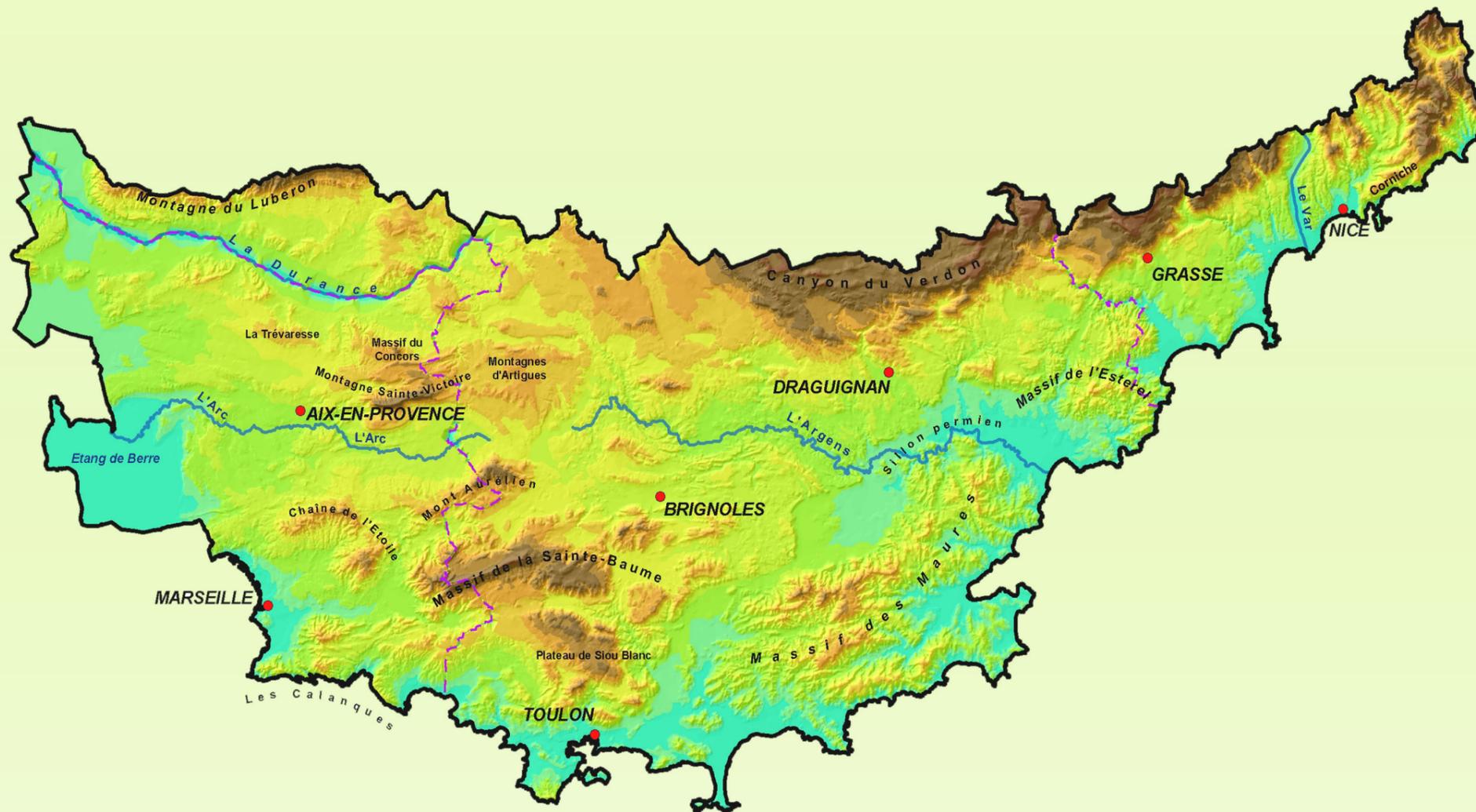


# RAPPORT D'ETUDES TECHNIQUES

## LGV PACA : Préparation du débat public (Etudes techniques complémentaires)



Etudes réalisées pour le compte de RFF

Novembre 2004

# Ligne à Grande Vitesse en région PACA

LGV PACA

Etudes techniques complémentaires

Préparation du Débat Public

## RAPPORT D'ETUDES TECHNIQUES



**Etudes réalisées par SCETAUROUTE**

11, avenue du Centre 78286 Guyancourt CEDEX

[www.scetauroute.com](http://www.scetauroute.com)

Indice	Date	Rédigé par :	Vérifié par :	Approuvé par :
1	10/11/2004	A. Gouvernaire T.Lasserre	G. Gauthier	T.Lasserre
2	25/01/2005	A. Gouvernaire T.Lasserre	G. Gauthier	T.Lasserre

