HAL
open science

Scénarios prospectifs et modélisation des changements d'utilisation des sols : les dynamiques de périurbanisation dans la région de Montpellier à l'horizon 2025

J.P. Chéry, F. Jarrige

To cite this version:

J.P. Chéry, F. Jarrige. Scénarios prospectifs et modélisation des changements d'utilisation des sols : les dynamiques de périurbanisation dans la région de Montpellier à l'horizon 2025. 48ème colloque de l'Association de Science Régionale de Langue Française (ASRDLF), Jul 2011, Schoelcher, France. 13 p. hal-00655815

HAL Id: hal-00655815

https://hal.science/hal-00655815v1

Submitted on 2 Jan 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Association de Science Régionale de Langue Française
48ème colloque ASRDLF 2011
6, 7 et 8 Juillet, Schoelcher - Martinique
Migrations et Territoires

http://asrdlf2011.com/

SCENARIOS PROSPECTIFS ET MODELISATION DES CHANGEMENTS D'UTILISATION DES SOLS : LES DYNAMIQUES DE PERIURBANISATION DANS LA REGION DE MONTPELLIER A L'HORIZON 2025

Chéry Jean-Pierre, Jarrige Françoise
AgroParisTech – UMR TETIS
500 rue Jean-François Breton 34093 Montpellier cedex 5 – chery[-at-]teledetection.fr – 04.67.54.87.48
Montpellier SupAgro – UMR Innovation
2 Place Viala 34060 Montpellier cedex 1 – jarrige[-at-]supagro.inra.fr – 04.99.61.26.62

Résumé

La région de Montpellier présente une croissance démographique très forte depuis plusieurs décennies, du fait d'un solde migratoire positif très élevé. L'étalement urbain, avec la périurbanisation, ont modifié les paysages et questionnent sur l'avenir de cet espace. La contribution présente des scénarios prospectifs et les résultats de leur spatialisation à l'horizon 2025, issus d'un travail réalisé au sein d'un projet de recherche européen qui s'intéresse à l'impact d'outils d'urbanisme dans la régulation des dynamiques périurbaines. Pour l'étude de cas de Montpellier, son SCoT établi sur un périmètre limité par rapport à son aire urbaine fonctionnelle, constitue la clé de comparaison des scénarios.

Mots-clés

Spatialisation – Planification urbaine – Prospective – Gouvernance territoriale - Périurbain

Introduction

Montpellier et sa région présentent un solde migratoire positif et la population croît depuis plusieurs décennies. La périurbanisation et l'étalement urbain ont entraîné des modifications importantes, en particulier de l'agriculture et des paysages associés. La présente contribution s'établit dans le cadre de travaux réalisés au sein du projet de recherche européen PLUREL (2007-2010), issu du 6ème programme-cadre pour la recherche et le développement technologique (PCRD). La région de Montpellier a constitué une étude de cas pour l'élaboration de scénarios prospectifs contrastés à l'horizon 2025, et pour leur traduction en simulations spatiales qui permettent de localiser et caractériser les impacts des dynamiques territoriales et des outils d'aménagement, dont le SCOT (Schéma de cohérence territoriale). Cette contribution propose d'une part une présentation des modalités des différents scénarios qui affectent la périurbanisation et d'autre part les résultats de simulations spatiales obtenus par l'utilisation du modèle Moland, permettant d'analyser les changements d'occupation du sol.

1. Montpellier Agglomération, une étude de cas pour illustrer les enjeux des dynamiques de périurbanisation en Europe

Le projet PLUREL se proposait de produire un ensemble de connaissances et d'outils susceptibles d'aider les acteurs de la gouvernance des espaces périurbains. Parmi ces productions, un travail de modélisation et de simulation de l'évolution de l'utilisation du sol dans des contextes géographiques contrastés a été développé. Cette modélisation a visé à tester la capacité d'un outil de simulation spatiale pour intégrer d'une part les modalités de réglementation d'urbanisme et de gouvernance territoriale à l'œuvre dans les dynamiques de périurbanisation et d'autre part, sur la base des configurations spatiales locales, les évolutions contrastées attendues dans l'énoncé de scénarios prospectifs. L'étude de cas de Montpellier appartient donc à un jeu de différentes situations qui illustrent les enjeux de la périurbanisation en Europe.

Très diverses dans leur taille et leur type d'implantation géographique (continentale / littorale), les six métropoles européennes étudiées dans le projet PLUREL présentent une grande variété d'enjeux en matière de développement urbain :

- Koper, unique et précieux débouché littoral de la Slovénie sur la Méditerranée, voit son rapide développement portuaire prendre le pas sur un passé rural pas si lointain, et menacer des zones naturelles sensibles ;
- Leipzig, ancien bastion industriel d'Allemagne de l'Est miné par l'exode démographique qui touche une grande partie des régions continentales, devient une « cité perforée », avec des extensions périphériques anarchiques alors que son centre se vide ;
- Varsovie, en tant que capital de la Pologne, connaît un développement très rapide et peu contrôlé depuis la libéralisation économique du pays et l'arrivée de capitaux étrangers ;
- La Haye, capitale administrative des Pays-Bas, cherche à cultiver et valoriser son image de métropole européenne attractive à l'international grâce à la qualité de son environnement naturel et culturel ;
- Montpellier poursuit sa mutation accélérée vers le statut de métropole méditerranéenne grâce à une croissance démographique soutenue et au développement du secteur tertiaire, au détriment de son héritage viticole régional ;
- enfin, Manchester, berceau historique de la révolution industrielle, se reconfigure dans ses structures urbaines et ses activités économiques, en intégrant la diversité sociale de ses 4,5 millions d'habitants.

Ces métropoles montrent aussi une grande diversité en matière d'organisation territoriale, tant en terme d'échelle spatiale que de niveau d'intégration territoriale : depuis les 9 communes de la Région Urbaine de la Haye aux 10 « autorités régionales » de l'Agglomération du Grand Manchester (sans compter les différentes agences de développement économique et celles en charge des transports) en passant par les 31 communes associées au sein de Montpellier Agglomération.

Enfin, les niveaux de conception et de mise en œuvre de la planification spatiale du développement urbain varient aussi dans chacun de ces contextes. Très descendants aux Pays-Bas, les schémas d'aménagement du territoire se déclinent du niveau national au local, avec un grand souci d'économie d'espace, de rationalisation des usages et de connectivité, ainsi que de prévention contre le risque d'inondation, voire de submersion. La situation britannique, au vu de l'exemple de Manchester, est marquée par la dispersion des niveaux de décision : de fortes orientations nationales existent en matière d'urbanisme, mais leur mise en œuvre apparaît dispersée via les différentes instantes régionales et le non-recouvrement des centres de décision et des périmètres de compétence en matière de planification urbaine, de gestion des transports, et du logement. Les métropoles d'Europe orientale présentent un niveau de cohérence organisationnelle de la planification spatiale à l'échelle des régions urbaines : de type intercommunalité à Varsovie, de type régional à Leipzig et Koper.

