
PAYSAGES VIRTUELS ET PROJETS TERRITORIAUX

Alinat Sandrine : UMR ESPACE-CIRAD TERA – ECOSITE

TA 60/15, 73 Av. J.F. Breton, 34 398 Montpellier Cedex 5

Tel. 04 67 59 38 97 Fax. 04 67 59 38 38

sandrine.alinat@cirad.fr

RÉSUMÉ. *La modélisation paysagère apparaît comme une méthode séduisante facilitant l'implication des acteurs territoriaux. La représentation paysagère réaliste, empreinte d'esthétisme, constitue un facteur déterminant pour la prise de décision dans les projets d'aménagement. Cependant, elle reste parfois peu adaptée dans la validation des scénarios territoriaux. L'exemple d'un projet d'extension forestière permettra de s'interroger sur la pertinence et le degré d'applicabilité de ces nouveaux outils informatiques utilisés dans l'aide à la négociation et à la décision sur des projets d'aménagement territoriaux.*

ABSTRACT. *Landscape modelling seems a tempting method of facilitating the involvement of the partners. Realistic landscape representation, an aesthetic imprint, constitutes a determining factor in the decision making process in installation projects. However, it remains few adapted to the validation of the territorial scenarios. The example of a forest extension project allows us a thought. It requires to question both the relevance and the degree of applicability of these new data-processing tools, which are used to help the negotiation and decision making processes, starting with territorial planning.*

MOTS-CLÉS : *paysage, aménagement du territoire, représentation 3D*

KEY WORDS : *landscape, regional planning, 3D representation*

TITLE : *Realistic landscapes and territorial projects*

Introduction

La notion d'impact paysager est devenue aujourd'hui un nouvel enjeu environnemental dans tout projet de planification territoriale. Dans le contexte de décentralisation actuel impliquant les acteurs locaux dans des démarches participatives, de nouveaux objets de représentation spatiale apparaissent dans le processus de concertation : la modélisation cartographique et paysagère. Avec le développement des outils informatiques de visualisation, la modélisation paysagère connaît une évolution significative, orientée vers la recherche d'un rendu réaliste optimal pour la communication. Quant à l'outil cartographique, il permet de positionner les composantes paysagères. Cependant, si le recours à ces outils se banalise dans la conduite de projet, leur opérationnalité reste faible au sein du débat de planification territoriale. Ce dysfonctionnement est le résultat d'une complexité de l'utilisation des outils et une absence de leur intégration dans les différentes étapes du projet. Une équipe de chercheurs du CIRAD a développé un logiciel de simulation de croissance végétale (AMAP¹) cette simulation pouvant être combinée avec un SIG à l'aide du logiciel IMAGIS² afin de produire une modélisation paysagère réaliste en 3D pour représenter des projets d'aménagement. Les résultats et le degré d'applicabilité de ces nouveaux outils restent toutefois variables. Nous posons ici la question de la pertinence et des perspectives d'évolution de ces interfaces graphiques vers un outil d'aide à la décision dans le cadre de projet d'aménagement. L'étude d'un projet paysager forestier en Catalogne, nous a permis de répondre à la question : comment la production de modèles paysagers peut-elle répondre à la demande des acteurs locaux pour devenir une interface d'aide à la décision ?

1. Problématique : le projet paysager

Les décideurs tiennent de plus en plus à utiliser la concertation entre les acteurs locaux dans le suivi de projets territoriaux. La démarche participative, rendue primordiale, amène à choisir des objets techniques de communication privilégiant le rendu visuel de l'impact paysager. C'est ainsi que l'utilisation de la modélisation de la représentation spatiale du projet a permis d'optimiser la communication et de produire des documents pertinents dans la contribution des prises de décision.

