

INTÉGRATION QUANTITATIVE DU PAYSAGE LORS DE LA DÉTERMINATION DE TRACÉS D'UN AMÉNAGEMENT LINÉAIRE

Kamal Serrhini *

RÉSUMÉ. La nécessité d'une prise en compte « systématique » de l'objet paysage lors de la mise en place de projets d'aménagement d'une grande ampleur (TGV, autoroute) s'impose de plus en plus.

ABSTRACT. The need for including « systematically » the landscape factor into the design of major planning projects (TGV, motorway) is growing increasingly important.

RESUMEN. La necesidad de tomar sistemáticamente en cuenta el factor paisaje en los proyectos de ordenamiento de gran amplitud (TGV, autopistas) se impone cada día más.

• AMÉNAGEMENT • ÉVALUATION QUANTITATIVE • IMPACTS • INSERTION • MULTICRITÈRE • PAYSAGE • TRACÉ DE TGV

LANDSCAPE • LAYOUT OF TGV LINE • MULTI-CRITERIA AID TO DECISION MAKING • QUANTITATIVE EVALUATION

• EVALUACIÓN CUANTITATIVA • IMPACTOS • INSERCIÓN • MULTICRITERIO • ORDENAMIENTO • PAISAJE • TRAZADO DE TGV

La mise en place d'une nouvelle ligne de TGV en site rapide entre Tours et Bordeaux est l'occasion de tester, d'une part, un nouvel outil informatique spécifique d'aide à la décision (1) et, d'autre part, des méthodes multicritères. L'outil informatique 3D-IMA propose une nouvelle approche de la quantification d'impacts visuels de projets d'aménagement sur le paysage à travers principalement la méthode de covisibilité. Celle-ci est définie par l'association de l'ensemble des points du paysage visibles depuis l'ouvrage et, réciproquement, des portions de l'aménagement visibles depuis l'espace considéré. Sa mise en œuvre permet de participer en amont et en aval au processus de détermination de variantes d'un projet et de proposer des mesures d'aménagement relevant de la dotation du « 1 % paysage et développement ».

Les principes du choix

Nous avons modélisé l'espace considéré (2) à partir des courbes de niveau de la carte topographique correspondante (IGN n° 1823 E) et du logiciel 3D-IMA, qui réalise l'ensemble des étapes de calcul : on obtient un modèle numérique de terrain (MNT) en 3D. Pour prendre en compte

les bois et forêts, nous avons la possibilité d'utiliser une méthode de topographie multi-résolution. Ensuite, nous avons modélisé les autres informations disponibles : fuseaux de la SNCF, voies de transports existantes (N10, A10 et chemin de fer) et zones sensibles selon le maître d'ouvrage.

Les critères initiaux choisis pour déterminer certains tracés possibles du tronçon du futur ouvrage sont :

1. La pente (C3) : toute maille de l'espace de pente supérieure ou égale à 5 % n'est pas prise en compte lors de la recherche de tracés (contrainte technique : minimiser les opérations de remblais et de déblais).

2. Les bois et forêts (C2) : toute maille appartenant à une forêt ou à un bois est systématiquement mise à l'écart. L'espace étudié est caractérisé, outre la vallée du ruisseau de Montison, très encaissée, et la forêt des Grands Bois, par la présence de nombreux étangs, de mares et de petits bois éparpillés : nombreux propriétaires, paysages recherchés, richesse écologique (batraciens, cervidés, etc.) excluent un passage ferroviaire.