Quelle que soit la diversité des régions métropolitaines étudiées dans le projet PLUREL, deux points communs ressortent au regard de la stratégie de gestion des espaces périurbains. D'une part, le principal pouvoir de décision en matière de planification du développement urbain demeure à l'échelle communale. D'autre part, la

problématique du développement durable s'est bien diffusée, notamment *via* les instances européennes, à l'ensemble des politiques nationales et locales.

Dans ce contexte, la situation montpelliéraine illustre les avancées récentes en matière de promotion de l'intercommunalité et de décentralisation en France. Créée en 2001, Montpellier Agglomération regroupe aujourd'hui plus de 400 000 habitants dans 31 communes (contre 38 initialement). Cette nouvelle collectivité locale concentre de manière inédite les compétences de planification spatiale et de développement urbain à l'échelle intercommunale. Une politique territoriale unifiée et opérationnelle peut enfin être développée pour faire face à la croissance démographique record du pôle montpelliérain après des décennies d'urbanisation incontrôlée, marquée par le développement pavillonnaire et une juxtaposition peu rationalisée d'infrastructures urbaines au détriment des espaces viticoles. Le schéma de cohérence territoriale (SCoT) constitue l'outil stratégique présentant à la fois le projet d'aménagement et de développement durable du territoire (PADD) - volet politique - et sa mise en œuvre opérationnelle, via le zonage et les règlements d'urbanisme prescrits par le document d'orientation générale (DOG).

Si la croissance démographique demeure le principal ressort de développement du pôle montpelliérain - « assumé » par les élus - il s'agit désormais de mettre fin au gaspillage de foncier des dernières décennies et de promouvoir une nouvelle forme d'urbanisation afin d'économiser les ressources et de préserver le cadre de vie. Sur la base d'un consensus acquis grâce au savoir-faire politique du premier président de Montpellier Agglomération, et certainement aussi en raison du besoin urgent de contenir l'étalement urbain, le SCoT, activé en 2006, contient des orientations très prescriptives en matière de planification spatiale, pour un développement urbain renouvelé, densifié et rationalisé, permettant de concilier croissance et respect de l'environnement.

L'exemple de Montpellier Agglomération se situe donc bien dans la logique générale de promotion d'une gestion durable des relations entre espaces urbains et ruraux. Au sein du projet PLUREL, c'est la situation métropolitaine qui se caractérise par la plus grande cohérence entre le niveau d'élaboration de la planification spatiale et celui de sa mise en œuvre stratégique à l'échelle intercommunale, au travers du SCoT. C'est cela qui nous a amenés à centrer notre analyse, et notamment la dimension prospective permise par l'utilisation des scenarios, autour de cet outil et de l'échelle spatiale de sa mise en œuvre, en fonction des données de gouvernance territoriale.

Au sein du projet PLUREL, une typologie des espaces européens a été élaborée selon un gradient des caractéristiques des espaces ruraux aux espaces urbains, avec la notion de « Région urbaine et rurale » (*RUR – Rural Urban Region*). Cette notion permet *a priori* de qualifier chaque entité NUTS3 de l'Europe (tels les départements français) en un type, depuis les RUR dites « monocentriques très larges » (Paris et Lyon pour la France), jusqu'aux RUR désignées comme « rurales » (les départements du sud des Alpes ou du Massif central par exemple). Entre ces extrêmes, des types de RUR jalonnent ce gradient selon l'importance du maillage urbain dans ces unités administratives. Cette structuration territoriale fait l'objet d'une caractérisation par des indicateurs qui expriment un ensemble de facteurs retenus comme moteurs des évolutions d'utilisation des sols, en particulier en domaine périubain. Dans la suite de la contribution, des éléments de cadrage pour l'étude de cas de Montpellier sont donnés dans le cadre de ce découpage valable d'abord pour une comparaison entre villes. C'est en tant que découpage a priori que son emploi est utile, en tant que référence de situation initiale.

2. Les scénarios prospectifs appliqués à l'agglomération de Montpellier et son aire urbaine élargie

2.1. Des scénarios généraux, des déclinaisons locales

Les différents facteurs généraux d'évolution de l'utilisation des sols dans les régions urbaines et rurales sont confrontés aux contextes infrarégionaux et locaux, qui concentrent plus particulièrement les enjeux et les pratiques de planification spatiale sur le périurbain. Un ensemble de scénarios prospectifs a été établi par un groupe de partenaires du consortium du projet de recherche PLUREL. Ces scénarios sont déclinables dans les différentes études de cas centrées sur les villes retenues pour exprimer la variété de l'espace européen. Des acteurs de la gouvernance locale des six villes ont été sollicités pour transcrire dans les dynamiques et contraintes locales les principes généraux des scénarios prospectifs. Des récits qualitatifs ont ainsi été élaborés pour leur transfert dans la plateforme de simulation spatiale Moland. Les résultats de simulation sont alors attendus comme l'expression du croisement de processus généraux conçus à l'échelle européenne et de contraintes ou modalités locales, affectées des législations d'urbanisme particulières à chaque état. La représentation spatialisée des scénarios prospectifs pour chaque région urbaine et rurale participe à une forme

de parangonnage (ou *benchmarking*) très prisé par les instances européennes et vise à susciter *a priori* des démarches d'innovation dans les différents systèmes de gouvernance et de jeux d'acteurs publics et privés des espaces périurbains européens. L'évaluation des forces qui affectent la dynamique de la frange urbaine doit permettre de contribuer à la gestion de la problématique européenne de l'étalement urbain et de ses implications en termes sociaux et économiques, de transport et d'énergie, et de risques associés aux changements d'occupation et utilisation des sols (tels les risques pour la production agricole, la qualité environnementale, la vulnérabilité aux aléas naturels, etc.

Le projet PLUREL a proposé quatre scénarios généraux à appliquer aux situations locales. Ces scénarios sont issus et adaptés des scénarios de base du GIEC (Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat) proposés en 2000. La prospective élaborée sur ces scénarios se veut être une proposition de situations contrastées à l'horizon 2025 au plus tôt. Quatre récits généraux (Nilsson et al., 2008) se positionnent selon deux axes de différenciation des modalités principales utilisées :

- un axe qui exprime le gradient entre un pôle de valeurs sociales, environnementales marquées par l'importance des acteurs publics et un pôle de valeurs économiques avec le rôle marqué des entreprises et du privé en général ;
- un axe agencé par la polarité issue d'une part des dynamiques globales et des niveaux supérieurs qui s'imposent dans des processus descendants, et d'autre part des dynamiques régionales et locales marquées par des capacités de différenciation.

