

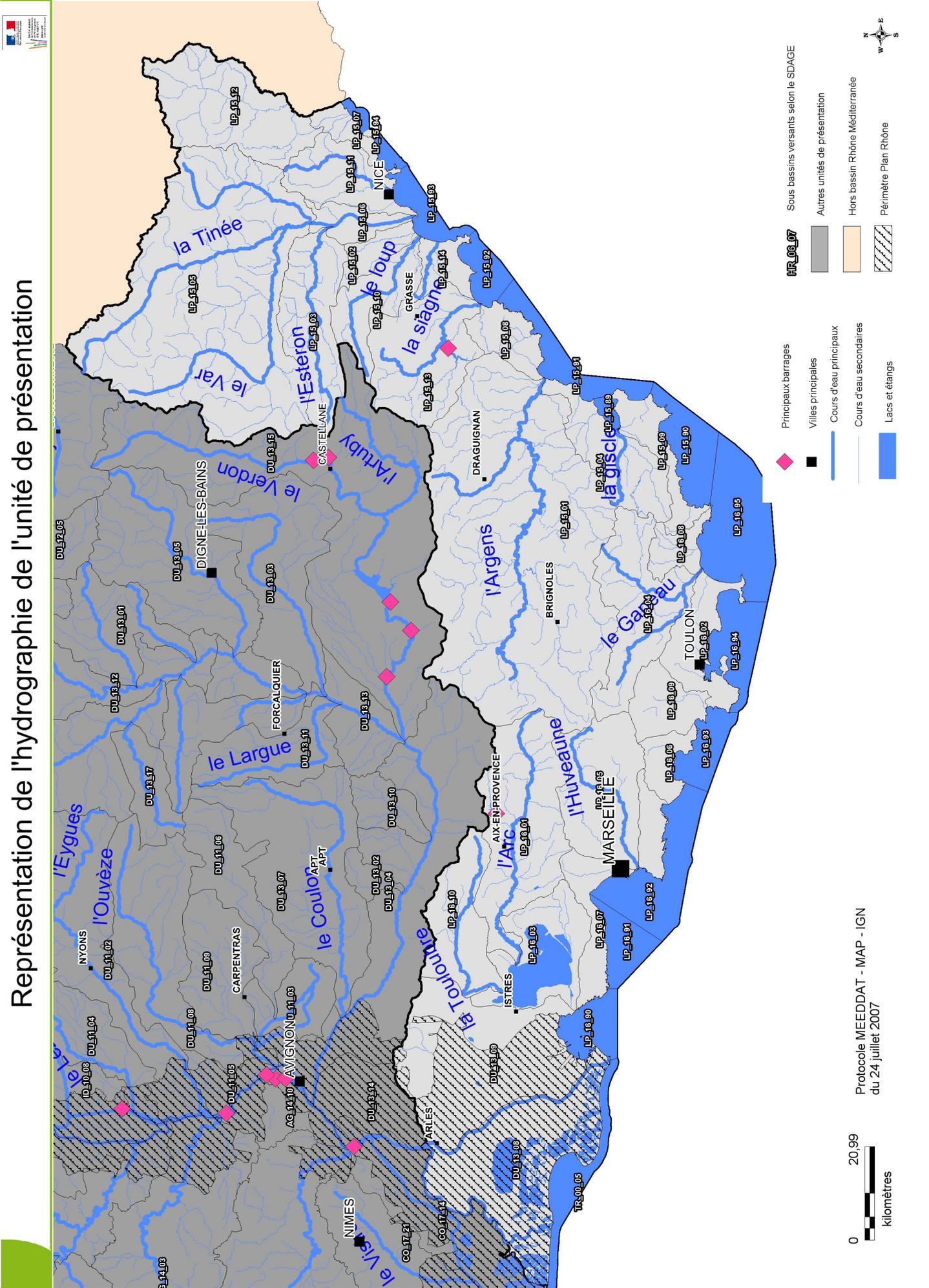
Partie X :
Unité de présentation
« Littoral PACA »

Sommaire

PARTIE X : UNITÉ DE PRÉSENTATION « LITTORAL PACA »	496
I - Principaux événements marquants	500
I.1 -Événements marquants retenus sur l'unité de présentation	500
I.1.a - Crues torrentielles et glissements de terrains de novembre 1926 sur le Haut-Var et la Vésubie.....	501
I.1.b - Rupture du barrage de Malpasset et inondation de la plaine de Fréjus en décembre 1959.....	502
I.1.c - Crues de l'Huveaune et de l'Arc des 16 et 17 janvier 1978.....	503
I.1.d - Tempête et submersions marines de 1982 sur le littoral camarguais.....	503
I.1.e - Crues des 4 et 5 novembre 1994 du fleuve Var et de ses affluents.....	504
I.1.f - Ruissellement urbain et inondation du centre-ville de Marseille en septembre 2000.....	505
I.1.g - Crues de juin 2010 sur les bassins de l'Argens et de la Nartuby.....	506
I.1.h - Crues historiques répertoriées.....	507
II - Les impacts potentiels des inondations futures	508
II.1 -Inondations par submersions marines	508
II.1.a - Description des inondations potentielles.....	508
1 L'Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles.....	508
2 Précisions sur le littoral PACA.....	508
3 Les conditions climatiques et hydrographiques.....	508
4 Définition du phénomène submersion ²	509
II.1.b - Impacts potentiels sur la santé humaine.....	513
1 Population.....	513
2 Bâtiments.....	514
3 Établissements hospitaliers.....	515
4 Alimentation en Eau Potable.....	515
II.1.c - Impacts potentiels sur l'économie.....	522
II.1.d - Impacts potentiels sur l'environnement.....	527
1 Les milieux naturels.....	527
2 Les sources de pollution potentielles.....	528
II.1.e - Impacts potentiels sur le patrimoine.....	531
II.2 -Inondations par débordement de cours d'eau, remontées de nappes, ruissellement, torrents de montagne	533
II.2.a - Description des inondations potentielles.....	533
1 L'Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles.....	533
2 Débordements de cours d'eau à crues lentes	533
3 Remontées de nappes.....	533
4 Débordements de cours d'eau à crues rapides.....	535
5 Nombre d'évènements déclarés « Catastrophe Naturelle ».....	535
6 Communes identifiées comme fortement exposées aux risques de laves torrentielles.....	536
II.2.b - Impacts potentiels sur la santé humaine.....	540
1 Population.....	540
2 Bâtiments.....	542
3 Établissements hospitaliers.....	543
4 Alimentation en Eau Potable.....	544
II.2.c - Impacts potentiels sur l'économie.....	551
II.2.d - Impacts potentiels sur l'environnement.....	558

1 Les milieux naturels.....	558
2 Les sources de pollution potentielles.....	559
II.2.e - Impacts potentiels sur le patrimoine.....	562
II.3 -Inondations par rupture d'ouvrages hydrauliques.....	564
II.4 -Autres types d'inondations.....	567

Représentation de l'hydrographie de l'unité de présentation



Principaux barrages présents (hauteur supérieure à 20m et volume supérieur à 15 Mm³)

Sous_BV	Barrage	Département	Rivière	Hauteur_en_mètre	Volume_en_Mm ³	Vocation_principale
LP_16_01	BIMONT	Bouches-du-Rhône	Infernet	81	14,25	Eau potable
LP_15_13	SAINT CASSIEN	Var	Biançon	66	60	Hydroélectricité

Listes des sous-bassins identifiés par le SDAGE

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Rhône-Méditerranée et son Programme de Mesures associé définissent des périmètres de gestion des milieux aquatiques préférentiels appelés Sous-bassin versant du SDAGE. Le Tableau ci-dessous définit la liste de ces sous-bassins sur l'unité de présentation Littoral PACA.

Libellé du sous bassin versant	Numéro du sous bassin versant	Libellé du sous bassin versant	Numéro du sous bassin versant
Côtiers est et littoral		Zone d'activité de Marseille- Toulon et littoral	
Argens	LP_15_01		
Cagne	LP_15_02	Arc provençal	LP_16_01
Esteron	LP_15_03	Côtiers Ouest Toulonnais	LP_16_02
Giscle et Côtiers Golfe St Tropez	LP_15_04	Etang de Berre	LP_16_03
Haut Var et affluents	LP_15_05	Gapeau	LP_16_04
La Basse vallée du Var	LP_15_06	Huveaune	LP_16_05
Littoral Alpes - Maritimes - Frontière Italienne	LP_15_07	Littoral La Ciotat Le Brusac	LP_16_06
Littoral de Fréjus	LP_15_08	Littoral Marseille Cassis	LP_16_07
Littoral des Maures	LP_15_09	Maravenne	LP_16_08
Loup	LP_15_10	Reppe	LP_16_09
Paillons et Côtiers Est	LP_15_11	Touloubre	LP_16_10
Roya Bévéra	LP_15_12	Golfe de Fos	LP_16_90
Siagne et affluents	LP_15_13	Côte bleue	LP_16_91
Brague	LP_15_14	Littoral Marseille - Cassis	LP_16_92
Golfe de Saint Tropez	LP_15_89	Littoral La Ciotat - Le Brusac	LP_16_93
Littoral des Maures	LP_15_90	Rade de Toulon	LP_16_94
Littoral des Maures	LP_15_90	Rade de Hyères - Iles du Soleil	LP_16_95
Littoral de Fréjus	LP_15_91	Estuaire du Rhône	TR_00_05
Littoral de Fréjus	LP_15_91	Crau et Camargue	
Golfe des Lérins	LP_15_92		
Baie des Anges	LP_15_93	Camargue	DU_13_08
Littoral Alpes-Maritimes - Frontière italienne	LP_15_94	Crau - Vigueirat	DU_13_09

Principales caractéristiques du territoire

Cette unité de présentation s'étend sur une superficie de 13 936 km² et comprend l'ensemble des bassins versants des fleuves côtiers méditerranéens en PACA ainsi que la plaine de la Crau et la Camargue jusqu'à la limite avec la région Languedoc-Roussillon. Le littoral, d'une longueur d'environ 800 km, est caractérisé par 2 types de paysages distincts, le delta du Rhône d'une longueur d'environ 100km, et un littoral de nature principalement rocheuse entrecoupé de plages plus ou moins développées.

En termes d'aménagement hydraulique (hors ouvrages maritimes), l'unité de présentation comporte deux ouvrages de retenue significatifs susceptibles d'avoir un impact sur la gestion des inondations¹, le barrage de Saint-Cassien sur le Biançon et celui de Bimont sur l'Infernet.

De part ses caractéristiques hydrologiques et socio-économiques, cette unité de présentation a été scindée dans le cadre du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Rhône-Méditerranée en 3 territoires : le territoire Crau et Camargue, le territoire zone d'activité de Marseille-Toulon et le territoire côtiers-est.

Le territoire Crau et Camargue se caractérise par une alternance de terres agricoles, de marais et d'étangs. La Camargue présente un littoral sableux; à l'intérieur des terres les pentes sont très faibles et les hauteurs sont très proches du niveau de la mer. La plaine de la Crau, épandage naturel de cailloutis grossiers sur un sol plus ou moins argileux, mis en place par l'ancienne Durance, présente un biotope unique en zone méditerranéenne française: le « coussoul » de Crau. L'élevage extensif d'ovins est une pratique multiséculaire sur la Crau. La Camargue est marquée par une activité touristique très développée, ainsi qu'une activité agricole importante, principalement tournée vers l'élevage, la riziculture et la saliculture.

Le territoire « zone d'activité de Marseille-Toulon » qui va de l'étang de Berre au massif des Maures, est constitué de cours d'eau méditerranéens aux régimes très contrastés. Le littoral à dominante rocheuse est composé de falaises calcaires jusqu'au Cap Sicié et de différentes baies (Cassis, Les Lecques, Bandol, ...). Au regard de ces qualités naturelles, le territoire est marqué par une forte pression foncière liée principalement à l'urbanisation des agglomérations de Marseille et Toulon qui font l'objet d'un développement économique et industriel important. En outre, ce territoire fait l'objet d'une activité touristique forte sur la bande littorale et présente une activité agricole centrée sur le maraîchage, l'horticulture et la viticulture.

Le territoire côtiers-est est un territoire au relief contrasté situé entre les hauts-reliefs du Mercantour et la Méditerranée. Il est composé de fleuves côtiers à régimes méditerranéens comme le Var, l'Argens, le Loup ou la Siagne. Parmi eux, la Roya présente la particularité de prendre sa source en France et de se jeter dans la Méditerranée à Vintimille en Italie. Le littoral est constitué d'une alternance d'avancées rocheuses et de golfes. Largement urbanisé il est soumis à une très forte pression foncière compte tenu de l'importance de l'activité touristique. L'activité industrielle est centrée notamment sur la production hydroélectrique et la parfumerie. L'activité agricole est également bien présente, principalement l'horticulture, la viticulture et le maraîchage.

¹ Sont considérés ici comme ouvrages de retenue significatifs susceptibles d'avoir un impact sur la gestion des inondations les barrages d'une hauteur supérieure à 20m et volume supérieur à 15 Mm³. Ce seuil correspond aux barrages de classe A devant faire l'objet d'un Plan Particulier d'Intervention (PPI).