* UPRES EA 2111, Centre de recherche Ville/Société/Territoire, laboratoire du Centre d'Études Supérieures d'Aménagement (CESA), université de Tours.
Tél./fax : 02 47 36 70 23 ; E-mail : serrhini@univ-tours.fr

3. Les zones sensibles (C1) : de part et d'autre des fuseaux proposés par la SNCF, nous constatons l'existence de deux bandes plus ou moins larges qualifiées de zones à forte concentration de données environnementales, qui devraient être évitées, notamment en vertu des règlements et des lois, dont la loi *Paysage* (9 janvier 1993) et ses décrets, qui prévoient notamment l'instauration d'un permis de construire paysager avec appréciation de l'impact visuel du projet, et l'obligation de réaliser des études d'impacts pour les aménagements de plus de 12 millions de francs. Le tracé à vol d'oiseau entre la gare de Tours et celle de Poitiers se trouve pratiquement au milieu de deux zones dites sensibles par la SNCF selon ces critères, qui seraient donc à éviter. Or les données environnementales obtenues auprès de la DIREN Centre (Service nature, paysages et qualité de la vie) et du Conseil de l'Europe (Division de la protection, de la gestion de l'environnement et de l'aménagement du territoire) ne signalent ni ZPPAUP (3), ni ZNIEFF (4) ni site classé dans ces deux zones. On peut alors penser que le maître d'ouvrage a simplement voulu imposer le tracé le plus court. Néanmoins, ces zones dites sensibles seront prises en compte dans notre démarche de détermination de tracés.

4. Le tracé le plus court en distance (C4) : uniquement sur la base des trois premiers critères (C1, C2 et C3), nous avons obtenu un espace restreint à l'intérieur duquel nous chercherons quelques tracés possibles : c'est l'espace autorisé. Cette recherche a eu lieu grâce à l'utilisation d'un algorithme de calcul de chemins minimaux (algorithme de Floyd) par l'utilisation d'un modèle développé au laboratoire : NOD (5). Nous avons relié par des arcs de connexion les mailles situées au nord de l'espace à la gare de Tours ; celles situées au sud à la gare de Poitiers. Le critère C4 (chemin minimal en distance) peut être traduit quantitativement par deux indices : celui de la longueur réelle du trajet LR (qu'on notera C4) et celui de la sinuosité (critère C5). Ce dernier est défini comme étant le rapport entre la longueur réelle du trajet LR et sa longueur à vol d'oiseau LE entre ces deux extrémités. Ainsi, le critère noté initialement C4 (chemin minimal) sera traduit à la fois par les deux nouveaux critères (tableaux en annexe).

Les tracés obtenus

La carte présente les quatre tracés (T1, T2, T3 et T4) obtenus selon ces filtres. Le premier tracé T1 (en bleu) est le seul à être obtenu en appliquant uniquement les quatre critères initiaux explicités ci-dessus (C1, C2, C3 et C4). Le second tracé

