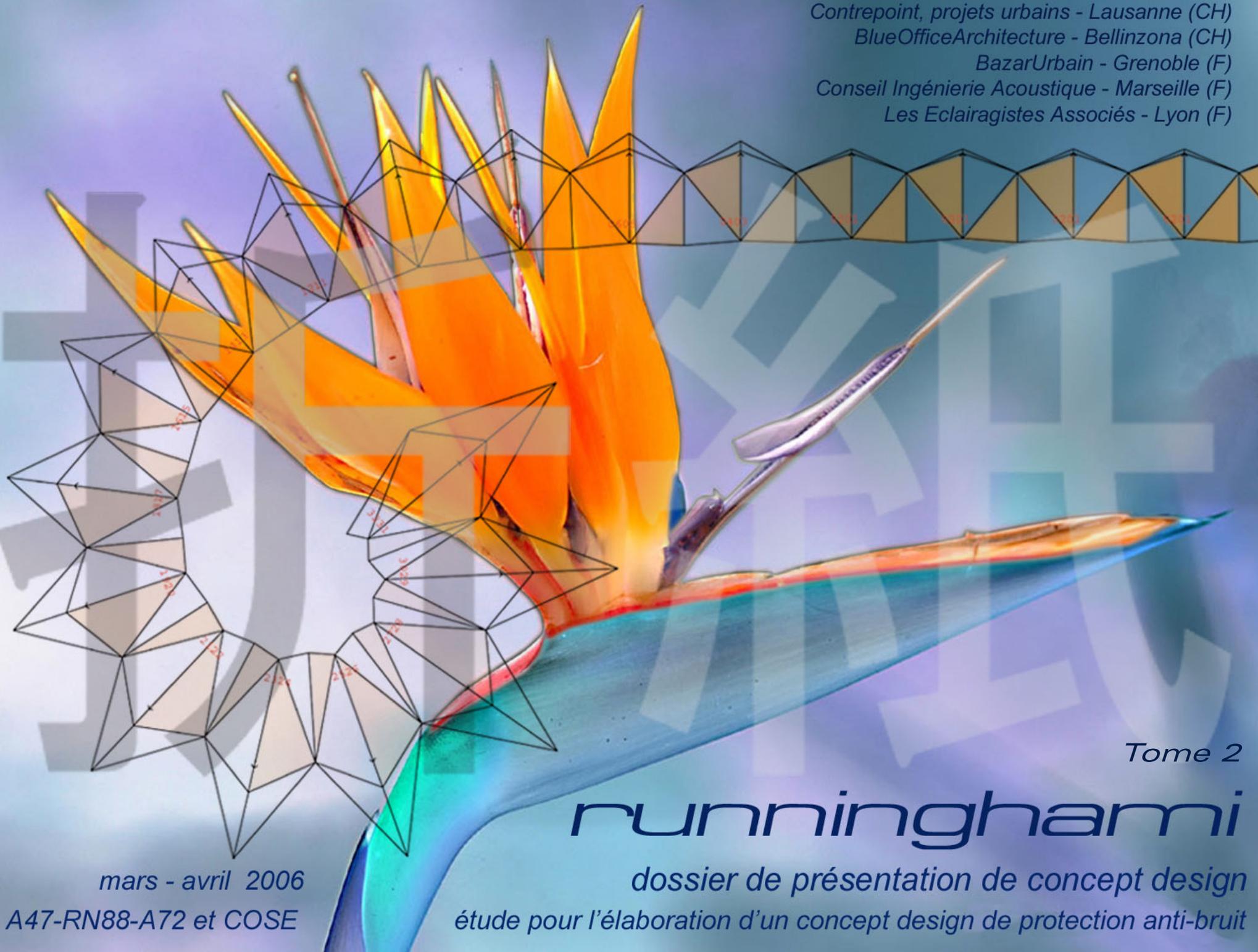


Contrepoint, projets urbains - Lausanne (CH)
BlueOfficeArchitecture - Bellinzona (CH)
BazarUrbain - Grenoble (F)
Conseil Ingénierie Acoustique - Marseille (F)
Les Eclairagistes Associés - Lyon (F)



Tome 2

runninghami

dossier de présentation de concept design

étude pour l'élaboration d'un concept design de protection anti-bruit

mars - avril 2006

A47-RN88-A72 et COSE

Runninghami
Etude pour l'élaboration d'un concept design de protections
anti-bruit pour les voies rapides du Sud-Loire
Tome 2
Le pli et la plasticité
Dossier de présentation du concept design
avril 06

Ce document constitue le tome 2 du rapport final de la tranche ferme de l'étude précitée
menée pour le compte de la DDE 42
Marché public de prestations intellectuelles 05353
Référence STI/BRUIT/MCM/PB/05/281

Tome 1

Dossier d'analyse pluridisciplinaire du territoire

Rugosité, latéralité, sinuosité

1. Parcours embarqués – Perceptions d'automobilistes
2. Cartes mentales – Représentations de riverains
3. Au fil de la route – Une journée avec une patrouille de la DDE
4. L'autoroute carte en main – Enjeux communaux pour des élus ou décideurs
5. Rugosité, latéralité, sinuosité – Eléments de synthèse pour le projet

Tome 2

Dossier de présentation du concept design

Le pli et la plasticité

1. Analyse – Relecture du territoire
2. Prospective – Structuration du territoire
3. Conception – Le pli et la plasticité
4. Illustration – Neuf situations typiques
5. Modélisation – Représentation paramétrique du dispositif

Tome 3

Dossier de définition technique d'une opération type

Adaptabilité, simplicité, efficacité

1. Matériaux et procédés de fabrication
2. Acoustique
3. Statique
4. Lumières
5. Estimation

Composition de l'équipe

Pascal Amphoux

Contrepoint, Projets urbains (Lausanne, Suisse)
Conception générale et coordination de l'équipe

architecture et paysage

Filippo Broggin

BlueOffice Architecture (Bellinzona, Suisse)
Conception formelle, structural design
avec les contributions de :

Pablo Tantardini

Alberto Ulisse

Emma Radaelli

et les apports techniques de :

Ing. Andrea Pedretti, Airlight Ltd. (Biasca, Suisse)

Ing. Olimpio Pini, Pini & Associati (Lugano, Suisse)

modélisation

structure

acoustique et informatique

Pierre-Yves Nadeau

Conseil Ingenierie Acoustique (Marseille),
Conception acoustique, simulation, cartographie sonores

Nicolas Tixier, Jean-Michel Roux

BazarUrbain, collectif interdisciplinaire (Grenoble)
Maîtrise d'usage, récit du lieu
avec la contribution de
Aurore Bonnet

économie sociale et politique territoriale

Laurent Fachard

Les Eclairagistes Associés (Lyon)
Conception lumière, éclairage et sécurité

ergonomie visuelle et éclairagisme

Adresse du mandataire principal

Pascal Amphoux
Contrepoint, Projets urbains
2, av. de l'Eglise Anglaise CH 1006 Lausanne
Pascal.Amphoux@freesurf.ch

TITRE RUNNINGHAMI



Runninghami, c'est d'abord une **référence emblématique**, *Running Fence*, œuvre fameuse de Christo qui lança dans les années 70 un mur de toile de 40 km sur 5.5 m dans le paysage californien. Cette œuvre évoque, tant par sa matérialité que par son échelle, l'intention esthétique et le sens du projet : révéler les aspérités d'un paysage inaperçu (celui de la vallée du Gier et d'un territoire passé), établir une unité entre des écrans discontinus (plus de 20 ans de constructions hétérogènes), révéler la fragilité paradoxale d'une limite continue (exprimer la légèreté possible d'un écran acoustique).

Runninghami, c'est ensuite un clin d'œil à l'art des *origami*, l'art du pliage japonais, qui nous sert ici de **référence technique et constructive**. Cet art est celui du pli, c'est-à-dire celui du dépliement et du resserrement, de la progression et de la présentation, du retournement et de la surprise. C'est aussi dans un autre registre une manière d'évoquer l'industrie locale du ruban et de la passementerie, sans oublier celle, si l'usage de la tôle pliée se révèle performante, de la métallurgie et de la tradition minière – une manière d'ourler le ruban autoroutier autant que la nature du territoire stéphanois.



Runninghami, c'est enfin un nom qui rime avec celui d'un chorégraphe de renom, Merce *Cunningham*, dont l'art de danser dans l'espace se mue en art de faire danser l'espace. La **référence** est cette fois plus purement **perceptive et dynamique**, puisque le concept-design des protections acoustiques projetées repose autant sur la perception du mouvement autoroutier dans le territoire habité que sur celle, inverse, de la perception en mouvement du paysage traversé.

HYPOTHESE DE TRAVAIL DE LA PROTECTION ACOUSTIQUE A LA REQUALIFICATION SONORE DU TERRITOIRE

La question de l'esthétique des écrans anti-bruit est classique et régulièrement maltraitée car elle repose sur une ambiguïté fondamentale, que la mission qui nous a été confiée par la DDE Loire oblige à lever.

D'un côté, on améliore l'environnement sonore, même si l'on sait que l'ouvrage n'est pas d'une efficacité radicale (on "abaisse" les niveaux en dessous de "valeurs limites" mais on ne les supprime pas) ; de l'autre on se culpabilise de détériorer le paysage, et l'on fait tout pour rendre les parois aussi invisibles que possible (hauteurs limitées, matériaux transparents, ...). On n'est "ni pour ni contre, bien au contraire". On oppose systématiquement deux dimensions, le bruit au confort, le visuel au sonore, le fonctionnel à l'esthétique, ... et la demande de traiter *esthétiquement* une solution qui soit *acoustiquement* acceptable (ou inversement) tourne rapidement au dilemme. Comment en sortir ?

D'une part, il faut refuser de mettre en concurrence les deux dimensions : repartir certes d'une **approche esthétique de design** comme il est demandé (et par exemple étudier la perception du paysage en mouvement pour l'automobiliste), mais *pour requalifier le paysage sonore traversé*, c'est-à-dire pour restituer des espaces sonores contrastés, d'animation, de calme ou de silence – et non seulement pour compenser la nuisance environnementale.

D'autre part, il faut réintroduire la troisième dimension, sociale, trop souvent oubliée : repartir d'une **approche anthropologique du vécu** (et il faut de fait également étudier la représentation de l'ouvrage pour les habitants alentour), mais *pour requalifier des milieux sonores vivants (urbains ou ruraux)*, c'est-à-dire pour rendre possible des usages, des fonctions ou des aménagements nouveaux – et non seulement pour réparer les dommages subis par les riverains.

ENJEU PARADOXAL QU'UN ECRAN PUISSE SERVIR A AUTRE CHOSE QU'A CE A QUOI IL SERT

A la thématique de la lutte contre le bruit, s'ajoute la problématique de la requalification du territoire. D'où l'attitude que nous essayons de promouvoir : « "Assainissons" l'environnement, mais requalifions les milieux et réinventons le paysage ». Ou plus précisément : « Apprenons à faire de ces pratiques environnementales émergentes des instruments de requalification des milieux sociaux et des paysages sensibles ». Et exigeons par exemple qu'une protection acoustique puisse servir à autre chose qu'à ce à quoi elle sert : à rendre possible des usages nouveaux ou anciens dans les espaces publics alentour, à rendre probable des développements urbains sur ses rives (qui fassent écrans passifs) et à saisir l'occasion de développer une véritable esthétique du mouvement – enjeu que l'on peut tenir pour majeur dans une **culture de la mobilité** dont on annonce dès maintenant la domination.

PRESENTATION DE LA CHARTE TROIS DOSSIERS DE REFERENCE POUR FONDER UNE OPERATION SINGULIERE

Conformément à la commande, l'étude a été menée en trois temps, qui font les trois dossiers de ce rapport et qui composent les trois niveaux de la charte design sonore entre lesquels le concepteur devra naviguer pour recontextualiser, dans le temps et dans l'espace, chaque projet concret et singulier.

- Le dossier d'analyse pluridisciplinaire du territoire (*Tome 1, format A4, intitulé "Rugosité, latéralité, sinuosité"*) restitue et synthétise le contenu de ***l'approche territoriale***. Cette approche a consisté à collecter et croiser, selon des méthodes éprouvées par l'équipe d'enquêteurs, les récits de quatre types d'acteurs (automobilistes, patrouilleurs, riverains et décideurs) sur l'autoroute et les territoires traversés.
- Le dossier de présentation du concept design (*Tome 2, format A3, intitulé "Le pli et la plasticité"*), restitue et synthétise la forme de ***l'approche typologique***. Cette approche a consisté à énoncer un principe morphogénétique invariant, le pli, et à étudier toutes les possibilités de variations formelles que ce dispositif permet de déployer pour s'adapter aux situations contextuelles les plus différentes (adaptation aux contraintes acoustiques de l'environnement, aux formes topologiques de la rive ou des abords, et aux perceptions "signalétiques" de l'automobiliste en mouvement).
- Le dossier de définition technique d'une opération type (*Tome 3, format A4, intitulé "Adaptabilité, simplicité, efficacité"*) réunit ***les études techniques*** et les recommandations pratiques permettant de passer du concept à la réalisation. Matériaux et procédés de fabrication, performances acoustiques, structure et statique, conception lumière et estimations fournissent les bases à partir desquelles développer des avant-projets *in situ*.

En résumé, la démarche proposée consiste à faire de la "charte design sonore" un répertoire de solutions techniques, esthétiques et financières qui soit en puissance un outil de négociation opératoire par rapport à des ambitions territoriales plus larges. Le tome 1 ne donne naturellement aucune recette. Mais il constitue un document de base en la matière pour poser des questions pertinentes, aborder des acteurs territoriaux, inciter ceux-ci à penser des projets en cours ou aménagements complémentaires par rapport à la pose d'un écran acoustique, bref, un instrument de travail pour les inciter à user pleinement de la *plasticité* du système proposé, c'est-à-dire, comme le montre le tome 2, sa capacité à être modulé et adapté en fonction des aménagements

locaux ou micro-locaux que les riverains souhaiteraient réaliser.

Si une telle logique de négociation avec les acteurs territoriaux échoue, une solution sera toujours *applicable* sur le territoire propre de la voirie considérée pour répondre aux objectifs acoustiques et visuels de la DDE (les tomes 2 et 3 en fournissent les conditions). Mais si elle débouche, elle aura impliqué d'autres acteurs, d'autres échelles, d'autres interventions, et *fait d'un système de protection acoustique le catalyseur de stratégies beaucoup plus complexes de requalification de l'environnement et de restructuration du paysage dans l'espace et dans le temps.*

C'est à ce prix que l'on peut espérer, comme le demandait le texte de l'appel d'offres, « remettre les usagers et les riverains au centre du processus de conception », sans condamner par ailleurs l'autonomie de la démarche de conception et l'unité formelle d'une « autoroute-design ».

Le pli et la plasticité

Dossier de présentation du concept design

Présentation du Tome 2

Le concept design, exposé dans ce dossier, repose sur une ambition, celle de se rapprocher d'une qualité propre aux systèmes vivants, la plasticité. Ce concept peut être défini comme la capacité d'un organisme vivant à se déformer ou se transformer en fonction des perturbations de son environnement, sans pour autant perdre sa cohésion, son intégrité ou sa forme identitaire.

Tel est le sens du projet *Runninghami*. Faire du système des écrans acoustiques proposé un organisme "vivant" (qui va grandir, vieillir ou se régénérer dans la durée) qui soit susceptible de modifier sa forme en fonction des contraintes ou des opportunités de son environnement (non seulement acoustique, mais aussi territorial et paysager).

Runninghami fait suite à une recherche à la fois formelle et territoriale, initiée par les deux membres-pilotes de l'équipe, à l'occasion de deux projets antérieurs, *Ceresiosaurus* (projet de protections acoustiques de l'auto-route tessinoise Melide-Bissone) et *Desailonpontès* (projet de protections acoustiques du viaduc de Chillon). Dans les deux cas, l'insertion paysagère de l'ouvrage apparaissait comme un enjeu majeur : traversée du lac Ceresio sur un pont-digue dans le premier cas, "survol" du lac Léman sur un ouvrage de génie civil emblématique dans le second.

Cet enjeu paysager nous avait conduit à écarter la logique du mur de protection traditionnel, dans sa rigidité et sa continuité immuable, pour développer un système formel inédit, dont l'esthétique et le design reposaient sur l'idée de "**structure modulaire à correction acoustique variable**". Continue et discontinue à la fois, ce type de dispositif permet de moduler le degré et la nature de la correction acoustique recherchée, en fonction des contraintes ou des opportunités territoriales locales, tout en générant un mouvement global et une unité formelle du point de vue de la perception.

C'est cette même perspective que nous poursuivons ici. Mais à la logique des modules séparés, qui ne préservent leur étanchéité acoustique que grâce à un jeu de chevauchements, nous avons substitué celle des modules pliés, dont l'assemblage continu assure une étanchéité physique tout en préservant la richesse et l'adaptabilité des variations modulaires. La paroi n'est plus constituée d'une suite d'écaillés dont le chevauchement assurait la continuité, elle est une continuité matérielle dont les plis recomposent la plasticité du module – c'est-à-dire la fonction de la modulation.

Cinq parties en expliquent les tenants et aboutissants. Partant de la manière dont l'analyse du territoire et les visions prospectives qu'on peut en esquisser ont inspiré le "concept-design", elles aboutissent à la manière dont celui-ci est finalement paramétré, non seulement pour rendre possible des simulations 3D, mais aussi et surtout pour décliner tous les principes de variations qui l'animent et les potentialités d'adaptation qu'il offre au concepteur chargé d'en mettre en œuvre une portion dans une situation spécifique.

ANALYSE

Relecture du territoire ou La naissance du concept

L'analyse pluridisciplinaire du territoire a révélé une multitude de représentations, de pratiques et de perceptions du territoire qui fournissent un matériau de base pour le projet – et plus précisément pour poser les questions à aborder lors de la mise en oeuvre d'avant-projets particuliers (*Tome 1*). L'approche cartographique ci-dessous en ressaisit le contenu de manière plus schématique en s'efforçant d'en extraire les traits pertinents du point de vue du concept design d'ensemble.

La confrontation d'une carte des voiries et de ses protections acoustiques, d'une carte du relief et d'une carte des cours d'eau révèle trois spécificités respectivement "odo"- topo- et hydrographiques, qui inspirent et motivent directement le parti formel adopté.



"ODOGRAPHIE" UN PROGRAMME DISCONTINU

Le repérage précis de l'ensemble des protections acoustiques réalisées, programmées ou envisageables, tel qu'il a été reporté à partir des documents transmis par la DDE, révèle deux obstacles majeurs pour la démarche conceptuelle :

- la **discontinuité des ouvrages** le long du tracé des voiries : certaines portions sont bien équipées, d'autres très peu, et la cartographie révèle bien le caractère opportun des décisions prises, au coup par coup, en fonction des urgences ou des mesures acoustiques tout à coup appliquées ;
- l'**hétérogénéité des réalisations**, aussi bien en termes d'esthétique qu'en terme d'état de la construction et sans doute d'efficacité sonore.

Enjeu. Proposer un système formel évolutif (plutôt qu'un modèle figé supplémentaire qui s'ajoute à la collection) qui permette de restituer, à terme, une continuité et une unité dans le traitement des rives de l'autoroute.

