoin des entités géométriques.

Par exemple, une communauté locale (institution « VOI », fig. 1) peut définir un *zonage* comme un ensemble de zones comprenant une *zone d'exploitation*, une *zone protégée* et des *zones d'usage* (les catégories de l'ontologie de l'institution VOI, fig. 1) avec les adjacences déduites des entités géométriques, alors qu'un écologue (institution « Ecologie », fig. 1) peut analyser un *espace écologique* plus vaste en termes de d'habitats constitués de *forêts primaires*, *forêts secondaires* et *cultures* (les catégories de l'ontologie de l'institution Ecologie, fig. 1), et l'administration peut de même structurer son territoire forestier, et ainsi de suite. Ces catégories permettent de décrire les entités géographiques qui structurent chacun de leur territoire. Ainsi le territoire de la communauté locale est constitué de quatre entités géographiques dont deux sont des zones d'usage, alors que le territoire de l'écologue est constitué de trois habitats différents. Dans la figure 1, nous avons explicité les relations d'adjacence entre ces différentes entités géographiques. Elles peuvent être données ou calculées à partir des entités géométriques que dénotent nos entités géographiques (la relation de dénotation est explicitée par les flèches bleues, fig. 1).

Cet exemple montre que nous utilisons des ontologies spécifiques à chaque groupe social et non pas des ontologies génériques de l'espace telles qu'elles ont été développées par ailleurs (par exemple, Bateman *et al.*, 2010). De plus, nous proposons d'utiliser la notion de dénotation pour relier les entités géographiques aux entités géométriques.

## 2. ARTICULER LES TERRITOIRES

À partir du moment où chaque institution définit dans son ontologie son territoire, à savoir son extension et sa structure spatiale, nous nous trouvons dans une situation où un individu peut se retrouver simultanément dans plusieurs structures spatiales de plusieurs territoires. Par exemple, il peut être à la fois sur une zone d'usage d'une communauté locale (Institution VOI), dans une forêt primaire (et interagir potentiellement avec sa faune spécifique : Institution Ecologie), dans un parc national, sur le territoire d'une commune, d'un département, d'un pays. Chaque institution y impose des normes spécifiques (droit de cultiver du point de vue

de la communauté locale, interdiction de chasser du point de vue du parc national, droit de s'y promener du point de vue de la commune mais peut-être pas du point de vue de la communauté locale...). Il faut donc être en mesure de calculer à tout moment dans quelles entités géographiques de quels territoires (et donc de quelles institutions) un individu se trouve.

Figure 1. Deux territoires liés à des institutions distinctes

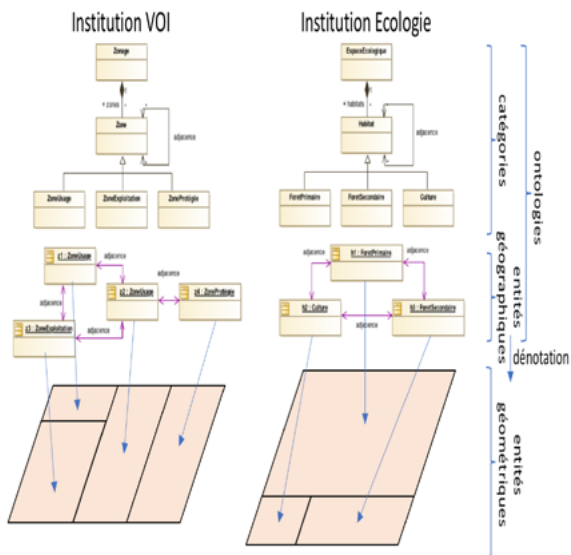
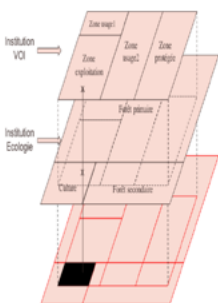
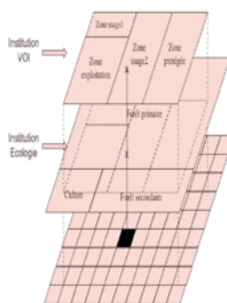


Figure 2. Deux façons de déduire les représentations pivots

2a. vectoriellement



2b. par rasterisation



Pour résoudre ce problème, une solution est de conserver les entités géométriques pour calculer quelles entités recouvrent la position de l'individu. Cette solution est trop lourde d'un

point de vue algorithmique surtout que le calcul doit être effectué à chaque déplacement. Nous avons choisi de calculer une structure géométrique unique qui sert de pivot entre les différentes entités géographiques. Pour cela, il y a également deux approches possibles :

- La décomposition vectorielle qui consiste à construire l'ensemble des polygones de façon à ce que chaque entité géographique soit couverte exactement par un sous-ensemble de ces polygones (fig. 2a) ;
- La décomposition raster qui consiste à plaquer une grille de cellule et de calculer pour chaque cellule dans quelle entité géographique elle se trouve (fig. 2b).