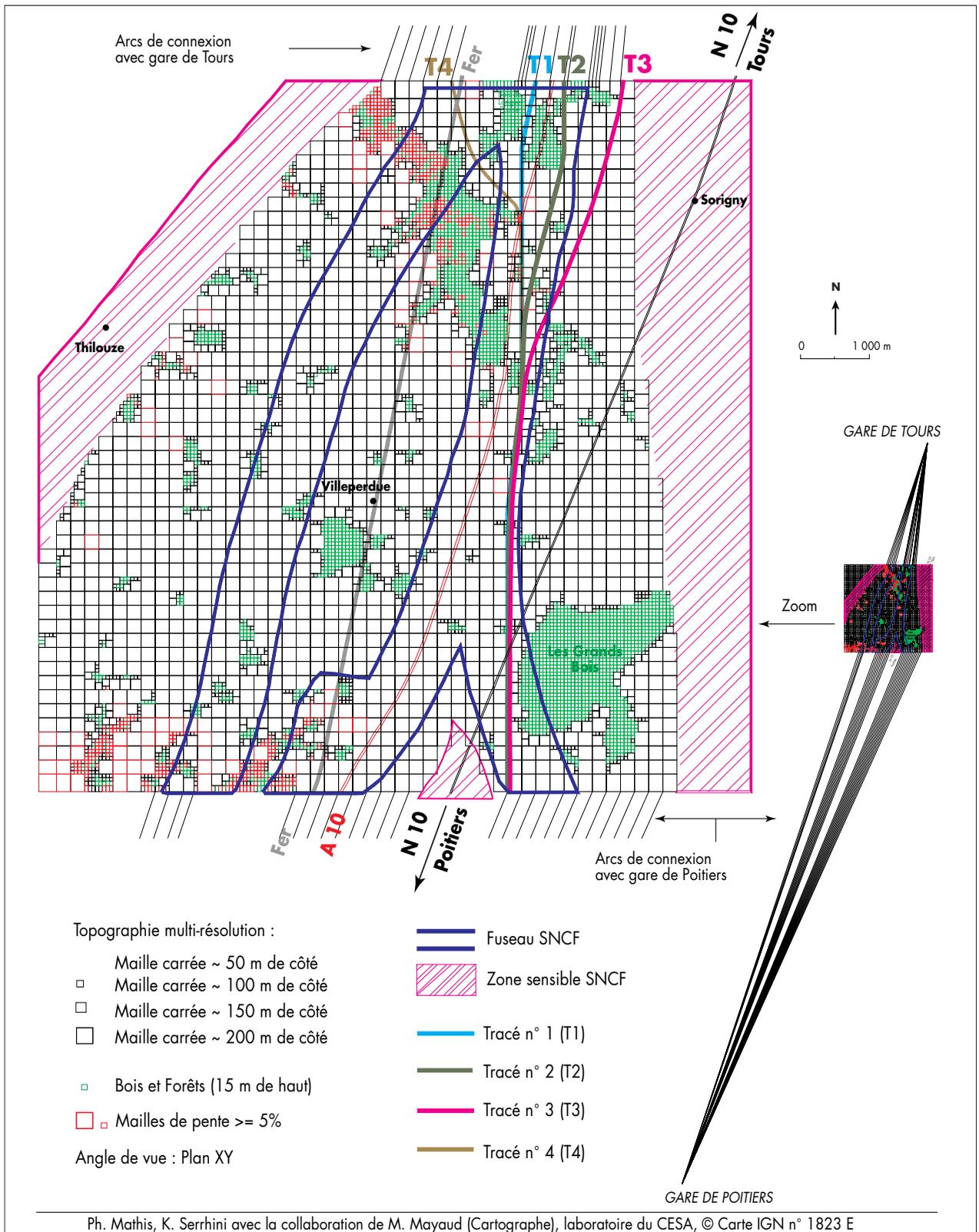
T2 (en vert) a été obtenu de la même manière que T1 mais en plus nous avons supprimé quelques arcs au tout début de T1 ; l'intérêt de cette suppression est de calculer un nouvel itinéraire T2 différent de T1. De la même manière nous avons obtenu T3 (en magenta) et T4 (en marron).

L'obtention des tracés T2, T3, ou T4 a lieu après acquisition du ou des tracés précédents (T1 pour T2 ; T1 et T2 pour T3 ; T1, T2 et T3 pour T4) et des réductions successives de l'espace autorisé (méthode multicritère interactive) : succession d'étapes de calculs et de dialogues lors de la construction d'une nouvelle action. L'obtention des tracés T2, T3 et T4 fait donc appel à un nouveau et dernier critère dit *paysage et environnement* (qu'on notera C6). En effet, même si T1, T2 et T4, ne traversent aucune forêt (grâce au critère C2), ils se faufilent entre les bois situés au nord (notamment les deux bois de Longue Plaine). Comme ces bois sont assez petits, la visibilité du futur ouvrage ne sera certainement pas limitée d'une manière notable et des passages animaliers (batraciens, cervidés) fréquents entre les parcelles seraient très perturbés. Ainsi, pour éviter que ces tracés cheminent entre ces différents bois (en particulier T2 et T4), nous avons supprimé à chaque fois quelques arcs de l'espace autorisé.