Par ailleurs, les projets territoriaux s'orientent de plus en plus vers une démarche de protection de l'environnement. La qualité paysagère est, aujourd'hui, un argument décisionnel dans le choix d'aménagement. Le paysage renvoie à l'esthétisme du cadre de vie, facteur décisif pour les décideurs politiques. Le souci de protection de l'environnement et de l'immuabilité du patrimoine paysager semblent devenir des critères décisionnels de politique publique. Lors de débats d'aménagement, la visualisation des impacts visuels paysagers du projet doivent contribuer à rendre explicite les interactions entre les dynamiques territoriales et les composantes du paysage. Analyser le paysage renvoie à une meilleure connaissance des dynamiques socio-économiques qui participent à la construction environnementales dans les scénarios d'aménagement.

La notion de paysage est un objet scientifique étudié par les géographes ou les urbanistes qui privilégient l'approche constructiviste de cet objet à travers le croisement de données sociales et spatiales : « le paysage est le résultat de la combinaison dynamique, d'éléments physiques, biologiques et anthropiques » (BERTRAND G., 1968). Ces interrelations entre les différents composants paysagers mettent en évidence les relations nature/société. Le paysage, produit de la société et des dynamiques de la nature évolue ainsi dans le temps. Une approche « nature / société » conduit à utiliser les composants paysagers comme éléments des mutations des dynamiques territoriales dans l'espace et le temps.

La simulation de paysages virtuels tente d'élaborer une prospective d'aménagement à plusieurs stades d'évolution. Pour mener à bien les propositions de projets, plusieurs étapes se succèdent :

- l'écriture de scénarios paysagers qui s'appuie sur la connaissance des processus et des dynamiques socio-économiques et politiques - il s'agit de comprendre le contexte et les enjeux de la zone d'étude, les politiques locales, la demande des usagers, afin de tenir compte des divergences d'opinion – ;
- la modélisation paysagère virtuelle qui traduit l'analyse de l'impact paysager par la projection des scénarios dans le temps. Cette étape s'avère être une démarche scientifique optimale pour l'acceptation du projet selon son degré de rendu réaliste.

¹ L'Unité de modélisation des plantes du CIRAD Amis, aujourd'hui UMR AMAP 5012 a créé le logiciel AMAP. (REFFYE (DE) PH., BLAISE F., GUEDON Y., 1993)

² IMAGIS : logiciel développé par l'UMR AMAP 5012 au CIRAD Amis (BARZY J.F., BORNE F., PERRIN L., 2000)

2. Terrain d'étude

Le Parc Gallecs

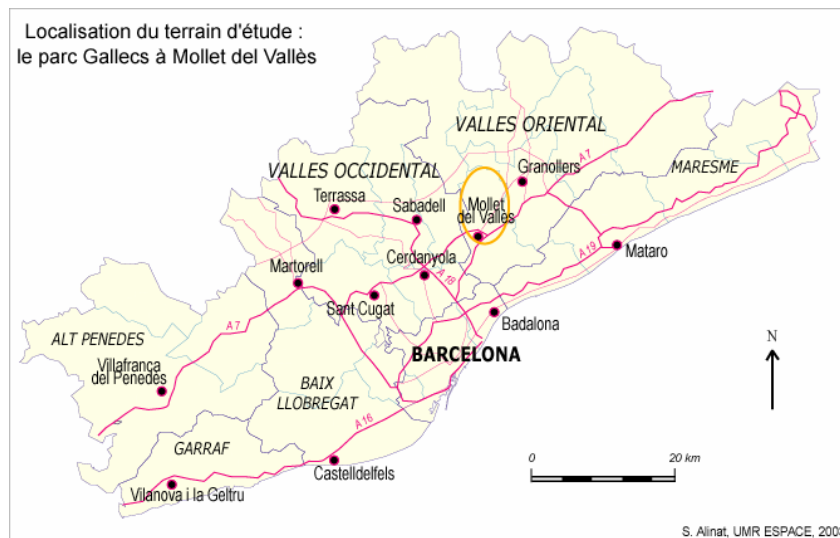
Dans notre étude en Catalogne, commanditée par une municipalité située à 20km au Nord de Barcelone, Mollet del Vallès, le projet territorial de Gallecs consistait à revaloriser un espace rural de 600 ha, par la mise en place d'un parc à vocation agricole et paysagère.