TOPOGRAPHIE DES MICRO-RELIEFS OUBLIES

Le décryptage de la seule topographie du territoire révèle deux caractéristiques majeures :

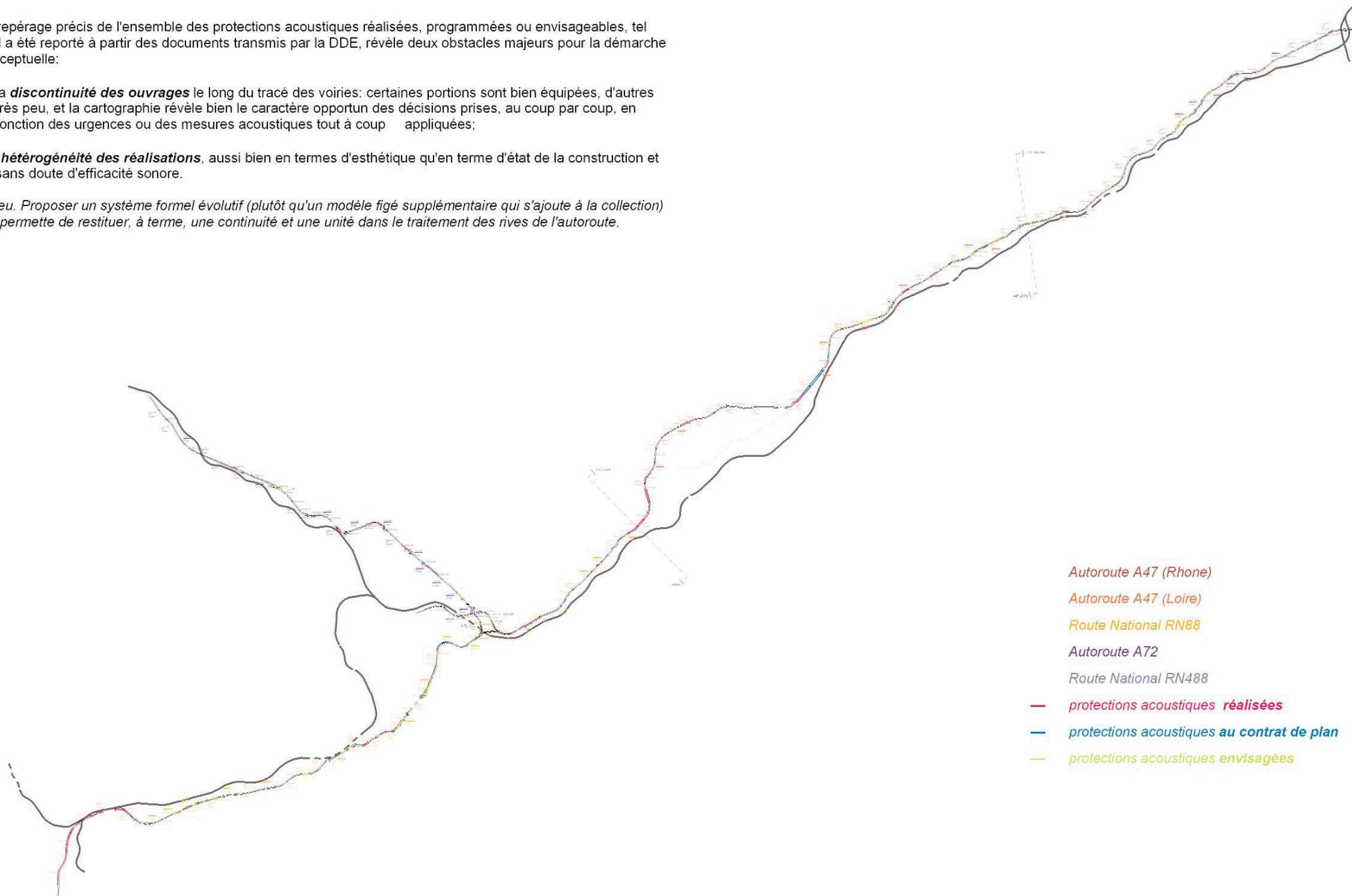
- celle, reconnue, récitée et perçue par tous, de la **structure topographique** de grande échelle comprenant les deux bassins-versants et la selle (ou le seuil) sur lequel s'est développée la ville de Saint-Etienne (Tome 1),
- celle, rarement évoquée et moins perceptible, de la **structure topologique** de moindre échelle, qui comprend tous les vallons adjacents et le jeu des micro-reliefs qui en façonnent les versants (caractère peu visible certes mais qui résonne peut-être avec l'effet de rugosité ressenti par de nombreux interlocuteurs à propos de la route).

Enjeu. Valoriser par le concept-design le sens de cette double échelle, le "macro-mouvement" et le "micro-sillon" : la manière dont les ouvrages projetés le long de la voie peuvent accentuer le mouvement de la vallée dans son ensemble (cf. T1 l'effet de "latéralité"), et la manière dont le traitement acoustique et esthétique de ses rives peut révéler ou exprimer les infinies variations de ses versants (cf. T1 l'effet de "rugosité").

Le repérage précis de l'ensemble des protections acoustiques réalisées, programmées ou envisageables, tel qu'il a été reporté à partir des documents transmis par la DDE, révèle deux obstacles majeurs pour la démarche conceptuelle:

- la **discontinuité des ouvrages** le long du tracé des voiries: certaines portions sont bien équipées, d'autres très peu, et la cartographie révèle bien le caractère opportun des décisions prises, au coup par coup, en fonction des urgences ou des mesures acoustiques tout à coup appliquées;
- l'**hétérogénéité des réalisations**, aussi bien en termes d'esthétique qu'en terme d'état de la construction et sans doute d'efficacité sonore.

Enjeu. Proposer un système formel évolutif (plutôt qu'un modèle figé supplémentaire qui s'ajoute à la collection) qui permette de restituer, à terme, une continuité et une unité dans le traitement des rives de l'autoroute.

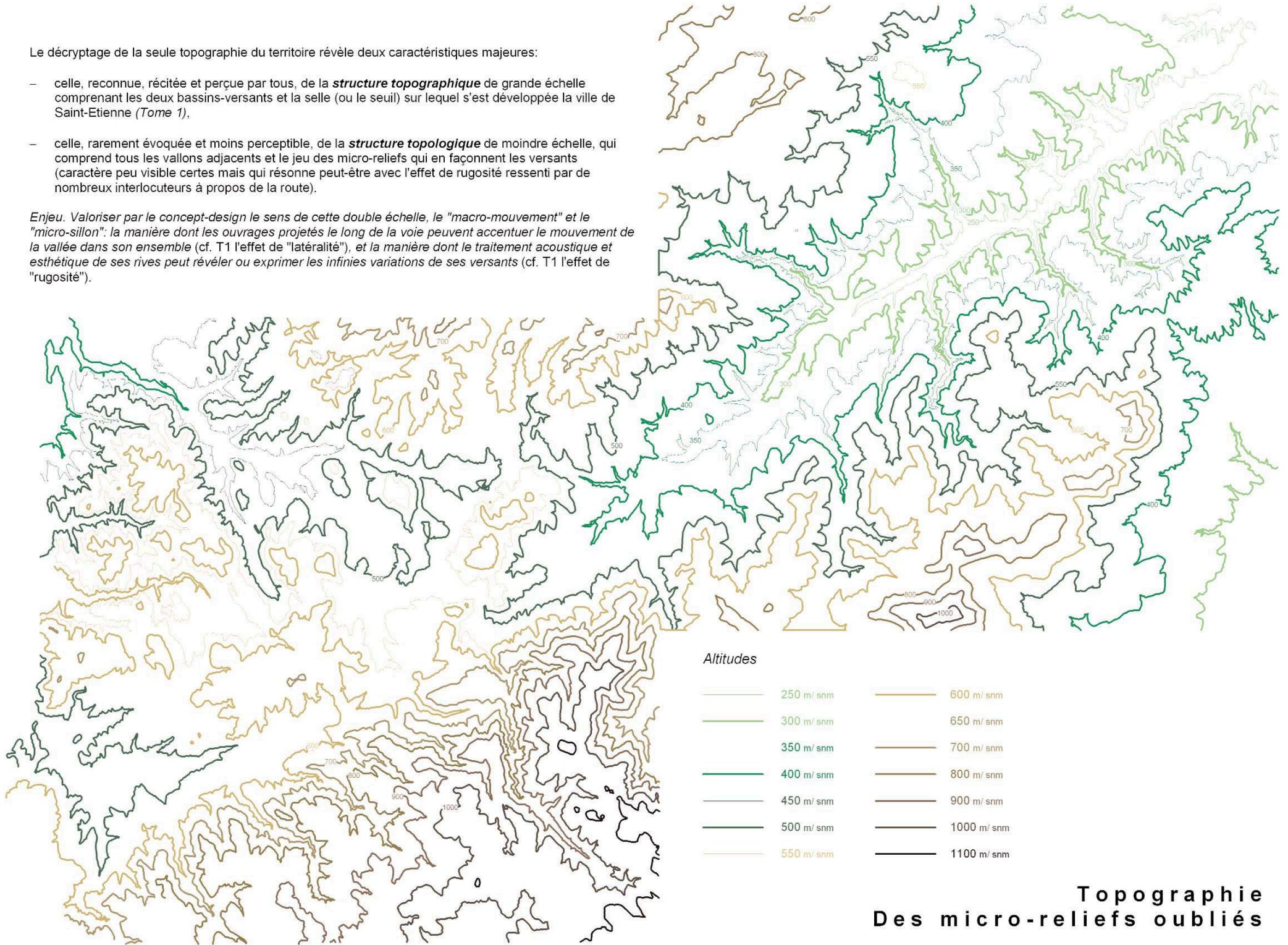


"Odographie"
Un programme discontinu

Le décryptage de la seule topographie du territoire révèle deux caractéristiques majeures:

- celle, reconnue, récitée et perçue par tous, de la **structure topographique** de grande échelle comprenant les deux bassins-versants et la selle (ou le seuil) sur lequel s'est développée la ville de Saint-Etienne (*Tome 1*),
- celle, rarement évoquée et moins perceptible, de la **structure topologique** de moindre échelle, qui comprend tous les vallons adjacents et le jeu des micro-reliefs qui en façonnent les versants (caractère peu visible certes mais qui résonne peut-être avec l'effet de rugosité ressenti par de nombreux interlocuteurs à propos de la route).

Enjeu. Valoriser par le concept-design le sens de cette double échelle, le "macro-mouvement" et le "micro-sillon": la manière dont les ouvrages projetés le long de la voie peuvent accentuer le mouvement de la vallée dans son ensemble (cf. T1 l'effet de "latéralité"), et la manière dont le traitement acoustique et esthétique de ses rives peut révéler ou exprimer les infinies variations de ses versants (cf. T1 l'effet de "rugosité").



**Topographie
Des micro-reliefs oubliés**

HYDROGRAPHIE LE PARTAGE DES EAUX

Différemment, la représentation des seuls cours d'eau dans le territoire donne à voir des caractéristiques semblables à la carte précédente mais magnifie la ligne absente du partage des eaux.

Saint-Etienne est un "milieu du monde", entre le Rhône et la Loire, un espace d'indétermination entre l'Atlantique et la Méditerranée, où les eaux ne savent de quel côté basculer. Ligne **absente physiquement**, mais bien **présente imaginativement**, à l'image d'ailleurs de la plupart des cours d'eau, souvent peu présents dans le territoire parce qu'occultés, effacés ou couverts par l'action humaine, mais bien présents dans l'imaginaire et dans la représentation du territoire puisqu'elle est à la fois la force hydraulique de jadis, la réserve bucolique d'aujourd'hui et le symbole d'une renaturation possible pour demain.

Enjeu. Lignes invisibles mais discrètement perceptibles depuis l'autoroute, les moments de franchissement ou de frôlement sont des parties sensibles, où l'aménagement de la rive de l'autoroute doit ménager celle de la rivière.

EXTRAPOLATION LES PLS DU PAYSAGE

L'extrapolation graphique des "plis du paysage" est naturellement libre et inexacte. C'est pourtant cette inexactitude de la représentation qui fonde la rigueur de l'expression graphique de ce territoire : il ne s'agit pas d'un relevé précis des plissements géomorphologiques ou des inflexions topographiques, il s'agit de repérer des **lignes de force** qui le structurent et qui en composent la matière. Une matière topologique qui, en révélant sa texture, peut devenir un matériau pour le projet. La forme d'une vallée qui, en révélant ses plis, devient force ou ligne de force pour le projet.

Enjeu. Quelle homologie trouver entre la forme du territoire et la forme du dispositif de protection à projeter ? Quelle inspiration réciproque ? Quel concept commun ?

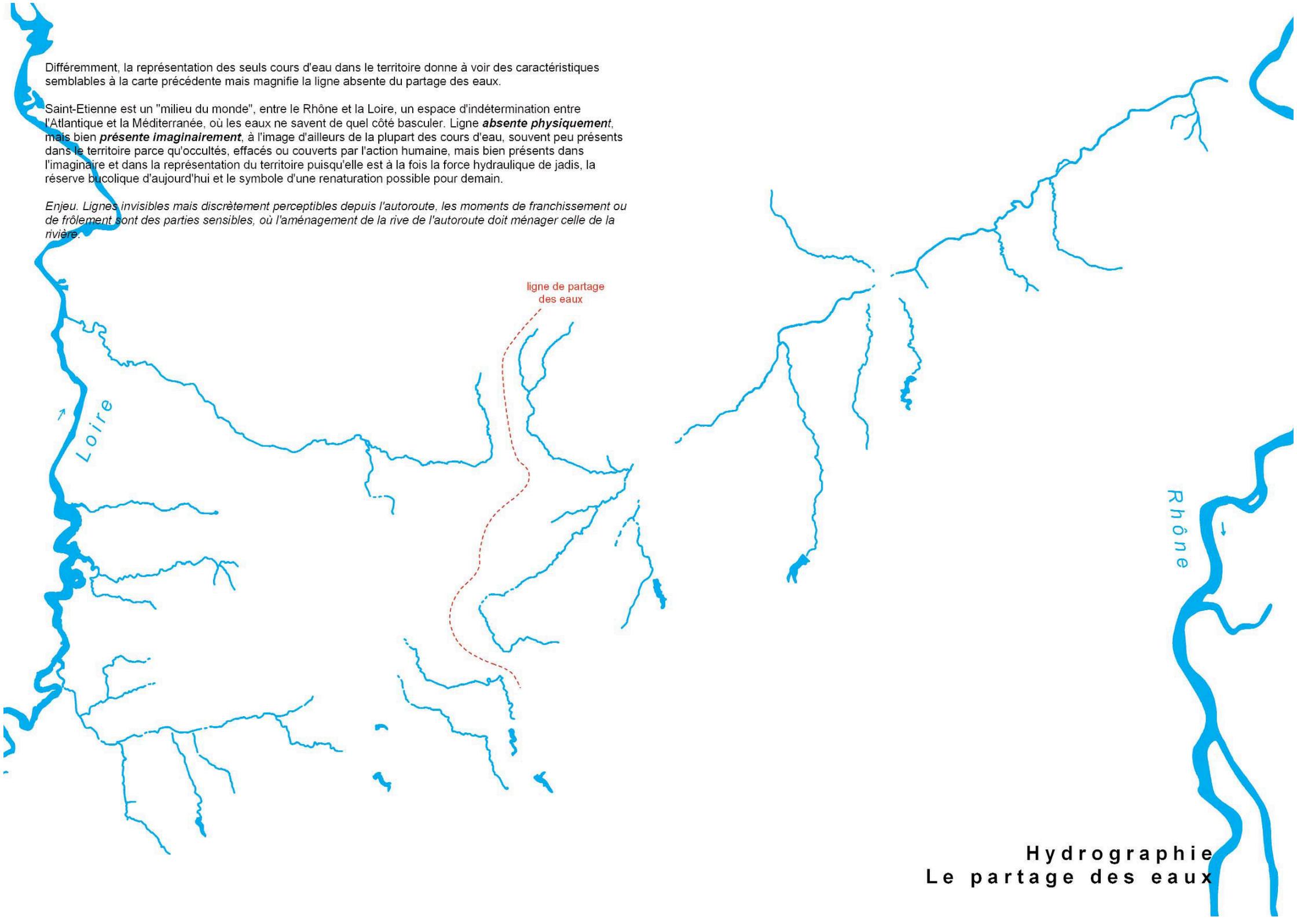
Réponse. Le pli.

- non dans sa forme – les plis tranchés de la structure n'auront formellement rien à voir avec la souplesse de ceux du paysage ;
- mais dans son principe – le pli comme générateur de la forme du système d'écrans et de ses variations !

Différemment, la représentation des seuls cours d'eau dans le territoire donne à voir des caractéristiques semblables à la carte précédente mais magnifie la ligne absente du partage des eaux.

Saint-Etienne est un "milieu du monde", entre le Rhône et la Loire, un espace d'indétermination entre l'Atlantique et la Méditerranée, où les eaux ne savent de quel côté basculer. Ligne **absente physiquement**, mais bien **présente imaginativement**, à l'image d'ailleurs de la plupart des cours d'eau, souvent peu présents dans le territoire parce qu'occultés, effacés ou couverts par l'action humaine, mais bien présents dans l'imaginaire et dans la représentation du territoire puisqu'elle est à la fois la force hydraulique de jadis, la réserve bucolique d'aujourd'hui et le symbole d'une renaturation possible pour demain.

Enjeu. Lignes invisibles mais discrètement perceptibles depuis l'autoroute, les moments de franchissement ou de frôlement sont des parties sensibles, où l'aménagement de la rive de l'autoroute doit ménager celle de la rivière.

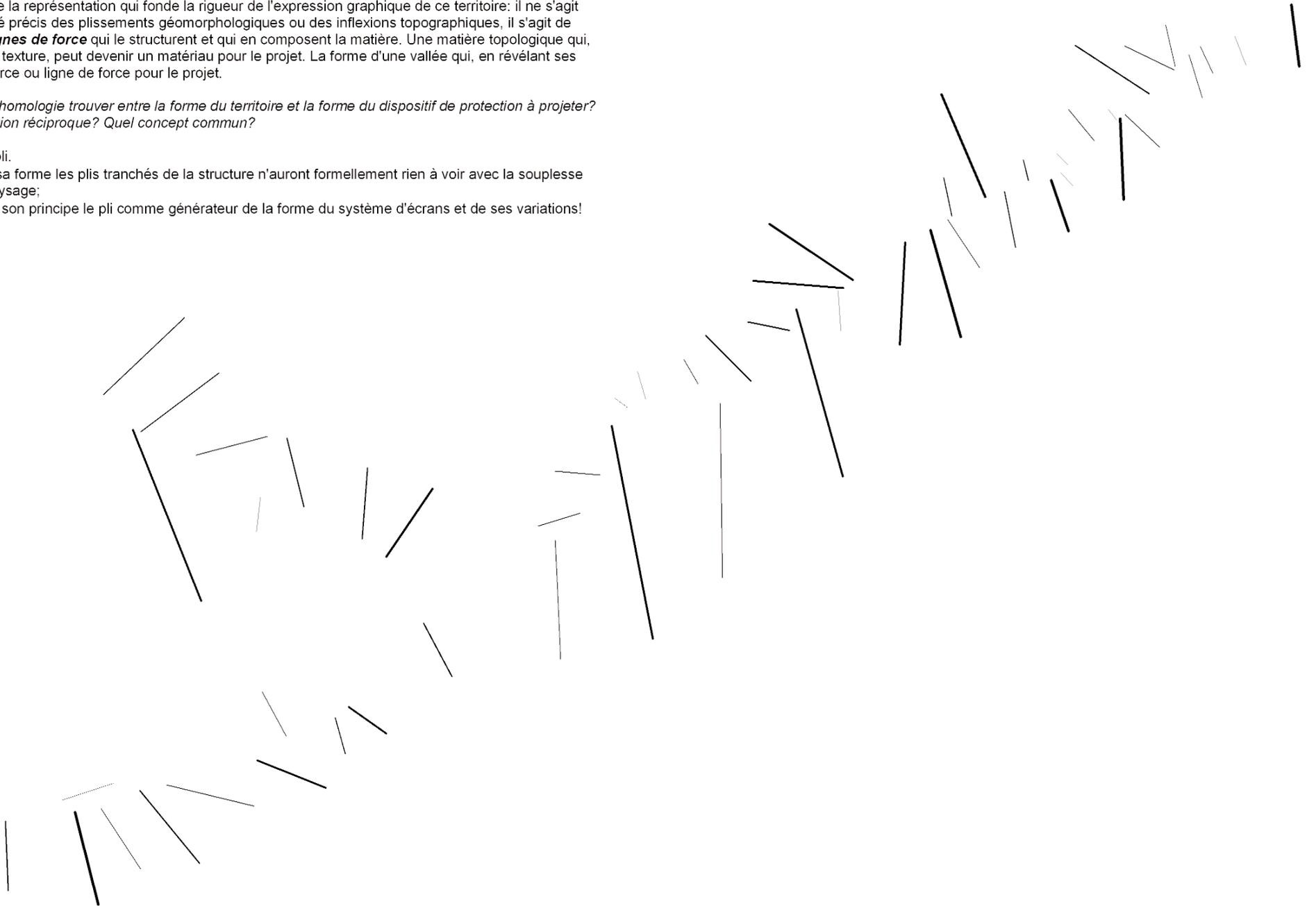


L'extrapolation graphique des "plis du paysage" est naturellement libre et inexacte. C'est pourtant cette inexactitude de la représentation qui fonde la rigueur de l'expression graphique de ce territoire: il ne s'agit pas d'un relevé précis des plissements géomorphologiques ou des inflexions topographiques, il s'agit de repérer des **lignes de force** qui le structurent et qui en composent la matière. Une matière topologique qui, en révélant sa texture, peut devenir un matériau pour le projet. La forme d'une vallée qui, en révélant ses plis, devient force ou ligne de force pour le projet.

Enjeu. Quelle homologie trouver entre la forme du territoire et la forme du dispositif de protection à projeter? Quelle inspiration réciproque? Quel concept commun?

Réponse. Le pli.

- non dans sa forme les plis tranchés de la structure n'auront formellement rien à voir avec la souplesse de ceux du paysage;
- mais dans son principe le pli comme générateur de la forme du système d'écrans et de ses variations!



**Extrapolation
Les plis du paysage**

PROSPECTIVE

Structuration du territoire ou l'extension d'un concept

Les séances de travail collectives "Projets en débats" ont révélé une grande incertitude sur les développements du territoire, à bref moyen et long terme. L'ouverture de l'autoroute A45, le statut futur de la route à aménager, les incertitudes de redéploiement de l'industrie malgré des évolutions récentes encourageantes, les jeux d'équilibre de population entre le bassin stéphanois et le bassin lyonnais, le devenir des réserves naturelles que représentent le Pilat d'un côté, les monts du Lyonnais de l'autre, ... Aucune prospective n'apparaît du point de vue du projet suffisamment fiable pour avoir une quelconque valeur programmatique.

Ces visions ne peuvent pas pour autant être ignorées ou totalement évacuées. Elles doivent être sources d'inspiration et surtout source de prudence dans le développement du concept et la réversibilité des projets d'aménagement que celui-ci engendrera.