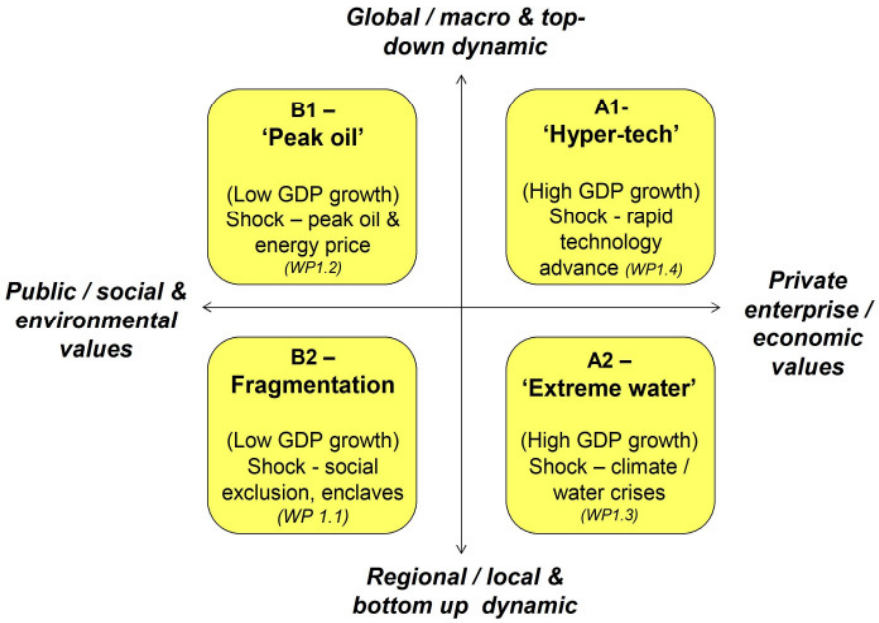

Fig. 1: La structure des scénarios génériques à décliner dans les études de cas du projet PLUREL (Source : Nilsson et al., 2008).

Ces deux axes se croisent sur un point d'indétermination, qui correspond dans la démarche prospective à la dynamique dite « au fil de l'eau » (ou *Business as Usual - BAU*). Selon le cas d'étude, la construction des différents scénarios prospectifs locaux s'appuie sur une dynamique tendancielle, celle du scénario BAU, pour s'en démarquer en infléchissant les valeurs des facteurs vers celles positionnées selon les deux axes présentés précédemment. Les quatre scénarios généraux sont :

- Scénario A1 : « *Hyper-Tech* ». Ce scénario propose un futur caractérisé par une croissance économique rapide, un pic démographique mondial au milieu du XXIème siècle, une diffusion rapide de technologies performantes, la baisse relative des coûts énergétiques, une forte modification des modes de vie et du travail. C'est un scénario qui établit un renforcement des espaces périurbains en Europe.
- Scénario A2 : « *Extreme Water* ». Le monde devient de plus en plus hétérogène dans ce scénario : des identités locales renforcées, un développement économique structuré au niveau

régional, un ralentissement de la répartition des richesses et de l'évolution technologique et la marque forte du changement climatique (augmentation de la fréquence et de l'intensité des inondations et des sécheresses, montée du niveau marin). Le périurbain est sous tension dans ce scénario.

- Scénario B1 : « *Peak Oil* ». Ce scénario est marqué par une forte prise de conscience sociale et environnementale, après le passage du pic pétrolier : développement durable, développement économique plus équilibré, meilleure gestion des ressources, augmentation des préoccupations d'équité sociale, renforcement de la protection de l'environnement. Les espaces périurbains ralentissent leur expansion au profit des villes tandis que les espaces ruraux éloignés souffrent.
- Scénario B2 : « *Fragmentation* ». La société devient très compartimentée dans ce scénario : tensions vis-à-vis du partage des ressources entre générations, classes sociales, communautés ethno-culturelles. Ce scénario indique une forte différenciation entre centres-villes actifs et jeunes et périphéries âgées ou marquées par les populations immigrées. Le périurbain localise alors des formes d'exclusions sociales.

Pour la déclinaison de ces scénarios généraux au cas de la région de Montpellier, des choix ont été faits en relation aux enjeux locaux énoncés par la partie prenante constituée par Montpellier Agglomération.

2.2. Les scénarios dans l'étude de cas de Montpellier

Quatre scénarios d'utilisation des sols ont ainsi été élaborés pour explorer l'avenir de la région urbaine de Montpellier sous l'effet de différents changements internes (la taille du territoire de projet sur lequel s'applique ou non le SCoT de Montpellier Agglomération et sa gouvernance) et de pressions extérieures telles que l'évolution du prix du pétrole ou le changement climatique. Les récits qualitatifs qui placent cette région dans des dynamiques contrastées visent à l'élaboration de simulations spatialisées dans la plateforme de modélisation Moland, afin d'évaluer la performance des modes de développement territorial en cours dans ces conditions radicalement différentes. Cette performance est attendue comme saisissable dans les formes urbaines et périurbaines produites, cohérentes ou non avec les énoncés généraux des documents d'urbanisme élaborés par ou pour les collectivités locales. Ces scénarios contrastés visent donc à offrir un éclairage complémentaire sur l'aménagement futur du territoire dans la zone périurbaine et sur les outils de planification tels que le SCOT à l'horizon 2025.

Les scénarios sont établis sur des facteurs internes ou locaux et des forces motrices globales ou externes. D'un point de vue local, les paramètres clés pour ces scénarios prospectifs sont les suivants :

- Le type de leadership politique local et les types de politiques avec les différents degrés d'implication des différents acteurs territoriaux ou sectoriels ;
- Les principales activités de l'économie locale, en particulier l'avenir de l'agriculture dans les zones périurbaines ;
- Le périmètre de l'Agglomération de Montpellier (qui reste constituée de 31 communes ou qui peut augmenter en taille).

Ces facteurs locaux marquent fortement les deux premiers scénarios, 1) le scénario de « *La longue Marche ou l'avènement de la métropole Hypertech »* (HT), et 2) le scénario « *Back to "good old business" as usual* » (BAU). Ces scénarios présentent deux perspectives radicalement différentes en matière de gouvernance locale. Le premier met en valeur le renforcement du pouvoir du gouvernement local communautaire au niveau de l'établissement public de coopération intercommunale (EPCI), le renouvellement et l'élargissement de la vision du développement local, coordonné à l'échelle de la région métropolitaine tout entière, qui serait considérée alors comme socialement et spatialement intégrée, et renforcé autour du centre urbain de Montpellier. Ce scénario considère que les choix initiés au travers du SCoT de Montpellier Agglomération sont appliqués de manière vertueuse, sans dérive. Le deuxième scénario présente quant à lui un affaiblissement de la gouvernance locale qui conduirait à une atténuation du contrôle de l'étalement urbain et une augmentation de la ségrégation socio-spatiale. Ce second scénario du « *Back to "good old business" as usual* » désigne l'espace comme libre pour les

acteurs du marché avec peu ou aucun contrôle public sur l'utilisation des sols, comme l'agglomération de Montpellier a pu le connaître durant les trois décennies de croissance démographique, avec un fort étalement urbain, et avant la création de Montpellier Agglomération et l'adoption de son SCoT.