# SOMMAIRE

<b>I</b>	<b>PRÉAMBULE .....</b>	<b>3</b>
<b>II</b>	<b>NOTE MÉTHODOLOGIQUE .....</b>	<b>4</b>
II.1	MÉTHODOLOGIE DES ÉTUDES TECHNIQUES .....	4
II.2	MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION DES ENJEUX ÉCONOMIQUES .....	5
II.3	MÉTHODOLOGIE D'ESTIMATION DU COÛT DES SCÉNARIOS .....	20
<b>III</b>	<b>PRÉSENTATION DES ITINÉRAIRES ETUDIÉS .....</b>	<b>21</b>
III.1	ITINÉRAIRE VAL DE DURANCE.....	24
III.2	ITINÉRAIRE NORD AIX – HAUT VAR.....	27
III.3	ITINÉRAIRE HAUT VAR.....	30
III.4	ITINÉRAIRE DURANCE – CENTRE VAR.....	33
III.5	ITINÉRAIRE NORD AIX.....	35
III.6	ITINÉRAIRE NORD ARBOIS.....	38
III.7	ITINÉRAIRE SUD ARBOIS.....	41
III.8	ITINÉRAIRE VALLÉE DE L'ARC.....	44
III.9	ITINÉRAIRE CENTRE VAR.....	46
III.10	ITINÉRAIRE CENTRE VAR – NORD TOULON.....	49
III.11	ITINÉRAIRE SUD AIX – SUD SAINTE BAUME.....	52
III.12	ITINÉRAIRE LITTORAL.....	55
III.13	ITINÉRAIRE SUD SAINTE BAUME.....	58
III.14	ITINÉRAIRE SUD SAINTE BAUME « OPTIMISE » .....	61
III.15	ITINÉRAIRE NORD TOULON .....	64
III.16	ITINÉRAIRE NORD TOULON – PLAINES DES MAURES .....	66
III.17	ITINÉRAIRE PLAINE DES MAURES.....	68
III.18	ITINÉRAIRE ESTEREL – CANNES.....	71
III.19	ITINÉRAIRE ESTEREL – 3ÈME VOIE.....	74
III.20	ITINÉRAIRE ESTEREL – NICE.....	77
III.21	ITINÉRAIRE DU VAR À L'EST DE NICE (ESTEREL – EST NICE).....	80
III.22	ITINÉRAIRE ESTEREL – ITALIE.....	83
III.23	ITINÉRAIRE NICE – ITALIE .....	85
<b>IV</b>	<b>PRÉSENTATION DES SCÉNARIOS .....</b>	<b>86</b>
IV.1	LES SCÉNARIOS À 1 AXE DE DESSERTE .....	87
IV.2	LES SCÉNARIOS À 2 AXES DE DESSERTE.....	89
IV.3	LES SCÉNARIOS À 3 AXES DE DESSERTE.....	92
IV.4	LES PROLONGEMENTS DE LA LGV VERS NICE ET L'ITALIE.....	95

## I PREAMBULE

La présente étude a été effectuée en vue de la préparation du débat public sur le projet de **Ligne à Grande Vitesse Provence-Alpes-Côte d'Azur (LGV PACA)**.

Lors du **CIADT** (Comité Interministériel d'Aménagement du Territoire) du 15 décembre 1998, le gouvernement avait décidé « d'approfondir les études relatives à la desserte de Toulon et de la Côte d'Azur, en demandant que soient comparés les avantages et les inconvénients d'un tracé nouveau à grande vitesse et d'une solution utilisant partiellement les infrastructures et plates-formes existantes ».

Pour répondre à cette décision, **Réseau Ferré de France** a engagé une « Etude d'opportunité sur le développement de la grande vitesse vers Toulon et vers la Côte-d'Azur » réalisée par **SCETAURROUTE** entre juillet 2000 et fin 2002.

Dans le cadre de la préparation du débat public sur le projet de **LGV PACA**, **SCETAURROUTE** a été à nouveau missionné par **Réseau Ferré de France** pour :

- actualiser et compléter les études déjà réalisées ;
- étudier de nouveaux itinéraires demandés par les partenaires du projet ;
- et notamment étendre et mettre à jour la carte des coûts (voir ci contre la nouvelle aire d'étude).

L'aire d'étude s'étend sur environ 9900 km<sup>2</sup>, traverse 308 communes et est limitée :

- à l'ouest, par une ligne Marseille, Cavaillon,
- au nord, par une ligne Cavaillon, Grasse, Sospel,
- à l'est, par la frontière Italienne,
- au sud, par le littoral méditerranéen.

L'aire d'étude concerne quatre départements :

- les Bouches du Rhône dans leur partie Est,
- le Vaucluse dans sa partie Sud,
- le Var en totalité,
- les Alpes Maritimes dans leur frange littorale.

Le présent rapport porte sur l'analyse technique des itinéraires et des scénarios étudiés ainsi que sur leur estimation financière. Ce rapport étudie donc les possibilités de création d'une ligne nouvelle à grande vitesse à travers la région PACA.