Ici encore la schématisation cartographique permet de ressaisir ces incertitudes en leur attribuant non pas une valeur représentative mais un minimum de valeur prospective. Elle vise à poser la question de l'évolution du territoire à long terme, évolution dont on peut souhaiter qu'elle évite certains écueils bien connus de l'aménagement contemporain : l'étalement urbain, la fragmentation des territoires de régénération naturelle, l'indifférenciation du paysage.

Tel est l'objet des documents suivants. Dans leur incomplétude, ils suggèrent que le concept de l'autoroute et les stratégies de développement d'écrans anti-bruit tiennent compte de deux intentions politiques encore invisibles mais qui pourraient se révéler à l'avenir fondamentaux : la création de corridors écologiques transversaux, la promotion de stratégies de densifications urbaines de l'autre.

ORIENTATION PROSPECTIVE 1 LES PASSAGES DE LA NATURE OU LES CORRIDORS ECOLOGIQUES

Les représentations vécues de l'état actuel comme les visions prospectives du développement futur de la vallée du Gier mettent toujours l'accent sur l'impression de continuité urbaine et industrielle qui relie Saint-Etienne à Rive-de-Gier. L'infrastructure traversait les centre-villes, elle les contourne aujourd'hui par le versant nord, mais la continuité n'en est que plus présente. Le haut des plateaux est vert, le fond de la vallée est noir. A l'exception du premier tronçon Givors-La Madeleine qui est identifié comme "une séquence nature", les parcours embarqués et les cartes mentales révèlent bien la force et le poids de ces représentations (*Tome 1*).

L'analyse cartographique (comme aussi certains discours) permet néanmoins de révéler la présence de deux "coulées vertes" orientées nord-sud, qui traversent la vallée et interrompent plus ou moins nettement la continuité urbaine : outre leur qualité d'ouverture sur le grand paysage (cf. notamment l'ouverture sur les Monts du Pilat depuis la descente de Saint-Chamond), elles constituent **deux corridors écologiques**, dont la fonction biologique pourrait à terme s'avérer nécessaire pour rompre la continuité et cadrer le développement du processus de métropolisation qui pourrait toucher la vallée.

Enjeu. Valoriser ces passages de la nature dans le paysage urbain de la Vallée

ORIENTATION PROSPECTIVE 2 LES INTENSITES URBAINES ET LA SEQUENTIALISATION DU PARCOURS

De manière complémentaire, la schématisation des espaces urbanisés actuels et des intensités de développement que l'on peut y projeter pour lutter dans l'avenir contre les tendances à l'étalement urbain et aux débordements pavillonnaires sur les plateaux, fait apparaître un processus de densification souhaitable autour de trois unités principales qui deviennent structurantes de l'extension métropolitaine : Saint-Etienne, Saint-Chamond, La Grand Croix / Rive-de-Gier.

La superposition de ces deux tendances évolutives (corridors écologiques traversants et intensifications urbaines autour des noyaux historiques) fait alors apparaître **trois séquences principales** dans le parcours autoroutier : une première séquence nature marquée par une porte "urbaine" (la zone commerciale de Givors) et deux séquences urbaines, potentiellement marquées par des "portes nature" (deux moments d'ouverture ou de verdure dans le parcours).

Recommandation. Traiter les abords de l'autoroute de manière à exprimer, subtilement et discrètement, les trois séquences paysagères majeures traversées.

Les représentations vécues de l'état actuel comme les visions prospectives du développement futur de la vallée du Gier mettent toujours l'accent sur l'impression de continuité urbaine et industrielle qui relie Saint-Etienne à Rive-de-Gier. L'infrastructure traversait les centre-villes, elle les contourne aujourd'hui par le versant nord, mais la continuité n'en est que plus présente. Le haut des plateaux est vert, le fond de la vallée est noir. A l'exception du premier tronçon Givors-La Madeleine qui est identifié comme "une séquence nature", les parcours embarqués et les cartes mentales révèlent bien la force et le poids de ces représentations (*Tome 1*).

L'analyse cartographique (comme aussi certains discours) permet néanmoins de révéler la présence de deux "coulées vertes" orientées nord-sud, qui traversent la vallée et interrompent plus ou moins nettement la continuité urbaine: outre leur qualité d'ouverture sur le grand paysage (cf. notamment l'ouverture sur les Monts du Pilat depuis la descente de Saint-Chamond), elles constituent **deux corridors écologiques**, dont la fonction biologique pourrait à terme s'avérer nécessaire pour rompre la continuité et cadrer le développement du processus de métropolisation qui pourrait toucher la vallée.

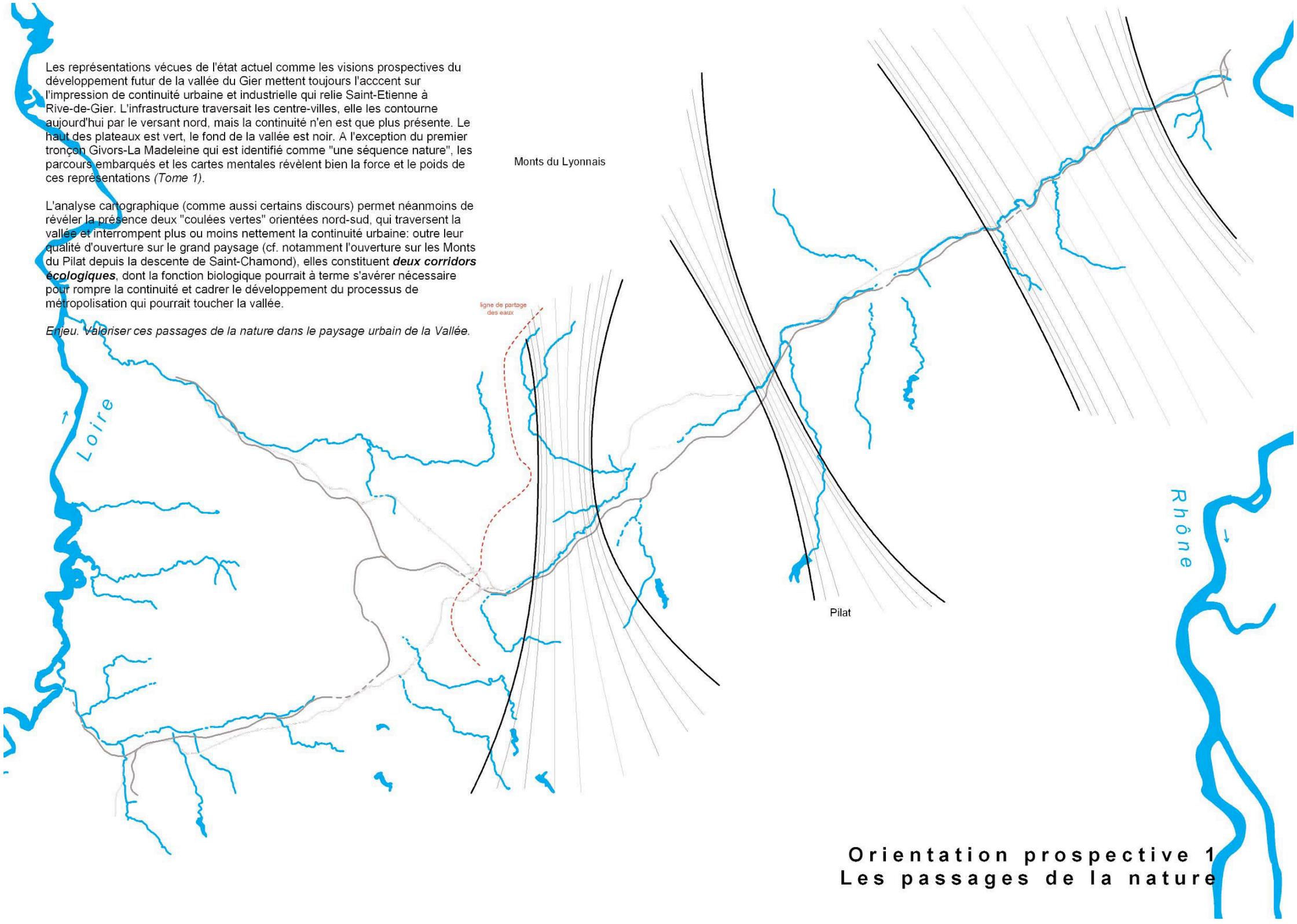
Enjeu. Valoriser ces passages de la nature dans le paysage urbain de la Vallée.

Monts du Lyonnais

ligne de partage
des eaux

Pilat

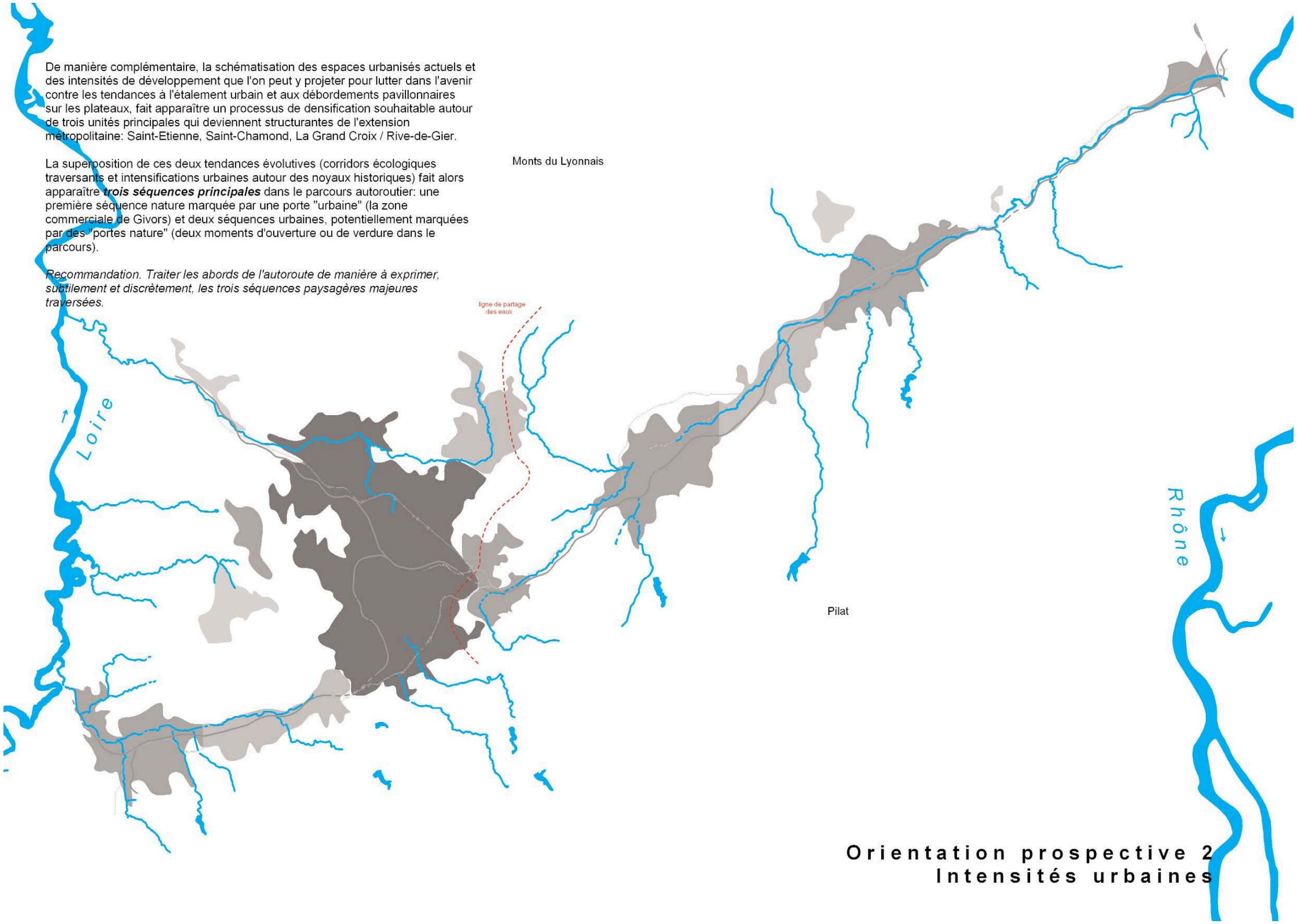
Orientation prospective 1
Les passages de la nature



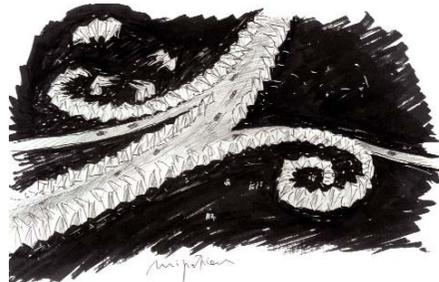
De manière complémentaire, la schématisation des espaces urbanisés actuels et des intensités de développement que l'on peut y projeter pour lutter dans l'avenir contre les tendances à l'étalement urbain et aux débordements pavillonnaires sur les plateaux, fait apparaître un processus de densification souhaitable autour de trois unités principales qui deviennent structurantes de l'extension métropolitaine: Saint-Etienne, Saint-Chamond, La Grand Croix / Rive-de-Gier.

La superposition de ces deux tendances évolutives (corridors écologiques traversants et intensifications urbaines autour des noyaux historiques) fait alors apparaître **trois séquences principales** dans le parcours autoroutier: une première séquence nature marquée par une porte "urbaine" (la zone commerciale de Givors) et deux séquences urbaines, potentiellement marquées par des "portes nature" (deux moments d'ouverture ou de verdure dans le parcours).

Recommandation. Traiter les abords de l'autoroute de manière à exprimer, subtilement et discrètement, les trois séquences paysagères majeures traversées.



Orientation prospective 2
Intensités urbaines



ORIENTATION PROSPECTIVE 3 LES ESPACES DE MIGRATION ET LA TRANSVERSALITE DE L'OUVRAGE

Si l'ouvrage projeté doit pouvoir révéler les variations séquentielles du parcours dans la longueur (échelle 40 km), il doit aussi minimiser l'effet de coupure qu'il génère fatalement dans la largeur. S'il doit isoler acoustiquement, il faut aussi paradoxalement qu'il relie – visuellement, socialement ou symboliquement. Comment ? En étudiant au cas par cas le "potentiel de migration" dans l'espace d'éléments du système structurel ou d'effets qu'il peut induire sur les franges de l'auto-route.

La proposition consiste à distinguer trois épaisseurs dans le territoire (échelles 0, 500 m, 3 km) :

- **la rive immédiate (ou l'espace proximal)**, sur laquelle se développent le dispositif et ses variations, dans l'emprise foncière de la route, en fonction des exigences acoustiques locales et de l'extension des délaissés ;
- **les espaces publics attenants (ou l'espace médial)**, pour lesquels l'écran, en tant qu'instrument de requalification sonore, peut devenir le catalyseur de nouveaux usages ou aménagements, soit de fait parce que l'abaissement du niveau sonore génère de nouveaux usages et aménagements, soit par des extensions possibles de l'ouvrage lui-même sous forme d'équipements à étudier ;
- **les espaces urbains plus lointains (ou l'espace distal)**, pour lesquels l'autoroute peut garder une valeur symbolique forte – des espaces de migration potentielle du dispositif sous forme ponctuelle, d'équipements, de mobilier urbain ou de dispositifs signalétiques à étudier.

Recommandation. Repérer pour chaque projet concret les potentialités du territoire aux trois échelles considérées : la rive, les espaces publics proches, le paysage plus lointain (cf. T1, logique de négociation).

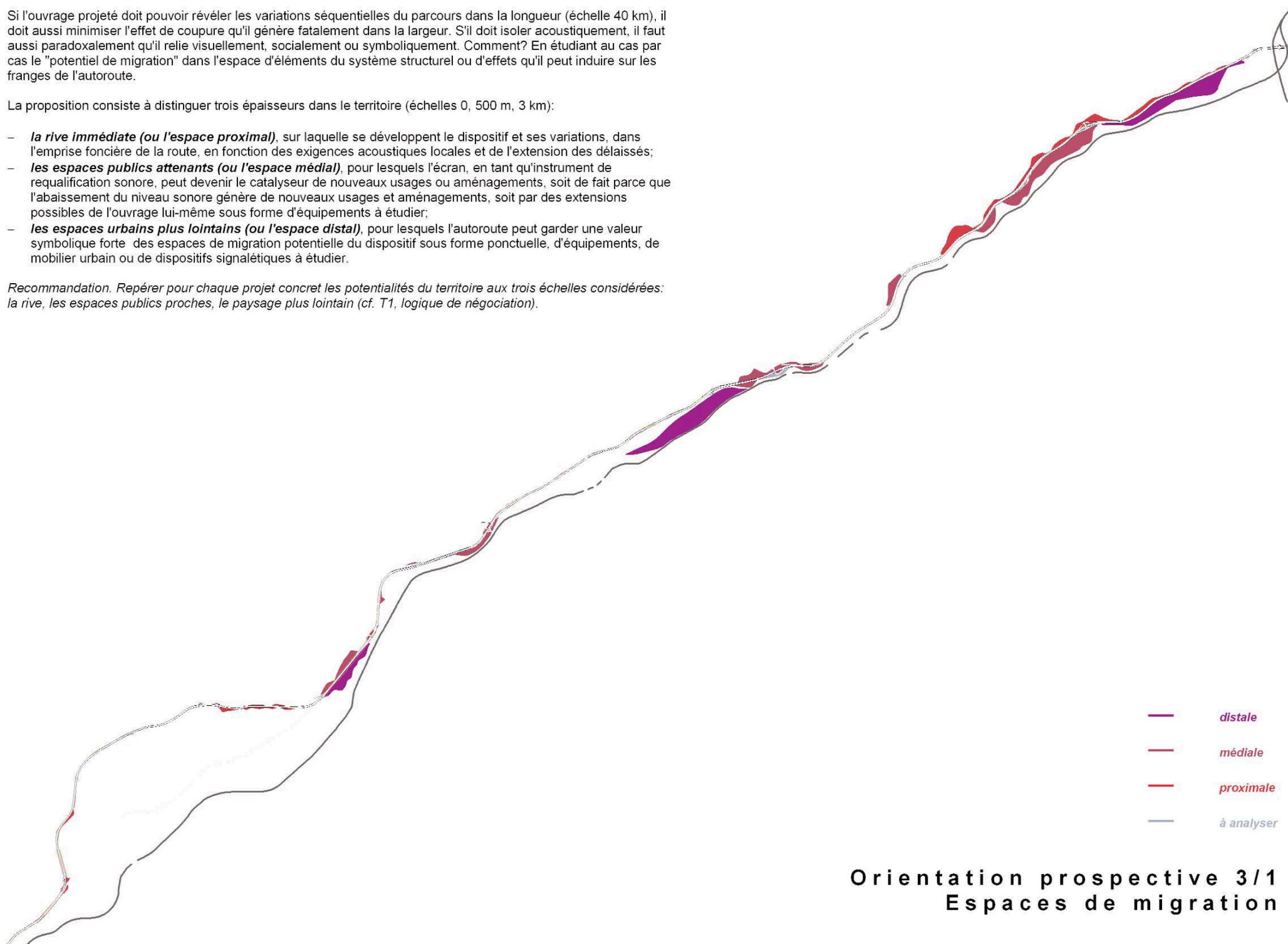


Si l'ouvrage projeté doit pouvoir révéler les variations séquentielles du parcours dans la longueur (échelle 40 km), il doit aussi minimiser l'effet de coupure qu'il génère fatalement dans la largeur. S'il doit isoler acoustiquement, il faut aussi paradoxalement qu'il relie visuellement, socialement ou symboliquement. Comment? En étudiant au cas par cas le "potentiel de migration" dans l'espace d'éléments du système structurel ou d'effets qu'il peut induire sur les franges de l'autoroute.