I - Principaux événements marquants

I.1 - Événements marquants retenus sur l'unité de présentation

Compte tenu de la nature du chevelu fluvial (succession de fleuves côtiers indépendants), nous avons choisi pour la sélection des événements remarquables de travailler à partir des principaux cours d'eau (Figure 1) : Touloubre, Arc, Huveaune, Gapeau, Giscle, Argens, Nartuby, Siagne, Loup, Esteron, Var, Tinée, Vésubie, Paillon.

Tableau 1 : Choix des événements marquants sur l'unité de présentation Littoral PACA

Régime hydro-climatique	Type de submersion	Événement	Date
Méditerranéen	Débordement (crues torrentielles) avec glissements de terrains associés	Haute Vésubie, Tinée, Haut-Var	Octobre-novembre 1926
-	Rupture d'ouvrage	Rupture du barrage de Malpasset et inondation de la plaine de Fréjus	2 décembre 1959
Méditerranéen	Débordement torrentiel, inondation de plaine	Crues dans les départements du Var et des Bouches-du-Rhône (Huveaune, Arc, Argens)	16 et 17 janvier 1978
Méditerranéen	Submersion marine	Tempête et submersions marines sur le littoral camarguais	6-11 novembre 1982
Méditerranéen	Débordement torrentiel, inondation de plaine	Crue du fleuve Var et de ses affluents	4 et 5 novembre 1994
Orage	Ruissellement urbain	Inondation du centre ville de Marseille	19 Septembre 2000
Méditerranéen	Ruissellement urbain, Débordement torrentiel,	Crue de l'Argens et de la Nartuby	15 et 16 juin 2010

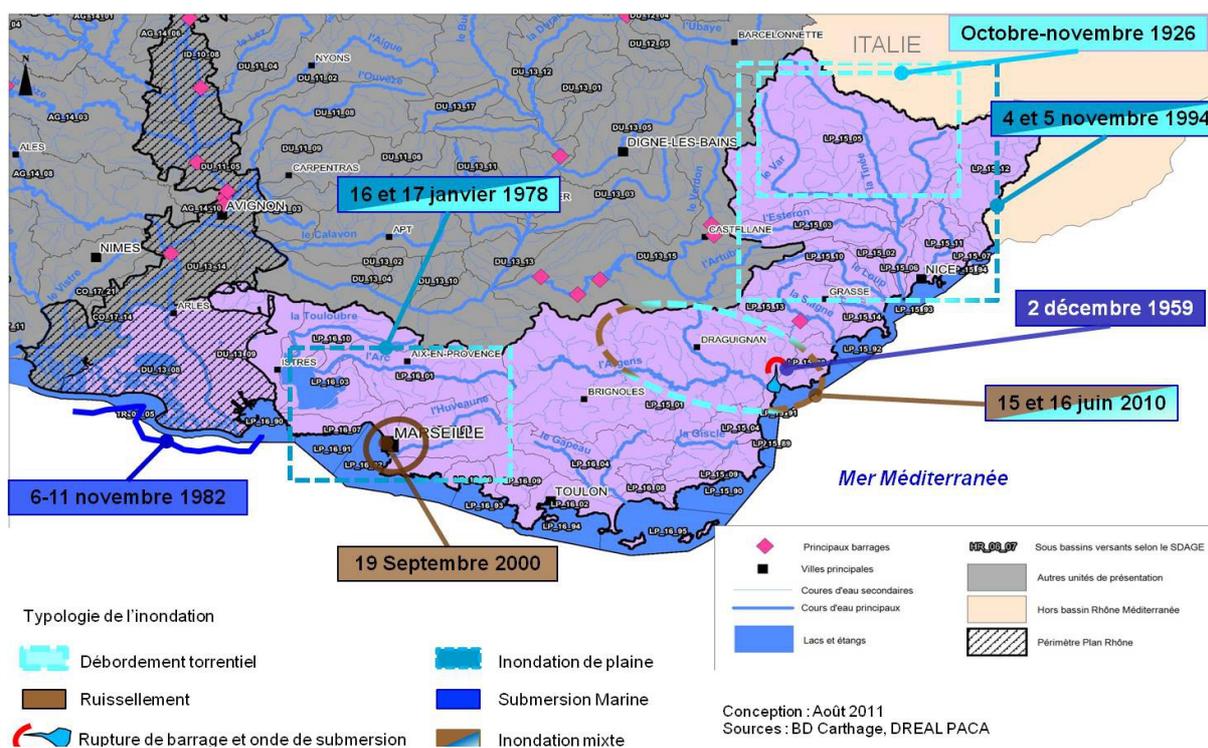
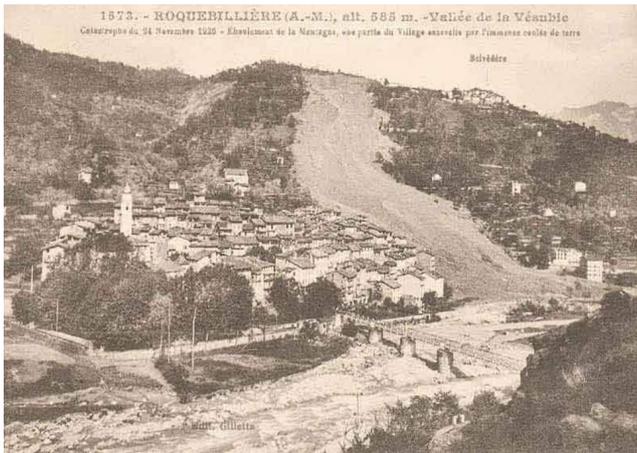


Figure 1 : Localisation des événements marquants retenus pour l'unité de présentation Littoral PACA

I.1.a - Crues torrentielles et glissements de terrains de novembre 1926 sur le Haut-Var et la Vésubie



Figures 2 et 3 : A gauche, carte postale de la catastrophe de Roquebillière (source : Coll. C. E. V) ; A droite, L'entrée du village (Perriaux, 1927)

Au cours des mois d'octobre et novembre 1926, les hauts bassins versants des Alpes maritimes connaissent une période pluvieuse exceptionnelle avec plus de 2 000 mm en deux mois à Venanson, dont 1 662 mm (qui correspond à la moyenne annuelle) entre le 21 octobre et le 21 novembre. On relève également 885 mm à Beuil et 709 mm à Grasse. Aucun cumul aussi élevé n'a été enregistré dans la région depuis.

La réaction des torrents est exceptionnelle. La Vésubie endommage gravement le réseau routier. « *La Roya, roulant un volume d'eau inconnu jusqu'ici, emporte la route sur une longueur de 27 m, entre Fontan et la frontière, interrompant toute relation avec l'Italie. Le Cians arrache en plusieurs points le mur de soutènement du chemin départemental dans les gorges inférieures. La Tinée mine la voie du tramway en amont de la Mescla* » (E. Bénévent, E. Maury, 1927). Le service des Ponts et Chaussées estime à 17.5 millions de francs la dépense nécessaire à la seule réparation des routes départementales et nationales.

Les glissements et éboulements associés aux crues causent les dommages les plus remarquables. Sols et sous sols saturés d'eau plusieurs semaines durant, très instables, génèrent de nombreux mouvements de terrains localisés. Les phénomènes sont particulièrement importants en vallée de la Vésubie. Le haut bassin est isolé plusieurs semaines. Pas une route, pas un chemin n'est épargné. Des éboulements de grande ampleur surviennent entre le 21 et le 23 novembre à la Muselle, à Coaraze (vallée du Paillon) et dans le vallon de la Madone-de-Fenestre. Des paquets marneux s'éboulent dans la vallée du Cians. A Lantosque, les glissements entraînent des dégâts considérables sur plusieurs immeubles et sur l'usine électrique.

Particularité hydro-météo (genèse, intensité)	Zones inondées	Impacts
Pluviométrie exceptionnelles sur deux mois.	Nombreux villages dans les vallées de la Vésubie, de la Tinée, du Haut Var.	Destruction des routes, de bâtiments, 19 morts lors du glissement de la Roquebillière.

I.1.b - Rupture du barrage de Malpasset et inondation de la plaine de Fréjus en décembre 1959

Construit entre 1952 et 1954 dans la vallée du Reyran, une dizaine de kilomètres en amont de Fréjus, le barrage de Malpasset répond à une demande essentielle d'approvisionnement en eau potable et d'irrigation de la région. De type voûte (largeur 250 m, hauteur 60 m), sa capacité de stockage est de 50 millions de m³.

Les circonstances de la catastrophe sont aujourd'hui bien connues. Les trois dernières semaines de novembre 1959 ont été particulièrement pluvieuses. On enregistre des cumuls de plus de 400 mm à Fréjus. Les fortes précipitations méditerranéennes de fin novembre-début décembre provoquent une crue très importante de l'Argens qui présente un débit de 1820 m³/s à l'aval de sa confluence avec l'Endre entre le 30 novembre et le 1^{er} décembre.

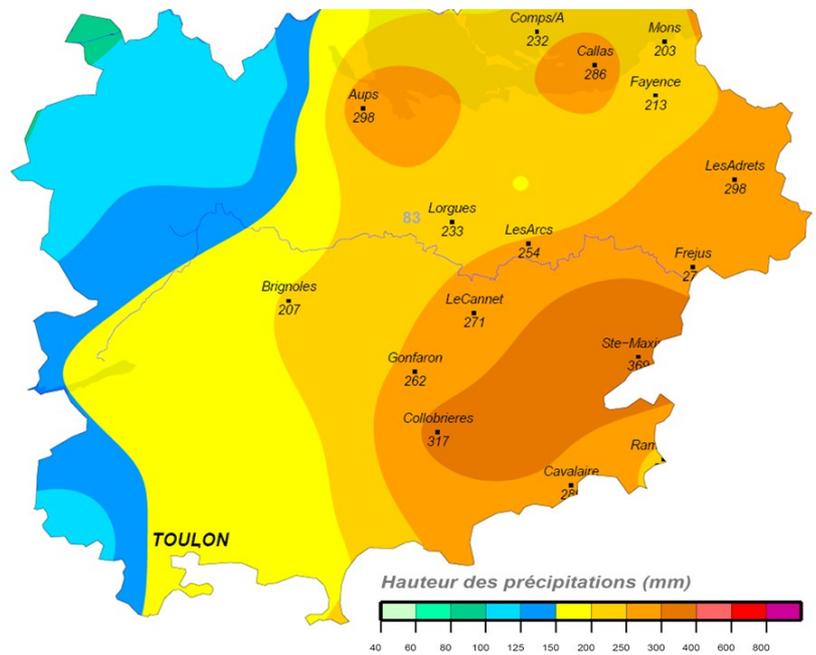


Figure 4 : Cumuls des précipitations sur le département du Var entre le 27 novembre et le 2 décembre 1959 (Météo France, Pluies Extrêmes, v.11-08-2011)

Cette crue est estimée légèrement inférieure à centennale (SOGREAH, 1968 dans Lefort 2010) et s'avère être la plus forte crue survenue au cours du XX^{ème} siècle dans la basse plaine de l'Argens (bien inférieure tout de même à l'événement de juin 2010). Les pluies sont par ailleurs accompagnées d'une forte tempête méditerranéenne, avec de rafales de vents supérieures à 100 km/h sur Toulon et Fréjus.

Le niveau de la retenue du barrage de Malpasset s'élève très rapidement, plus de 4 m au cours des 24 h précédant la rupture, alors que pour des raisons techniques et judiciaires, les tests habituels de solidité n'ont pas été réalisés. En aval, la présence du chantier de l'autoroute Marseille-Nice ne permet pas d'effectuer de vidange. Le remplissage rapide augmente alors les phénomènes de pression sur les roches (gneiss) sous-jacentes, qui conduisent à désolidariser l'ancrage du barrage en rive gauche.

Le 2 décembre au soir, l'ouvrage cède libérant d'un coup un volume de 50 millions de m³ d'eau qui dévale la petite vallée du Reyran à une vitesse estimée à 10 m/s. Tout est emporté, 1350 ha de terres cultivées sont ravagés, les habitations riveraines rasées. La vague atteint en quelques minutes la plaine de Fréjus qu'elle submerge d'eau et de boue. Au total, on dénombre 423 victimes et environ 7 000 sinistrés. Routes, téléphone, électricité et eau sont coupés. La N7 et la voie ferrée sont détruites sur plusieurs centaines de mètres, de nombreuses terres agricoles et la base aérienne sont ravagées. Fréjus est sinistrée, isolée, et une couche de boue de 50 cm d'épaisseur recouvre une grande partie de la ville.

La prise de conscience engendrée par cette catastrophe entraînera notamment la mise en place d'un « Comité technique permanent des Barrages » ayant autorité sur l'étude et la critique de projets et le contrôle de l'exécution des ouvrages.

Particularité hydro-météo (genèse, intensité)	Zones inondées	Impacts
400 mm de pluies en 3 semaines Remplissage et rupture d'un barrage artificiel	Vallée du Reyran, plaine de Fréjus	423 morts. Routes et voie ferrée emportées. Terres agricoles ravagées.