Sur la base de la notation de C5, nous constatons que le tracé T4 est surclassé à la fois par T1 et T2 qui ont une note positive et par T3 qui a une note nulle (voir tableau 1 en annexe). Ce résultat conforte et affine les résultats obtenus à la lecture graphique des tracés de la carte.

Il apparaît que T1 et T2 seraient de meilleures simulations que T3. Ils se trouvent entièrement à l'intérieur du fuseau proposé par la SNCF. Pourtant, la carte et le tableau 2 montrent que, selon le critère paysager (C6), T1 et T2 ont une note négative ou nulle alors que T3, qui évite complètement les bois de Longue Plaine, a une note positive. De plus, T3 a une note de sinuosité (C5) intermédiaire (égale à zéro) et une longueur (C4) à peine plus grande (de l'ordre de quelques dizaines de mètres) que T1 ou T2. Ainsi, au moins d'un point de vue paysager, T3 nous paraît le meilleur tracé.

Or le tiers nord de ce tracé T3 se trouve en dehors des fuseaux proposés par le maître d'ouvrage. Ainsi, le rôle des élus devient déterminant quant à la prise de la décision définitive. En effet, ils peuvent, soit choisir une situation qui évite de poursuivre, voire d'amplifier le morcellement des bois et forêts de l'espace, avec toutes les conséquences que cela peut entraîner à court et à long terme notamment au niveau paysa-



1. Topographie multi-résolution et simulations multicritères de quatre tracés d'un tronçon du futur TGV reliant Tours et Bordeaux

ger et écologique; soit accepter une solution permettant de réduire la longueur du tracé définitif de l'ouvrage en optant pour le tracé le plus proche du vol d'oiseau.

En conclusion, nous n'insisterons jamais assez sur l'évidente nécessité de prendre en compte d'une manière systématique, lors de la mise en place de grands aménagements, l'objet paysage. Ce travail, même si le nombre de critères traités est restreint, nous montre l'intérêt d'une méthode qui tend vers la recherche de futurs emplacements ou tracés d'un ouvrage loin de toute décision préconçue. Enfin, dans le cadre d'un futur développement, nous essaierons d'une part d'élargir le champ des critères aussi bien techniques que socio-économiques; d'autre part, de prendre en compte le paysage en tant que critère initial à part entière à travers des calculs de champs de covisibilité (situation en amont de l'ouvrage) lors de la détermination et de la sélection de futurs localisations ou tracés. Cette covisibilité peut aussi être utilisée pour la mise en œuvre de la politique du « 1 % paysage et développement » (situation en aval de l'ouvrage).

(1) Le modèle informatique 3D-IMA, développé au laboratoire du C.E.S.A. par Kamal Serrhini et Philippe Mathis, a une architecture de type SIG (traitement des données vectorielles et-ou rasters par 3D-IMA et utilisation d'AutoCAD® pour la cartographie des résultats). La principale fonction de ce modèle est l'analyse de données géographiques pour évaluer certains impacts de projets d'aménagement sur le paysage (MNT multi-résolution, covisibilité, drapage...).

(2) Un espace au sud de Tours a été choisi d'une part parce que le futur TGV reliant Tours à Bordeaux devrait y transiter (selon la SNCF) et, d'autre part, parce que cet espace, situé à 15 km de Tours, permet de s'affranchir de la densité du bâti... qui caractérise l'urbain.

(3) Zone de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager.

(4) Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique.

(5) Développé au laboratoire du C.E.S.A. par Laurent Chapelon, Philippe Mathis et Alain L'Hostis, le logiciel NOD a pour objet l'évaluation spatio-temporelle de projets visant à modifier l'offre de transport. Il repose sur des principes de modélisation multi-échelle des systèmes de transport et sur une palette d'indicateurs d'accessibilité adaptés aux modes individuels et collectifs, en milieu urbain et inter-urbain. Le logiciel NOD intègre notamment la congestion routière, la législation sociale dans les transports routiers de marchandises et les horaires de circulation des transports en commun lors du calcul des itinéraires optimaux en kilomètres, en temps ou en coûts.