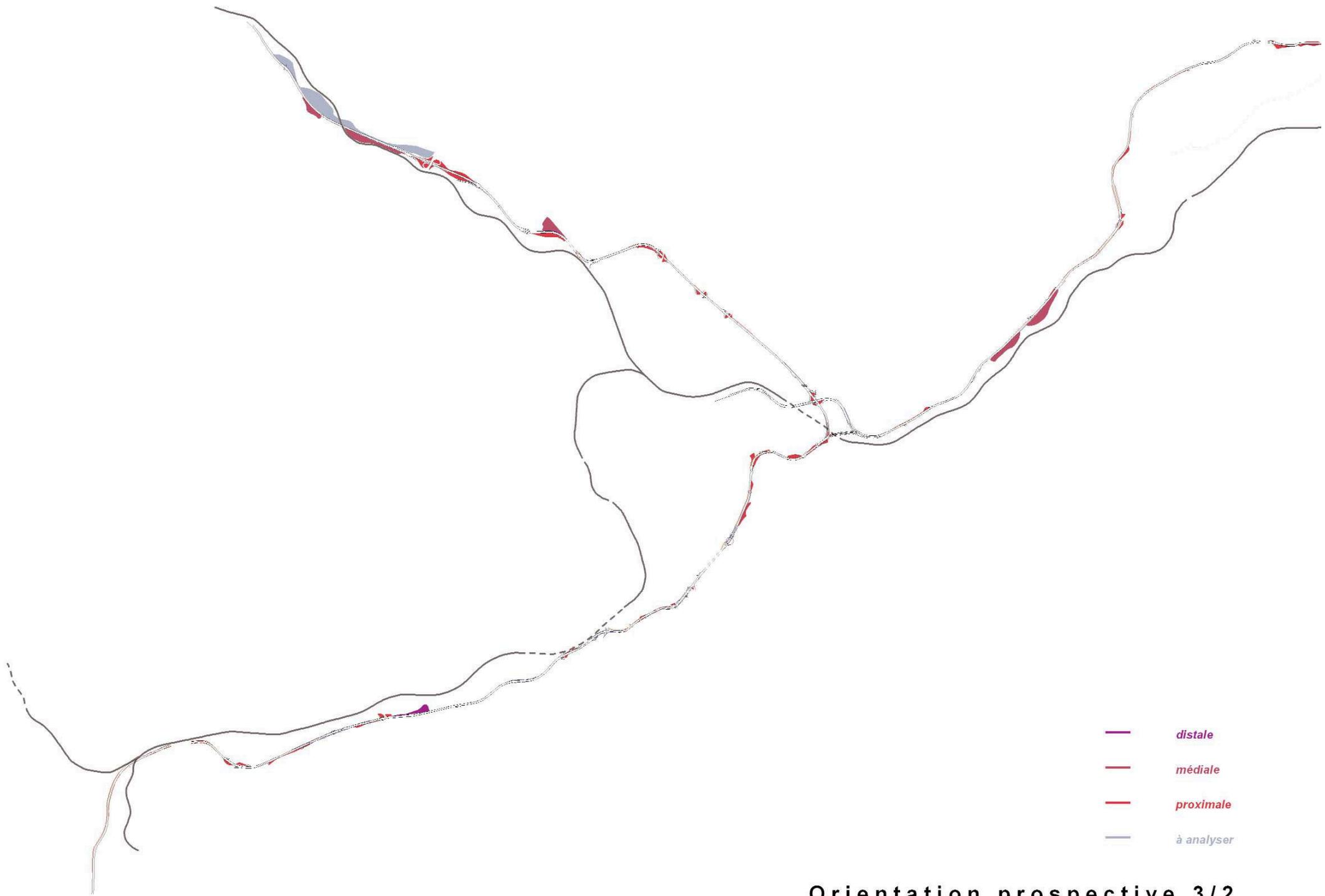
La proposition consiste à distinguer trois épaisseurs dans le territoire (échelles 0, 500 m, 3 km):

- **la rive immédiate (ou l'espace proximal)**, sur laquelle se développent le dispositif et ses variations, dans l'emprise foncière de la route, en fonction des exigences acoustiques locales et de l'extension des délaissés;
- **les espaces publics attenants (ou l'espace médial)**, pour lesquels l'écran, en tant qu'instrument de requalification sonore, peut devenir le catalyseur de nouveaux usages ou aménagements, soit de fait parce que l'abaissement du niveau sonore génère de nouveaux usages et aménagements, soit par des extensions possibles de l'ouvrage lui-même sous forme d'équipements à étudier;
- **les espaces urbains plus lointains (ou l'espace distal)**, pour lesquels l'autoroute peut garder une valeur symbolique forte des espaces de migration potentielle du dispositif sous forme ponctuelle, d'équipements, de mobilier urbain ou de dispositifs signalétiques à étudier.

Recommandation. Repérer pour chaque projet concret les potentialités du territoire aux trois échelles considérées: la rive, les espaces publics proches, le paysage plus lointain (cf. T1, logique de négociation).



**Orientation prospective 3/1
Espaces de migration**



- distale*
- médiale*
- proximale*
- à analyser*

Orientation prospective 3/2
Espaces de migration

CONCEPTION

Le Pli et la Plasticité

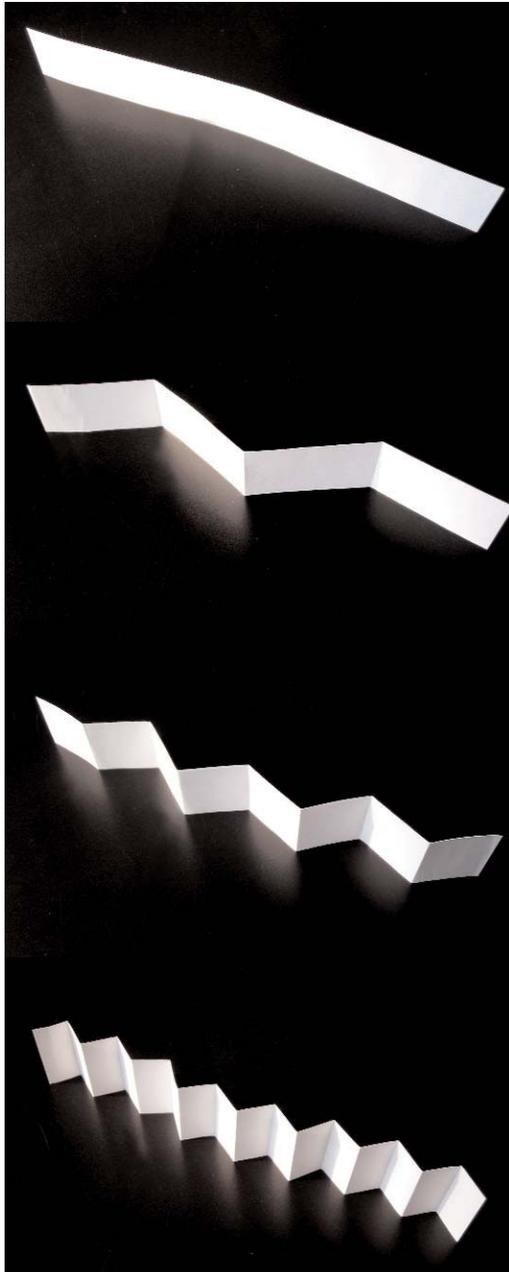
Loin de chercher à proposer un écran type dont la forme, nouvelle, viendrait se surajouter au catalogue des styles d'écrans qui s'égrènent le long des voies rapides, nous proposons **un système formel, infiniment variable et pourtant cohérent**, de manière à ce qu'il soit susceptible de s'adapter à toutes les situations dans l'espace (plus de 100 km de linéaire), de s'implanter progressivement dans le territoire (plusieurs décennies d'aménagement successif), de redonner à celui-ci, de proche en proche, une unité physique et symbolique, voire peut-être à long terme de remplacer des écrans trop vétustes. Deux concepts fondent le design de ce système formel : le pli et la plasticité.

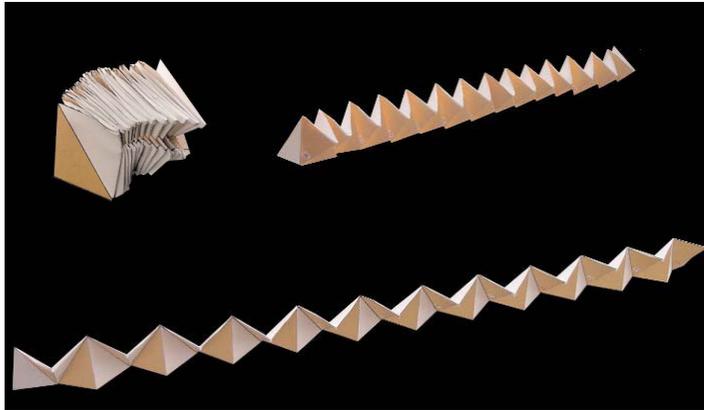
Le pli, c'est le **principe morphogénétique** de cet ouvrage, le principe qui génère la forme ou encore celui qui détermine toutes les transformations. C'est lui qui assure la progression du passage entre le sol et le hors-sol – qui autorise l'émergence progressive de la forme de l'écran hors le sol. C'est lui qui retourne le dedans et le dehors – qui rend crédible la possibilité d'un usage ou la création d'un espace public au revers de l'écran. C'est lui encore qui accélère ou ralentit la perception – qui marque moins la limite ou le point de fuite comme le fait le mur ou l'écran traditionnel que des directions de développement, d'élargissement ou d'étirement du monde de l'autoroute vers le paysage lointain ou ses espaces attenants.

La plasticité, c'est la **propriété intrinsèque** de la forme générée. Sa capacité donc à se déformer, de manière cohérente et autonome, pour répondre à une sollicitation externe ou interne (notamment une exigence acoustique, mais aussi par exemple une contrainte topographique ou une volonté d'usage renouvelé de l'autre côté du mur de protection). La plasticité, c'est la propriété qui laisse le système ouvert à une certaine part d'indétermination, qui fait reposer la robustesse du système sur sa malléabilité, son invariance structurelle sur l'équilibre dynamique de ses variations.

Décrire une telle forme revient donc à spécifier les modalités de ces variations. Sont présentées dans ce qui suit trois registres de variation qui, en se mêlant progressivement, révèlent la complexité et les potentialités d'adaptation du dispositif aux conditions réelles d'une situation concrète :

- des variations internes liées au système constructif : la paroi, le bec, le double bec ;
- des variations externes liées au profil en travers de la route : la hauteur et l'inclinaison ;
- des variations externes liées au profil en long de la route : la pente et la courbure.



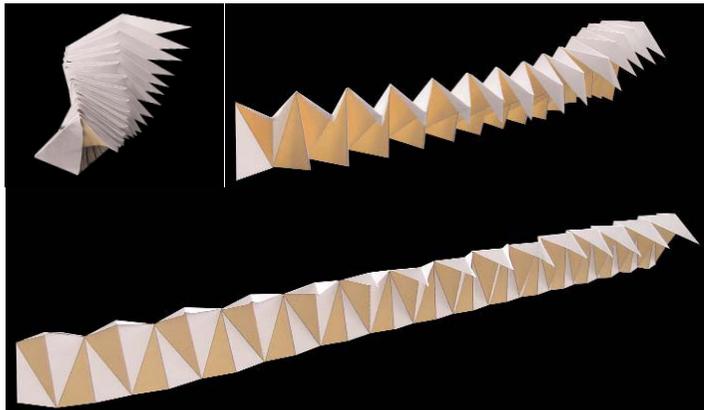


LE DISPOSITIF STATIQUE

DECLINAISON TYPOLOGIQUE : LA PAROI, LE BEC ET LE DOUBLE BEC

Les deux transformations élémentaires du dispositif de base sont l'étirement et le débordement, ici représentés pour une hauteur constante. Elles sont liées directement à la nature du système constructif et aux **propriétés statiques** du pli des modules et de leur "auto-chaînage". Elles sont donc observables sur un segment de quelques modules.

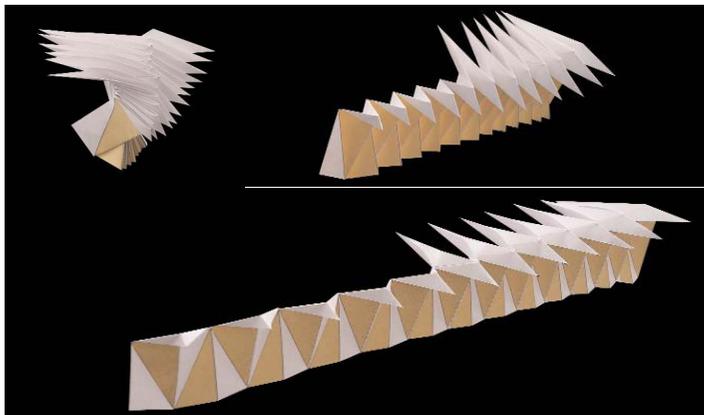
L'étirement est lié au pas du pli (qui s'appellera S dans le paramétrage du modèle mathématique de génération de la forme). Plus le pas est grand, plus le degré d'étirement est fort et se rapproche de la configuration d'une paroi plane longeant le bord de la voie. Plus il est petit, plus au contraire les plis sont tranchés et apparents du point de vue visuel, diffractants et diffusants du point de vue sonore.



Le débordement est lié en second lieu à l'allongement du "toit" (paramètre BBB), qui peut être posé en porte-à-faux sur la route. Plus cet allongement est grand, plus le sentiment d'enveloppement est fort et inversement. Ceci se traduit, du point de vue sonore, par des indices d'affaiblissement très performants entre le dedans et le dehors (ou entre le dessus et le dessous) et sous-entend, du point de vue visuel, une perception plus intime et cadrée de l'espace (que l'on soit sur la route ou dans l'espace riverain).

On peut remarquer que les deux transformations sont corrélées. Statiquement, le porte-à-faux peut être d'autant plus fort que le pas du pli est faible. Ou inversement le débordement devra être réduit si l'étirement de la structure augmente (BBB est une fonction de S). A moins que le porte-à-faux ne se déploie des deux côtés.

Ces deux transformations premières aboutissent donc à trois types de coupe, *morphologiquement distinctes* : la paroi verticale (effet de mur), le bec simple (effet de casquette) et le double bec (effet de tonnelle).

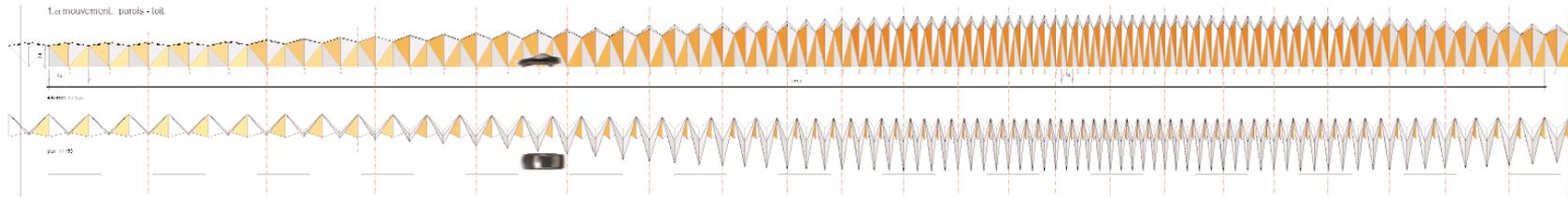


LA PERCEPTION EN MOUVEMENT

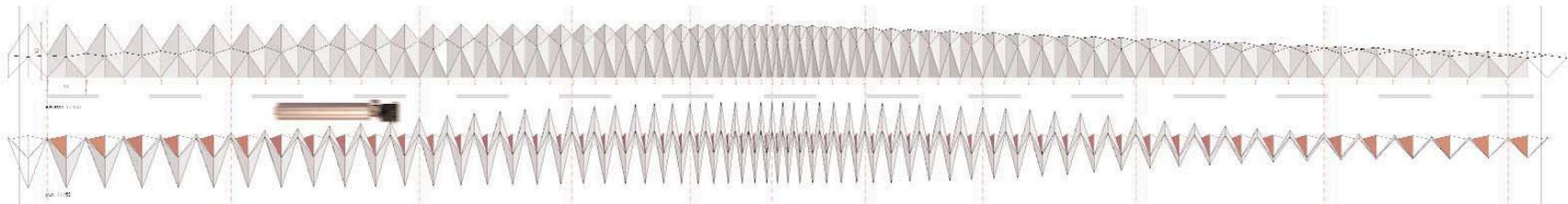
TRANSFORMATION DYNAMIQUE : LE PLI, LE DEPLI ET LE REPLI

Les deux transformations suivantes font varier respectivement la hauteur du module plié et son inclinaison dans la coupe transversale (paramètres H et α). Mêlées aux deux précédentes, elles permettent de distinguer trois types de mouvement, morphogénétiquement distincts : le pli, le dépli et le repli. Ces trois mouvements montrent comment faire passer le système d'un type de coupe, à une autre (de la paroi à l'avant-toit, de l'avant-toit au double toit, de la paroi à la disparition). Ils sont davantage liés aux **conditions acoustiques** de l'environnement.

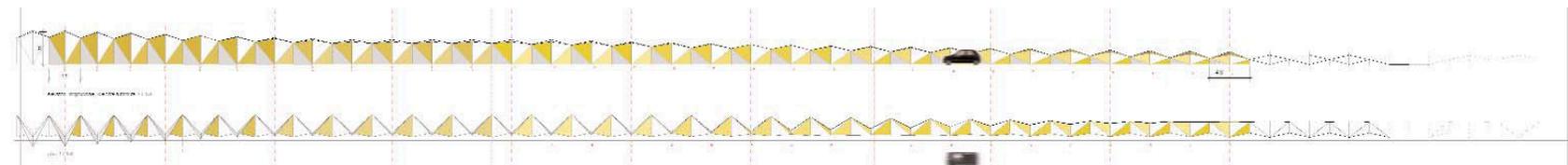
Le premier, c'est la métamorphose de la paroi plissée à l'avant-toit. Ce mouvement montre la manière dont l'exhaussement et le resserrement corrélatif du **pli** de la paroi initiale permettent d'opérer sa métamorphose progressive en une paroi abritée, munie d'un avant-toit protecteur et enveloppant. Le pas reste ici déterminant. Plus il se resserre, plus il est apte à résister à des hauteurs et des porte-à-faux importants. L'amplitude de ce mouvement est dépendante de la manière dont la structure littéralement "se plie" pour occuper, libérer ou reconquérir l'épaisseur disponible de la rive.



Le second, c'est la métamorphose de l'avant-toit en double-toit. **Dépli**. Ce mouvement montre la manière dont la structure de l'avant-toit se dédouble et déploie sa couverture des deux côtés de la structure, soit sur les voies lorsque le dispositif est placé entre deux voies (bande centrale, entrée ou sortie), soit au-delà des emprises de l'autoroute lorsqu'il est placé en bordure de voie (développement d'un usage ou d'un espace public derrière la paroi).



Le troisième mouvement, c'est la métamorphose de la paroi plissée en talus, l'estompage et la disparition du dispositif dans le paysage, le **repli** de la structure sur elle-même. Il montre la manière dont l'abaissement et l'inclinaison simultanés des plis de la paroi permettent de ramener celle-ci progressivement au niveau du sol pour la laisser mourir dans la pente d'un talus. Ces trois mouvements sous-entendent un linéaire de transformation plus important (de l'ordre d'au moins une centaine de mètres). Ils sont d'autant plus perceptibles que l'observateur est lui-même en mouvement.





L'IMPLANTATION DANS LE TERRITOIRE DEFORMATION TOPOLOGIQUE : LA PENTE ET LA COURBURE DE LA ROUTE

Les quatre transformations précédentes définissent la variabilité du système formel de manière encore théorique, selon un modèle abstrait qui tient pour invariants un sol de référence plan et un linéaire de voirie rectiligne. Les deux dernières transformations permettent finalement d'implanter l'objet théorique dans la réalité concrète d'un territoire donné en y ajoutant deux autres variations de la forme de l'ouvrage : **la courbure** de la route (en plan) et **la pente** de la route (en coupe) (*toutes deux intégrées dans la fonction $r(t)$*). Elles sont cette fois de l'ordre des **contraintes topologiques**.

Etirement, chevauchement, variation de hauteur et d'inclinaison, variations du rayon de courbure et de la pente de la route. Le jeu avec ces différentes règles de transformation garantit à la fois :

- la malléabilité du système formel proposé – il devient possible de l'adapter aussi bien aux conditions statiques de stabilité de l'ouvrage qu'aux conditions acoustiques et topologiques de l'environnement –,
- et sa cohérence propre – il devient facile, pour chaque concepteur, d'enchaîner les mouvements les uns aux autres sans risquer de rompre l'unité d'ensemble ; il devient aisé pour lui de composer librement, en fonction des contraintes ou des opportunités apparaissant localement, une véritable partition des séquences ouvertes ou fermées, des effets d'émergence ou de disparition, des rythmes respectifs des mouvements de plis, de déplis et de replis sur l'itinéraire autoroutier.



ILLUSTRATION

Neuf situations typiques

Faute de pouvoir décliner une typologie exhaustive des situations d'implantation de l'ouvrage puisque celui-ci est par principe infiniment variable, un début de base de données a été établi en reconstruisant, à partir des documents et outils transmis par la DDE (données topographiques et pixiroute) :

- d'une part une carte repérant dans les deux sens tous les segments continus sur lesquels le dispositif pourrait se déployer (repérage des portions de rives ininterrompues entre une entrée et une sortie),
- d'autre part un fichier de 124 sections sur le parcours Givors Saint-Etienne (soit 1 profil tous les 400 m).

Ce fichier, livré sur support informatique, a lui-même donné lieu à trois types de productions :

- un plan de repérage des coupes
- le montage de 9 coupes-témoins sur lesquelles sont simulées l'implantation et la forme du dispositif. Ces situations typiques ont été choisies en fonction de critères topologiques tels que le remblai, le déblai, la tranchée, la semi-couverture, l'entrée ou la sortie, et en fonction de leur association à des types de mouvements a priori pertinents pour répondre à ces situations (le pli, le dépli et/ou le repli) ;
- une animation format pdf sur un segment de 800 mètres.