Lors des études d'opportunités, plusieurs itinéraires ont été identifiés. Les demandes de RFF et des partenaires ont contribué à faire apparaître de nouveaux couloirs. L'étude a donc consisté à étudier ces nouveaux itinéraires ainsi qu'à mettre à jour les études des anciens itinéraires.

A partir de ces itinéraires, RFF et ses partenaires ont établi des scénarios regroupant des itinéraires.

On définit un itinéraire par un couloir ou la LGV a été étudiée sur le plan technique avec ses principales caractéristiques et un scénario comme étant un assemblage d'itinéraires permettant de remplir la fonctionnalité du projet, c'est à dire relier le Var et la Côte d'Azur au réseau ferré à grande vitesse.

Les scénarios sont donc exclusivement constitués d'itinéraires préalablement étudiés.

Cette étude a été réalisée en suivant les étapes ci dessous :

- Rédaction d'une note méthodologique ;
- Etablissement des cartes des coûts ;
- Etude des itinéraires envisagés ;
- Etude des scénarios fonctionnels.

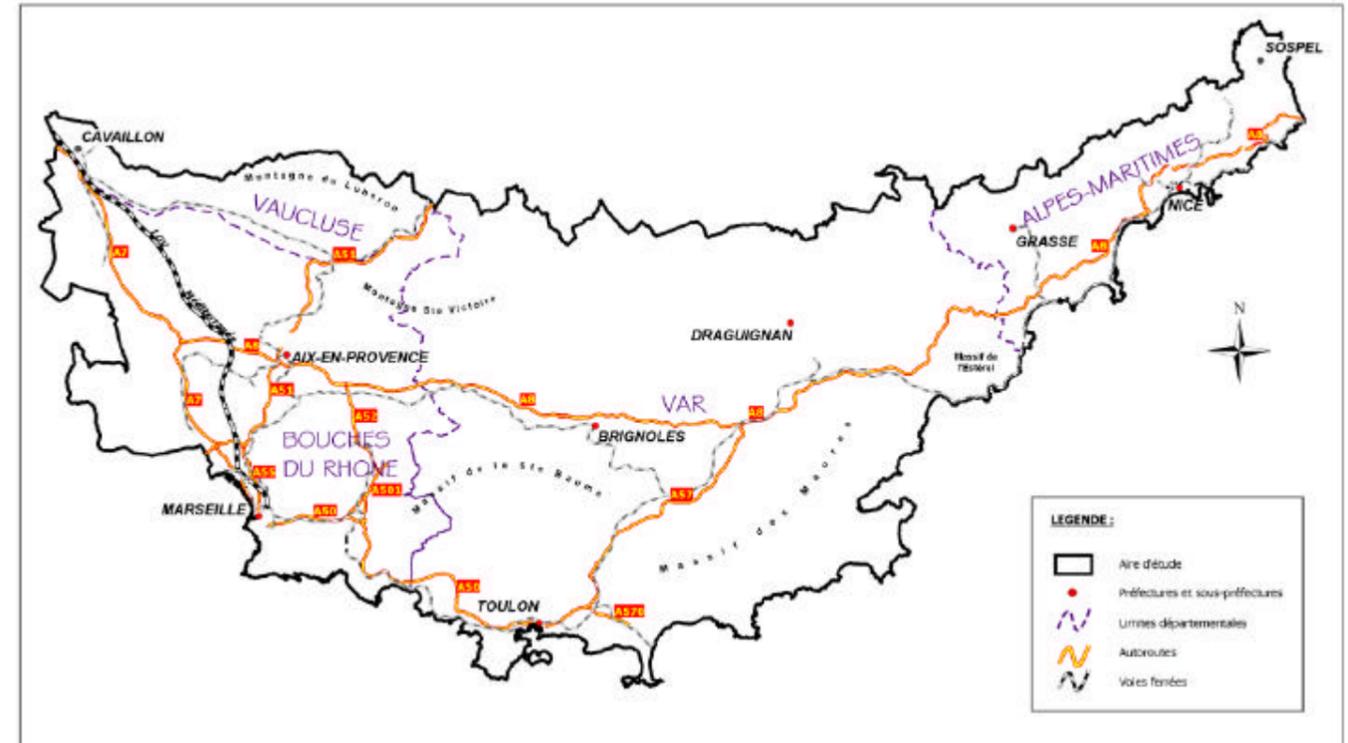


Figure 1 : Aire d'étude

## II NOTE METHODOLOGIQUE

### II.1 METHODOLOGIE DES ETUDES TECHNIQUES

Ce chapitre précise les principales hypothèses prises en compte dans le cadre de la présente étude d'opportunité pour examiner la faisabilité technique et pour évaluer les coûts d'investissement d'une nouvelle infrastructure ferroviaire à grande vitesse dans la région PACA :

? vitesses de référence :

- 350 km/h si possible de la LGV Méditerranée jusqu'aux environs de l'Estérel ;
- 270 km/h dans la région de l'Estérel et de la Côte d'Azur, compte tenu des difficultés topographiques et d'insertion environnementale dans ces zones. Il s'agit d'une modulation de la vitesse de référence dans la mesure où les enjeux environnementaux, techniques ou/et économiques le justifient.