Il est nécessaire de resituer le projet dans sa dimension géographique régionale pour saisir la complexité et la contrainte des facteurs exogènes. La plaine du Vallès Oriental qui abrite le parc Gallecs s'insère dans un contexte territorial particulier, celui du périurbain de la métropole barcelonaise. Cet espace rural représente aux yeux des élus locaux un « poumon vert » pour lequel une démarche environnementale d'aménagement paysager pouvait devenir un projet novateur et mobilisateur. Il faut souligner que les espaces périurbains dans cette zone métropolitaine sont soumis à de fortes pressions foncières qu'elles soient d'origine urbaines ou industrielles, ces espaces interstitiels sont souvent des lieux de conflits et d'orientation politique. Les acteurs locaux de ces espaces doivent ainsi débattre de politique d'orientation d'aménagement du territoire à travers la réorganisation des usages des sols, l'orientation des activités économiques à privilégier. Le site de Gallecs représente donc une opportunité pour les élus de valoriser cet espace resté vierge en promouvant un schéma d'aménagement basé sur les critères de gestion durable des ressources naturelles. Cependant, l'héritage d'un vieux conflit depuis les années 70 sur la gestion du site, entre les élus locaux et les autorités régionales propriétaires des terrains, nous a conduit à privilégier la performance de la modélisation et de la visualisation réaliste pour établir une plateforme de concertation sur la durabilité et l'intégration du projet dans son contexte local et régional.

Un projet paysager forestier

Le projet de développement territorial consistait à revaloriser un espace rural en déclin par la mise en valeur de cultures agraires traditionnelles et la réhabilitation d'un patrimoine architectural et paysager existant. Les décideurs ont porté un intérêt soutenu à la dimension paysagère du projet. Ils ont cherché à l'intégrer à une échelle supra locale en décidant d'augmenter les espaces boisés afin de réduire la visibilité sur les zones industrielles et l'habitat pavillonnaire depuis le site. Dans l'étude paysagère de Gallecs, nous n'avons retenu que l'impact visuel de la forêt en proposant un projet d'extension des boisements reliant les massifs à la plaine : quelques parcelles agricoles sur la zone Est du Parc Gallecs seront ainsi reconverties en zones boisées. Ces parcelles ont été choisies pour leur situation géographique, au sein de parcelles déjà boisées. Ainsi, une zone boisée continue insère la forêt dans l'ensemble paysager du site et contribue à opérer au raccordement des espaces forestiers régionaux comme le souhaite le schéma d'aménagement de l'Aire Métropolitaine Barcelonaise.

Figure 1. Localisation du terrain d'étude



3. Méthodologie

Au cours de cette étude, le souhait de produire des scénarios prospectifs d'impacts paysagers, nous a amené à suivre deux démarches de modélisation :

- l'une ayant recours au logiciel IMAGIS qui permet d'intégrer les objets géoréférencés du système d'information géographique vers la simulation paysagère ;
- l'autre réalisée avec le logiciel AMAP qui modélise le fonctionnement de plantes et simule leur croissance en trois dimensions et en temps réel.

Une vérification sur le terrain nous a permis de repérer l'organisation des composantes du paysage et de tester les premiers points de vue : le relief, les panoramas, la végétation, le bâti, les routes. Une série de prises de vue a permis de répertorier les couleurs, la morphologie des végétaux, les structures linéaires (haies, fossés) et les unités parcellaires du paysage. Des angles de vue différents de la scène virtuelle ont été proposés à partir de points remarquables pour l'observation de l'impact visuel.

La numérisation du S.I.G (Système d'Information Géographique) [Fig.2 et Fig.3] a consisté à délimiter les parcelles, positionner les routes, le bâti, l'hydrologie, les courbes de niveau et à attribuer l'occupation des sols actuelle et future.