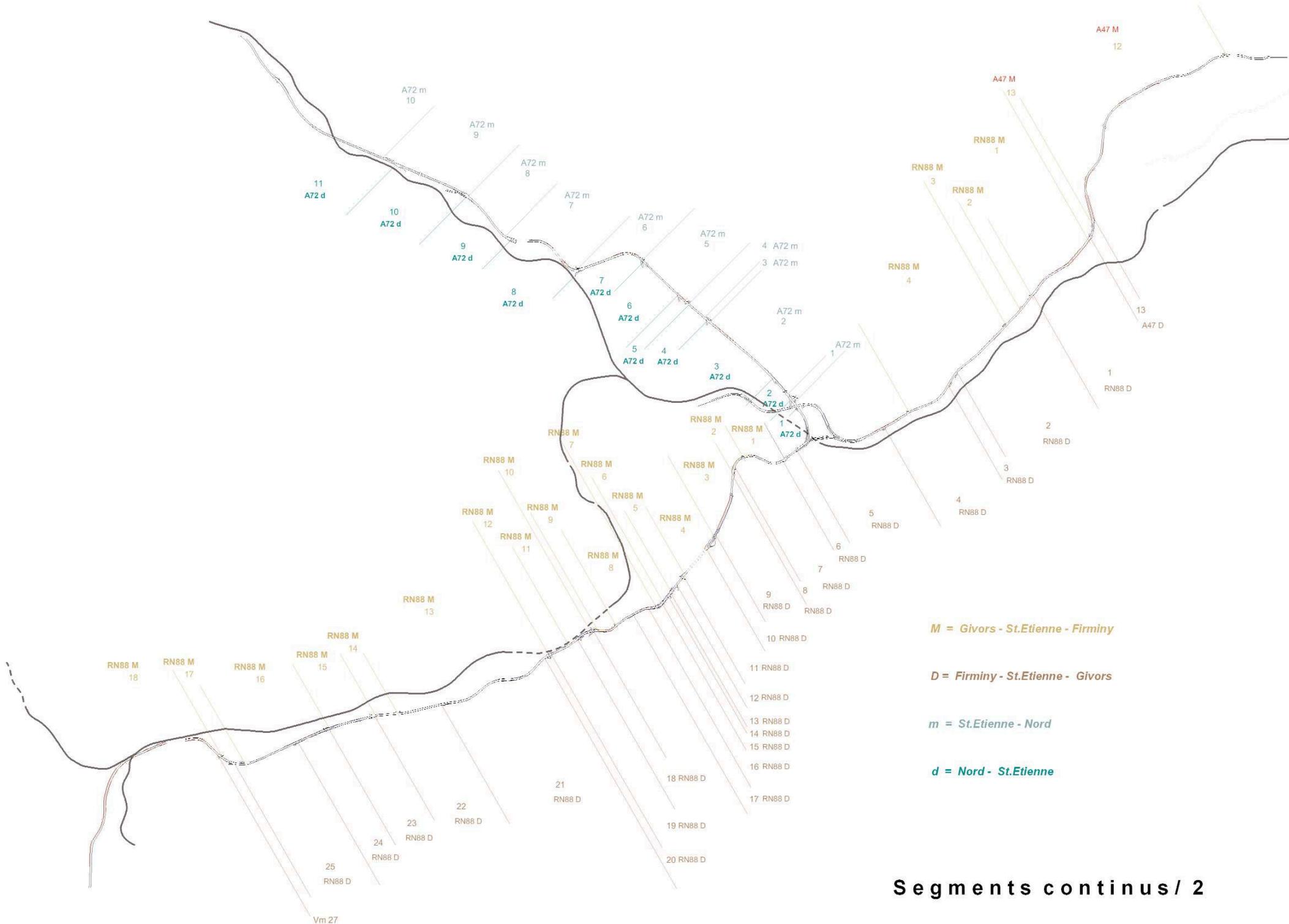
Les coupes-témoins ne sont là que pour illustrer des possibilités d'implantation et ne reposent que sur une appréciation visuelle de la situation, sans présumer donc des résultats d'une démarche rigoureuse et d'une analyse in situ des enjeux territoriaux qui pourraient infléchir les paramètres de la structure.

La séquence animée repose sur un jeu de 33 profils complémentaires qui ont été établis tous les 25 mètres sur 800 mètres entre les coupes 00 et -02. Elle illustre une hypothèse de protection acoustique forte et visualise les mouvements de croissance et de décroissance de la structure, tels qu'elle pourrait être proposée dans la montée de Rive-de-Gier.



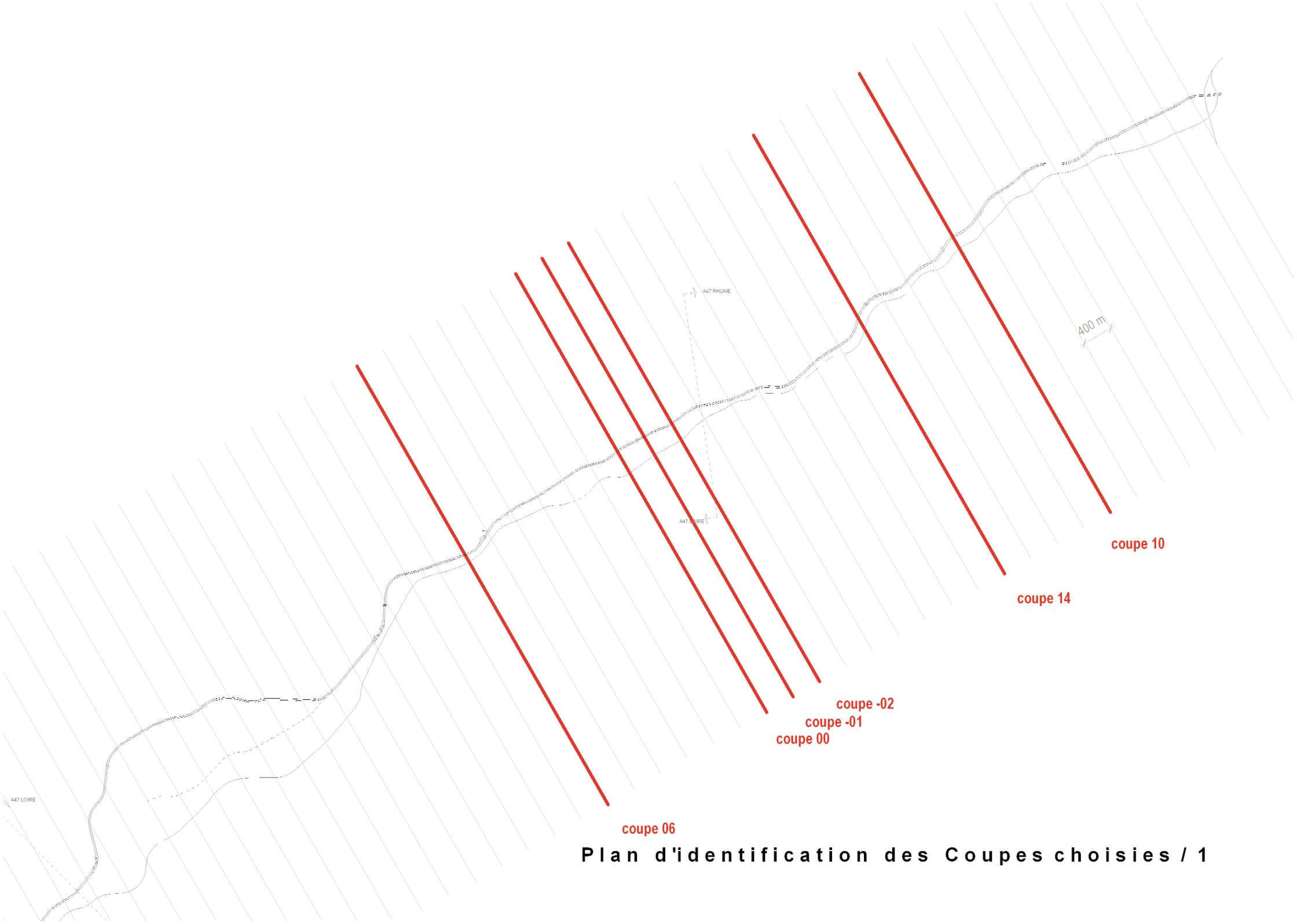
M = Givors - St.Etienne - Firminy
D = Firminy - St.Etienne - Givors
m = St.Etienne - Nord
d = Nord - St.Etienne

Segments continus / 1

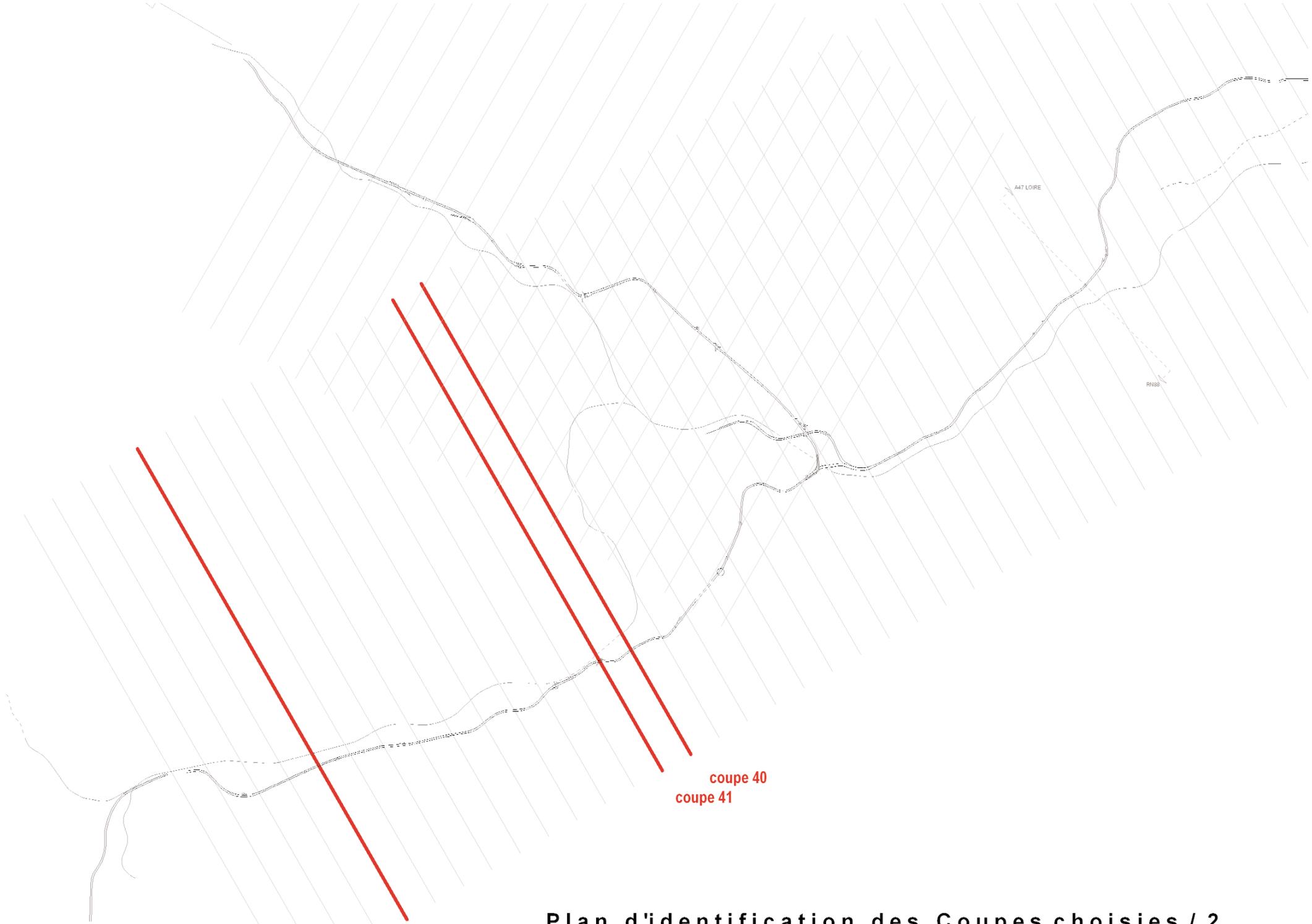


M = Givors - St.Etienne - Firminy
D = Firminy - St.Etienne - Givors
m = St.Etienne - Nord
d = Nord - St.Etienne

Segments continus / 2



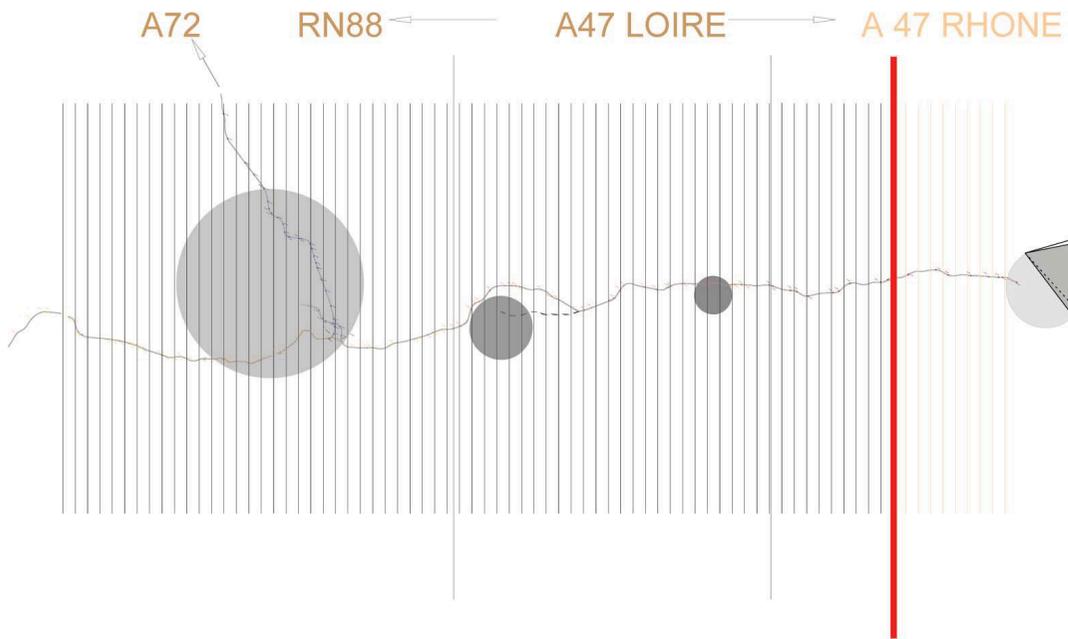
Plan d'identification des Coupes choisies / 1



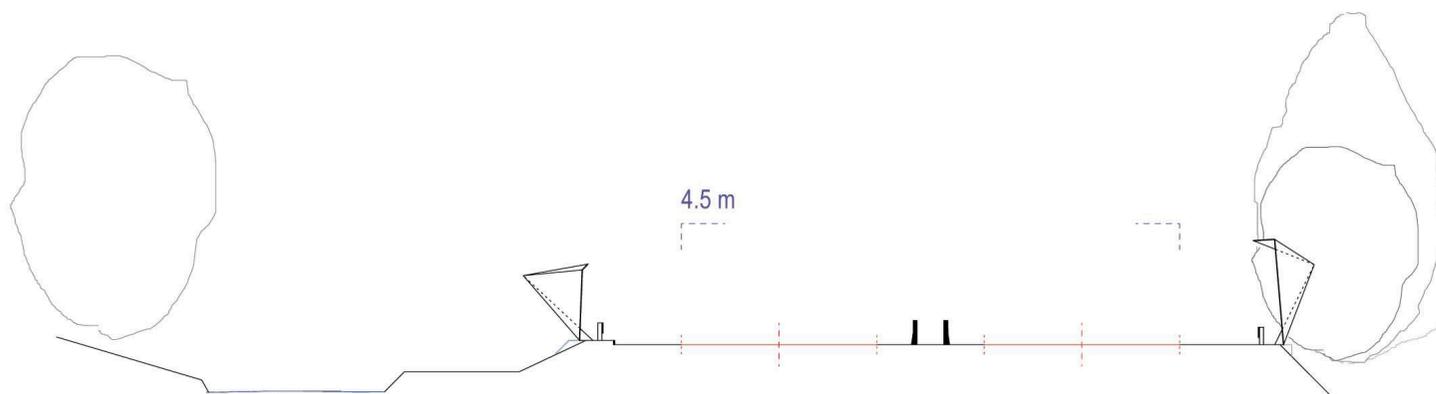
coupe 50

coupe 40
coupe 41

Plan d'identification des Coupes choisies / 2

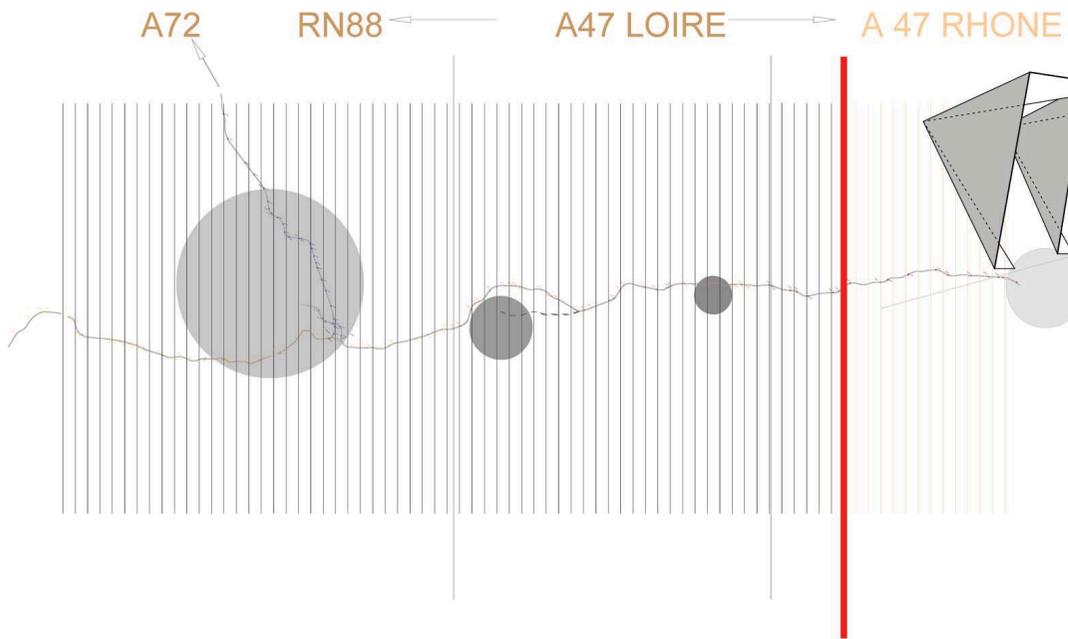


10

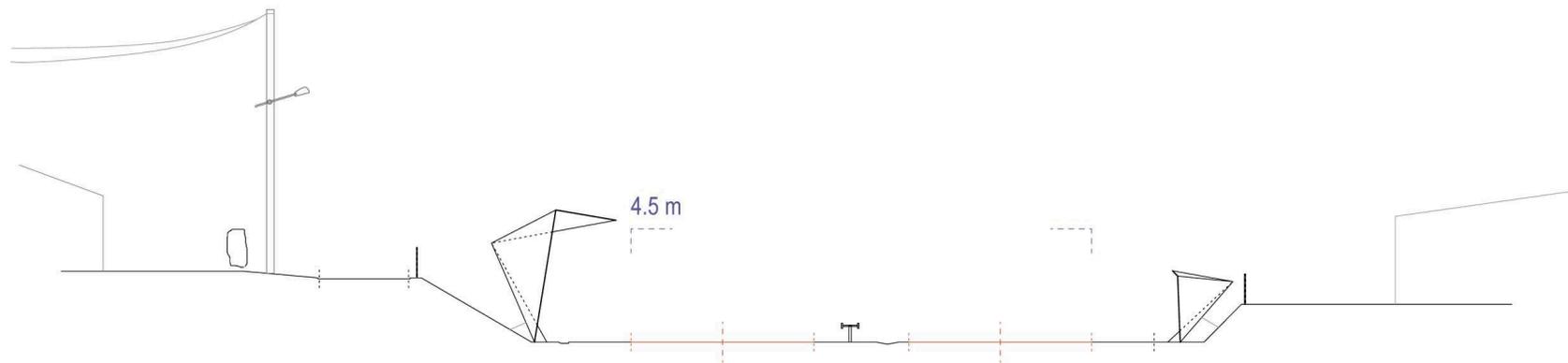


Coupe 10 - Remblai léger

42A47/ PO 07-0908

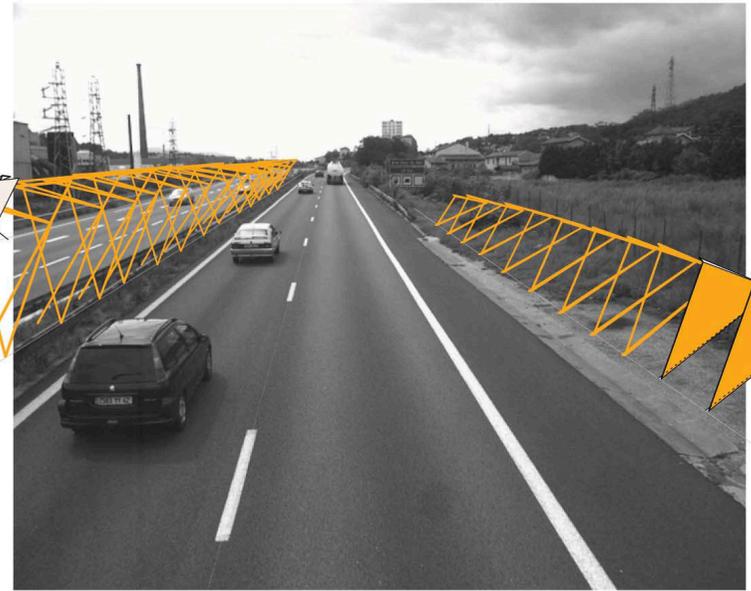
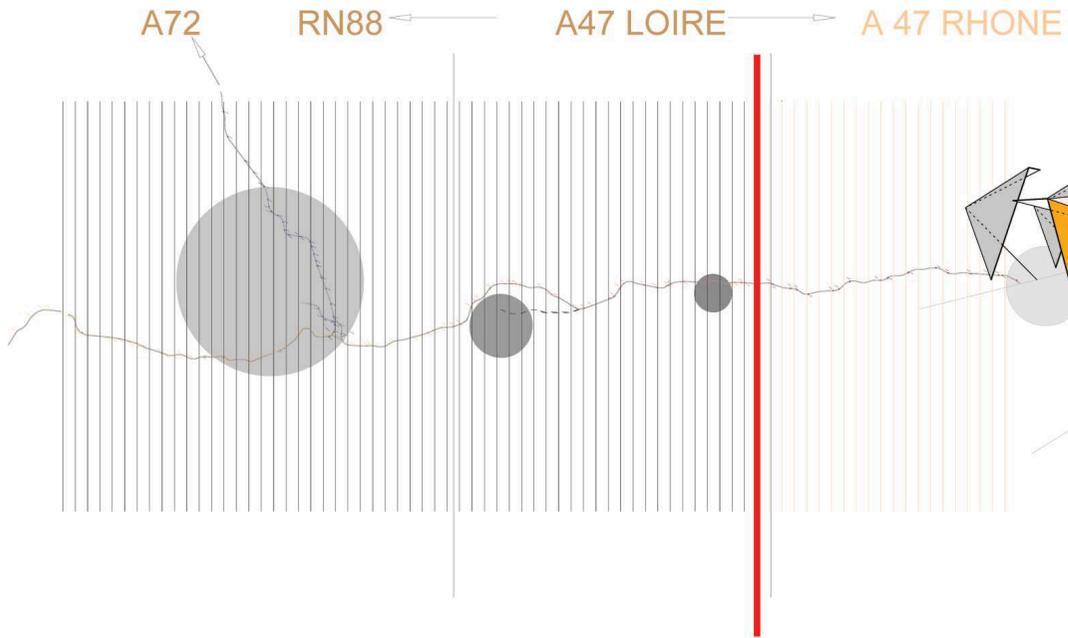