I.1.c - Crues de l'Huveaune et de l'Arc des 16 et 17 janvier 1978

Du 11 au 17 janvier, un épisode pluvieux important et continu touche la Provence. Les cumuls sur sept jours atteignent plus de 300 mm sur la partie est du département des Bouches-du-Rhône et plus de 200 mm sur le département du Var. Janvier 1978 reste un des mois de janvier les plus arrosés des dernières décennies. Les plus fortes précipitations se produisent les 16 et 17 janvier, sur des sols déjà largement saturés. Durant ces 2 jours, l'intensité des pluies reste modérée mais les cumuls atteignent tout de même 167 mm à Trets (haute vallée de l'Arc) et 180 mm à Roquefort-la-Bédoule (amont de l'Huveaune).

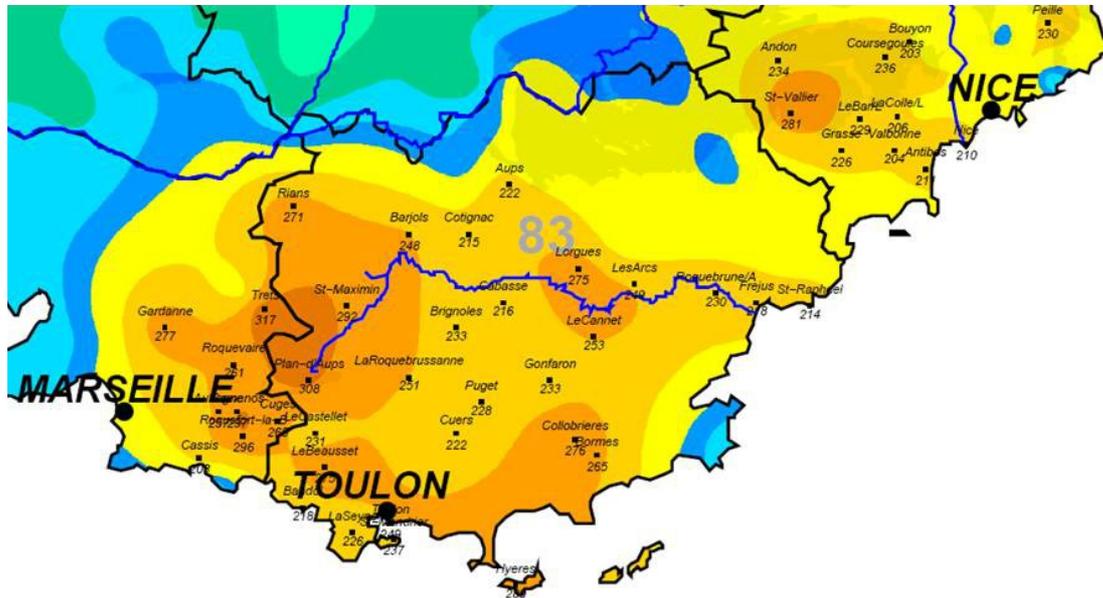


Figure 5 : Cumuls pluviométriques sur 7 jours (11-17 janvier 1978) sur la région PACA (source : Météofrance, Pluies extrêmes, v. 11-08-2011)

Le 16, l'Huveaune « se transforme en un torrent boueux » et déborde tout le long de son cours. D'importants secteurs du lit majeur se retrouvent sous les eaux, y compris en zone urbanisée : 180 ha à Penne-sur-Huveaune, 88 ha à Aubagne, 250 ha à Marseille. La banlieue Est de la ville est sinistrée, plusieurs centaines de personnes sont évacuées dans la nuit. L'autoroute Marseille - Aubagne est coupée à la hauteur de La Pomme.

Aux alentours d'Aix-en-Provence, un automobiliste est emporté par les eaux de l'Arc qui inonde une bonne partie de la campagne. Pelissanne est victime du débordement de la Touloubre avec coupure de la route d'Aix. Le Jarret, affluent de l'Huveaune, déborde à Plan-de-Cuques où plusieurs foyers sont évacués.

Les dégâts matériels sont conséquents : environ 8 000 véhicules de particuliers sont endommagés. Les pertes sont évaluées à 40 millions de francs pour Marseille, 30 millions de francs pour Aubagne. Une aide de 6 millions de francs est apportée par les autorités aux sinistrés.

Particularité hydro-météo (genèse, intensité)	Zones inondées	Impacts
Episode pluvieux méditerranéen continu sur sept jours, atteignant 300 mm	Marseille et banlieue Est, Aubagne, La-Penne-sur-Huveaune, autoroute Marseille-Aubagne	Un mort, 40 M de francs de dégâts à Marseille et 30 M de francs à Aubagne

I.1.d - Tempête et submersions marines de 1982 sur le littoral camarguais

Dans la nuit du 6 au 7 novembre, le sud de la France est touché par une perturbation, liée au couplage d'une dépression centrée sur le Golfe de Gascogne et d'un anticyclone en Europe centrale, dont les effets se font ressentir jusqu'au 8 novembre. La tempête est soudaine et particulièrement longue (36 h). Durant une cinquantaine d'heures, les vents sont supérieurs à 75 km/h avec des pointes à 160 km/h. Des vagues d'une amplitude moyenne de huit mètres s'abattent sur les littoraux. L'élévation du niveau marin, la houle et le vent freinent alors le déversement dans la Méditerranée des crues fluviales générées par les très importantes

précipitations continentales, notamment sur le Rhône.

Le village des Saintes-Maries-de-la-Mer est inondé et privé d'électricité pendant une journée. Les hauteurs d'eau dans les rues dépassent 70 cm et les dégâts aux habitations sont très importants. On mesure entre +1 m et +1.40 m d'eau dans les ports, dans les graus abrités (Grau de la Dent, Port de Bouc, etc..) et les étangs littoraux : +1.25 m à Port-Camargue, +1.35 m à la Grande-Motte et +1.70 m à Palavas.

L'événement a provoqué un recul marqué des plages de Camargue, avec un déplacement du cordon littoral de 20 à 30 m par endroit et formation d'une brèche de plusieurs dizaines de mètres de large dans la partie centrale, fragilisant du coup cette partie de la côte.

Les dégâts matériels sont considérables sur les ouvrages de protection et les bâtiments d'exploitation salinière. Les salins d'Aigues-Mortes sont inondés sur 2 500 hectares par 23 millions de m³ d'eau. Aucune victime n'est à déplorer en Camargue alors que le passage de la tempête cause par ailleurs la mort de 15 personnes sur le territoire français.

Particularité hydro-météo (genèse, intensité)	Zones inondées	Impacts
Tempête méditerranéenne sur 36 h. Hauteur moyenne des vagues : 8 m.	Camargue	Destruction des ouvrages de protection et du cordon dunaire en de nombreux endroits, fort recul des plages. Dégâts aux exploitations salinières.

1.1.e - Crues des 4 et 5 novembre 1994 du fleuve Var et de ses affluents

Après avoir causé de nombreuses inondations sur les Cévennes et le Languedoc, généré des débits remarquables du Rhône à Beaucaire, l'épisode méditerranéen du début novembre 1994 se décale vers l'est et affecte la région PACA. Les cumuls sur quatre jours (2 au 5 novembre) dans les Alpes-Maritimes dépassent les 200 mm sur la plupart des stations du haut pays. L'automne 1994 figure parmi les plus arrosés des 50 dernières années dans le sud de la France, jusqu'à plus de 900 mm sur les reliefs des Alpes maritimes, 1 000 à 1 400 mm sur les Cévennes.

L'ensemble des cours d'eau entre en crue avec des phénomènes aggravants de concomitance. Le Var réagit violemment, notamment dans sa basse vallée fortement urbanisée.

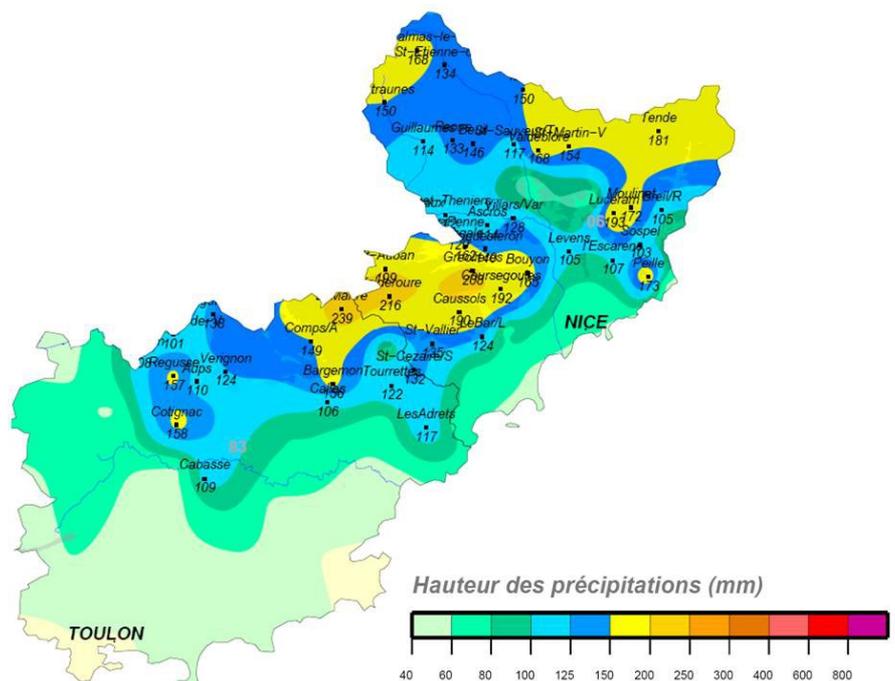


Figure 6 : Cumuls pluviométriques des 4 et 5 novembre 1994 sur la Côte d'Azur (source : Météo France, Pluies Extrêmes, 11-08-2011)

Sur le plan hydrologique, l'évènement est remarquable sans être exceptionnel. A Entrevaux, environ 50 kilomètres en amont de Nice, la période de retour est estimée à 50 ans (540 m³/s). A l'amont du seuil n°16 le débit atteint 2 300 m³/s (période de retour de 30 ans). Il est de 3 000 m³/s au seuil n°3 pour une période de retour voisine de 50 ans. La rupture des seuils 2 et 3 provoque une mobilisation soudaine des importants volumes d'eau contenus derrière ces ouvrages avec formation d'un effet de vague. Les débits s'élèvent alors à 3 500 m³/s au droit des communes de Nice et Saint-Laurent-du-Var, soit proche de la crue centennale (3 620 m³/s). L'Estéron connaît une crue hors norme : 1 086 m³/s à la station du Broc correspondant à une

période de retour de 300 ans. Le débit de la Tinée est de 733 m³/s au Pont-de-la-Lune à La Tour. L'importante végétation présente dans le lit du Var aggrave les conditions d'écoulement.

Les dégâts aux infrastructures sont considérables. Dans la moyenne vallée, l'activité érosive du cours d'eau cause une vingtaine de points de rupture sur la RN 202, alors que dans la vallée de la Tinée la départementale RD 2205 est fortement endommagée. La voie ferrée Nice-Digne est emportée à hauteur de Villars-sur-Var. L'autoroute A8 est fermée dans l'après-midi du 5 novembre. On enregistre jusqu'à 1.50 m d'eau sur le tronçon Saint-Augustin / Saint-Isidore. De même à l'aéroport international de Nice dont le trafic est arrêté plusieurs jours durant. Dans la ville même, le Centre Administratif Départemental, le quartier des Moulins, et ceux de l'Arenas et du Broc, sont sous les eaux. Le débordement se fait également en rive droite du Var, où on relève des déversements de 50 cm à Carros.

Particularité hydro-météo (genèse, intensité)	Zones inondées	Impacts
Large étendue géographique de précipitations importantes en 4 jours sur le haut pays	Nombreux quartiers de Nice, aéroport, Carros	Dégâts importants sur les ouvrages fluviaux (seuils, digues) ; voies de communications coupées ; aéroport immobilisé pendant plusieurs jours

1.1.f - Ruissellement urbain et inondation du centre-ville de Marseille en septembre 2000



Figure 7 : Inondation de Marseille de septembre 2000 - A gauche sur le Vieux-Port, à droite Avenue Roger Salengro (source : AFP)

La topographie de la ville de Marseille, l'expose naturellement aux phénomènes de ruissellement. Ceux-ci sont encore renforcés par l'extension de l'imperméabilisation des sols. L'épisode du 19 septembre 2000 (comme celui du 1er décembre 2003) rappelle la forte vulnérabilité de la cité face à ces phénomènes brusques et localisés.

Le 19 septembre 2000 en fin d'après-midi, un violent orage touche la ville de Marseille et ses environs. En quatre heures les cumuls de pluie atteignent 200 mm (jusqu'à 212 mm à Néréïdes et 211 mm à Vauban) accompagnés ponctuellement de grêle.

Avec un temps de réponse de l'ordre d'une demi-heure, le ruissellement génère, dès 18h00, une inondation « éclair » dans toutes les rues du centre-ville.