Les forces motrices extérieures sont déterminantes dans les deux autres scénarios, 3) Le « *Pic pétrolier et le déclin du modèle technopolitain* » (PO), et 4) « *Extreme Water* » (EXW) dans lequel la région urbaine de Montpellier est victime de la mer Méditerranée. Ces deux derniers scénarios sont moins sensibles aux changements dans la gouvernance locale. Quelle que soit la stratégie de développement à venir, ces facteurs externes ont des impacts majeurs. Ces deux scénarios sont ainsi testés pour confronter les décisions de développement et les choix actuels qui peuvent être discernés dans le SCoT.

Les scénarios choisis pour Montpellier ne suivent pas complètement la trame proposée dans le projet PLUREL : l'adoption du SCoT de Montpellier Agglomération en 2006 définit désormais pour ce territoire des modes de gestions qui correspondent, dans l'idéal, au scénario *HyperTech* général de PLUREL, mais également, à la recherche d'une meilleure maîtrise de la consommation du paysage périurbain par l'étalement urbain et la promotion du transport collectif avec le tramway, au scénario qui s'engage plus fortement sur les valeurs environnementales, avec une forte implication des pouvoirs publics. Afin de mieux saisir le rôle de l'évolution du périmètre d'application du SCoT, ce scénario *Hypertech* (HT) a été dédoublé : une version HT1 – « Grand SCoT » - , pour laquelle les principes du SCoT, en particulier ceux qui régissent les règles de densification du bâti, s'appliquent à l'ensemble de l'aire urbaine élargie de Montpellier, exprimant l'intégration politique acceptée des collectivités locales ; une version HT2 – « Petit SCoT (actuel) » - qui suggère l'échec ou la non réalisation effective à l'horizon 2025 de cette intégration territoriale Cette version est alors un mixte entre le scénario HT1 au sein du périmètre de Montpellier Agglomération et le scénario BAU pour les espaces hors de ce périmètre. La figure suivante suggère l'adaptation vers ces valeurs environnementales par le glissement des scénarios HT1 et HT2. Le scénario « *Fragmentation* » de PLUREL n'a pas été retenu dans l'étude de cas de Montpellier tandis que le scénario « *Business As Usual* » se positionne au centre de la trame, et exprimerait alors, relativement au cas montpelliérain, une tendance vers ce scénario général de fragmentation.

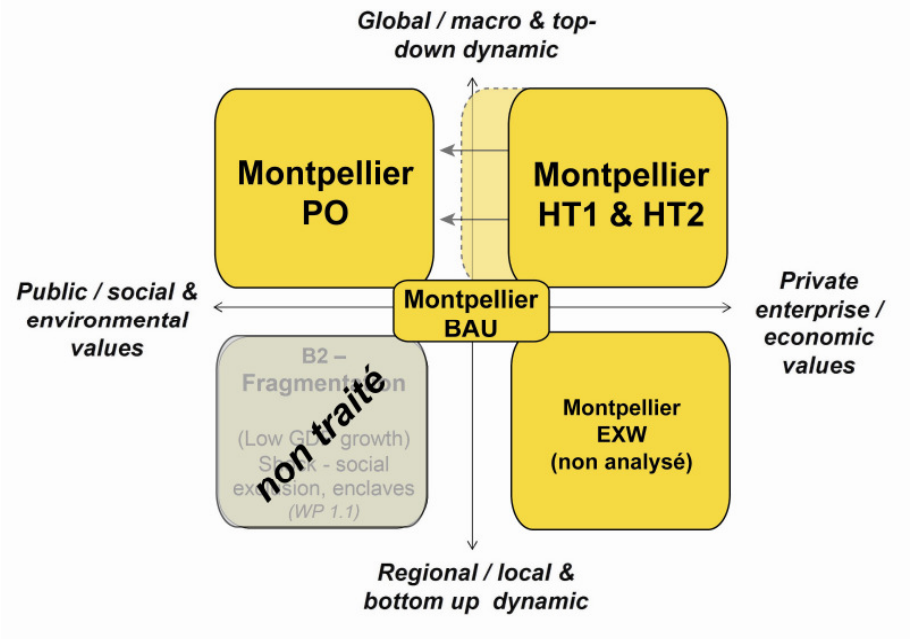

Fig. 2 : Positions des scénarios établis pour l'étude de cas de Montpellier dans la structure des scénarios génériques du projet PLUREL.

Le scénario « *Extreme Water* » n'a été traité dans la plateforme de modélisation Moland qu'en dernier et ses résultats ne sont pas disponibles dans l'état actuel de l'étude.

Ces quatre scénarios sont présentés ci-après (tableau 1) avec une même structure de description, qui a été rendue nécessaire pour leur traduction dans la modélisation Moland. De brefs récits qualitatifs décrivent les situations dans les domaines de la politique, de l'économie, de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme, des infrastructures, de l'agriculture et enfin du climat.

Scénarios / *Thèmes*	**« La Longue Marche » ou l'avènement de l'hypertech-Métropole**	**Retour au bon vieux "business as usual"**	**Le pic pétrolier et le déclin de l'hypertech-Métropole**	**Evénements et changement climatiques extrèmes**
Politique	Un système de gouvernance régionale intégrée est atteint	« Balkanisation » des territoires entre les EPCI concurrents	Programme national de soutien en faveur des quartiers de la grande périphérie	Non déterminant
Démographie	Croissance démographique record: de +1,7% à +2% par an	Croissance démographique élevée (+1,3% par an), mais spatialement ségrégative	Coup d'arrêt de la croissance démographique (+0,1%). Les communes périurbaines tentent de garder leurs habitants avec difficulté	Croissance démographique très modérée (0,3% par an) voire déclin
Economie	Nouvelles technologies en plein essor, issues des pépinières publiques	Economie résidentielle et investissements de fonds étrangers	Transports très coûteux. Les plateformes logistiques ferment.	Modèle de l'Agenda 21. Perte du tourisme balnéaire.
Aménagement du territoire	Périmètre du SCoT étendu à l'ensemble du couloir languedocien (de Sète à Nîmes)	SCOT gelé. La « chasse au foncier » est relancée. Suppression des Etablissements Publics Fonciers	Logique de forte polarisation sur l'armature des transports collectifs. Les villages éloignés stagnent.	Respect des Plans de prévention des risques d'inondation. Conflits fonciers exacerbés.
Infrastructures	Les grandes infrastructures de transport sont construites en 2025 (autoroute A9bis, LGV, Gare TGV, aéroport unique, Port de Sète)	Infrastructures de transport public abandonnées par manque de financement public. Nouvelle gare TGV concédée à une société privée	Transport public renforcé, mais le périurbain est délaissé.Les infrastructures ne s'étendent plus spatialement.	Port de Montpellier en construction. Infrastructures de transport en partie désorganisées.
Agriculture	systèmes agricoles à haute technologie et de haute qualité: cultures biologiques, serres	Désintégration accélérée de l'agriculture : mondialisation de la concurrence et fin des aides publiques	« Retour à la terre », boom des jardins familiaux. Développement des agriparcs et tension sur l'eau.	Relocalisation dans les hauts cantons. Irrigation problématique
Climat	Non déterminant	Non déterminant	Réchauffement réduisant les capacités de production agricoles locales (problème de l'eau).	Le niveau de la mer s'élève de 2 m. Episodes cévenols de plus en plus fréquents et dévastateurs.