14

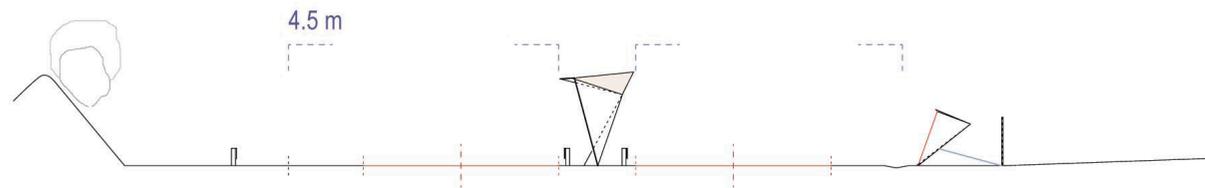


Coupe 14 - Déblai léger

42A47/ PO 10-0288

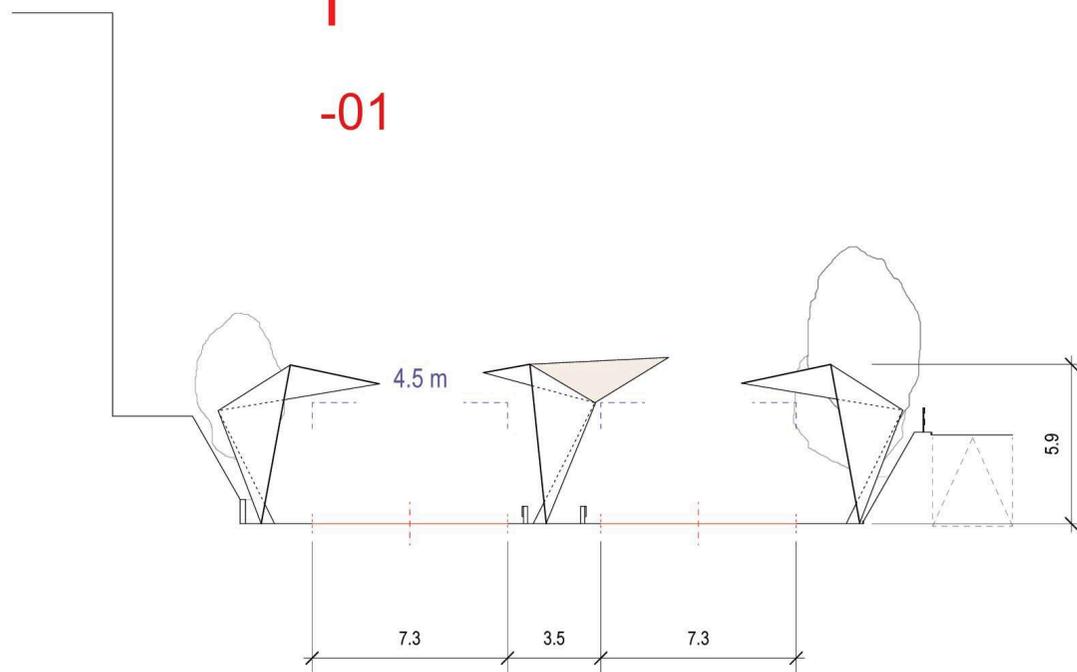
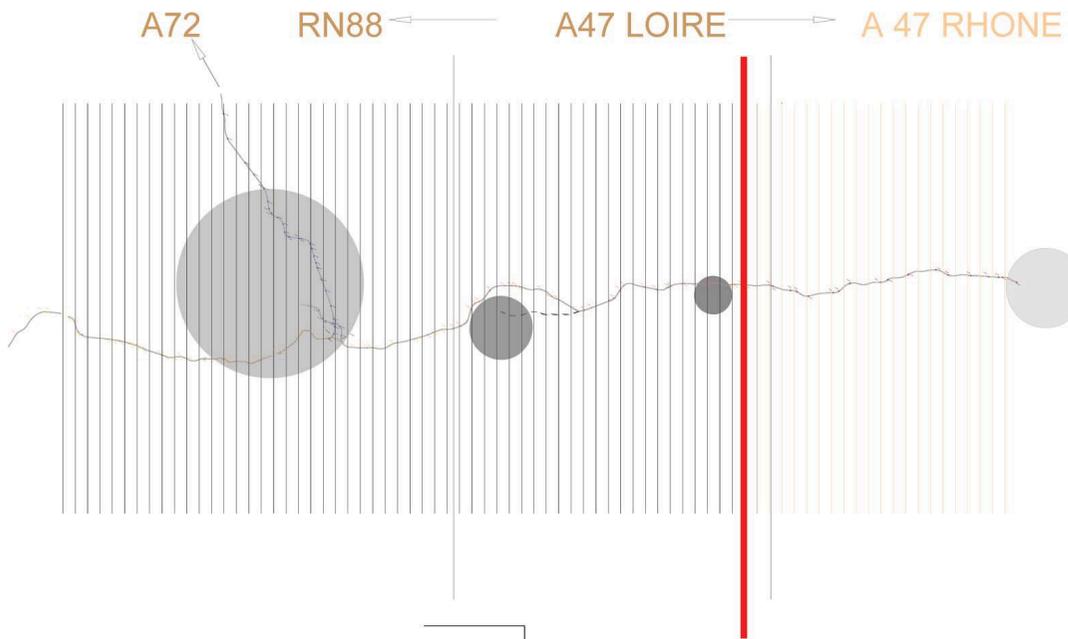