? vitesse sur les raccordements adaptée au cas par cas, voir II.1.4 ;

? ligne à vocation de transport de voyageurs ;

? incidences de la mixité FRET (déclivité 12,5 ‰ et dimensionnement des tunnels) examinées ;

? type de tunnel : pour des longueurs de tunnel inférieures à 10 km : monotubes ;  
pour des longueurs de tunnel supérieures à 10 km : bitubes ;

? section des tunnels : Monotube de 100 m<sup>2</sup> (pour une vitesse de 350 km/h) ;  
Monotube de 71 m<sup>2</sup> (pour une vitesse de 270 km/h) ;  
Bitubes de 59 m<sup>2</sup> (pour une vitesse de 350 km/h) ;

#### II.1.1 TRACE EN PLAN

Les critères de conception pour le tracé en plan d'une ligne à grande vitesse sont les suivantes, pour les vitesses de référence de 270 km/h et 350 km/h :

	V270	V350
Rayon en plan minimal	3 310 m	6 250 m
Rayon en plan maximal	25 000 m	25 000 m
Longueur minimale des éléments de tracé	180 m	250 m

#### II.1.2 PROFIL EN LONG

Les critères de conception pour le profil en long d'une ligne à grande vitesse sont les suivantes, pour les vitesses de référence de 270 km/h et 350 km/h :

	V270	V350
Déclivité maximale	35 mm/m	35 mm/m
Rayon minimal de raccordement de déclivité	12 500 m	21 000 m
Déclivité moyenne sur 5200 m	< 30 mm/m	< 16 mm/m

#### II.1.3 PROFIL EN TRAVERS

La ligne nouvelle est composée de deux voies dont l'entraxe est de 4,50 m. La largeur de la plate-forme au niveau de la sous-couche est de 13,90 m.

#### II.1.4 GEOMETRIE DES RACCORDEMENTS FERROVIAIRES

Les raccordements ferroviaires entre la ligne nouvelle et le réseau classique sont caractérisés par leur type (dénivelé ou à niveau) et leurs vitesses de conception. Le choix du type et des vitesses dépend du niveau de service, de la configuration du projet de LGV, et de la sensibilité environnementale du secteur (en particulier sur le milieu humain).

**Tous les raccordements ont été étudiés dénivelés sur la LGV et sur la ligne raccordée.**

Compte tenu de ces enjeux, des vitesses de raccordements sont proposées.

Le tableau ci-dessous récapitule les critères géométriques à respecter en fonction des vitesses de conception qui peuvent être retenues sur les raccordements.

Vitesse de référence	Tracé en plan (d = 160 m)	Profil en long	Type d'appareils de voie
230 km/h	R <sub>mini</sub> = 2 174 m LRP= 240 m	Déclivité max = 25 mm/m R <sub>mini</sub> = 25 000 m	tg 1/65 – 60D
170 km/h	R <sub>mini</sub> = 1 163 m LRP= 170 m		tg 1/46 – 60D
130 km/h	R <sub>mini</sub> = 650 m LRP= 130 m		tg 1/26 – A74
80 km/h	R <sub>mini</sub> = 400 m LRP= 60 m		tg 1/15 – 60D

En outre, les longueurs utiles des voies de raccordements doivent respecter des valeurs minimales, imposées par le référentiel technique, et définies en fonction de la différence d'altitude entre la LGV et la ligne classique raccordée. Les appareils de voie sur une ligne LGV doivent être implantés en alignement droit et en déclivité constante.

#### II.1.5 REGLES D'IMPLANTATION DES EQUIPEMENTS FERROVIAIRES

##### Section de séparation

Les sections de séparation sont les zones permettant d'isoler électriquement deux tronçons consécutifs de la caténaire.

La déclivité maximale est limitée à 6 mm/m sur 600 m de part et d'autre de l'axe d'implantation de la section de séparation (y compris sur les raccordements ferroviaires). Ne sachant pas où seront implantées les sections de séparation, nous ne tenons compte de cette contrainte que sur les raccordements.

## Appareil de dilatation

Les appareils de dilatation, mis en place à l'extrémité des viaducs de longueur > 90 m, sont implantés en déclivité constante, à plus de 100 m d'une extrémité de raccordement progressif ou d'un élément de profil en long. Nous n'avons pas tenu compte de cette contrainte dans notre conception.

## Gare nouvelle

Une gare nouvelle se compose de deux voies d'évitement circulables à 170 km/h, situées de chaque côté de la LGV. La largeur de la plate-forme (hors quais) est de 26 m.