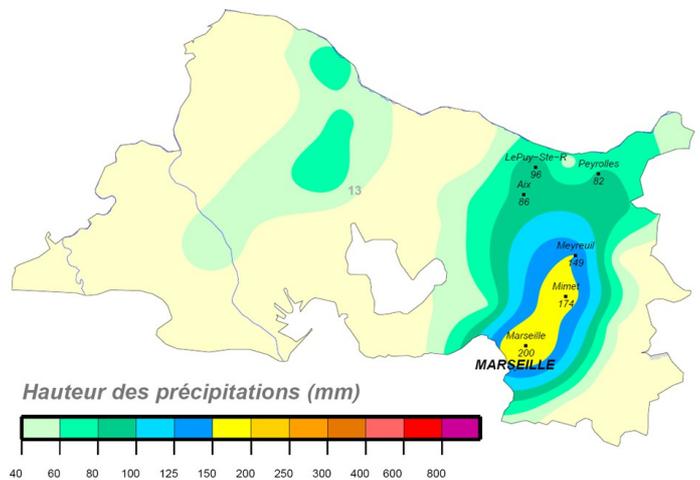


Figure 8 : Cumul des précipitations de l'évènement du 19 septembre 2000 sur les Bouches-du-Rhône (Météofrance, Pluies extrêmes, v. 2 mars 2011)

L'eau dévale les rues depuis les plateaux (40-50 m d'altitude) jusqu'à la Canebière et le Vieux-Port où, par endroit, le niveau de la mer atteint le sommet du quai. Dans nombre de rues les riverains ont de l'eau jusqu'aux cuisses, les voitures sont emportées par les courants. Tous les commerces du centre sont inondés. Au sud de la ville, l'Huveaune et son affluent le Jarret, sortent soudainement de leur lit.

On dénombre au total trois morts et plusieurs blessés, emportés par les courants ou accidentés dans leur automobile.

Particularité hydro-météo (genèse, intensité)	Zones inondées	Impacts
Orage violent « en V » très localisé	Marseille	Trois morts, rues et rez-de-chaussée inondés

1.1.g - Crues de juin 2010 sur les bassins de l'Argens et de la Nartuby

L'épisode des 15 et 16 juin 2010 est d'autant plus exceptionnel qu'il tranche avec la genèse habituelle des crues de l'Argens. Elles sont souvent associées en effet à des épisodes pluvieux de plusieurs jours, en général au terme d'un hiver bien arrosé (événements de février 1994, janvier 1996). Le 15 juin 2010, une dépression d'altitude migre depuis le golfe de Gascogne vers les Pyrénées et génère un flux de sud chaud en direction des régions méditerranéennes. Au sol, l'action des vents d'est concentre les masses d'air chaud et humide sur le département du Var. Un système orageux s'installe alors durablement et génère d'importantes précipitations.

Les pluies débutent le 15 juin à 10 h sur Hyères et Toulon, puis se décalent vers l'est. En six heures, le centre Var reçoit jusqu'à 200 mm de pluie (Comps-sur-Nartuby) avec par moment des intensités allant jusqu'à 100 mm/h.

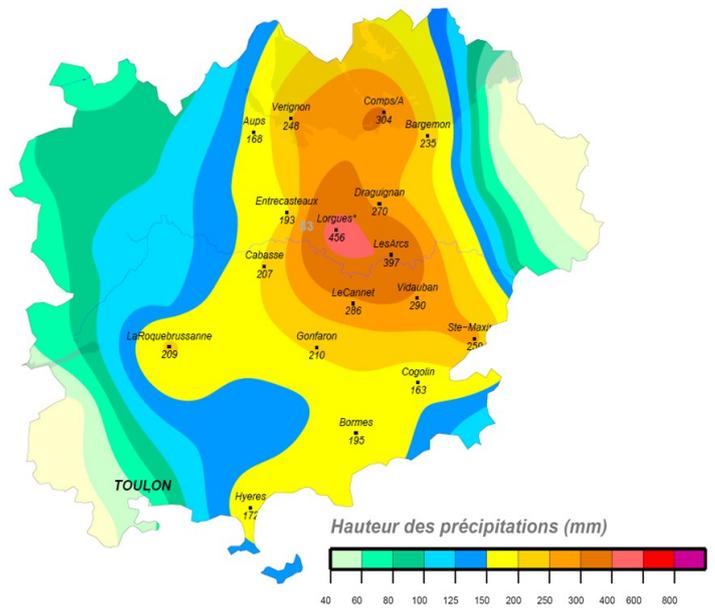


Figure 9 : Cumul pluviométrique sur 24 h (15 juin 2010) dans le département du Var (Météofrance, Pluies Extrêmes, v.2 mars 2011)

Le ruissellement est intense et les cours d'eau des bassins de l'Argens et de la Nartuby réagissent de manière violente en quelques minutes. La Nartuby déborde à Rebouillon. Elle charrie des blocs de taille métrique provenant d'effondrements de versant dans les gorges. Les précipitations continuent jusqu'au 16 juin à 6 h. Entre le 15 juin à 6 h et le 16 juin à 6 h, les cumuls atteignent près de 400 mm aux Arcs-sur-Argens (dont 350 mm entre 9 h et 21 h), 460 mm à Lorgues (dont plus de 400 mm entre 9 h et 21 h), et 370 mm à Draguignan.

Le débit estimé de l'Argens dépasse les 2 400 m³/s à Roquebrune (bassin versant de 2 500 km²). La Nartuby est la principale responsable des inondations de la plaine de l'Argens jusqu'à Fréjus. Les témoins parlent d'un « mur d'eau déferlant dans le lit mineur ». Le transport solide est également très important.

Dans les rues de Draguignan, l'eau atteint en certains endroits plus de deux mètres. Sur certains axes d'écoulement, alors que les hauteurs restent inférieures à 50 cm, la vitesse et la puissance des eaux superficielles déplacent les véhicules.

Le quartier de Maljournal est sinistré. Plus en aval, la plaine de l'Argens est sous les eaux. Dans le Golfe de Fréjus, la RN98 est submergée et le cordon littoral est percé de nombreuses brèches. La voie ferrée entre les Arcs et Saint-Raphaël subit des dommages importants qui interrompent le trafic jusqu'au 18 juin. Les coupures d'électricité affectent près de 125 000 foyers et le fonctionnement du réseau d'eau potable. Au total, l'événement cause la mort de 23 personnes, la plupart piégées dans leur véhicule sur leur trajet de retour de travail. Le coût matériel des dégâts est estimé à plus d'un milliard d'euros. Les communes des cantons de Callas, Draguignan, Fayence, Fréjus, Le Luc, Lorgues, Besse et Cotignac sont reconnues en état de catastrophe naturelle le 21 juin.



Figure 10 : Le 16 juin 2010, clos Jean Aicart à Draguignan (source : ville de Draguignan)

Particularité hydro-météo (genèse, intensité)	Zones inondées	Impacts
Précipitations méditerranéennes exceptionnelles par leur intensité en moins de 24h.	Draguignan, Figanières, Trans-en-Provence, Le Luc, Fréjus, Saint-Aygulf, Le Muy, la plaine de Fréjus en grande partie	23 morts, 1 milliard d'euros de dégâts

1.1.h - Crues historiques répertoriées

Un tableau des crues historiques est présenté en annexe en complément de ces éléments détaillés. Il initie la création d'une base nationale de données historiques des crues à venir qui aura vocation à perdurer et être complétée.

II - Les impacts potentiels des inondations futures

II.1 - Inondations par submersions marines

II.1.a - Description des inondations potentielles

1 L'Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles

L'Enveloppe Approchée des Inondations Potentielle « submersions » (EAIPsm) a pour objectif d'approcher le contour des événements extrêmes². Pour cela, dans un premier temps, les informations immédiatement disponibles sur l'emprise des inondations (atlas des zones inondables, cartes d'aléas des PPR, etc.), ont été mobilisées, puis complétées par d'autres approches lorsque la connaissance disponible portait sur des événements possédant une période de retour de l'ordre de la centennale voire inférieure, ou lorsque la connaissance des zones inondables était inexistante.

Pour élaborer l'EAIPsm, s'agissant d'approcher l'enveloppe d'un événement extrême, l'effet des ouvrages hydrauliques (barrages et digues de protection) n'est pas considéré.

La méthode utilisée de constitution de l'EAIP et ses résultats ont vocation à apporter un diagnostic macroscopique (1/100.000^e). Il ne peut de fait constituer un élément directement exploitable pour les gestionnaires locaux et les services de l'État départementaux.

Pour la période 1950-2000, le réchauffement des océans explique 0.4 mm par an sur les 1.8 mm par an de hausse observée. La fonte des glaciers de montagne, du Groenland et de l'Antarctique contribue, quant à elle, pour environ 1 mm par an. D'où un total de l'ordre de 1.4 mm par an pour les contributions climatiques.

Pour la période 1993-2003, la contribution due au réchauffement de l'océan a été de 1,6 mm/an et celle de la fonte des glaces continentales de 1 mm/an, pour une augmentation globale de 2,8 mm/an.

La part due à l'expansion thermique est pour ces deux périodes respectivement de 25% et 60%, ce qui montre que le facteur dilatation des océans est donc devenu prépondérant pour les évolutions les plus récentes.

L'augmentation moyenne du niveau de la mer, à l'échelle globale, est estimée dans le 4^e rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat – 2007 (AR4) entre 0,20 et 0,60 m (2090-2099 par rapport à 1980-1999) ; néanmoins, le GIEC fait remarquer que les valeurs supérieures ne doivent pas être considérées comme des limites maximales pour le niveau moyen des océans. En effet, les estimations ne tiennent pas compte, entre autres, des incertitudes liées à la dynamique des fontes des calottes polaires continentales.

2 Précisions sur le littoral PACA

D'une longueur de 800 km (en incluant l'étang de Berre), le littoral PACA présente entre les Saintes-Maries-de-la-Mer et Menton des caractéristiques très différentes. Majoritairement rocheux, le linéaire côtier est exclusivement sableux sur environ 100 km en Camargue et dans le golfe de Fos. La côte rocheuse de nature calcaire et cristalline est composée d'une alternance de caps, de falaises et de baies plus ou moins larges qui abritent des plages de sable ou de galets.

Compte tenu de l'attrait du littoral PACA et de son importance économique, la frange littorale a perdu, dans certains secteurs, son caractère naturel du fait du développement de l'urbanisation (littoral des Alpes-Maritimes) ou de l'implantation d'équipements industriels ou portuaires (golfe de Fos, rade de Toulon). Certaines plages sont d'ailleurs complètement artificielles et on été gagnées sur la mer ou créées à partir de plages existantes.

3 Les conditions climatiques et hydrographiques³

Sur le littoral PACA, les vents de secteur Nord à Nord-Ouest et Sud à Sud-Est peuvent souffler en rafales, capables de soulever des mers fortes. L'intensité de ces vents est très variable selon les lieux car ils dépendent

2 Pour plus de détails cf. partie II -2 « Impacts potentiels des inondations futures »

3 Cf. partie II-1 : « Présentation du district »

de l'effet d'abri ou d'accélération dû aux massifs montagneux voisins.

Au niveau de l'hydrographie, on y observe une prédominance des houles obliques de vent d'Est à Sud. Les relevés d'état de mer montrent des hauteurs significatives inférieures à 2m, 80% du temps, mais pouvant atteindre temporairement 7m.

Le marnage est de faible amplitude (inférieur à 40 cm) et s'explique par deux facteurs principaux. En premier lieu, la Méditerranée est une mer semi-fermée où les masses d'eau se déplacent peu, induisant des longueurs d'onde de marée ne dépassant pas la largeur du bassin méditerranéen. Ensuite, le plateau continental est étroit et n'accentue pas de ce fait l'amplitude des marées. A ce marnage déjà faible s'ajoutent l'effet du Mistral qui peut masquer l'effet de la marée.

4 Définition du phénomène submersion²

Les submersions marines sont des inondations temporaires de la zone côtière par la mer dans des conditions météorologiques et marégraphiques sévères. Les eaux d'origine marine envahissent en général des terrains situés en dessous du niveau des plus hautes mers, mais aussi parfois au-dessus si des projections d'eau marines franchissent des ouvrages de protection.

En fonction de la nature du rivage et de son comportement, on distingue trois processus générateurs de submersion :

- le débordement: le niveau d'eau atteint et dépasse la cote de l'ouvrage de protection ou du terrain naturel ;
- La formation de brèches ou la rupture d'ouvrage ou de cordon naturel. Par formation de brèche, on entend un départ de matériaux constitutifs de l'ouvrage générant une ouverture dont la cote est inférieure à celle de la crête de l'ouvrage ;
- Le franchissement par des paquets de mer suite au déferlement de vagues de taille importante.

La submersion marine est la conséquence de phénomènes naturels ayant une influence sur le niveau d'eau et sur les conditions hydrodynamiques locales. En Méditerranée la formation de dépressions atmosphériques sur le golfe de Gênes est susceptible d'entraîner une surcote marine amplifiée localement par des vents de secteur Sud à Sud-Est qui peuvent dans les zones submergées ou les étangs salés (étang de Berre) générer une bascule du plan d'eau et un clapot local.