-02



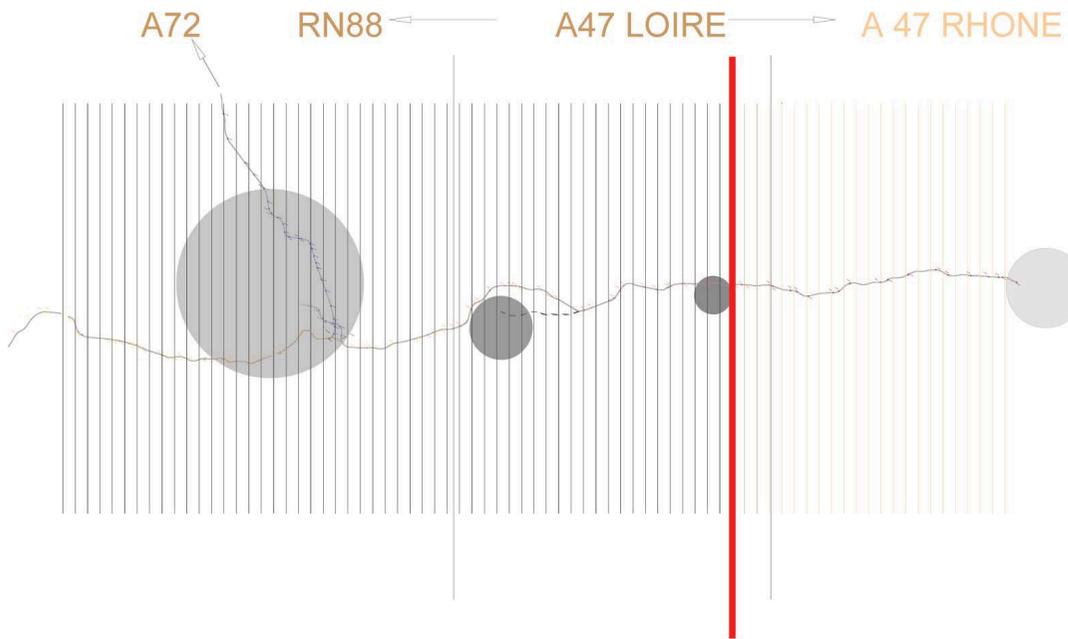
Coupe -02 - Emergence et croissance

42A47/ PO 14-0452

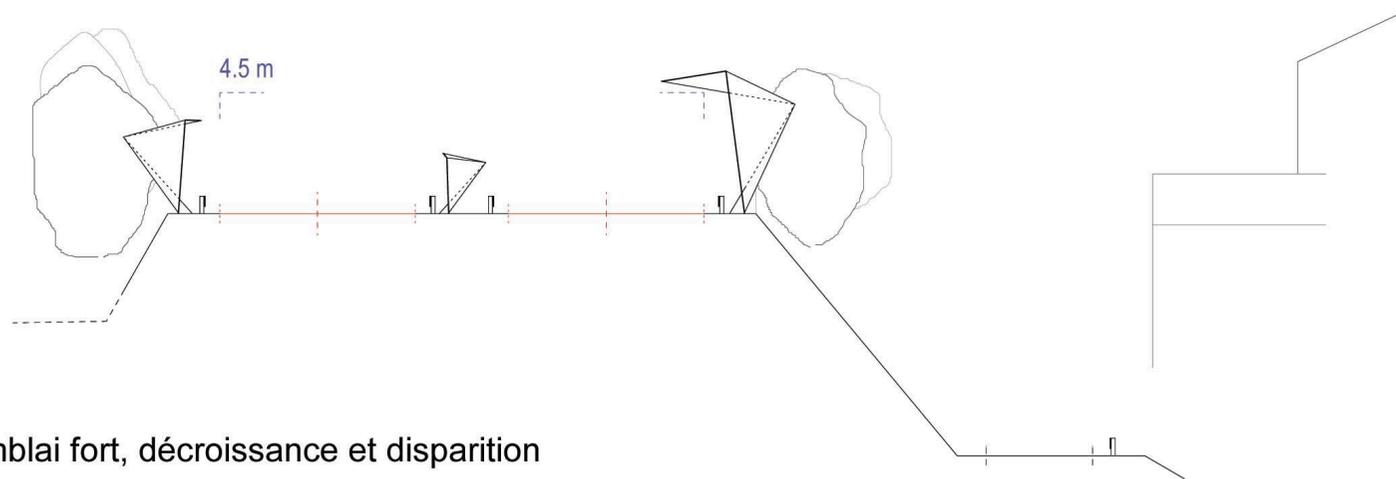


Coupe -01 - Semi-couverture

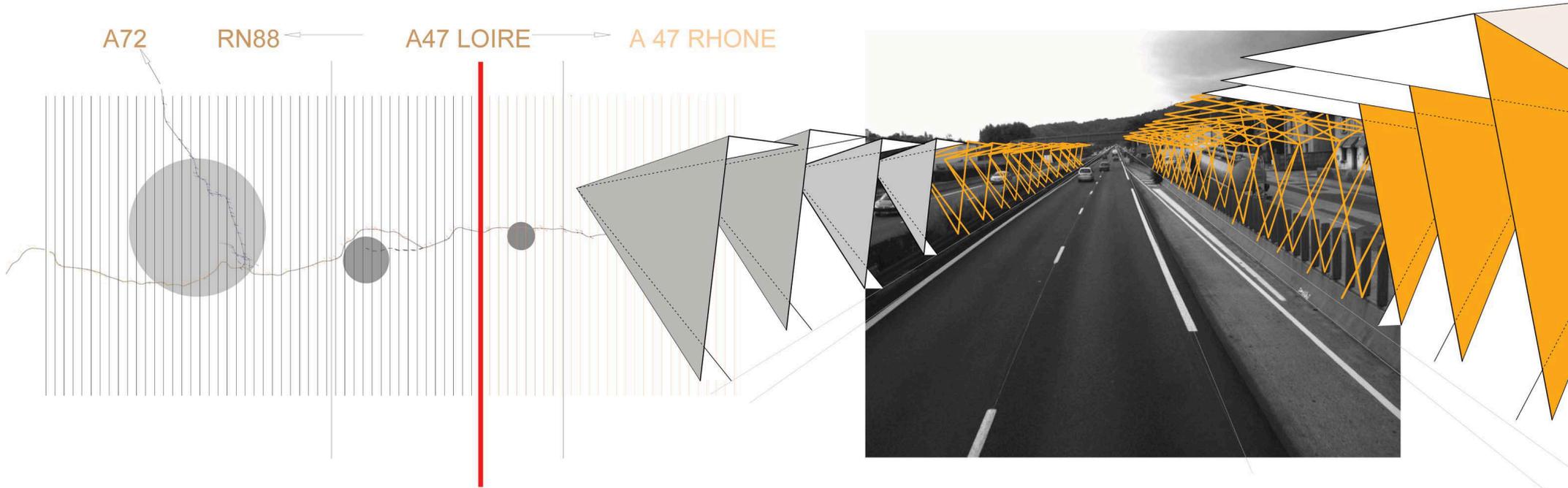
42A47/ PO 15-0034



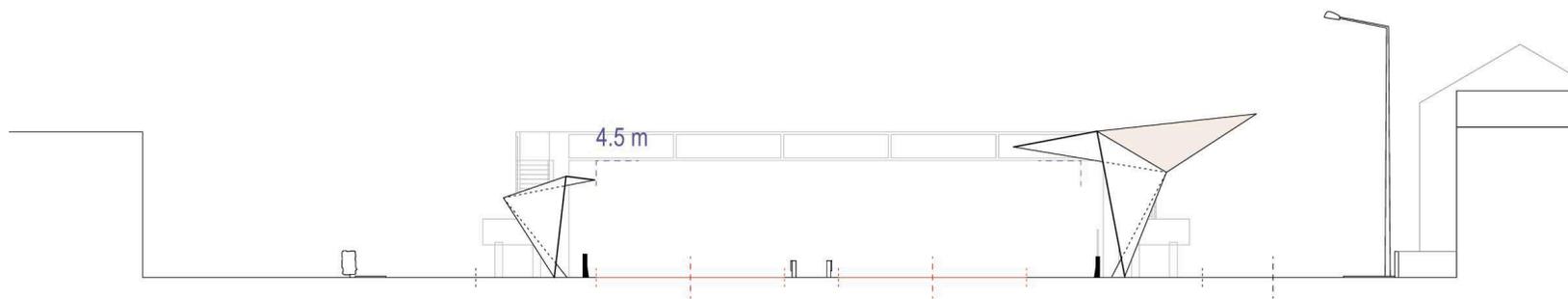
00



Coupe 00 - Remblai fort, décroissance et disparition

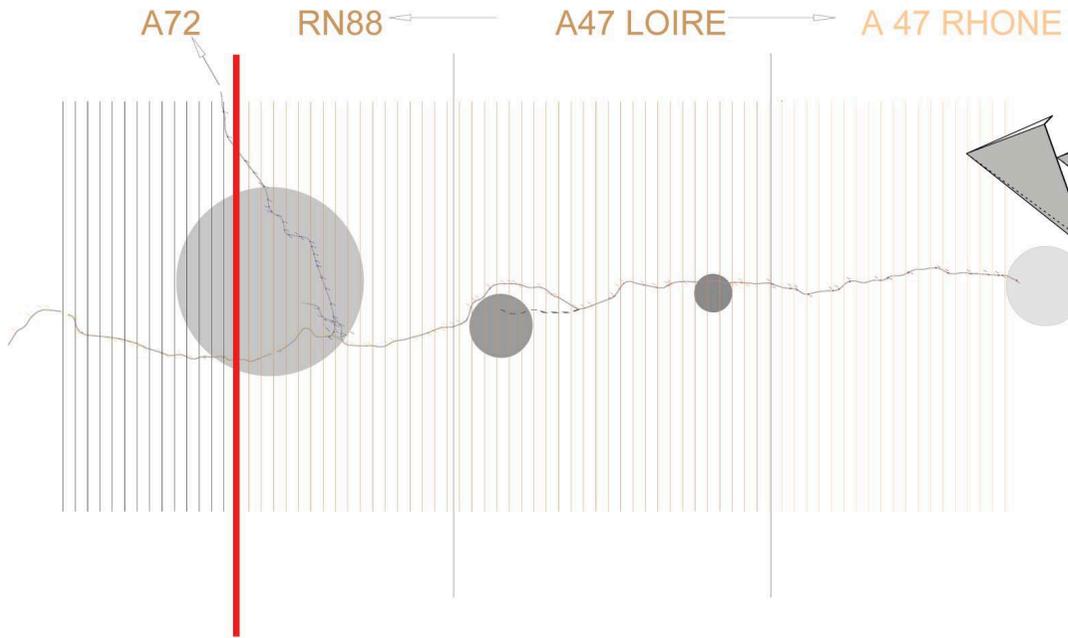


06

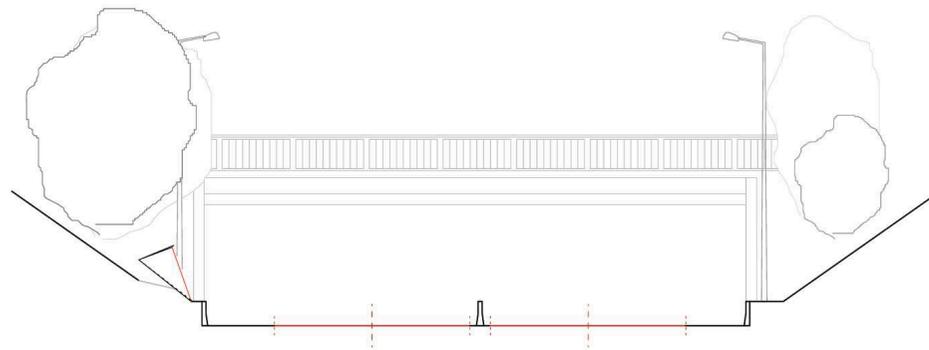


Coupe 06 - Dedans / Dehors

42A47/ PO 19-0233

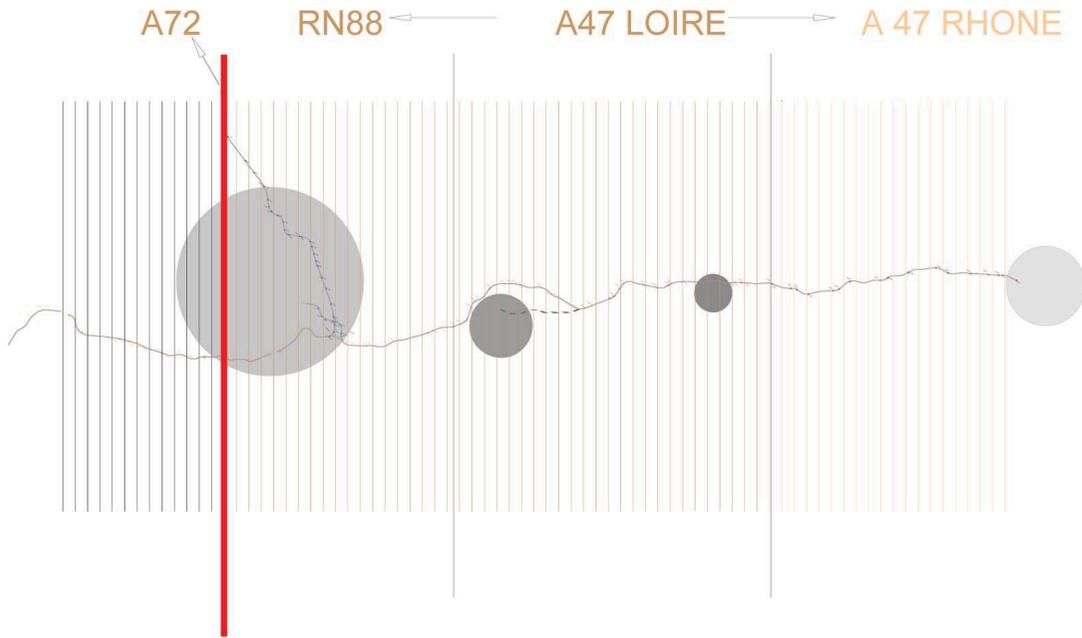


40

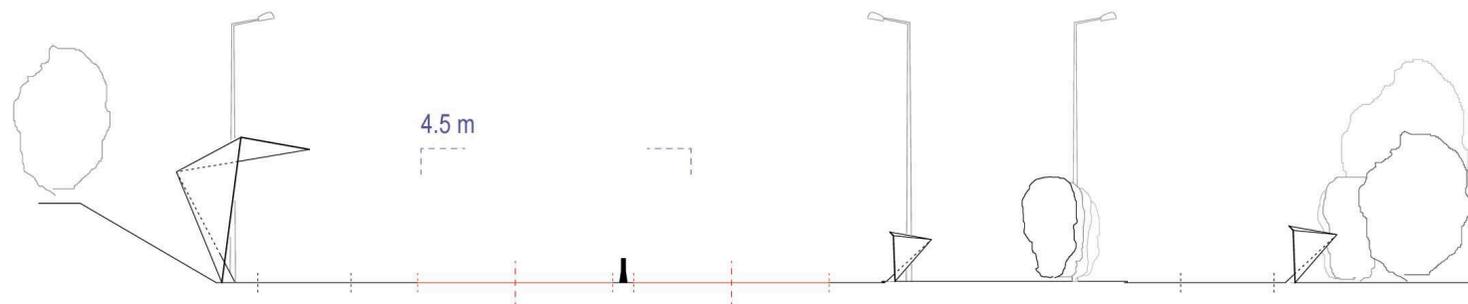


Coupe 40 - Tranchée ouverte

42N88/ PO 40-0369

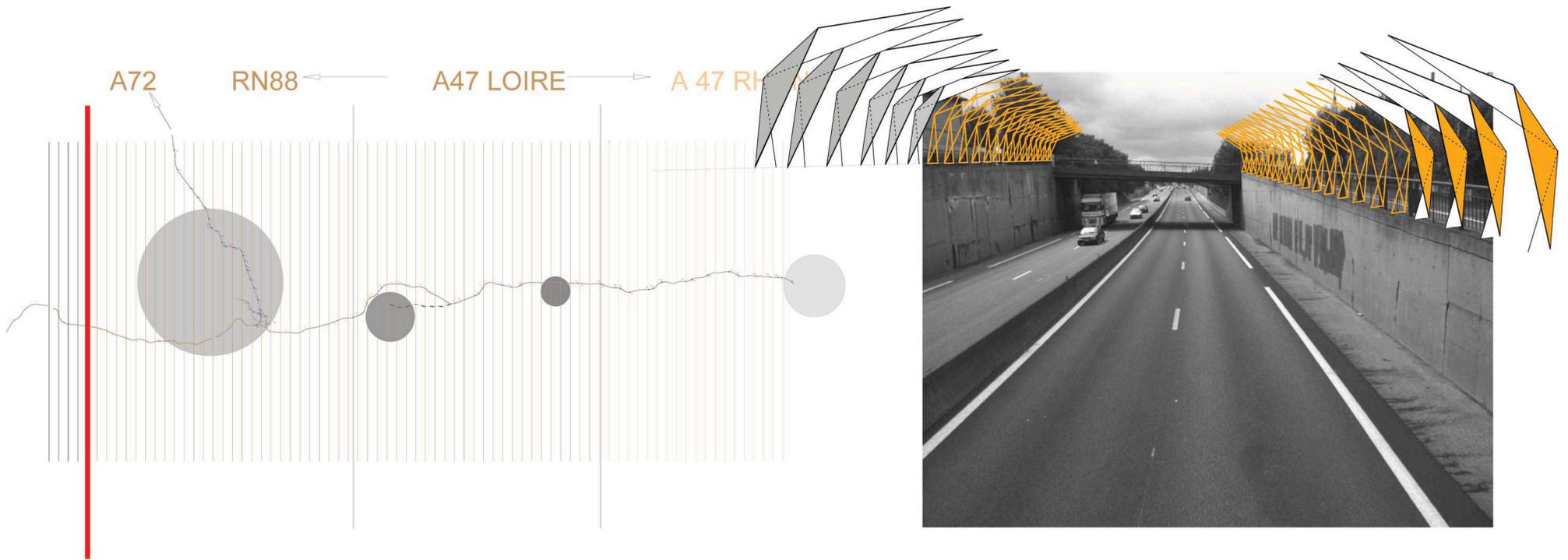


41

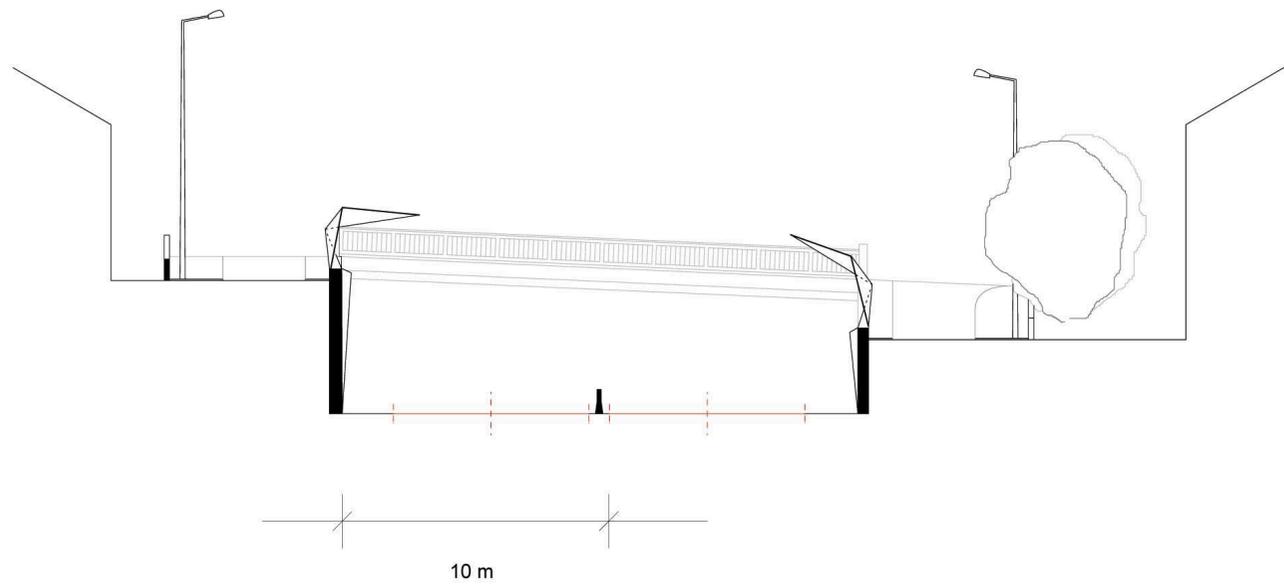


Coupe 41 - Entrée / Sortie

42N88/ PO 40-0989



50



Coupe 50 - Tranchée urbaine

42N88/ PO 46-0288

MODELISATION

Représentation paramétrique du système

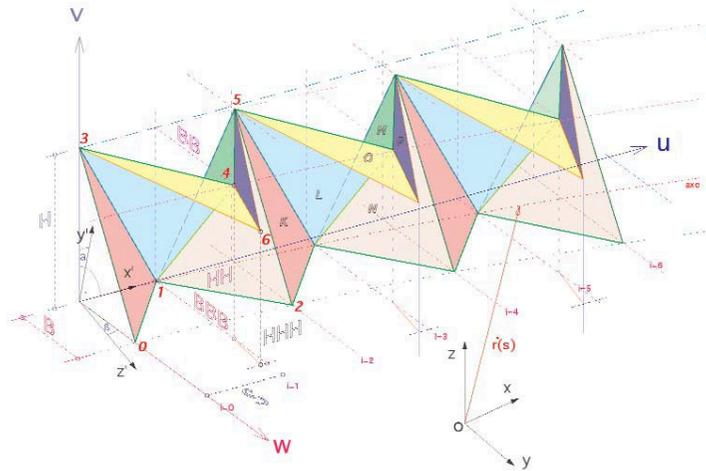
Dans les systèmes naturels, on trouve bien des modèles de génération de forme. Ce sont des principes aussi différents que le principe de croissance, le principe d'adaptation aux nouvelles contraintes extérieures, la recherche de lumière des végétaux, la structure intérieure de nos os qui se modifie par rapport aux efforts qui se répètent, les plis de notre peau qui vont permettre un meilleur échange thermique suivant les conditions climatiques et bien d'autres exemples encore.

Dans les systèmes constructifs, de puissants moyens de conception sont offerts par les géométries paramétriques pour tenter de transposer de tels principes. Il ne s'agit plus de décrire des formes architecturales figées dans l'espace et dans le temps à l'aide de quelques valeurs constantes, mais au contraire des systèmes formels variables selon des paramètres dépendant de fonctions établies, qui permettent de traduire mathématiquement les contraintes de l'environnement dans lequel il se développe. La forme est alors susceptible de réagir et de s'adapter aux variations des conditions structurelles, acoustiques, fonctionnelles, géographiques et esthétiques le long du parcours, en maintenant son identité plastique dans et par son origine mathématique.

En poussant le raisonnement à l'extrême, on pourrait considérer le temps comme le paramètre générateur de la « forme ». La Relativité de Einstein nous a permis conceptuellement de franchir cette limite. Le temps est une quatrième dimension réelle de notre monde physique et il est possible d'y avoir recours pour concevoir de nouvelles formes architecturales. En l'occurrence, nous pouvons considérer que le temps exprime le mouvement le long de l'autoroute. L'espace s'exprime bien comme $S = V.T$ (vitesse x temps). Et le temps du voyageur n'est autre que la variation des formes le long de l'autoroute. A ses yeux, le paysage "défile". C'est ce principe perceptif que l'on se réapproprie pour créer une forme qui devient la trace tangible d'un voyage paramétrique.

DESCRIPTION DU SYSTEME PARAMETRIQUE

Le système d'équations qui génère la géométrie de l'ouvrage permet de répondre soit aux nécessités acoustiques de protection de l'habitat environnant, soit aux exigences de résistance statique selon la géométrie transversale (porte-à-faux) et latérale (hauteur) du système. Comme on a vu, le principe du pliage est le principe générateur de tout le système.



Celui-ci se compose d'une série de "bases" qui sont l'assemblage de deux surfaces triangulaires s'appuyant l'une contre l'autre (faces K et N). Entre ces bases on applique des "ailes", qui sont aussi formées par deux surfaces triangulaires (faces L et M). Sur ces ailes, s'appuie le système des "becs" (faces O et P). Ces surfaces en porte-à-faux ont une fonction de couronnement acoustique dans les modules bas et une fonction d'avant-toit dans les modules hauts. De plus, chaque module plié garantit une meilleure stabilité à l'ensemble de l'ouvrage en agissant comme une nervure sur la face "plane" (à grande échelle) du système.

Toutes les surfaces triangulaires sont définies par une suite de points nommés 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6. La génération des surfaces se fait par la définition de ces points dans leur propre référentiel (x' , y' , z') et par leur changement de position du référentiel absolu (x , y , z) au référentiel de la route (u , v , w) en fonction de variables choisies.

Les points 0, 1, 2 se positionnent sur un plan horizontal (le sol dans le référentiel x' , y' , z' propre au module), selon un "pas" S . Cette valeur sera définie soit par une constante, soit par une valeur extraite d'une fonction (cf. *infra la fonction de Riemann*). Elle déterminera la plupart des autres variables :

- la hauteur H exprimée en fonction de S ,
- la valeur B qui pour des raisons de simplicité a été considérée comme fixe mais qui pourrait être fonction de S ,
- l'inclinaison verticale α du module (aussi fonction de S),
- l'inclinaison transversale β (ou la pente de la route) qui pour des raisons de simplicité a été considérée comme fixe mais qui pourrait être fonction de S .

Les points 3 et 5 sont déterminés par H et B . La position du point 4 par BB et HH . Celle du point 6 par BBB et HHH .

Si on applique un changement de référentiel entre les axes u , v , w de la route et les axes x , y , z du référentiel absolu, on aligne le système de formes à l'axe routier. Ce changement est décrit par le vecteur $r(t)$. Pour le moment, le vecteur $r(t)$ décrit une courbe quelconque dans l'espace (cf. Allure de l'axe), mais il pourrait décrire une courbe *clotoïde* qui simulerait l'allure de l'axe routier dans l'espace (pentes longitudinales et rayons de courbures).

POTENTIEL GENERATEUR DU MODELE MATHEMATIQUE

On trouvera en annexe la formalisation mathématique complète du système. Celle-ci a été établie dans le logiciel Mathcad qui offre un double avantage :

- d'une part on peut tester et visualiser toutes les variantes utiles en choisissant la valeur des paramètres précédents (cf. les trois mouvements décrits plus haut) et surtout décrire exhaustivement chaque composant pour une forme choisie et quantifier directement les surfaces, les quantités de matière et les estimations de coûts ;
- d'autre part Mathcad permet à Autocad de générer des surfaces ou des volumes qui sont ensuite exportables dans d'autres formats adaptés à la modélisation 3d (format *.stl*), au prototypage (format *.iges*), à la découpe (format *.dxf* ou *.dwg*), à la fabrication (format *.step*), etc. (cf. *Tome 3, Matériaux et procédés de fabrication*)

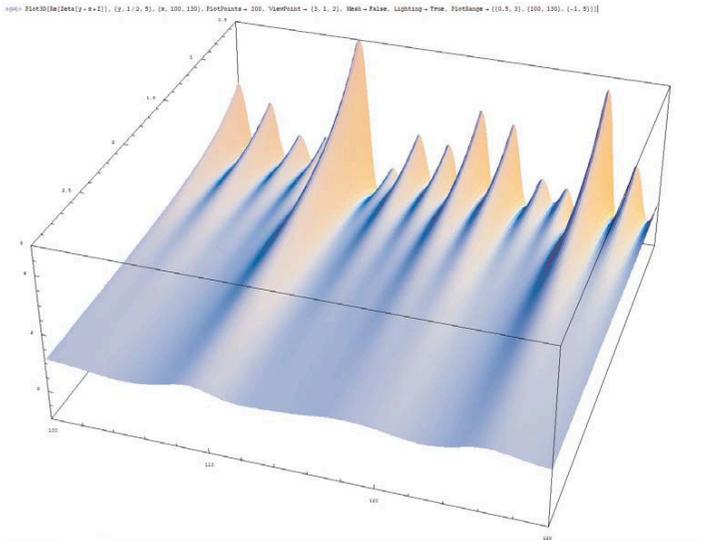
Pour exprimer la puissance génératrice de ce modèle mathématique et la richesse des possibilités formelles qu'il est susceptible de générer, est visualisée ici une série de mises en formes différentielles, établies en ne faisant varier les valeurs que d'un paramètre à la fois. Il suffit de les rentrer dans les équations de base, et la forme du système s'auto-génère. Par des tests successifs, il est alors possible de choisir la meilleure solution, tant d'un point de vue technique (acoustique et statique, mais aussi financier ou lumineux) que du point de vue esthétique (le choix sensible peut rester déterminant).

VARIATIONS AUTOUR DE LA VALEUR S

Dans un premier temps on a choisi de générer la valeur S en divisant l'axe avec des fonctions simples, qui permettent d'ores et déjà de jouer conjointement sur le rythme des plis, l'assise statique, la diffusion du son et les jeux d'ombre et de lumière.

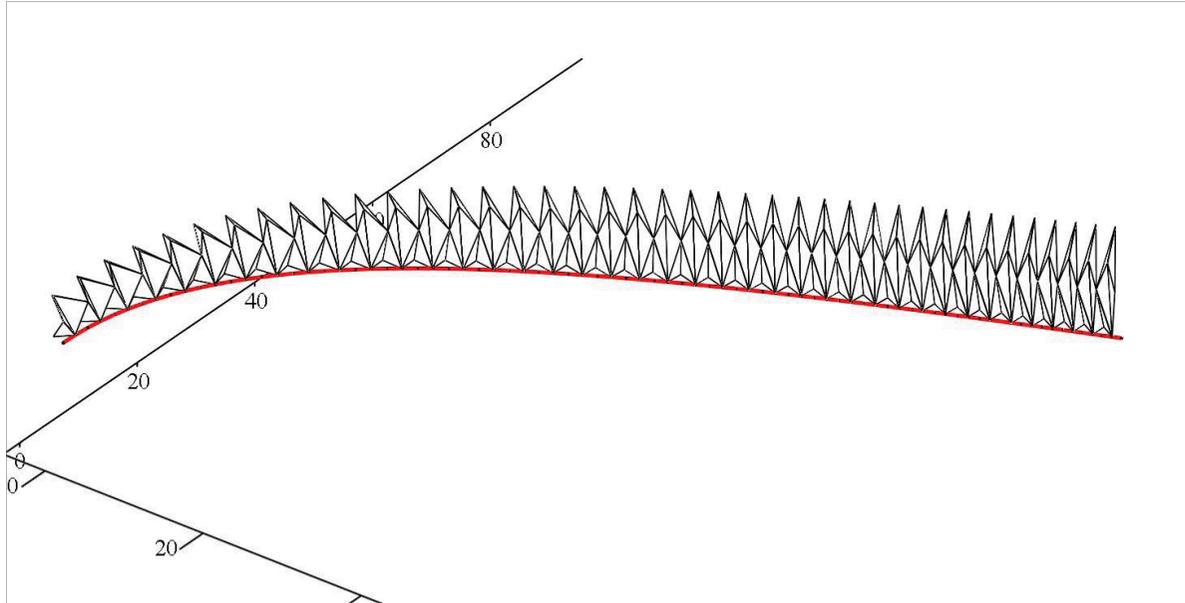
Dans un second temps, on pourrait y appliquer des fonctions plus complexes permettant d'accentuer les séquences autoroutières en y adaptant sa « vitesse » locale. Par des simples courbes sinusoïdales à période variable, on pourrait marquer des séquences en fonctions des événements de l'autoroute (pentes, virages, interruptions de la bande d'arrêt d'urgence, sorties, ...).

Ces variations sinusoïdales pourraient même être affinées par des fonctions plus complexes qui nous fourniraient des variations apparemment plus aléatoires. Une fonction très particulière pourrait même nous guider dans la composition. Il s'agit de la fonction Dzêta de Riemann ($\zeta(s)$), qui du point du vue mathématique, décrit indirectement la distribution des nombres premiers et qui, d'un point de vue acoustique, correspond à la somme de toutes les harmoniques des nombres premiers.

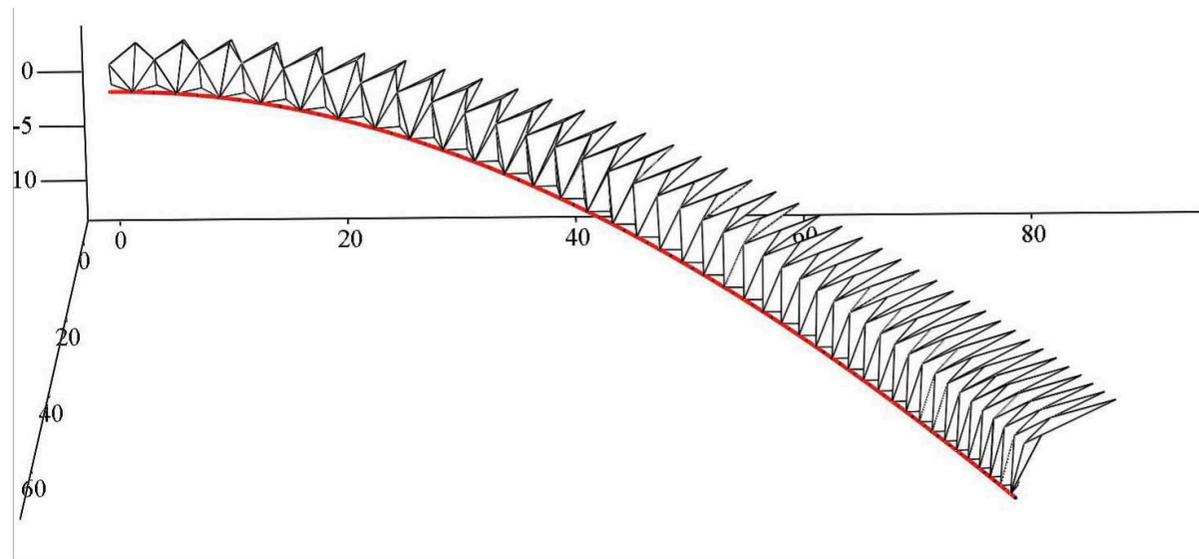


La fonction de Riemann est définie par: $\zeta(s) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^s}$ où s est un nombre complexe. Dans le cas où $s = \frac{1}{2} + i \cdot t$ ($1/2$ est partie réelle et $i \cdot t$ la partie imaginaire avec $i^2 = -1$), on obtient une fonction qui a une forme collinaire.