Elle est implantée en alignement droit et en déclivité constante de 1 mm/m, sur une longueur de 2300 m. Avec l'accord du maître d'ouvrage, ces critères ont été modifiés pour l'implantation de certaines gares.

## Point de changement de voie (PCV)

Un point de changement de voie est implanté en alignement droit et en déclivité constante sur une longueur de 800 m. Le point de changement de voie avec voie d'évitement (PCVE) se compose d'une voie d'évitement le long de la LGV. La largeur de la plate-forme est 20 m. Il est également implanté en alignement droit et en déclivité constante, et concerne une longueur de 1300 m.

A ce niveau d'étude, les PCV et PCVE ne pouvant être implantés, cette contrainte n'est pas prise en compte.

## II.2 METHODOLOGIE D'EVALUATION DES ENJEUX ECONOMIQUES

### II.2.1 GENERALITES

Pour évaluer les coûts du projet, une « cartographie des coûts » a été établie sur la totalité de l'aire d'étude. Il s'agit de délimiter les secteurs géographiques présentant, compte tenu de leurs caractéristiques (topographie, morphologie du terrain naturel, difficultés géotechniques, grands franchissements d'obstacles naturels ou liés à l'activité humaine, contraintes hydrauliques et hydrogéologiques, occupation des sols, habitat, infrastructures lourdes existantes, etc.), des niveaux de coût équivalents.

A partir du recueil des données et à partir d'une base de données comprenant des ratios de coûts issus de projets ferroviaires antérieurs, nécessairement adaptés aux spécificités régionales, les principales causes de variation des coûts d'investissement du projet sont identifiées et valorisées. Cette analyse permet de délimiter géographiquement, par grande cause de variation ainsi identifiée, des polygones « équicoûts ».

### II.2.2 IDENTIFICATION DES PRINCIPAUX NIVEAUX DE COUTS

A ce stade d'étude, il s'agit d'évaluer sommairement les coûts de réalisation d'une ligne nouvelle et surtout de pouvoir comparer les différents scénarios entre eux. Le coût de construction d'une nouvelle infrastructure doit pouvoir être estimé **quel que soit son lieu de passage dans toute l'aire d'étude concernée par le projet**. Les « cartes de coûts » ci-après couvrent donc la totalité de l'aire d'étude.

Pour identifier les principaux enjeux économiques, au stade actuel des études, il convient de prendre en compte :

- les postes (nature des travaux) entraînant les dépenses de construction les plus importantes,
- d'évaluer, sur toute l'aire d'étude et compte tenu de ses caractéristiques intrinsèques, les causes de variation possibles de dépenses les plus significatives, en fonction des lieux de passage.

S'agissant de comparer différents scénarios, les natures de travaux dont le coût de réalisation varie géographiquement sont des éléments indispensables à cette comparaison. Les dépenses de construction des équipements ferroviaires (pose de la voie et du ballast, signalisation, caténaires et sous-stations, télécommunications, bâtiments), relativement indépendantes de leur localisation géographique **ne font pas fait l'objet d'un macro prix** spécifique et ils **ne sont donc pas pris en compte dans la carte de synthèse des coûts** (ratio kilométrique global indépendant de la localisation géographique).

Les coûts des gares nouvelles éventuelles et des raccordements au réseau existant ne sont pas pris en compte dans les ratios présentés. Ces coûts sont pris en compte indépendamment et forfaitairement.

Compte tenu des caractéristiques spécifiques de l'aire d'étude (topographie, occupation des sols, géologie et hydrographie, contraintes environnementales, ...), les coûts sont principalement liés :

- à la nécessité (ou non) de devoir réaliser des ouvrages exceptionnels (tunnels, viaducs) ;
- à l'importance du poste terrassements, elle-même liée :
  - à l'évaluation des volumes de matériaux à déplacer (volumes de déblais à extraire et de remblais à mettre en œuvre),
  - aux déséquilibres probables non maîtrisables des mouvements de terre (excédents ou déficits en matériaux),
  - aux besoins en matériaux nobles (matériaux drainants, couche de forme et sous-couche, ...),
  - aux difficultés géotechniques rencontrées selon les lieux de réalisation de l'infrastructure.
- au dégagement des emprises, y compris acquisitions foncières.