Une fois le modèle numérique de terrain calculé, la croissance des plantes simulée et les objets d'architecture (bâti, murs, etc.) créés, la procédure de mise en scène se fait par l'intermédiaire du module Landmaker d'AMAP. Les objets géoréférencés sont insérés par groupe ou individuellement sur le modèle numérique de terrain où sont paramétrés les effets d'intensité de lumière, d'ombre et de brume (AUCLAIR D. *et Al.* 2001). Deux scènes ont été simulées, une première au moment de la plantation où les arbres (*pinus alepensis* et *quercus ilex*) sont âgés de sept et de dix ans, et une seconde quinze années plus tard.

Figure 2. Vue Nord

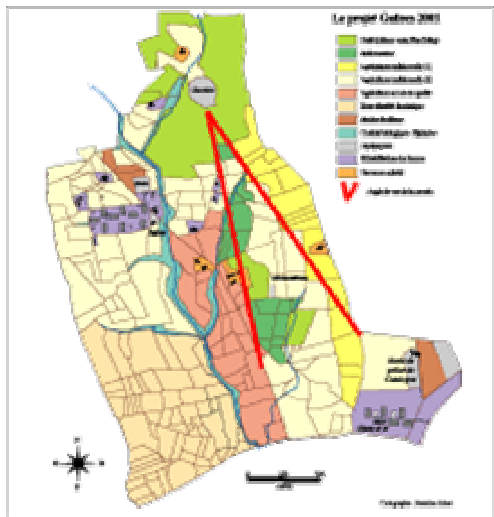
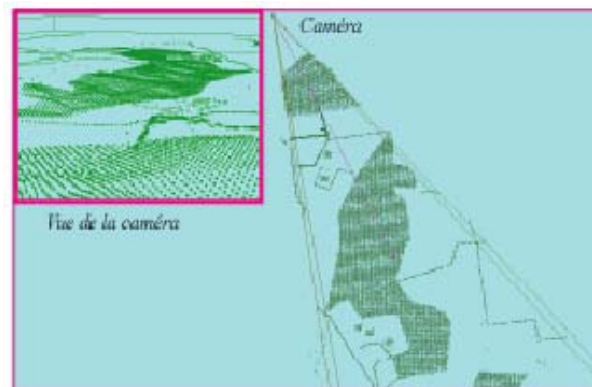


Figure 3. Vue Nord sous Landmaker



4. Résultats

Contraintes techniques

La performance des outils AMAP et IMAGIS réside dans le pouvoir de combiner les données topographiques issues de SIG et les végétaux réalistes. Le paysage est simulé à la fois dans une dimension spatiale et temporelle. Ces logiciels offrent la possibilité de visualiser une prospective à long terme de l'impact paysager sur site, à savoir les formes d'une forêt composée de diverses espèces végétales et d'un sous-bois et leur évolution sur différents pas de temps. Certains types de paysages peuvent mieux apparaître, c'est le cas pour les plaines agriforestières à pente douce. A l'inverse, la modélisation de garrigues sur des plateaux escarpés ou de

végétation discontinue très diversifiée, au couvert clairsemé laissant apparaître la roche, sont plus difficiles à mettre en scène. Le préalable nécessaire à l'utilisation d'un logiciel comme IMAGIS est la constitution d'un SIG précis. Toutefois, il est aussi nécessaire de généraliser l'information du SIG (taille des parcelles) sans pour autant négliger certains détails (arbres remarquables), afin de ne pas alourdir la procédure et réduire le nombre d'objets à traiter. La performance du logiciel IMAGIS reste encore limitée, de nombreuses erreurs de calcul sont à déplorer, liées soit à la superposition de la triangulation du terrain au tracé de la parcelle, soit aux nœuds des polygones qui représentent à la fois la limite de la texture et celle de la parcelle. De plus, l'implémentation de ce logiciel uniquement sur station graphique et non sur PC rend son utilisation publique limitée. L'absence d'information qualitative sur les espèces végétales comme la vitesse de croissance, la résistance au froid, obligent l'utilisateur à posséder des notions minimales en écologie. Le recours à l'infographie est nécessaire pour finaliser le rendu esthétique de l'image. Le coût d'une maquette virtuelle reste très élevé ; le temps de calcul, la nécessité de créer des textures, des objets 3D pour le bâti et les plantes amènent le projet à peser 1% du budget global (THEBAULT P., 2001).