Références bibliographiques

- CHAPELON L., 1997, *Offre de transport et aménagement du territoire : évaluation spatio-temporelle des projets de modifications de l'offre par modélisation multi-échelles des systèmes de transport*, thèse de doctorat, Tours : CESA, 558 p.
- SERRHINI K., 1999, « Évaluation de l'impact et de l'insertion des projets d'aménagement dans le paysage », 19^e Conférence Internationale de Cartographie, vol. 2, p. 1639-1646.
- SERRHINI K., 2000, *Évaluation spatiale de la covisibilité d'un aménagement. Sémiologie graphique expérimentale et modélisation quantitative*, thèse de doctorat, Tours : CESA, 481 p.
- SERRHINI K., « Nouvel algorithme de covisibilité », *Revue internationale de géomatique*, Paris : Hermès (à paraître).

Annexe

L'étape d'attribution des notes aux différents critères influence énormément les choix en matière de décision en aménagement. En pratique, cette étape dépend des élus concernés par le projet. Théoriquement, ceci ne devrait pas empêcher les autres acteurs dont l'aménageur, l'architecte, le paysager d'apporter leurs points de vue.

• *Notation du critère C5*. L'attribution d'une note de -1, 0 ou 1 à C5 de chaque tracé s'effectue par simple différence entre la valeur de référence (la valeur la plus faible, soit celle de T1) et chacune des autres valeurs de T2, T3 et T4. Ainsi, la sinuosité de référence prend la note maximale 1. La sinuosité de T2 étant très proche de celle de T1 (la différence absolue des deux sinuosités est de 0,003), T2 aura aussi la valeur 1. Pour T3, la différence absolue de la sinuosité avec T1 est égale à 0,01 donc T3 a la note 0. Enfin, T4 possède la plus grande différence par rapport à T1; T4 prendra alors la note minimale -1.

1	2	3	4	5
T1 (cyan)	10,53	10,51	1,002	1
T2 (vert)	10,58	10,53	1,005	1
T3 (magenta)	10,77	10,64	1,012	0
T4 (marron)	10,84	10,53	1,029	-1

1. Tracés; 2. C4 : longueur réelle en km; 3. Longueur euclidienne (vol d'oiseau) en km; 4. C5 : indice de sinuosité; 5. Note de sinuosité

Tableau 1 : matrice des gains (-1,0 ou 1) pour le critère de sinuosité par tracé

• *Notation du critère C6*. Les résultats de la carte montrent :

Les deux tracés T1 et T4 serpentent entre les bois de Longue Plaine, situés au nord, sur une assez longue distance. Cette dernière est d'une part identique pour ces deux tracés et d'autre part elle est plus importante que celle du tracé T2. Ceci amplifierait le morcellement de l'espace et la « dégradation » du paysage par grignotage des « lisières » des forêts. Par conséquent, T1 et T4 auront la note minimale -1 pour le critère C6.

Le tracé T2 se faufile entre les bois de Longue Plaine sur une distance au moins deux fois plus petite que celle de T1 et T4. Par conséquent, T2 aura la note intermédiaire 0 pour C6.

Enfin, T3 contourne complètement par l'est l'ensemble des bois de Longue Plaine (aucun morcellement de l'espace). Ce tracé aura donc la note maximale 1 pour C6.

	1	2	3	4	5	6	7	8
T1 (cyan)		1	1	1	1	1	-1	1
T2 (vert)		1	1	1	0	1	0	1
T3 (magenta)		1	1	1	-1	0	1	0
T4 (marron)		1	1	1	-1	-1	-1	-3

1. Tracés; 2. C1 : environnement SNCF; 3. C2 : forêt; 4. C3 : pente; 5. C4 : longueur réelle; 6. C5 : sinuosité; 7. C6 : paysage-environnement; 8. Total (C4 + C5 + C6)

Tableau 2 : matrice des totaux des gains par critère et par action