Sur la base de cette analyse, l'estimation des coûts de construction (génie civil) est découpée en 11 macroprix :

Niveau	Macroprix
1	Acquisitions foncières
2	Réseaux et servitudes
3	Volumes de terrassements
4	Déséquilibre du mouvement des terres
5	Besoins en matériaux nobles
6	Difficultés géotechniques
7	Hydraulique, drainage
8	Ouvrages non courants : tunnels
9	Ouvrages non courants : viaducs
10	Ouvrages courants et rétablissements de communications
11	Alimentation électrique

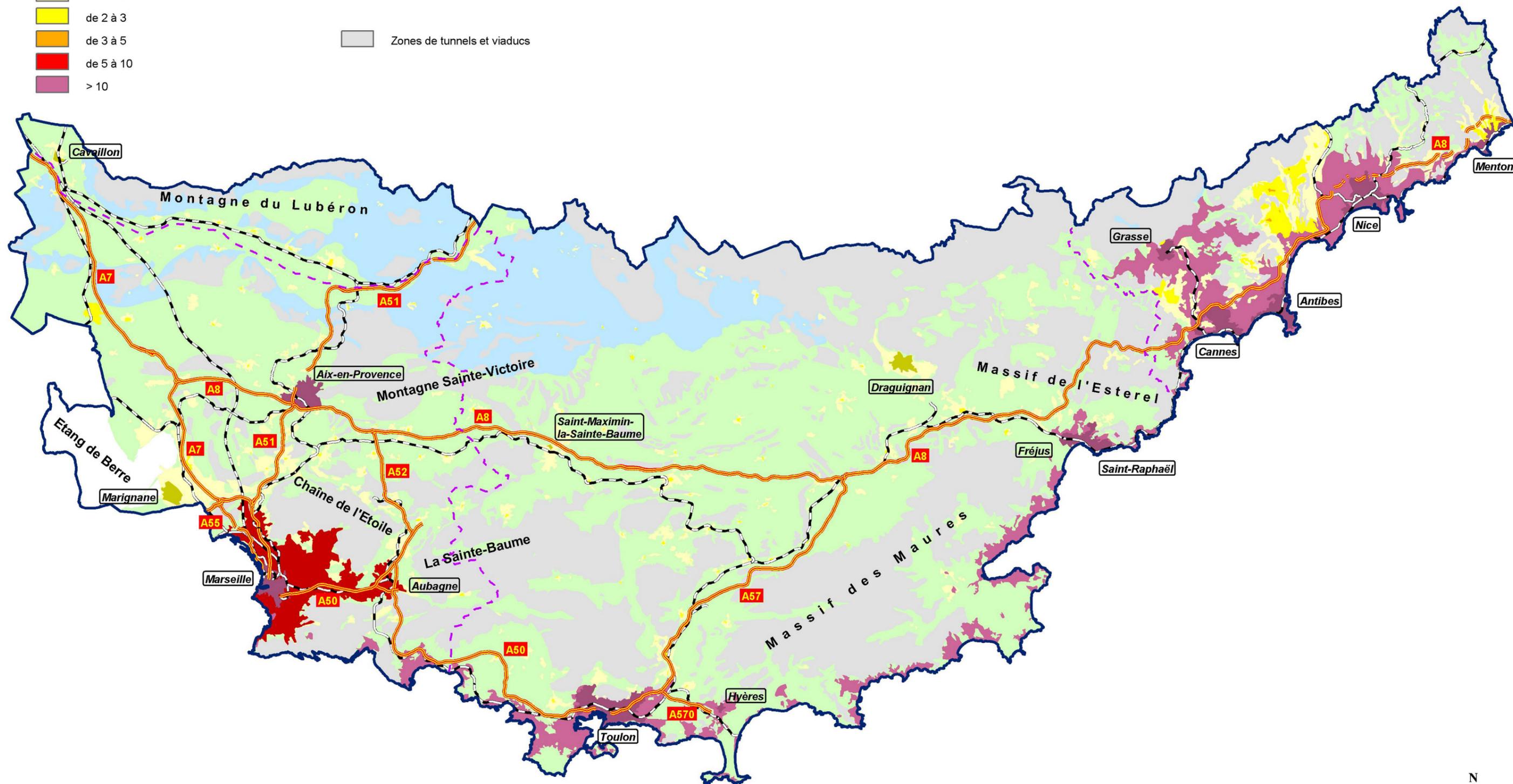
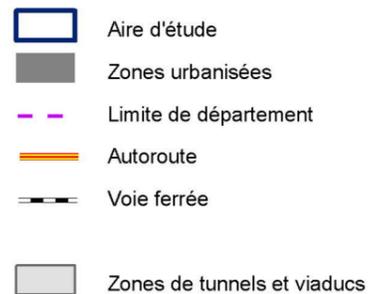
### II.2.3 CARTES DES COUTS

Niveau par niveau (macroprix par macroprix), les cartes de coûts ci-après présentent la répartition géographique des polygones « équicoûts » et mettent ainsi en évidence les lieux de passage de l'infrastructure les plus favorables vis-à-vis de chacun des critères d'analyse.

Les différents macroprix des niveaux de la carte sont définis dans le tableau suivant. Celui-ci énumère les différents prix dont les macroprix tiennent compte.