Impact paysager

L'approche développée semble pertinente pour une observation à long terme, des éléments interprétatifs des dynamiques autorisant un suivi/réajustement des pratiques sociales et de leurs impacts paysagers. Même si un certain réalisme graphique et perceptuel est ainsi rendu accessible, facilitant la soumission au débat, la question de la volonté d'explicitation de leur action par les décideurs et acteurs demeure entière.

Mode d'appropriation par les décideurs

Visualiser à long terme les impacts paysagers d'un projet, offre un pouvoir décisionnel convaincant auprès des décideurs. La qualité de la réalisation de la modélisation paysagère doit s'avérer performante afin d'optimiser la crédibilité du projet. Tout acteur est réticent à des changements futurs de son environnement paysager, les caractères subjectifs générant des divergences de lecture du paysage. Une représentation réaliste de paysages joue un « rôle pédagogique » pour la communication du projet. Par ailleurs, l'image comme la photographie, détient un pouvoir propre qui est celui de la transmission d'idées préconçues. Il faut différencier la portée d'une image à vocation publicitaire, conçue pour séduire, de l'image qui informe, explique, éclaire l'impact futur. Le paysage virtuel proche du photoréalisme possède de telles vertus, dont le jeu est de mettre au premier plan, et, dès le premier coup d'œil, les arguments majeurs permettant ainsi de cacher ce qui pourrait nuire à la prise décisionnelle du projet.

Le projet de reboisement de la zone Gallecs a satisfait les porteurs du projet. Les images réalisées [Fig.4 et Fig.5] ont répondu à leur attente de visualiser l'impact paysager sur la commune. Toutefois, ces images ont donné une part trop importante à la valeur paysagère, et les élus régionaux davantage intéressés par la dimension économique du projet ont porté une acceptation moins affirmée quant à l'enjeu de ce projet environnemental pour les communes concernées. Nous en avons déduit que les décideurs régionaux ne considèrent guère l'incidence de l'impact environnemental au sein de la population locale, population qui cherche à requalifier son territoire et participer d'une manière novatrice à l'aménagement d'une aire métropolitaine marquée par une politique régionale chaotique du schéma d'urbanisation.

Figure 4 - Vue Nord au début de la plantation



Figure 5. Vue nord 15 ans plus tard



5. Discussion

Les paysages peuvent être ainsi simulés sous des angles les plus divers permettant de mieux appréhender l'impact visuel global du projet d'aménagement. La notion d'échelle s'ajoute au rendu visuel de haute qualité, comparable à des photographies : plus on s'éloigne, moins les végétaux ont besoin d'être détaillés. Ce dernier aspect est le plus recherché par les aménageurs, architectes paysagistes pour présenter un « état des lieux » du paysage sous divers angles. Depuis quelques années, l'utilisation de ces outils s'est aussi développée dans le domaine de l'aménagement du territoire urbain. L'IAURIF³ (PERRIN L., 1993) en collaboration avec l'IGN a pu réaliser à l'aide des outils AMAP et IMAGIS des simulations de grands aménagements paysagers en Ile-de-France. Le but pour l'IGN est de tester la faisabilité d'une banque de données paysagères. Au Danemark, des bureaux d'études comme TRESS B. & TRESS B. (2000) appliquent la modélisation de paysages réalistes pour visualiser différents scénarios d'aménagement. Par contre, la représentation de grands espaces paysagers n'oblige plus à faire appel à la performance scientifique de ces outils (exactitude de la morphologie des plantes notamment) - l'éloignement des objets ne permet plus la visualisation des détails -. Dans ce cas, la notion de géoréférencement et de qualité du rendu virtuel en trois dimensions deviennent alors les éléments indispensables pour produire un réalisme optimal du paysage simulé. C'est ce volet-là qui a été apprécié par nos interlocuteurs catalans.