Dans les deux cas, chaque entité géométrique pivot (polygone ou cellule) devra contenir la liste des entités géographiques (et de quelles institutions) qu'elle recouvre (illustré en noir sur les figures 2a et 2b). Ainsi, à partir de la position de tout individu, il est facile de retrouver les structures territoriales pertinentes et, de là, les normes associées. Dans notre implémentation, nous avons choisi la seconde solution qui est plus facile à calculer même si elle ne donne pas une solution exacte sur les bords des entités géographiques. Cette décomposition est paramétrée par la taille des cellules pour faire le meilleur compromis entre temps de calcul et précision. Pour calculer la représentation pivot ainsi que les relations d'adjacence à partir des cartes vectorielles, nous utilisons la librairie *GeoTools*<sup>1</sup> qui fournit toutes les fonctions nécessaires pour aligner les projections des différentes cartes et manipuler les objets vectoriels et rasters.

La représentation pivot que nous proposons est essentiellement un artefact technique. Néanmoins, elle pose une question épistémologique sur la perception de l'espace. En effet, les enquêtes auprès des acteurs locaux débouchent essentiellement sur une topologie d'entités géographiques ayant du sens pour l'action (zone de culture, zone de chasse...), d'ailleurs les noms vernaculaires sont souvent liés à l'usage (il suffit de penser aux lieux-dits « Les communaux » par exemple). La géométrie ne semble apparaître que lorsqu'il s'agit de coordonner divers usages ou divers individus (l'héritage par exemple). Elle semble donc émerger secondairement comme un mode de représentation asémantique car non fonctionnelle sinon pour la coordination elle-même. C'est le cas dans nos simulations où la représentation géométrique ne sert que pour deux choses : l'articulation entre les différents modes de régulation, et le calcul de chemins mais ce dernier pourrait être fait dans un espace topologique spécifique lié aux usages des déplacements avec des entités géographiques comme les chemins, les passages...

## CONCLUSION

Dans cette contribution, nous utilisons la notion d'institution et en particulier la représentation des connaissances spatiales partagées pour formaliser la notion de territoire comme portion d'espace appropriée par un groupe social. Plus précisément, nous utilisons les ontologies comme un langage permettant de représenter les entités géographiques et leurs relations, et la sémantique de ce langage pour associer les entités géographiques à leur géométrie. Cette géométrie est utilisée pour calculer une représentation pivot permettant d'articuler entre eux les différents territoires à différentes échelles. Nous avons montré que cette représentation pivot permet de calculer de façon efficace l'ensemble des contraintes normatives qui s'appliquent à un individu en fonction de sa position dans l'espace. À charge pour cet individu d'arbitrer entre ces différentes sollicitations. Cette proposition a été implémentée sur la plateforme

---

1 [www.geotools.org](http://www.geotools.org)

de simulation MIMOSA, en utilisant *GeoTools*, et appliquée à l'échelle d'une communauté locale (modèle MIRANA) et à l'échelle d'une commune d'environ 300 km<sup>2</sup> (modèle HINA) comprenant plusieurs villages et communautés locales. Nous travaillons actuellement sur la définition d'un langage dédié (*Domain Specific Language*) pour faciliter la description de ce genre de modèle.

## RÉFÉRENCES

- Aubert S., Müller J.-P., 2013, « Incorporating institutions, norms and territories in a generic model to simulate the management of renewable resources », *Artificial Intelligence and Law*, 21(1), p. 47-78.
- Bateman J. A., Hois J., Ross R., Tenbrink T., 2010, « A linguistic ontology of space for natural language processing », *Artificial Intelligence*, 174(14), p. 1027-1071.
- Casati R., Varzi A. C., 1999, *Parts and Places, The Structures of Spatial Representation*, Cambridge, MA, MIT Press.
- Debarbieux B., 2003, « Territoire », in J. Lévy et M. Lussault (dir.), *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*, Paris, Belin, p. 910-912.
- Ferber J., Michel F., Baez J., 2004, « AGRE: Integrating Environments with Organizations », *Environments for Multi-agent Systems*, LNAI 3374, Springer, p. 48-56.
- Gaite O., Libourel T., Cheylan J.-P., 1997, *Conception des systèmes d'information sur l'environnement*, Cachan, Hermès.
- Müller J.-P., Aubert S., 2012, « Formaliser les rôles et les territoires par les systèmes multi-agents institutionnels », *Actes du colloque JFSMA'2012*, Cépaduès, p. 13-22.
- Ostrom O., 2005, *Understanding institutional diversity*, Princeton, Princeton University Press.
- Searle J., 1995, *The construction of social reality*, New York, Free Press.
- Soulié J.-C., 2001, *Vers une approche multi-environnements pour les agents*, thèse d'informatique, Université de la Réunion.

## L'AUTEUR

**Jean-Pierre Müller**  
CIRAD, UPR GREEN  
[jean-pierre.muller@cirad.fr](mailto:jean-pierre.muller@cirad.fr)