Niveau	Macroprix	Détail des prix
1	Acquisitions Foncières	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acquisitions foncières</li> <li>• Dégagement des emprises</li> <li>• Acquisition et démolition de bâtis</li> <li>• Réaménagement</li> <li>• Occupations temporaires</li> <li>• Archéologie</li> </ul>
2	Réseaux et Servitudes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Déplacement des réseaux</li> <li>• Servitudes minières</li> </ul>
3	Volumes de terrassements	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Préparation et installation de chantier</li> <li>• Extraction (y compris décapage terre végétale)</li> <li>• Remblais (y compris traitements)</li> <li>• Assises</li> </ul>
4	Déséquilibre du mouvement des terres	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dépôts</li> <li>• Emprunts</li> <li>• Transport des matériaux</li> </ul>
5	Besoins en matériaux nobles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fourniture et mise en œuvre de matériaux nobles</li> </ul>
6	Difficultés géotechniques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispositions confortatives</li> </ul>
7	Hydraulique, drainage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ouvrages hydrauliques</li> <li>• Drainage de la plate-forme ferroviaire</li> </ul>
8	Ouvrages non courants : tunnels	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tunnels</li> </ul>
9	Ouvrages non courants : viaducs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viaducs</li> </ul>
10	Ouvrages courants et rétablissements de communications	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ouvrages d'art courants</li> <li>• Chaussée et équipements des rétablissements de communication</li> </ul>
11	Alimentation électrique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Connexion au réseau RTE</li> </ul>

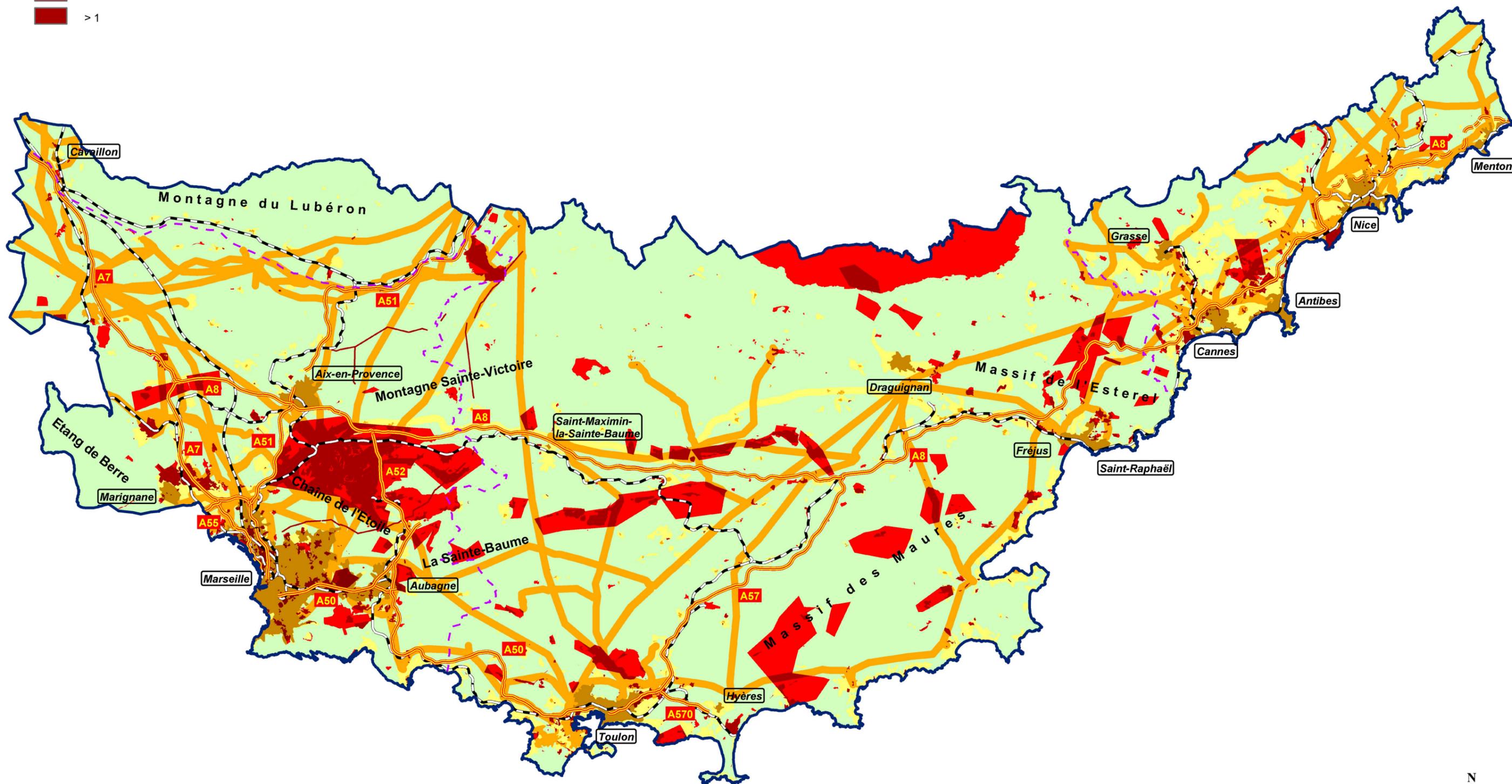
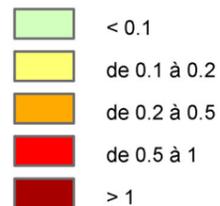
En millions d'Euros par kilomètre