Tableau 1 Extrait des éléments thématiques des récits qualitatifs selon les scénarios retenus pour la région de Montpellier

L'équipe partenaire du *Joint Research Center* (JRC) d'Ispra a ainsi retranscrit, selon une démarche itérative de proposition et de validation, ces éléments en valeurs numériques (valeurs initiales, seuils, tables de tendances, etc.) utilisables dans la plate-forme Moland.

3. Modélisation et résultats des simulations à l'horizon 2025

3.1. La plate-forme de modélisation et de simulation Moland

Le modèle Moland a été conçu en 2002 au *Research Institute for Knowledge Systems* (RIKS) de Maastricht, par Guy Engelen, Roger White et Inge Uljee, dans le cadre d'un projet mené en collaboration avec le JRC. Les processus de transformation de l'occupation du sol sont appréhendés au moyen d'un automate cellulaire dans lequel la zone d'étude est représentée par une grille de cellules carrées dont la résolution est paramétrable (généralement de 0,25 ha à 1 km²). Ce niveau micro est en relation avec un niveau supérieur (global et régional) où s'expriment des tendances économiques et des demandes dans les différents secteurs d'activité. Le modèle est construit sur cette demande générée au niveau macro. Quatre éléments caractérisent chaque cellule (les caractéristiques physiques du territoire avec leur potentiel en termes de contrainte ou ressource, le zonage d'urbanisme, l'accessibilité et la dynamique démographique et économique). Ces éléments déterminent si la cellule est propice ou non à accueillir une part de la demande globale (un type d'habitat pour une demande démographique, un type d'activité pour une demande économique). En fonction de ces quatre éléments, le modèle calcule l'occupation du sol à laquelle chaque cellule est la mieux adaptée. Entre deux cellules susceptibles d'accueillir une demande d'habitat par exemple, l'affectation se fait d'abord sur la cellule qui présente les meilleures dispositions. La demande globale est alors tout ou partie satisfaite, et dans ce dernier cas, la deuxième cellule peut elle aussi être dévolue à l'habitat pour répondre à cette demande restante. Le processus de calcul se déroule jusqu'à ce que la demande globale soit satisfaite, si elle peut l'être. Les « potentiels de changements » au niveau micro calculés par le modèle expriment la pression qui s'exerce sur l'espace et constituent une information précieuse sur les retombées locales de tendances soit observées soit envisagées à un niveau supérieur. » (Voiron et al., 2007).

Ces calculs sont établis pour restituer des changements dans un pas de temps par exemple annuel. Les résultats sont alors des représentations cartographiques qui peuvent établir une séquence animée de changements d'occupation des sols et être également analysées par comparaison entre différentes dates ou selon des zonages particuliers.

3.2. Les caractéristiques de l'application de Moland à l'étude de cas de Montpellier

Pour l'étude de cas de Montpellier, les simulations d'évolution d'utilisation des sols réalisées par l'équipe du JRC impliquée dans le projet PLUREL (S. Mubareka & al., 2010) ont été établies avec la prise en compte de différents éléments :

- la situation de l'utilisation des sols dans les années 1990 et 2000 (selon la base de données Corine Landcover) ;
- les réseaux de transport existants, en cours de réalisation et programmés dans la période de simulation (jusqu'en 2025) ;
- les cartes de zonage déjà établies localement, dont celles liées au SCoT de Montpellier depuis 2006 ;
- ainsi que les aptitudes au changement des types d'occupation du sol considérés comme soumis potentiellement à l'artificialisation : terres arables, vignoble, prairies, forêts, zones agricoles hétérogènes, garrigues, zones à végétation clairsemée.

Le modèle simule la consommation et les changements des terres, considérant les extensions possibles, issues des calculs produits par le modèle, des occupations du sol artificialisées :tissu urbain continu, tissu urbain discontinu, zones industrielles et commerciales, sites de construction, zones portuaires et aéroportuaires.

Le modèle, calibré sur l'analyse des évolutions réalisées entre 1990 et 2000, intègre différents paramètres qui sont retenus séparément pour exprimer les critères clés des scénarios. La comparaison porte sur les changements spatialisés issus des différents scénarios, en particulier pour le tissu urbain continu et le tissu urbain discontinu.

Les scénarios fixent des valeurs temporelles pour les demandes en termes démographiques et économiques. Le scénario Hypertech, impliquant une croissance démographique soutenue, est alors intégré dans Moland par une demande pour l'habitat et pour les zones d'activités économiques qui est élevée : Moland sélectionne les cellules

de la zone susceptibles de répondre à cette demande, sous contrainte des zonages du SCoT de Montpellier et des espaces avoisinant, en relation aux valeurs d'accessibilité relative.

Le modèle Moland appliqué à Montpellier utilise une résolution de cellules d'un hectare. Le dénombrement des cellules ayant changé d'état entre 2000 et 2025 permet d'estimer les quantités de surface concernées par ces changements, selon leurs types d'occupation des sols.

L'étendue géographique retenue pour cette modélisation est l'aire fonctionnelle urbaine de Montpellier, selon les critères de l'INSEE pour 1999, complétée par les portions des territoires intercommunaux (EPCI) qui chevauchent cette aire fonctionnelle et qui entourent le territoire de l'Agglomération de Montpellier. C'est donc un espace élargi au-delà de la zone d'application du SCoT de Montpellier, ce qui permet d'envisager l'analyse des impacts spatialement différenciés des scénarios, selon les lieux (à l'intérieur du périmètre de l'Agglomération et de ses outils de planification spatiale ou à l'extérieur, avec les possibilités d'effet de frontières). La région d'étude, composée de 134 communes, a une superficie de 219.417 ha et les types d'utilisation du sol artificialisés représentent 21.087 ha en 2000, soit 9,6% de cette région.

Selon la typologie PLUREL des « Régions urbaines et rurales » (RUR), l'aire d'application du modèle présente les caractéristiques suivantes en année de début d'analyse (2000) :

- type urbain : 10.767 ha (5%)
- type péri-urbain : 49.926.2 ha (23%)
- type rural : 126.500.3 ha (57%)
- type naturel (rural hors activité agricole) : 32.997.8 ha (15%)

L'analyse plus détaillée des résultats d'après les changements de surface entre 2000 et 2025 permet de mieux évaluer les impacts spatiaux des différents scénarios.