L'objectif de l'EPRI est d'analyser les impacts sur la santé humaine, l'activité économique, l'environnement et le patrimoine des inondations provoquées notamment par le phénomène de submersion marine. Toutefois les surcotes marines ainsi que les effets continus de la houle et des courants marins peuvent avoir d'autres conséquences sur le littoral comme l'érosion du littoral sableux ou l'érosion des falaises côtières. Ces phénomènes ne seront pas étudiés dans le cadre de l'EPRI mais on pourra se référer pour le littoral PACA aux études suivantes :

- Marcot N., Mathon C.,(BRGM), 2004, Prise en compte de la problématique des risques liés aux falaises côtières dans l'aménagement du territoire en Provence-Alpes-Côte d'Azur. Année 1 : Bilan des connaissances, définition des instabilités et qualification de l'aléa, Conseil Régional PACA, Rapport BRGM RP-52829-FR, 183 pages.
- Marcot N., (BRGM), 2005, Prise en compte de la problématique des risques liés aux falaises côtières dans l'aménagement du territoire en Provence-Alpes-Côte-d'Azur. Année 2 : Complément - Qualification de l'aléa instabilités de falaises sur le littoral de l'étang de Berre et des îles habitées de la région PACA, Rapport BRGM RP-53951-FR, Conseil Régional PACA, 97 pages.
- Marcot N., (BRGM), 2006, Prise en compte de la problématique des risques liés aux falaises côtières dans l'aménagement du territoire en Provence Alpes Côte d'Azur. Année 2 : Définition des enjeux sur le linéaire de falaises côtières, caractérisation et hiérarchisation des risques, Rapport BRGM RP-54316-FR, Conseil Régional PACA, 97 pages + annexes.
- Marcot N., Azibi L., Boucher E., (BRGM), 2008, Prise en compte de la problématique des risques liés aux falaises côtières dans l'aménagement du territoire en Provence Alpes Côte d'Azur. Année 3 : Étude de segments représentatifs, propositions d'aménagement et établissement d'une méthodologie de gestion de risque à l'échelle d'une commune, Rapport BRGM RP-56090-FR, Conseil Régional PACA, 131

pages.

- SAFEGE, Étude de l'évolution du trait de côte du littoral des Bouches-du-Rhône au regard de l'érosion marine, Conseil Général des Bouches-du-Rhône, 114 pages + annexes.
- BCEOM, 2008, Étude de l'évolution du trait de côte du littoral des Alpes-Maritimes, Conseil Général des Alpes-Maritimes, 142 pages.
- Bizien R., Delort E., Grunchev R., (InVivo), 2004, Évolution du trait de côte du littoral varois, Conseil Général du Var, 139 pages.

Il convient enfin de préciser que la partie ouest de l'unité de présentation, en Camargue, est formée de cotes basses meubles avec la présence de nombreux étangs en arrière des plages. Il fait notamment l'objet d'un recul du trait de côte est lié à la thématique du changement climatique et plus particulièrement son impact sur l'élévation du niveau moyen de la mer, mais également à une problématique de transit sédimentaire.

Cette partie s'intègre dans un ensemble hydrosédimentaire plus vaste à l'échelle du Golfe du Lion. Celui-ci est soumis à un climat de type méditerranéen tant par sa position géographique que par la présence de la mer. Cependant, la méditerranée occidentale constitue un des secteurs de cyclogenèse active du bassin méditerranéen, ce qui explique qu'il ne soit pas exempt des phénomènes violents que sont les tempêtes marines.

Globalement, la saison estivale, de mai à septembre, constitue la phase habituelle de rémission des tempêtes compte tenu du caractère anticyclonique du champ de pression.

Concernant les vents forts, il est principalement soumis aux vents de terres (Tramontane – Mistral) et aux vents de Sud-Est (tempêtes). Concernant ces derniers, aucune analyse sur des données continues ne semblent avoir été effectuée dans le cadre des submersions marines. Il existe des valeurs relevées lors des retours de tempêtes avec des vents de l'ordre de 180km/h lors de la tempête de 1982 par exemple.

Quelques événements tempétueux peuvent toutefois survenir plusieurs fois par décennie et le plus souvent avec violence. C'est en hiver que les tempêtes sont les plus nombreuses compte tenu du fait que le champ de pression est beaucoup plus dépressionnaire à cette saison.

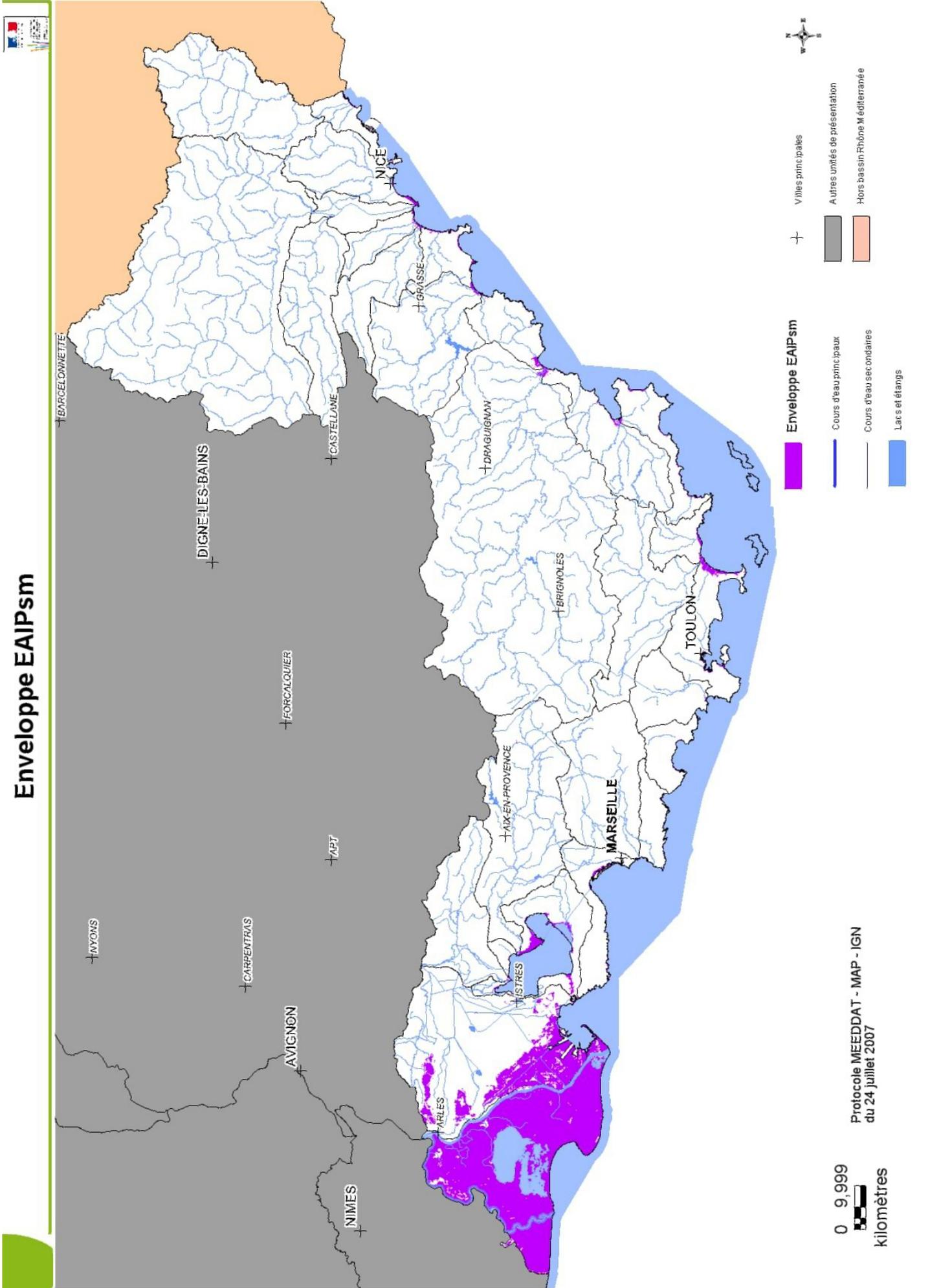
Dans tous les cas, les épisodes de tempêtes interviennent en fonction de conditions aérologiques d'échelle moyenne déterminant la direction des vents et de la houle.

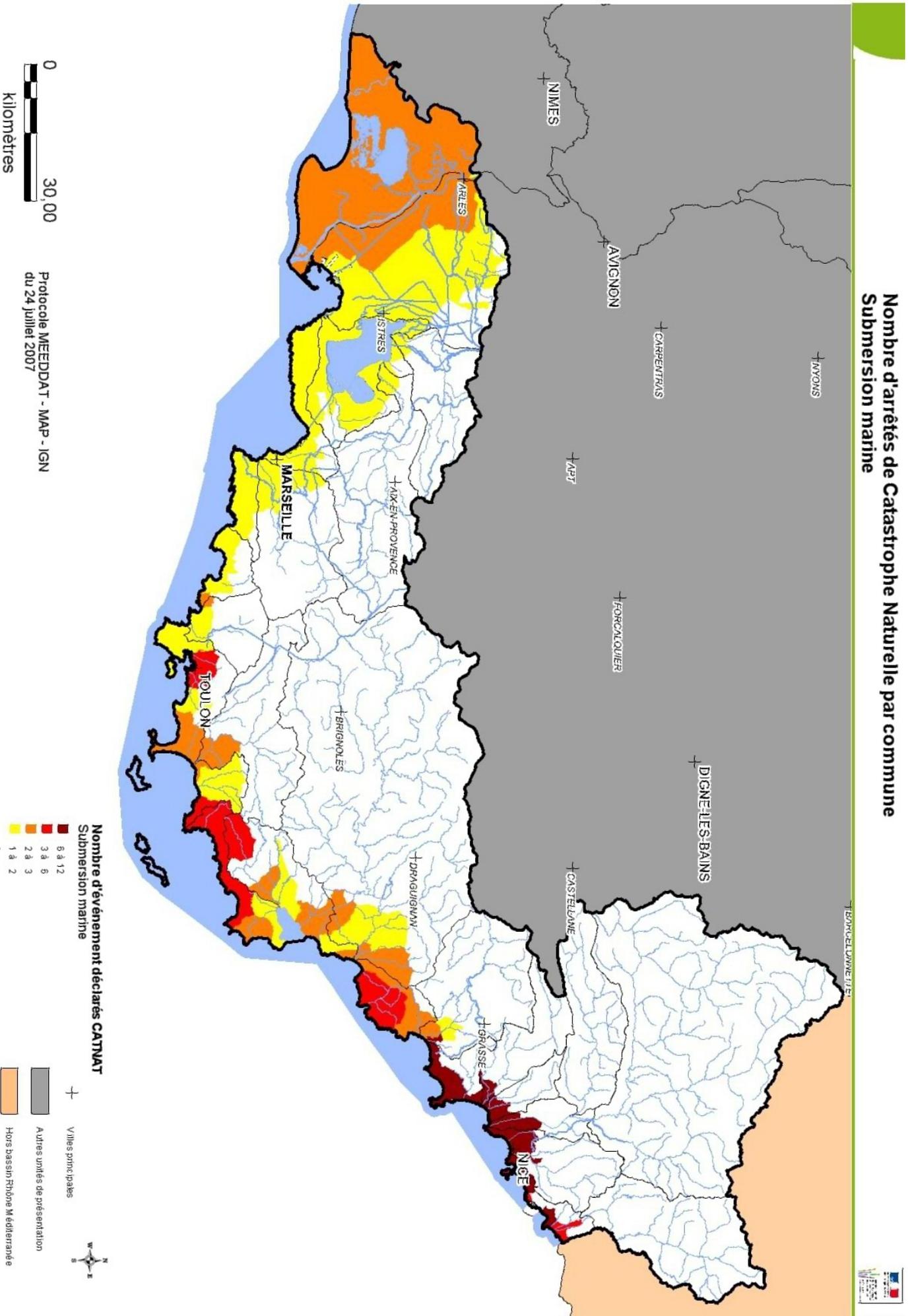
Leur origine peut être variable et on distingue dans le Golfe du Lion trois différents types de tempêtes :

	Vents	Houle	Exemples	Caractéristiques
Tempêtes liées à des fronts horizontaux	Sud-Est	Sud-Est	Novembre 1982 Décembre 1997	Dépression centrée sur le Golfe de Gascogne couplée à un anticyclone en Europe centrale
Tempêtes liées à des fronts verticaux	Nord-Est	Est	Décembre 2008	Système dépressionnaire sur les Baléares Vaste anticyclone sur la Sibérie
	Est à Sud-Est	Sud-Sud-Est	Novembre 1999	Dépression sur les Baléares couplée à un anticyclone centré sur l'Irlande
Tempêtes liées à des épisodes cévenoles	Sud à Sud-Est	Secteur Sud à Sud-Est	Décembre 2003 Octobre 2009	Dépression centrée sur l'Atlantique Flux de Sud accompagné de fortes pluies

Pour plus de détails sur les phénomènes de submersions marines propres au Golfe du Lion, le lecteur pourra se reporter à la partie IX de l'EPRI sur la description des submersions marines de l'unité de présentation « Cotiers-Ouest ».

Enveloppe EAIPsm





II.1.b - Impacts potentiels sur la santé humaine

Les inondations peuvent avoir différents impacts sur la santé humaine. Les décès des personnes en représentent la forme la plus dramatique. Les noyades sont d'autant plus fréquentes que les hauteurs et les vitesses de submersion sont importantes et que les phénomènes se produisent rapidement dans un environnement où les personnes ne disposent pas d'espace refuge. Cependant, d'autres décès peuvent aussi être enregistrés, y compris lors d'inondations lentes. Ceux-ci sont souvent engendrés par des accidents liés à la situation de crise (chutes, électrocution, etc.).