### Niveau 01 - Acquisition foncière et urbanisme



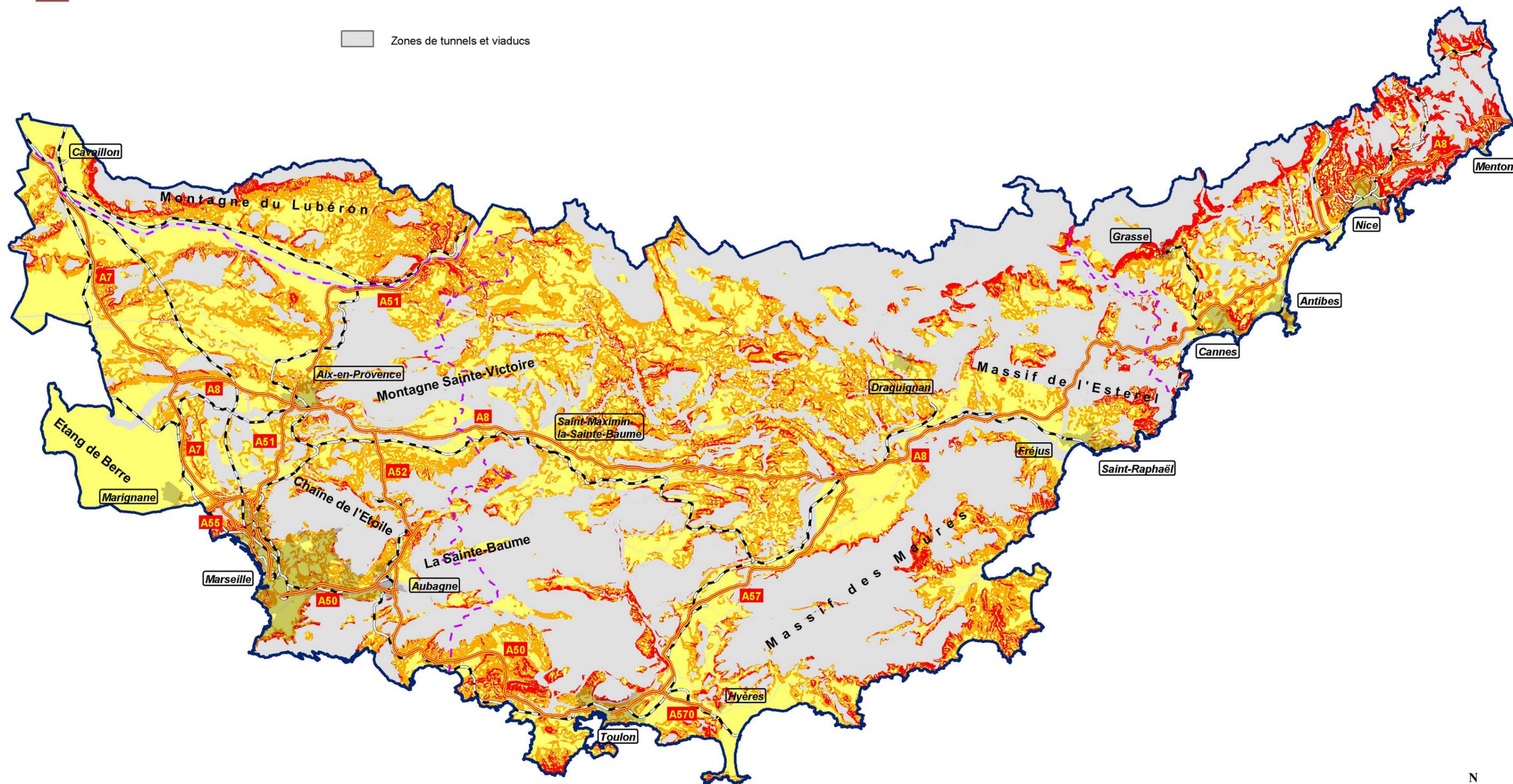
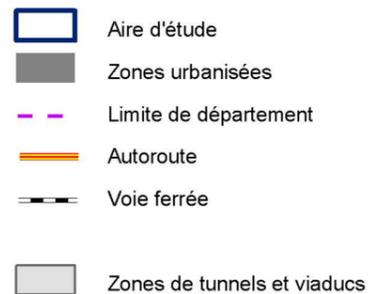
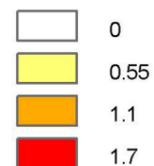
En millions d'Euros par kilomètre



### Niveau 02 - Réseaux et servitudes



En millions d'Euros par kilomètre



Niveau 03 - Volumes de terrassement