Generazione



$(X, Y, Z), (r(t)_0, r(t)_1, r(t)_2)$

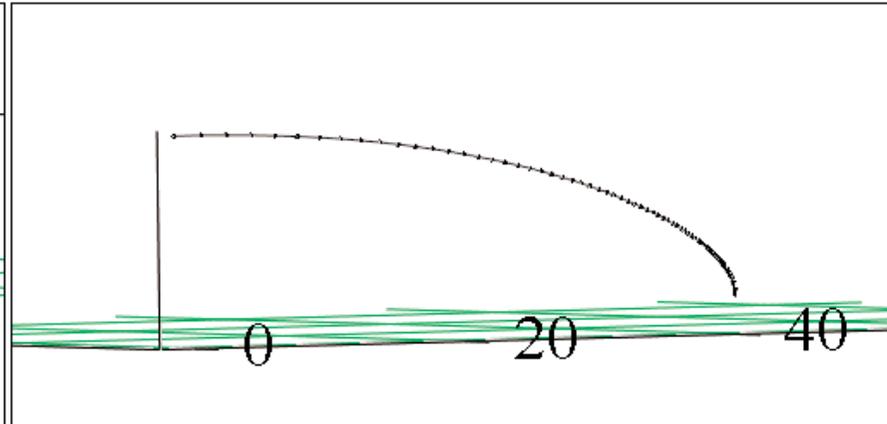
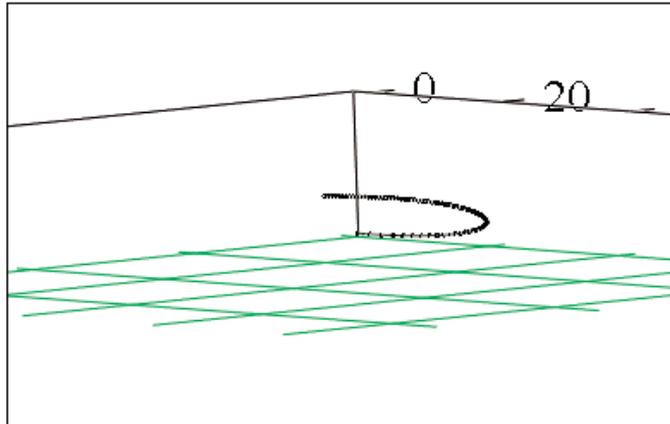


$(X, Y, Z), (r(t)_0, r(t)_1, r(t)_2)$

Variations des formes avec modification des paramètres

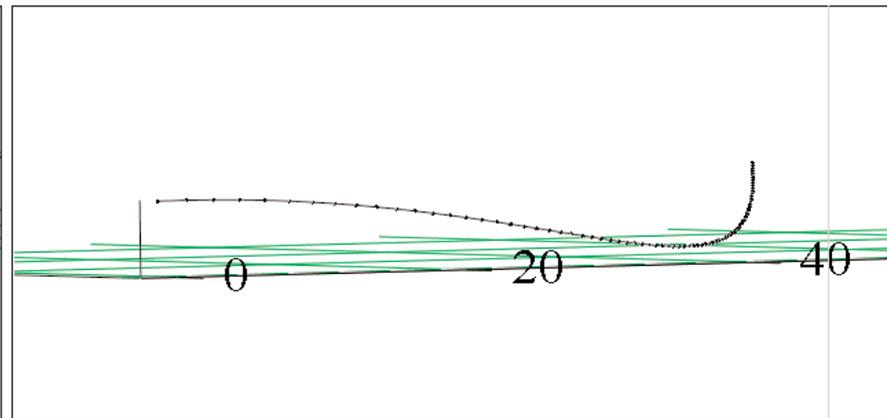
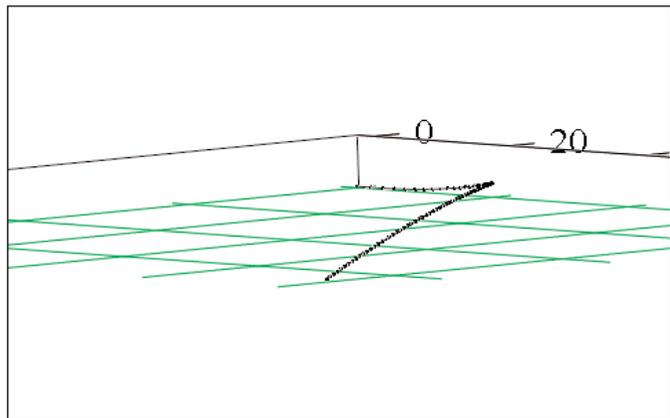
Variation de la forme de l'axe

Andamento dell'asse



$(r(t1)_0, r(t1)_2, r(t1)_1)$
Andamento dell'asse

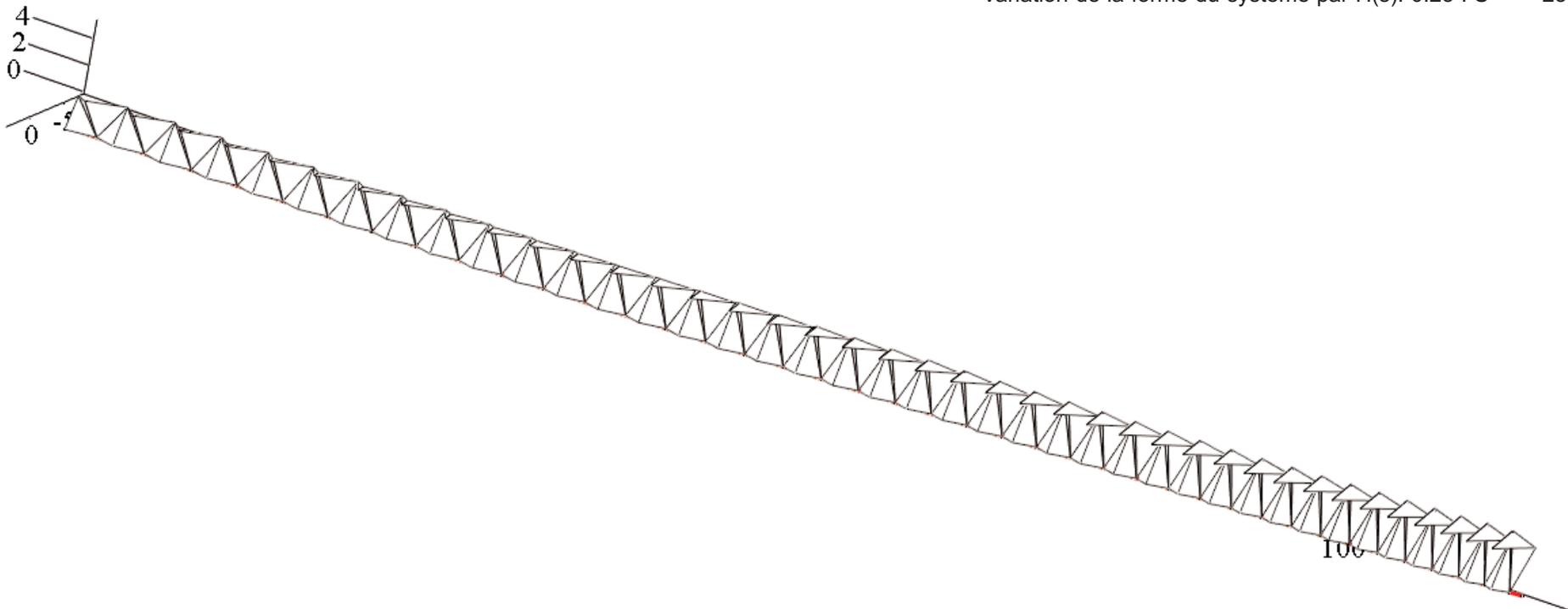
$(r(t1)_0, r(t1)_2, r(t1)_1)$



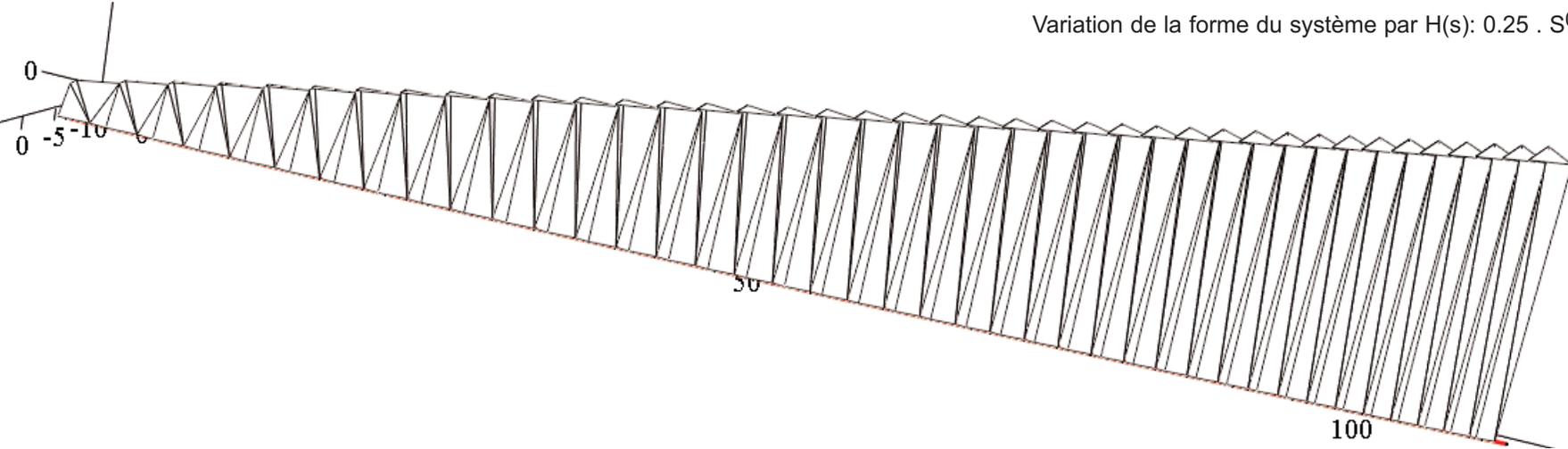
$(r(t1)_0, r(t1)_2, r(t1)_1)$

$(r(t1)_0, r(t1)_2, r(t1)_1)$

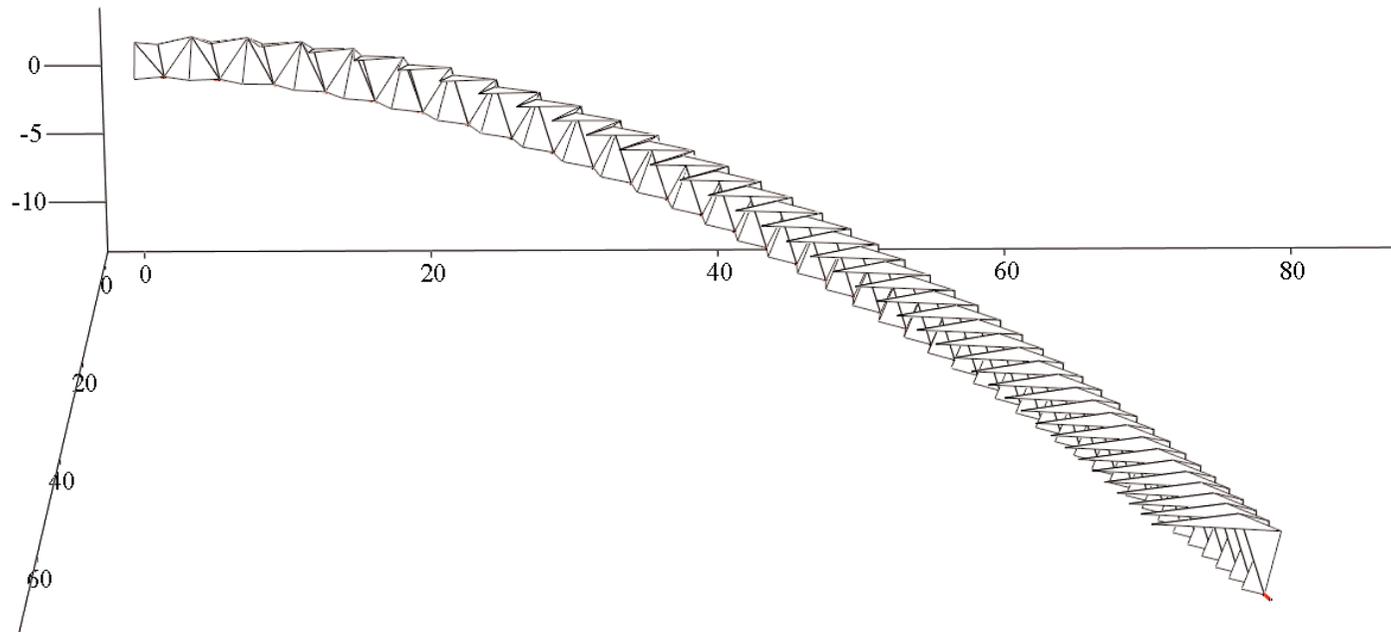
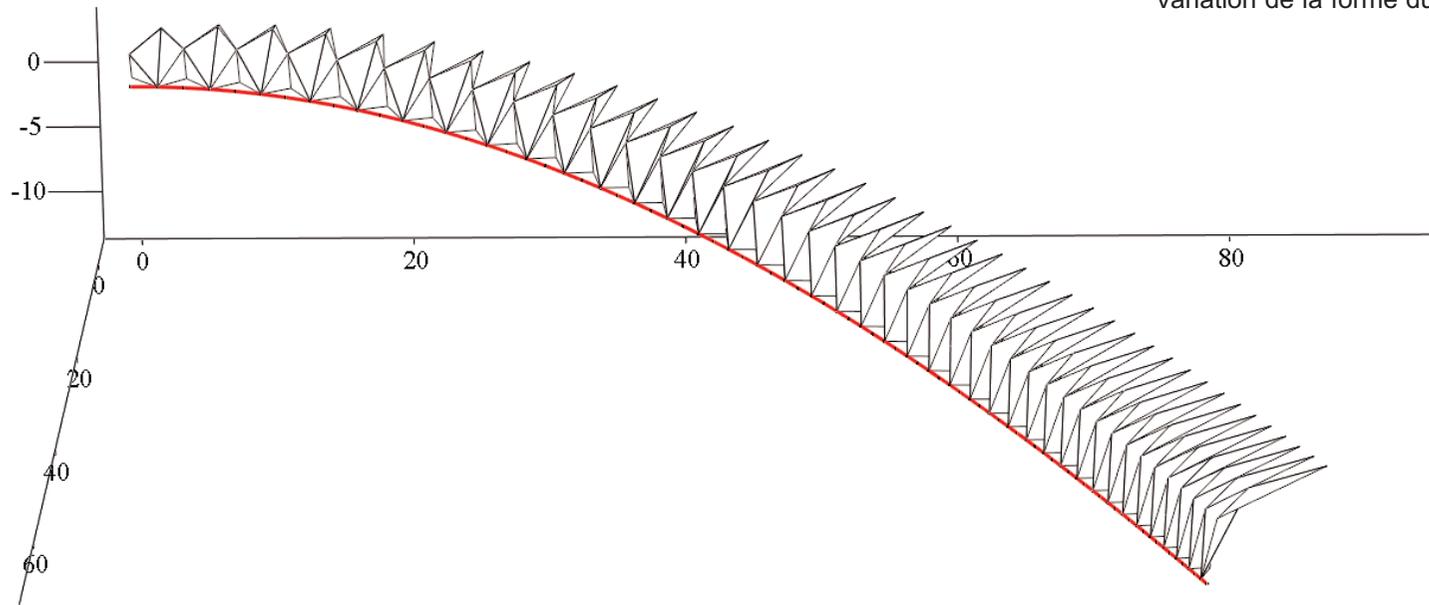
Variation de la forme du système par $H(s): 0.25 \cdot S^{0.3} + 25$



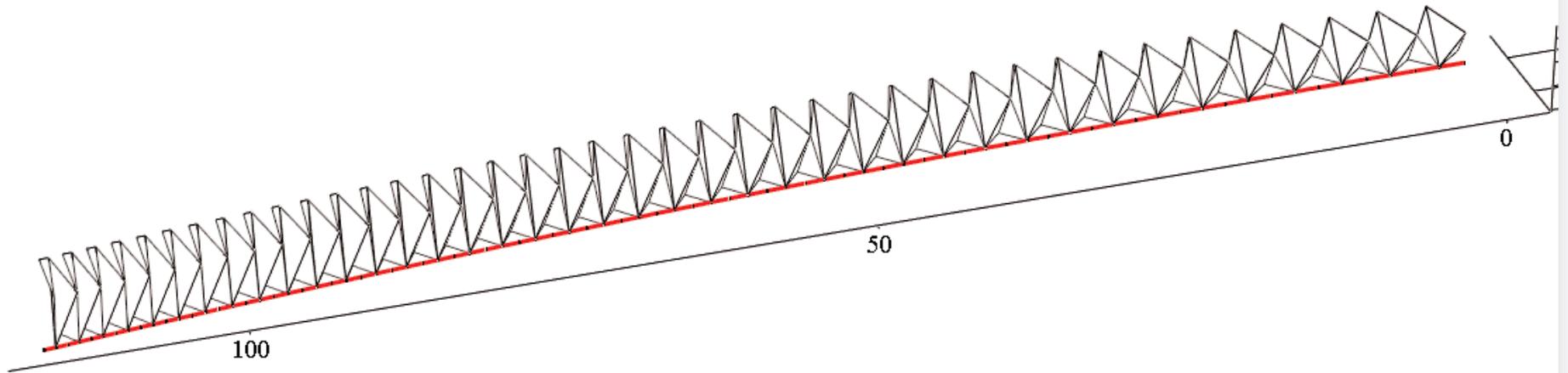
Variation de la forme du système par $H(s): 0.25 \cdot S^{0.9} + 25$



Variation de la forme du système par changement de $w.\cos(t)$



Variation de la forme du système par BBB(s): $BB + 0.01 \cdot S$



Variation de la forme du système par BBB(s): $BB + 0.08 \cdot S$

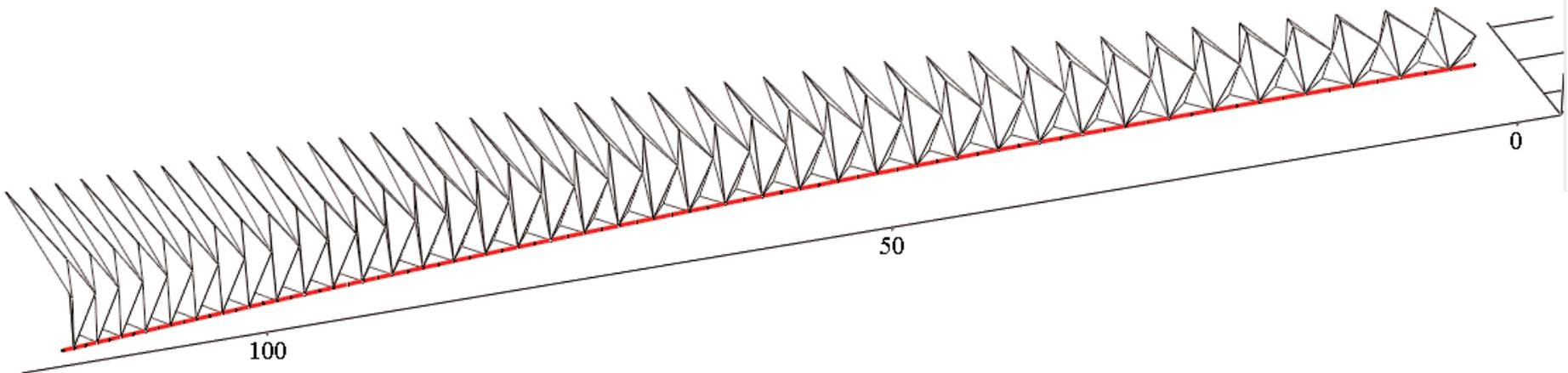


Table des matières

Avertissement	4
Titre Runninghami	4
Hypothèse : De la protection acoustique a la requalification sonore du territoire	4
Enjeu paradoxal : Qu'un écran puisse servir à autre chose qu'à ce à quoi il sert	5
Présentation de la charte : Trois dossiers pour fonder une opération singulière	5
LE PLI ET LA PLASTICITÉ	
Dossier de présentation du concept design	8
ANALYSE. Relecture du territoire ou La naissance du concept	9
"Odographie" Un programme discontinu	10
Topographie Des micro-reliefs oubliés	10
Hydrographie Le partage des eaux	13
Extrapolation Les plis du paysage	13
PROSPECTIVE. Structuration du territoire ou l'extension d'un concept	16
Orientation prospective 1 Les passages de la nature	17
Orientation prospective 2 Intensités urbaines et séquentialisation du parcours	17
Orientation prospective 3 Espaces de migration et la transversalité de l'ouvrage	20
CONCEPTION Le Pli et la Plasticité	23
Le dispositif statique	
Déclinaison typologique : la paroi, le bec et le double bec	24
La perception en mouvement	
Transformation dynamique : Le pli, le dépli et le repli	24
L'implantation dans le territoire	
Déformation topologique : la pente et la courbure de la route	26
ILLUSTRATION. Neuf situations typiques	27
MODELISATION. Représentation paramétrique du système	41
Description du système paramétrique	42
Potentiel générateur du modèle mathématique	43
Variations autour de la valeur S	43
ANNEXE. Formalisation mathématique du système	45
Table des matières	53