Les atteintes psychologiques sont un autre impact possible. Les personnes ayant subi des inondations sont plus sujettes aux troubles du sommeil, voire aux dépressions.

Les inondations peuvent aussi conduire à des dysfonctionnements des services publics (hôpitaux, la distribution d'eau potable...) qui pourront potentiellement impacter la santé humaine.

Enfin, en post-crise, à la suite d'un événement majeur, des épidémies peuvent se déclarer, notamment à cause de l'accumulation de cadavres d'animaux qui n'auraient pu être traités à temps ou de problèmes d'assainissement.

L'impact sur la santé humaine sera évalué à partir du calcul des indicateurs population, habitat de plain-pied, hôpitaux et captages d'eau potable dans l'EAIP.

1 Population

L'analyse de la population inondable peut-être effectuée conjointement à l'aide de la carte *Population habitante dans l'EAIPsm* et de la carte *Proportion communale de la population présente dans l'EAIPsm*. Cette dernière information permet d'aborder un autre aspect de la vulnérabilité d'une population : sa capacité à se mettre hors de la zone inondable. D'une manière générale une commune présentant une population peu élevée mais entièrement concernée par la zone inondable est potentiellement isolée. Elle doit faire face, si le type d'habitats et d'infrastructure le nécessitent, à l'évacuation de toute sa population et à son relogement alors même que les moyens matériels et humains font défaut. L'assistance par la solidarité et par les services de secours est également rendue plus difficile. L'impact est donc également important même si l'enjeu est très différent d'un secteur où la population est beaucoup plus dense mais que partiellement inondée (difficultés liées à la gestion du nombre, à la vision exhaustive de population concernée etc, ...).

Le littoral PACA est fortement peuplé et urbanisé : 64 % de la population permanente de l'UP réside dans les communes qui présentent une façade maritime.

Cependant, le profil principalement rocheux des côtes de la région limite la population exposée au risque de submersion marine: 106 000 habitants sont présents dans l'EAIP submersion marine, soit 2,8 % de la population totale de l'UP et 4,3 % de la population des communes littorales.

Cinq secteurs sensibles au regard du nombre d'habitants présents dans l'EAIP submersion marine peuvent être identifiés :

- La Camargue et en particulier Arles, qui avec 12 000 habitants dans l'EAIP submersion marine se situe au premier rang des communes de l'UP pour l'indicateur population. Les trois communes de Camargue, Les-Saintes-Maries-de-la-Mer, Arles et Port-Saint-Louis-du-Rhône, comptabilisent près de 23 000 habitants dans l'EAIP submersion marine. Les communes des Saintes-Maries-de-la-Mer et de Port-Saint-Louis-du-Rhône sont les deux seules communes de l'UP dont quasiment 100 % de la population est située dans l'EAIP ;
- Les trois communes du littoral des Alpes-Maritimes, Cannes, Cagnes et Antibes, avec 15 600 habitants dans l'EAIP submersion marine ;
- Le secteur de l'étang de Berre, du Golfe de Fos et plus particulièrement les communes de Martigues, Marignane, Berre-l'étang et Fos-sur-Mer, avec 13 700 habitants dans l'EAIP submersion marine.
- L'embouchure de l'Argens sur les communes de Fréjus et Saint-Raphaël avec 12 500 habitants dans l'EAIP submersion marine ;
- Toulon, la Seyne-sur-Mer: 7 900 habitants dans l'EAIP submersion marine ;
- Marseille: 7 000 habitants dans l'EAIP submersion marine.

La densité de la population sur le littoral PACA est la plus élevée de l'ensemble des régions littorales français,

726 hab/km² en 2006 (tableau ci-dessous). Elle dépasse même les 2 000 hab/km² sur le littoral des Alpes-Maritimes. La population est en progression constante depuis 1968 et 555 000 habitants supplémentaires sont attendus sur le littoral PACA en 2040⁴.

	1968	1982	1990	1999	2006
Nord-Pas de Calais	586	654	647	657	648
Haute-Normandie	660	658	654	644	624
Basse-Normandie	166	178	188	193	197
Façade Manche-Mer du Nord	332	351	354	356	353
Bretagne	200	215	221	229	238
Pays de la Loire	157	176	185	201	218
Poitou-Charentes	197	214	220	238	251
Aquitaine	63	74	81	91	100
Façade Atlantique	153	167	174	184	194
Languedoc-Roussillon	132	161	192	219	247
PACA	589	668	677	692	726
Corse	40	51	55	56	63
Façade Méditerranée	276	317	328	339	361
Littoral	224	250	258	268	281

Tableau 1: densité de population sur le littoral français

Les données de population de cette évaluation rendent compte de la population permanente. Compte tenu de l'importance de l'activité touristique sur le littoral PACA, il convient de préciser que certaines communes peuvent voir leur population multipliée par dix pendant la période estivale. La totalité des communes du littoral entre Marseille et Menton présentent une capacité d'accueil très importante qui est supérieure à 100 000 personnes pour Cannes et Nice par exemple. L'impact direct ou indirect d'une inondation par submersion marine sur cette population ne peut donc pas être négligé.

Si la méthode met bien en évidence l'exposition aux risques de secteurs à forte concentration d'enjeux, il convient également de mentionner qu'elle occulte des communes très exposées mais plus rurales. Pour les territoires de montagne moins urbanisés soumis à des crues torrentielles, l'urbanisation grandissante des fonds de vallée et des cônes de déjection rend aujourd'hui de nombreux sites particulièrement vulnérables à ces phénomènes.

2 Bâtiments

La représentation de l'indicateur *Emprise des bâtiments sans étage* est un autre critère utile à l'analyse de la vulnérabilité des personnes. La présence d'un étage constitue une zone refuge qui permet la sauvegarde des biens et des personnes, particulièrement utile lorsque les crues sont rapides. Par ailleurs, les constructions inondées qui en sont dépourvues sont plus difficiles à réintégrer par leurs occupants, qui doivent assurer la remise en état du rez-de-chaussée avant tout relogement.

En ce qui concerne l'indicateur « surface de bâtiments d'habitations en RDC », seules 7 communes ont une valeur de cet indicateur supérieure à 20 000 m² (voir tableau). Les trois premières communes de ce classement sont celles de Camargue, elles totalisent 61 % de la surface totale de bâtiments d'habitation en RDC situés dans l'EAIP submersion marine.

Communes	Surface habitat de plein pied (m ²)
Arles	273 000
Saintes-Maries-de-la-Mer	129 000
Port-Saint-Louis-du-Rhône	69 000
Fos-sur-Mer	51 540
Marignane	37 000
Hyères	35 000
Berre-l'Etang	29 000

4 Observatoire du littoral www.littoral.ifen.fr

3 Établissements hospitaliers

L'indicateur *Etablissements hospitaliers dans EAIPsm* précise la vulnérabilité d'un territoire par la mise en danger d'une population très sensible qu'il est difficile d'évacuer et dont le maintien de la continuité des réseaux vitaux doit être garanti (électricité, eau potable, transports,...). Seuls les établissements assurant les soins et l'hébergement ou les soins seulement sont représentés par cet indicateur tels que les hôpitaux (hôpital, CHU, hôpital militaire, clinique) et les établissements hospitaliers (sanatorium, hospice, centre de soins, dispensaire, hôpital de jour, hôpital psychiatrique, etc.).

Dix hôpitaux ou cliniques ont été recensés dans l'EAIP submersion marine, dont quatre sur les communes de Ports-Saint-Louis et Hyères (tableau).

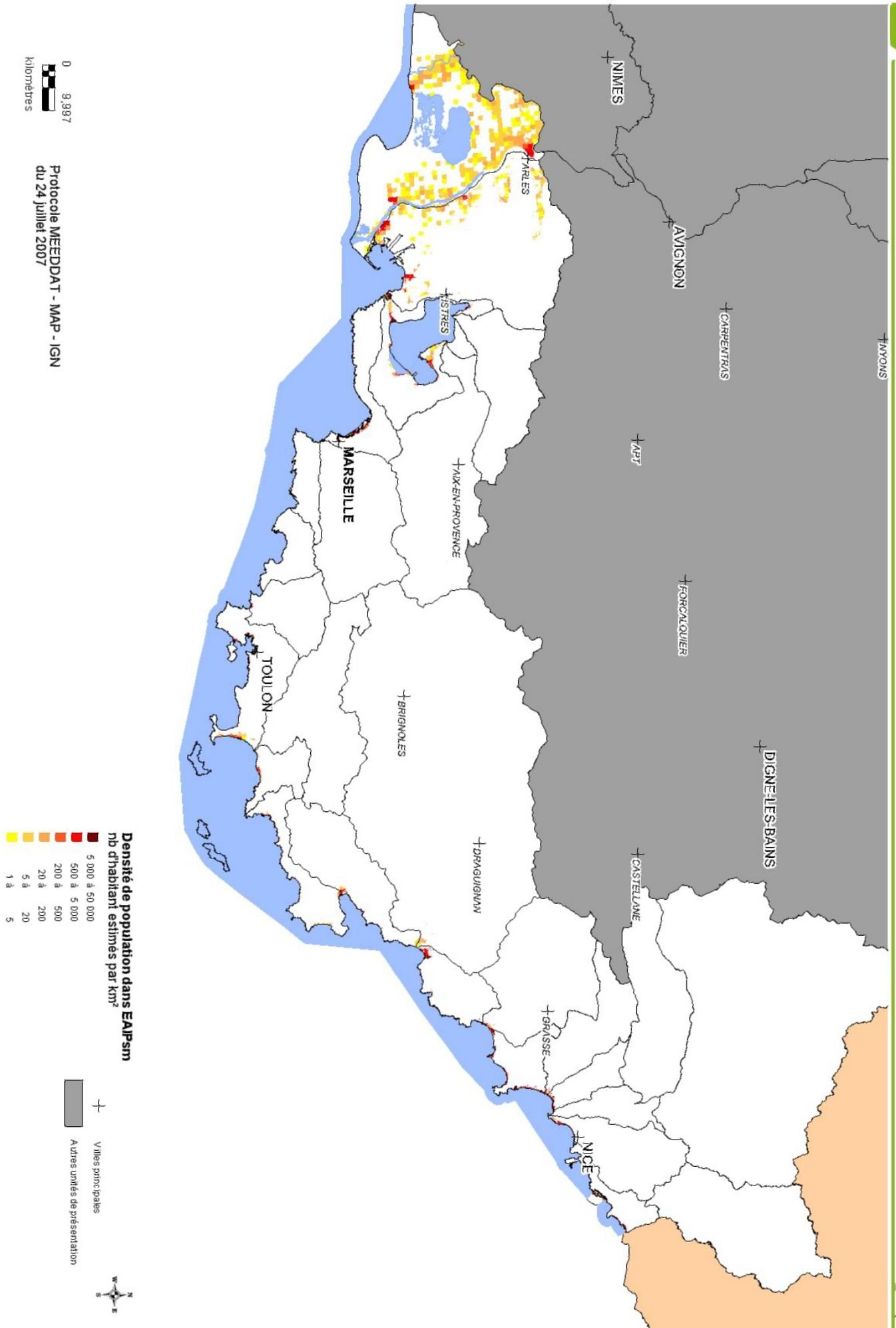
Communes	Nombre d'hôpitaux
Port-Saint-Louis-du-Rhône	2
Hyères	2
Fos-sur-Mer	1
Fréjus	1
Martigues	1
Marseille	1
Port-de-Bouc	1
Vallauris	1

L'analyse de l'indicateur « captage dans l'EAIP » permet de compléter l'évaluation des impacts des inondations potentielles sur la santé humaine. Trois captages sont situés dans l'EAIP submersion marine. Le plus important est le captage de la Pissarote situé sur la nappe de la Crau, qui permet d'alimenter en eau potable la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône.