D'un point de vue technique, les embranchements du *pinus alepensis*, que simule AMAP dans les occupations des sols recensées dans le SIG, construisent un bon niveau spatial intermédiaire, qui garde du sens. Cependant, entre les formations végétales et leurs éléments stationnels, l'accès à un réalisme de la végétation spontanée simulée semble devoir se faire par l'introduction de formes de végétations plus explicitées, y compris dans leurs composantes anthropiques. De même, les dynamiques des individus végétaux devraient pouvoir être réglées sur les conditions édaphiques et d'exposition. Enfin, leurs processus de croissance ne suffisent évidemment pas à rendre compte des successions végétales spontanées, ni *a fortiori* de leurs versions anthropisées non agricoles. Sur le plan technique, les couplages, ou plutôt ici l'interopérabilité, entre des domaines informatiques aussi éloignés que les bases de données géographiques et la synthèse syntaxique d'images réalistes, demeurent encore largement à développer.

Remerciements

Je tiens à remercier les laboratoires UMR AMAP (D. Auclair, J-F. Barzy, R. Lecoustre), UMR ESPACE (C. Carrié, J-P. Cheylan) pour leur soutien et leur collaboration.

³ IAURIF : Institut d'Aménagement de l'Urbanisme en Ile-de-France

BIBLIOGRAPHIE

- AUCLAIR D, BARZY J.F., BORNE F., ETIENNE M, LECOUSTRE R., (2001), *La visualisation des paysages pour l'aménagement agroforestier*, in : Malézieux, E., Trébuil, G. & Jaeger, M (Eds) *Modélisation des agrosystèmes et Aide à la Décision*, CIRAD, Montpellier.
- AUCLAIR D, BARZY J.F., BORNE F., ETIENNE M, LECOUSTRE R., (2000), *Les outils informatiques de visualisation des paysages : aide à la décision pour l'aménagement agroforestier*. In : *Le pilotage des agro-écosystèmes : complémentarités terrain-modélisation et aide à la décision*", Rencontre de Septembre 2000 du CIRAD, Montpellier.
- BARZY J.F., BORNE F., PERRIN L., (2000), *SIG et modélisation procédurale du paysage : l'aménagement du territoire dans ses trois dimensions*, UrbAO, 1 : 40-43.
- BERTRAND G., (1968) *Paysage et géographie physique globale, esquisse*, Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest, 93(3), pp.249-272.
- PERRIN L., (1993) *La visualisation Imago Metropolis. Modèle de représentation et outils de visualisation des grands paysages*, Les Cahiers de l'IAURIF, 106, pp. 73-83.
- REFFYE (DE) PH., BLAISE F., GUEDON Y., (1993) *Modélisation et simulation de l'architecture et de la croissance des plantes*, Revue Palais de la Découverte, 1993, 209 : 23-48.
- REFFYE (DE) PH., HOULLIER F. BLAISE F., BARTHELEMY D., DAUZAT J., AUCLAIR D., (1998), *Modélisation et simulation de la croissance d'une architecture végétale : une approche morphogénétique expérimentale*, Conférences invitées : Tendances nouvelles en modélisation pour l'environnement, pp 91-112.
- THEBAULT P., (2001) *Le paysage en quatre dimensions, pour une approche de la concertation*, Editions de Kerlan, Coll. Urbanisme et Paysage, Paris, 32 p.
- TRESS B. & TRESS B., (2000) *Scenarios for management of multifunctional landscapes*, in : Brandt, J., Tress, B. Tress, G. (Eds.) *Multifunctional Landscapes : interdisciplinary approaches to landscape research and management*, p.21. Conference material for conference on Multifunctional Landscape, Centre for Landscape Research, Roskilde, University of Roskilde, Denmark.