3.3. Les résultats spatialisés des simulations prospectives pour Montpellier

La comparaison des changements d'occupation du sol est présentée pour trois scénarios (BAU, HT1 et PO). La figure 3 est la carte qui combine les différentes évolutions des espaces artificialisés résultant des trois scénarios analysés.

Cette carte permet de localiser la croissance de ces espaces selon deux types spatiaux : (a) l'un correspond à l'étalement urbain sur les franges des zones artificialisées existantes, selon un processus de voisinage, avec une affinité pour les grands axes de transports, et (b) l'autre présente une urbanisation diffuse et parfois même importante sur des secteurs jusque là non concernés par l'urbanisation. Ce deuxième type spatial correspond à la forme considérée comme la plus négative sur la qualité des paysages, avec le mitage lié à la dispersion de l'habitat individuel. Ce phénomène apparaît très fort sur la partie est de la région de Montpellier, en direction de Lunel et, au-delà, Nîmes, en suivant l'axe majeur des infrastructures de transport dans la plaine.

En termes de surfaces concernées par les différentes formes d'urbanisation dans le périmètre d'étude, le scénario « *Old Business as Usual* » (BAU) propose une croissance de 6787 ha. Cette croissance s'avère être, pour la zone de type péri-urbain de la RUR de Montpellier, la plus forte de tous les scénarios (+4960 ha). Le scénario de « *La longue Marche ou l'avènement de la métropole Hypertech* » (dans sa version HT1, avec application du SCoT à toute la zone d'étude) présente quant à lui l'augmentation des surfaces artificialisées la plus importante de tous les scenarios confondus : +7168 ha sur toute la zone. Le scénario du « *Pic pétrolier et le déclin du modèle technopolitain* » (PO) connaît une moindre augmentation des surfaces artificialisées : un peu plus de 3700 ha, soit une grosse moitié du scénario HT1. La cohérence générale des quantités de surfaces artificialisées dans le futur vis-à-vis des tendances inscrites dans les scénarios (en particulier selon les questions de demandes démographiques et d'étalement lié à la régulation de l'urbanisme et aux coûts des transports) apparaît valable.

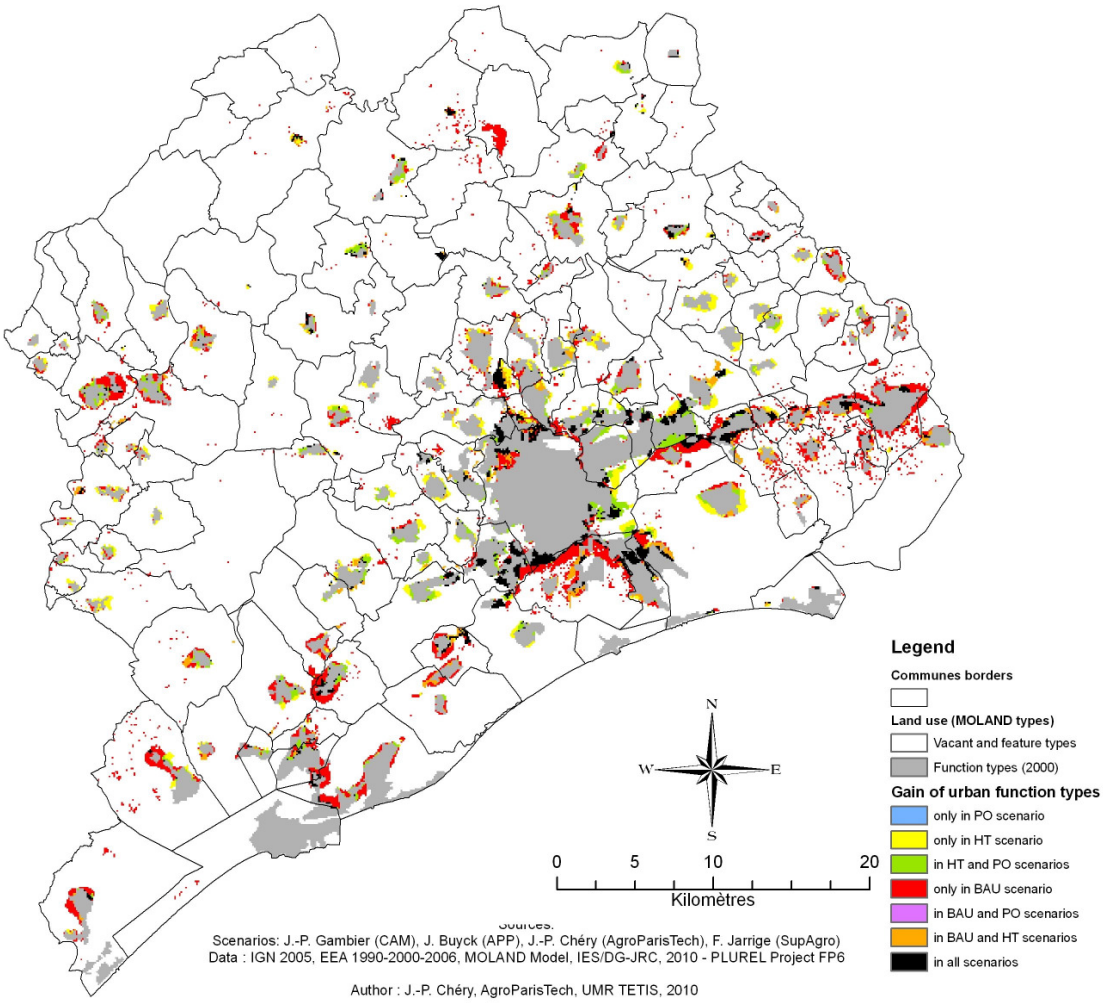

Fig. 3 : Comparaison des changements d'utilisation du sol de type urbanisés, selon les scénarios, entre 2000 et 2025 – Région de Montpellier

Les localisations de ces croissances simulées sont particulièrement intéressantes à considérer. A un niveau général, on peut constater que le scénario HT1 propose une plus grande consommation dans la zone dite rurale (relativement éloignée du centre urbain de Montpellier) que dans la zone périurbaine plus proche, qu'en ce qui concerne le scénario BAU. Pour cette dernière zone, le scénario de dérégulation propose une consommation de 339 ha en plus que le scénario HT1. En revanche, ce dernier engage une artificialisation de 713 ha en plus dans la zone plus éloignée. Les différences en quantité sont d'abord dues à la plus forte croissance démographique du scénario HT1 : la demande en logement étant plus forte, les surfaces qui y répondent sont elles-mêmes plus importantes. Mais les résultats apparaissent très intéressants dans une analyse spatiale plus fine. Alors que le scénario BAU propose un étalement urbain fort dans la zone péri-urbaine, avec un mitage très important, le scénario HT1 répartit la charge de la consommation urbaine à partir du tissu urbain existant sur toute la zone d'étude, selon le seul processus de voisinage, par croissance locale de la tache urbaine : les différents noyaux villageois du rural participent à la croissance au même titre que les centres urbains plus proches de l'agglomération montpelliéraine. La logique du SCoT de limitation du mitage et de préservation du paysage semble ici bien restituée. La carte montre en particulier les résultats contrastés touchant la plaine orientale entre Montpellier et Lunel.