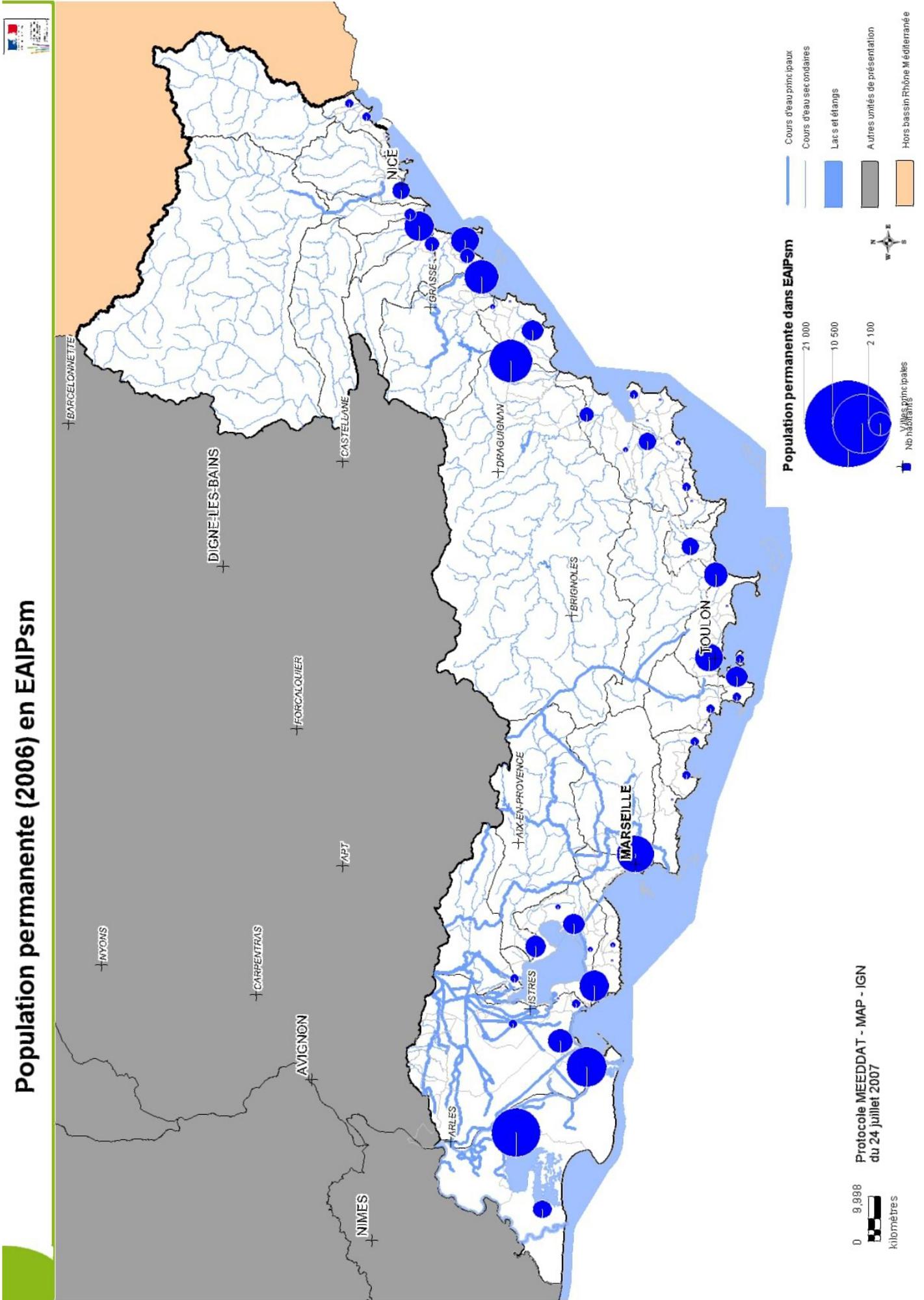
4 Alimentation en Eau Potable

L'indicateur relatif *aux captages d'eau potable situés en zone d'EAIPsm* permet d'identifier les secteurs où la disponibilité de l'eau potable pourrait être rendue difficile, à priori. En période d'inondation, le risque principal est l'arrêt de fonctionnement des équipements d'adduction et de traitement qui ne permettrait plus de garantir la qualité de l'eau, pouvant conduire alors à une interdiction provisoire de sa consommation.

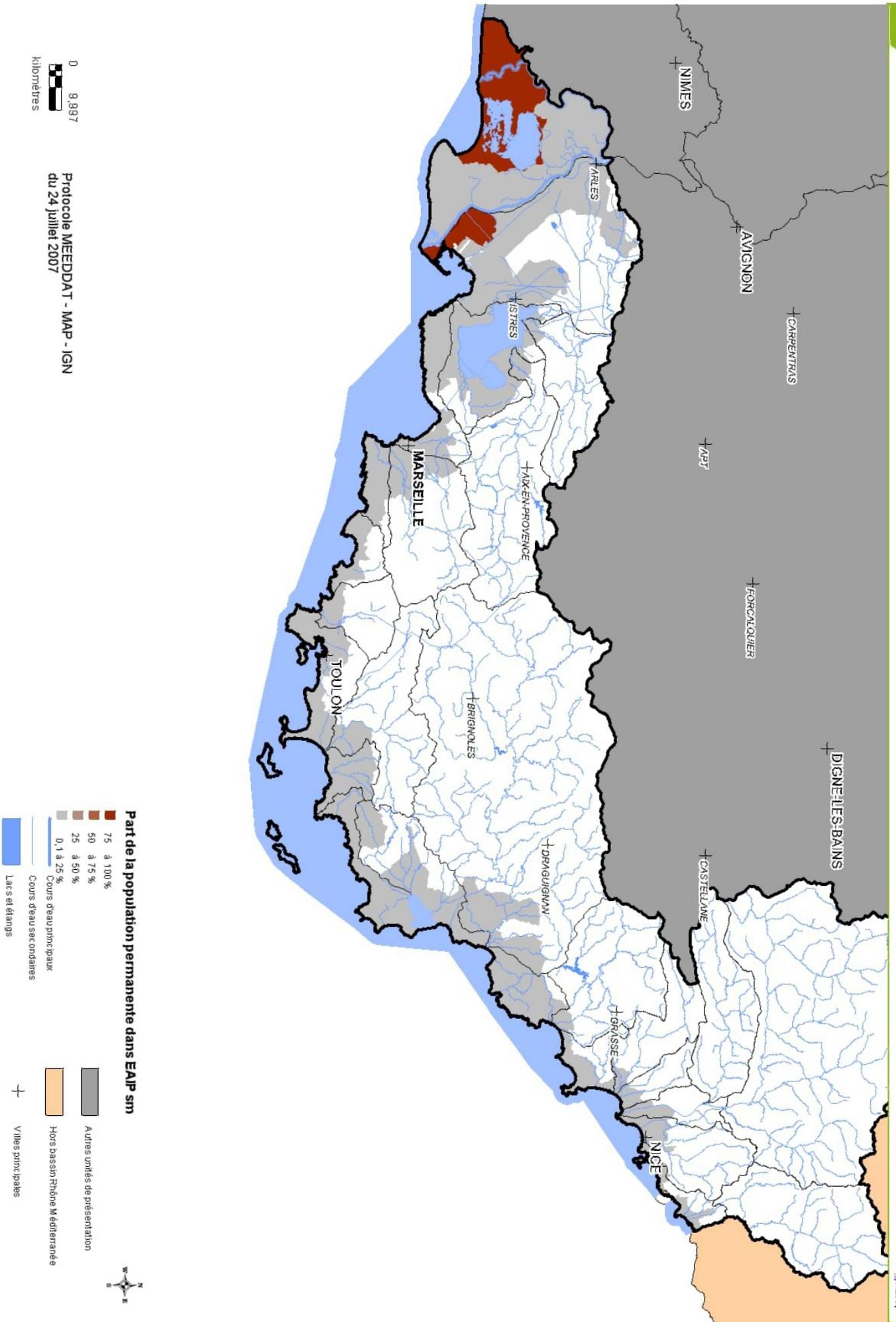
Densité de population estimée (hab/km²) dans l'EAIP sm



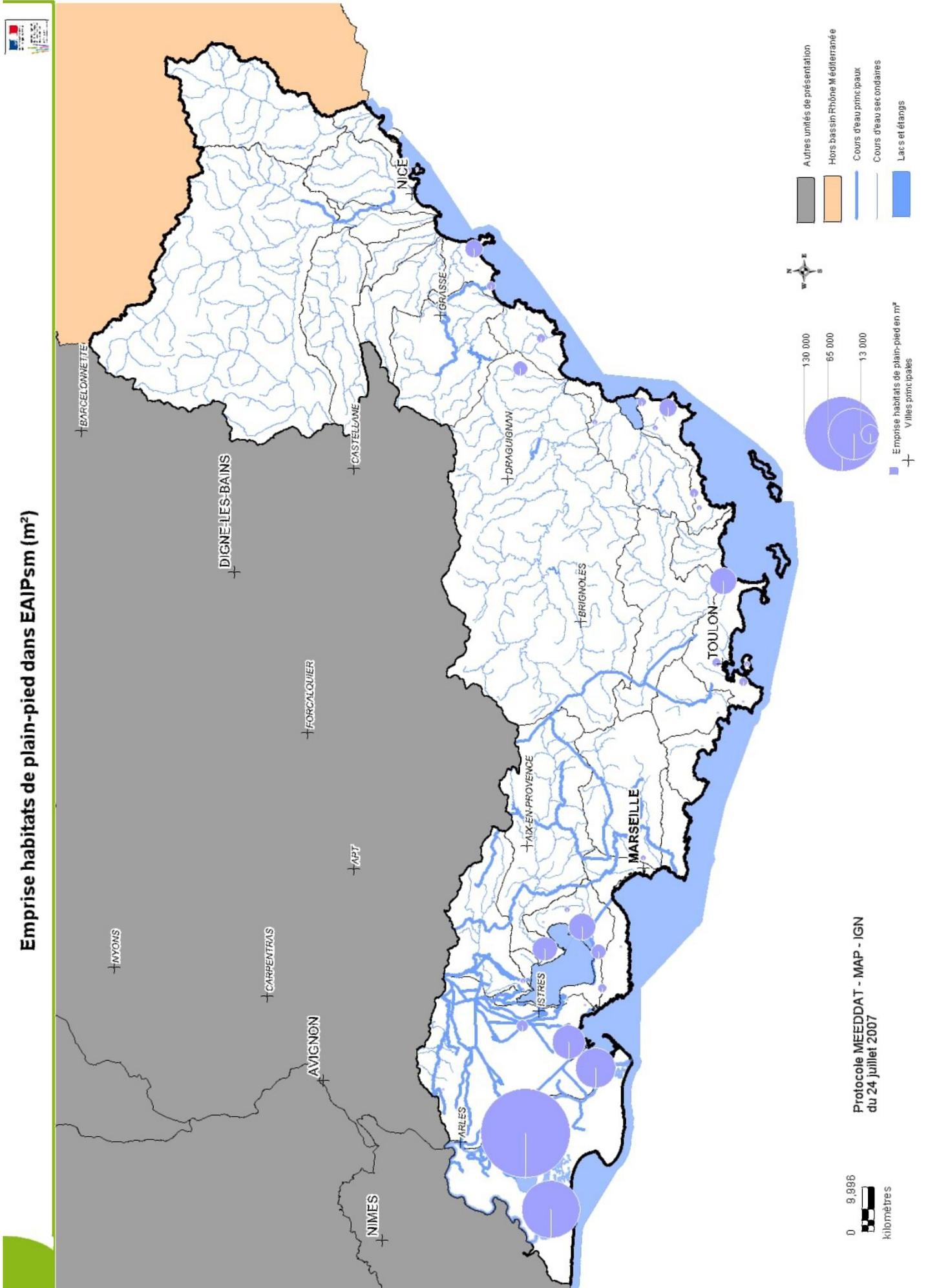
Population permanente (2006) en EAIPsm



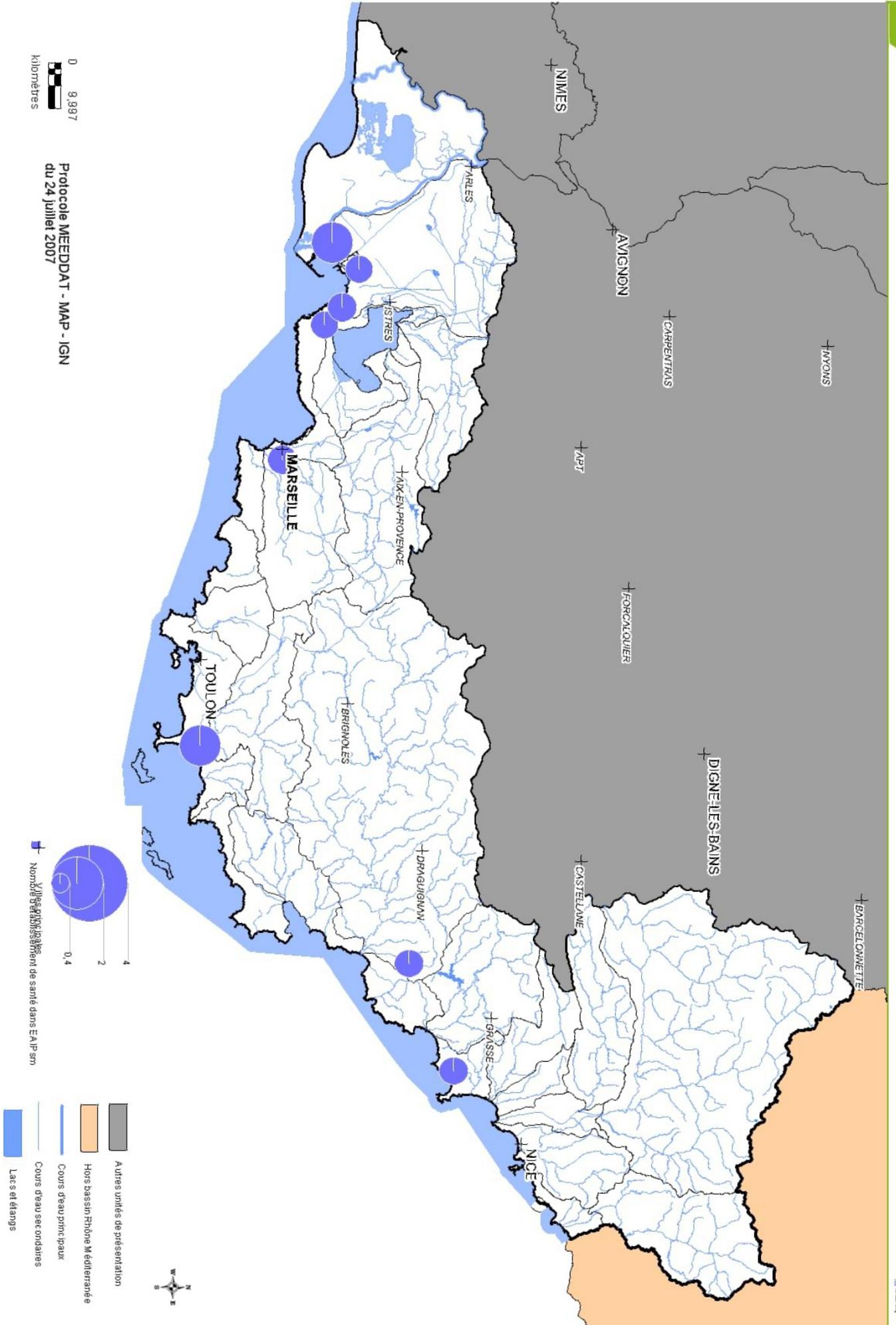
Proportion de Population permanente dans l'EAIP sm