Le scénario PO ne propose quasiment aucune implantation originale par rapport aux autres scénarios. Les zones qui le concernent sont celles proposées également par les deux autres scénarios (zones en noir sur la carte) et, en moindre quantité, par le scénario HT, par l'application des densifications du SCoT pour les zones les plus proches du pôle montpelliérain : les recherches d'économie de transport privilégient effectivement cette proximité et la densification prônée par ailleurs par le SCoT.

La carte de comparaison offre ainsi une représentation originale des espaces qui – quel que soit le scénario considéré – sont a priori incontestablement dévolus à une urbanisation future. L'évolution démographique, que ce soit par l'apport d'une immigration interrégionale vers le pôle montpelliérain, ou par une immigration de réajustement infrarégional pour des questions de coût de mobilité des navetteurs, propose une extension urbaine qui comble les indentations de la frange de la tache urbaine principale de Montpellier.

Une autre analyse peut être menée sur la base de la comparaison particulière des effets spatiaux des deux variantes du scénario HT. Le scénario HT1 propose une application des modalités du SCoT de Montpellier sur toute la zone considérée, réalisant le projet de l'ancien président de l'Agglomération disparu en 2010, à savoir une communauté urbaine – *a minima* - depuis Sète jusqu'aux portes de Nîmes. Dans cette variante, les intercommunalités de l'arrière-pays montpelliérain sont également concernées : l'aire urbaine de Montpellier est alors considérée comme non seulement un territoire fonctionnel polarisé de manière homogène mais également un territoire politique intégré. La variante HT2 signale la non-réalisation de ce projet d'intégration : les affirmations locales adaptent les plans d'urbanisme à des besoins analysés à ce niveau. La lecture régionale peut identifier cela à une fragmentation et à une non-coordination. Les simulations offertes par Moland permettent ainsi de vérifier si l'effet de frontière est tangible en fonction de cette différenciation des règles d'urbanisme du SCoT. Si les extensions urbaines organisées au sein du territoire de la Communauté d'Agglomération de Montpellier se traduisent dans l'idéal par une densification économe en espaces périurbains, un phénomène peut alors être attenu : l'externalisation de l'étalement urbain. Aux marges du périmètre de l'Agglomération, des espaces non régulés peuvent se voir très largement consommés en considération d'une logique de proximité au pôle urbain. La carte suivante (figure 4) illustre les résultats combinés des deux variantes du scénario HT.

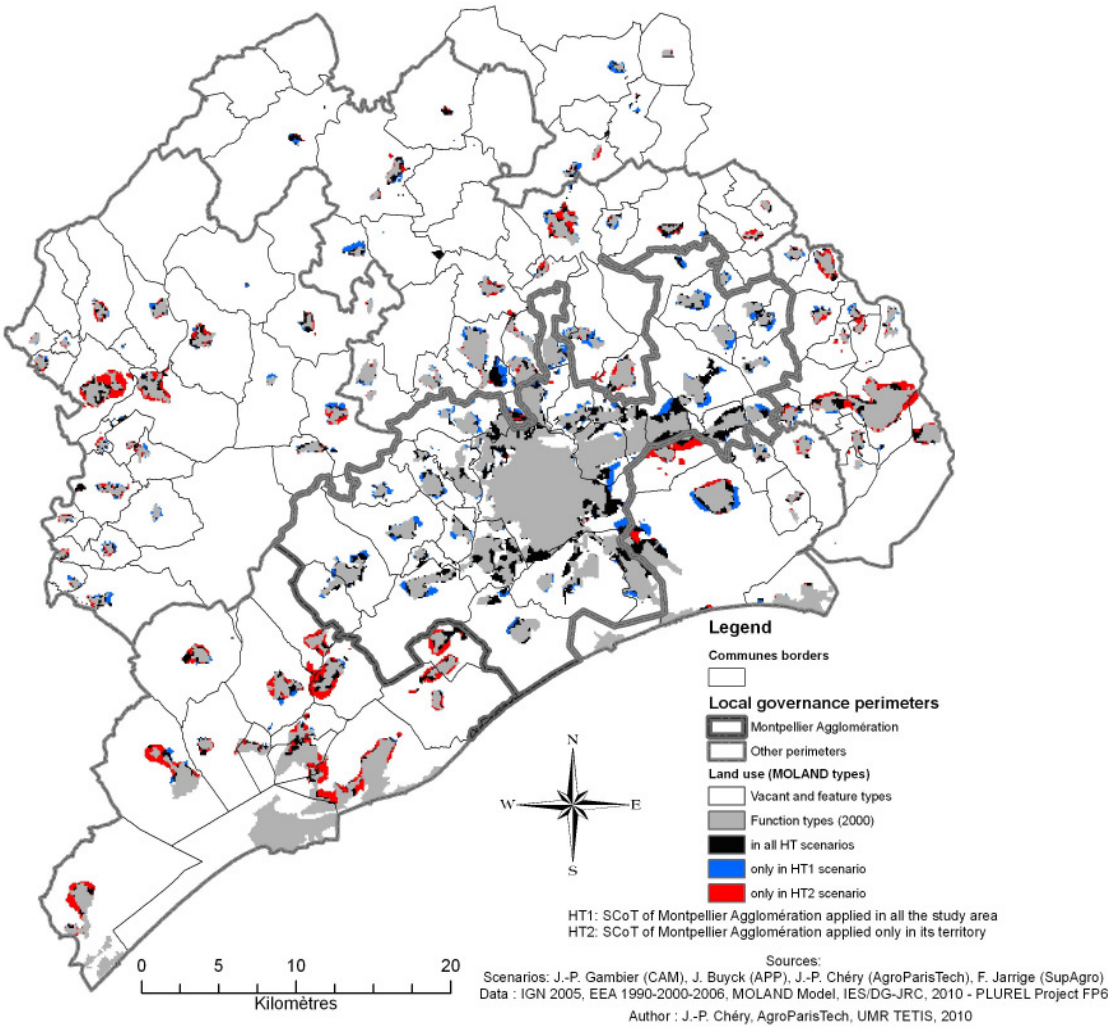

Fig. 4 : Comparaison des changements d'utilisation du sol de type urbanisés, selon les périmètres d'application du SCoT de Montpellier Agglomération, entre 2000 et 2025, scénario *HyperTech* (HT) – Région de Montpellier

D'une manière générale, les deux scénarios sont géographiquement distincts, selon le périmètre concerné par le SCoT. Cela signifie que le modèle Moland intègre a priori bien les contraintes de règlementation d'urbanisme, toute chose égale par ailleurs (les demandes démographiques et économiques sont les mêmes dans ces deux variantes du scénario, ainsi que les attributs d'accessibilité ou de caractéristiques locales des espaces). La couleur bleue indique les espaces dévolus à l'urbanisation dans le seul cas de l'application du SCoT à l'ensemble de la zone d'étude (scénario HT1). Il s'avère que ces espaces sont, généralement localisés au plus près du pôle de Montpellier. Les seules extensions urbaines externes à ce périmètre dans ce scénario HT1 concernent des centres établis sur des axes principaux, indiquant une accessibilité relativement bonne au centre. La couleur rouge présente quant à elle les espaces proposés par la simulation du scénario HT2 pour lequel le SCoT se restreint à son seul périmètre actuel et où les règles du scénario BAU s'appliquent au-delà. Des surfaces relativement importantes sont alors concernées par l'urbanisation autour des centres urbains de la périphérie éloignée de Montpellier : Gignac et Saint-André de Sangonis, à l'ouest, sur l'axe d'une l'autoroute sans péage ; la plupart des communes du Bassin de Thau, autour de Sète dans la partie sud-ouest, communes à l'accessibilité relativement bonne vis-à-vis de Montpellier et aux caractéristiques locales propices aux extensions urbaines, en particulier un vignoble qui peut facilement être délaissé face à une pression urbaine ; Saint-Mathieu de Tréviers, au nord, qui prendrait sans doute l'aspect d'un village-dortoir ; le lunelois dans la partie orientale, et particulièrement la ville de Lunel elle-même.

Ces résultats contrastés apparaissent comme bien identifier les enjeux de gouvernance locale et régionale, en ce qui concerne la gestion de l'urbanisation à l'échéance de 25 ans.

Conclusion

L'évaluation des politiques publiques, concernant l'aménagement et le développement territorial, est en demande d'outils, dont la vertu est attendue – entre autres – dans leur rôle à inciter à un renforcement d'une coordination des actions des collectivités territoriales, en particulier des EPCI. Ces outils nécessitent d'être considérés dans leur capacité à repérer les éventuelles différenciations des dynamiques territoriales, selon des phénomènes d'externalisation des densifications urbaines, de mitages et d'effets de frontière.

Dans le cadre du projet européen PLUREL, les quatre scénarios prospectifs contrastés adaptés aux enjeux et contraintes des études de cas ont permis de produire des simulations dont les résultats prospectifs sont susceptibles d'étayer les débats en matière de gouvernance territoriale concernant le périmètre des intercommunalités et les prescriptions d'urbanisme, dans un contexte de croissance démographique soutenue et de retard de la planification spatiale inter-communale. Les résultats des simulations à l'horizon 2025 permettent de localiser des dynamiques contrastées. Leur interprétation constitue un exercice intéressant : d'une part, elle permet d'évaluer la capacité du modèle utilisé de manière standard au niveau européen - le modèle Moland - à exprimer les principes retenus pour les différents scénarios, d'autre part, elle invite à raisonner qualitativement sur des résultats quantitatifs (formes péri-urbaines – telles les espaces affectés par le mitage et les espaces à extensions urbaines par taches – et secteurs associés) sans se focaliser sur des lieux précis. Elle constitue enfin un élément d'échange et de réflexion avec les parties prenantes locales (services techniques d'aménagement, élus locaux, associations locales pour l'habitat et l'environnement). C'est ce dernier point qui est en cours de réalisation. Ce type de production doit être débattu pour établir les modalités d'intégration dans une démarche d'évaluation des objectifs du SCoT.

Bibliographie

Chéry J.-P., 2010, « Les espaces périurbains en Europe : un grand écart entre description et prospective ». In Prospective périurbaine et autres fafriques de territoires. Datar. *Territoires 2040*. p.61-76.

Donzelot J., 2004, « La ville à trois vitesses : relégation, périurbanisation, gentrification ». *Revue Esprit* n°3-4.

Epstein R., 2009, « Après la territorialisation : le gouvernement à distance ». in M. Vanier (dir.): *Territoires, Territorialité, Territorialisation*. Rennes, PUR, p.131-139.

INSEE, 2010, *Les chiffres-clés de Montpellier Agglomération*. 16 p.

Jarrige F., Delay C., Montfraix P., Gambier J.-P., Buyck J., Chéry J.-P., 2009, « Mutation du foncier agricole en frange urbaine : Elaboration et mise a l'épreuve d'une politique de régulation territoriale ». XLVIème Colloque ASRDLF, Clermond-Ferrand. 21 p.

Jarrige F., Chéry J.-P., Buyck J., Gambier J.-P., 2011, « Montpellier Agglomeration new approaches for territorial coordination in the peri-urban », In *Peri-urban futures: land use and sustainability*. PLUREL project. Editors: Pauleit S., Bell S., Aalbers C., Nielsen T.S., Nilsson K. A paraître.

Montpellier Agglomération, 2006, *Schéma de cohérence territoriale de l'Agglomération de Montpellier : Rapport de présentation*. Projet d'aménagement et de développement durable. Document d'orientations générales. Plans de secteurs. 211 p. + ann.

Mubareka S., C. Baranzelli, C. Lavalle, 2010, *Land use projections based on Moland output. Montpellier test case.* Delivrable 2.4.2. PLUREL project, IES – DG JRC, 45 p.

Négrier E., 2010, « La différenciation positive ». In Nemery JC (dir.) : *Quelle nouvelle réforme pour les collectivités territoriales françaises ?* Paris : L'Harmattan 2010, p.315-325

Nilsson KSB, Nielsen TAS, Pauleit S., Ravetz J., Rounsevell M., 2008, « Urban developpement scenarios : experiences from the PLUREL Project », Keynote paper, FAU – Conference 2008 : *Cities, Climatic Change and Development* ; The Association of Development Researchers in Denmark, 2008, 19-23.

Projet européen PLUREL. Documents en ligne, consulté le 31/01/2011, <http://www.plurel.net>

Voiron-Canicio Ch., Dubus N., Maignant G., Basse R.-M., Dutozia J., Saint-Amand P., Sevenet M., Perrin N., 2007*, L'imbrication des territoires et ses conséquences sur la gestion et la prospective territoriales*, XLIIIème colloque de l'ASRDLF Grenoble-Chambéry 11,12,13 juillet 2007, « Les dynamiques territoriales : débats et enjeux des différentes approches disciplinaires ».

Volle J.-P., Viala L., Négrier E., Bernié-Boissard C., 2010, *La ville inventée*. Collection la ville en train de se faire, Editions Parenthèses, 261 p.