Emprise habitats de plain-pied dans EAIPsm (m²)

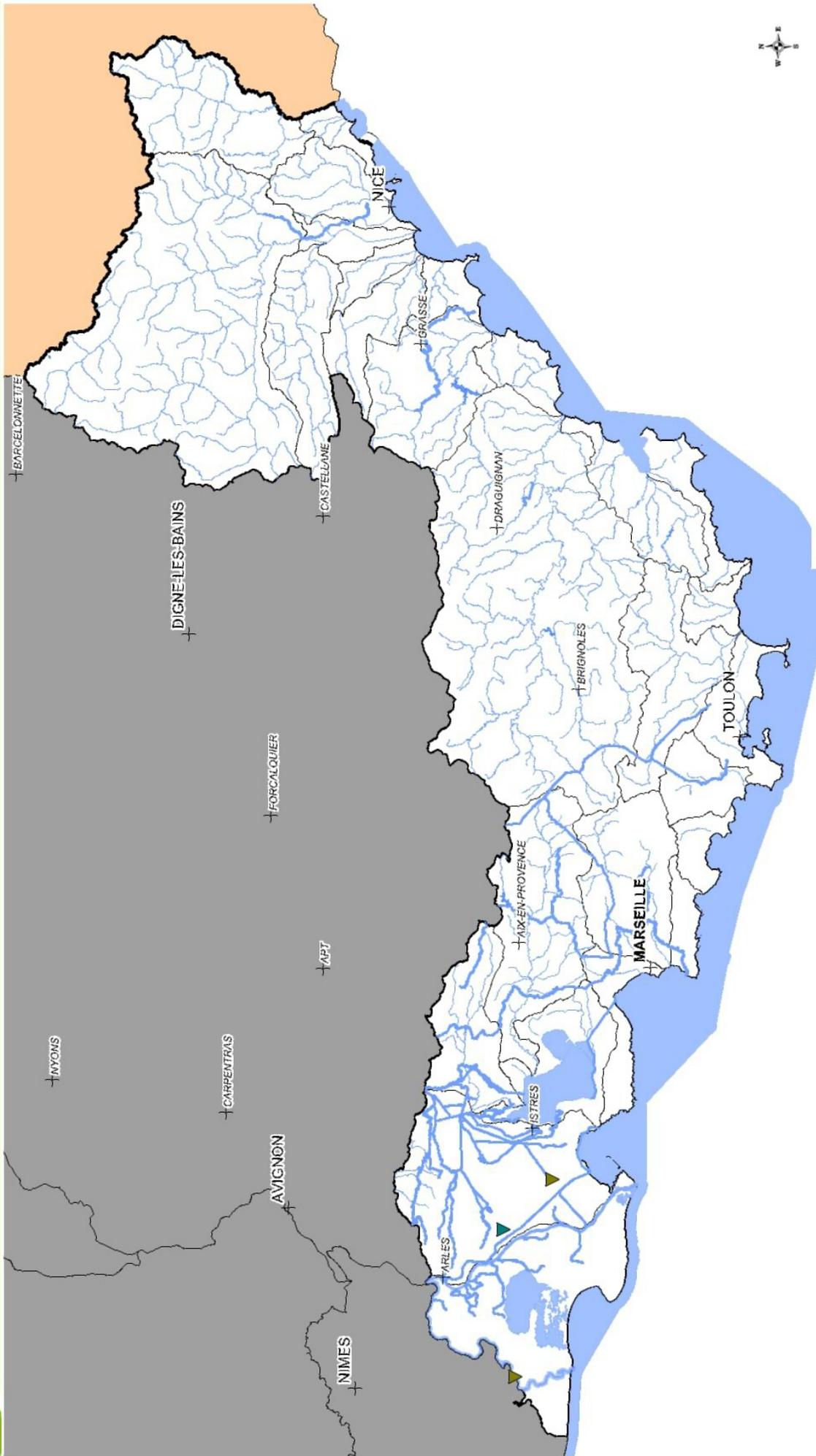


Nombre d'établissement de santé dans EALPsm



Protocole MEEDDAT - MAP - IGN
du 24 juillet 2007

Captages d'eau potable dans EAIPsm



Captages d'eau potable dans EAIPsm

- ▲ Débit moyen annuel supérieur à 20 000m³/j
- ▲ Débit moyen annuel supérieur à 5 000 m³/j
- ▲ Débit moyen annuel supérieur à 2 000 m³/j
- ▲ Débit moyen annuel supérieur à 100 m³/j
- ▲ Débit moyen annuel inférieur à 100m³/j
- + Villes principales

Autres unités de présentation

- Hors bassin Rhône Méditerranée
- Cours d'eau principaux
- Cours d'eau secondaires
- Lacs et étangs

Protocole MEEDDAT - MAP - IGN
du 24 juillet 2007

0 9,999
kilomètres

II.1.c - Impacts potentiels sur l'économie

Les inondations peuvent avoir des impacts négatifs sur différents types d'enjeux liés à l'économie :

- l'ensemble des biens (privés ou publics) en zone inondable peut être atteint directement ;
- les réseaux (de transport, d'énergie, de télécommunication, d'eau...), au-delà de leur vulnérabilité physique à l'inondation, sont le plus souvent fortement vulnérables étant donnée leur interdépendance ;
- l'activité économique, dont l'agriculture, peut être particulièrement vulnérable aux inondations. On peut sans être exhaustif citer les différents types d'impacts suivants :
 - pour les activités situées dans les zones inondées : impacts sur les bâtiments, le matériel, les produits stockés, les cultures, qui peuvent conduire à des pertes directes et des pertes d'exploitation ;
 - pour l'ensemble des activités : rupture d'activité potentielle suite à la rupture ou au dysfonctionnement des réseaux, à l'indisponibilité des personnels inondés, au défaut de fonctionnement d'un fournisseur inondé, ...

La vulnérabilité des activités dépend également de leur couverture assurantielle, variable selon les différents types de dommages.

L'évaluation de ces impacts potentiels est donc particulièrement complexe étant données ces différentes natures d'atteintes.

Arles, Marseille et surtout Fos-sur-Mer, sont les trois communes de l'UP qui présentent les valeurs les plus élevées de l'indicateur «surface de bâtiments d'activité dans l'EAIP submersion marine ».

Les communes riveraines du golfe de Fos et de l'étang de Berre présentent en effet une densité d'installations industrielles très importante. Le raffinage pétrolier, la pétrochimie, la production d'énergie, la sidérurgie et l'aéronautique constituent les activités dominantes du complexe industriel qui s'est développé entre la plaine de la Crau et l'étang de Berre à partir des années soixante. L'ensemble de ces industries lourdes s'appuie sur les installations portuaires du port de Marseille, premier port de Méditerranée.

Ce centre industriel d'importance nationale est connecté à un réseau routier et ferroviaire qui est présent lui aussi pour partie dans l'EAIP submersion marine et qui constitue un élément supplémentaire de vulnérabilité pour l'activité économique de ce territoire.

Les projets de développement du site industrialo-portuaire de Fos permettront, dans les années qui viennent, d'améliorer le traitement industrialisé en grande masse des conteneurs, afin que la France conserve sur sa façade méditerranéenne, un port d'envergure internationale. Ainsi sur la lancée de « Fos 2XL », l'aménagement d'un nouveau terminal « Fos 3XL » doit être engagé. Il se concrétisera par la construction de 700 ml de quai, le dragage du fond de la darse, l'aménagement de 40 hectares de terre-pleins et la réalisation des ouvrages de desserte routière et ferroviaire du terminal⁵

En ce qui concerne les infrastructures aéroportuaires, les trois aéroports principaux de l'UP (Marseille, Toulon et Nice) présentent la particularité d'être tous les trois dans l'EAIP. L'aéroport de Nice Côte d'Azur situé à l'embouchure du Var est le 3ème aéroport français.

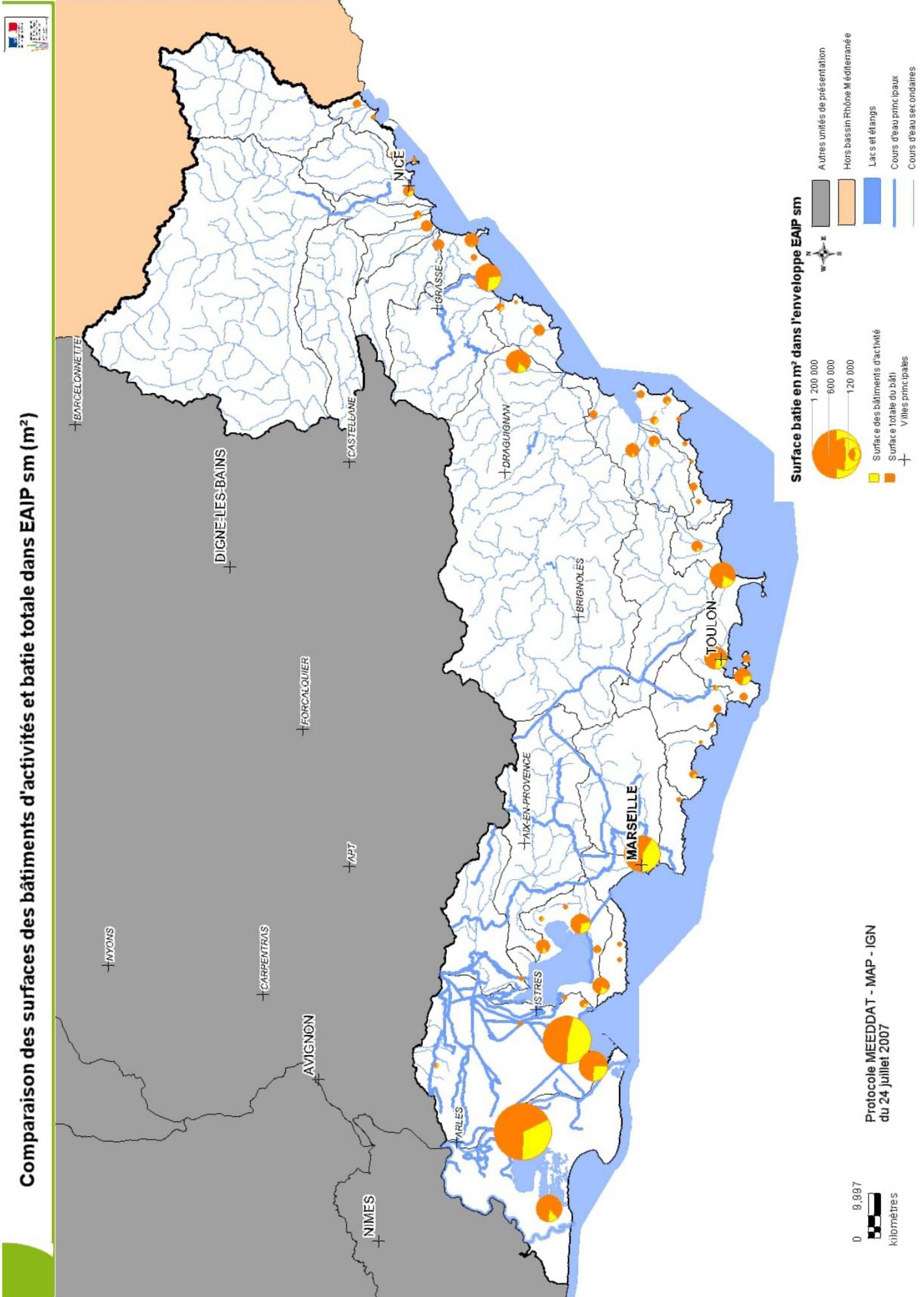
L'activité touristique qui représente 12% du PIB régional⁶ est l'activité dominante sur une grande partie du littoral PACA. De nombreux équipements, installations et bâtiments implantés sur la côte et donc potentiellement vulnérables à une submersion marine permettent d'accueillir cette population estivale. Le littoral PACA comporte en particulier 130 ports de plaisance ce qui correspond à environ 57 000 anneaux.

Les emplois liés à l'industrie ou au tourisme sont dominants sur le littoral. C'est donc fort logiquement que le secteur de Marseille / Fos et les communes littorales situées entre Fréjus et Nice se distinguent par le nombre important d'employés dans l'EAIP submersion marine.

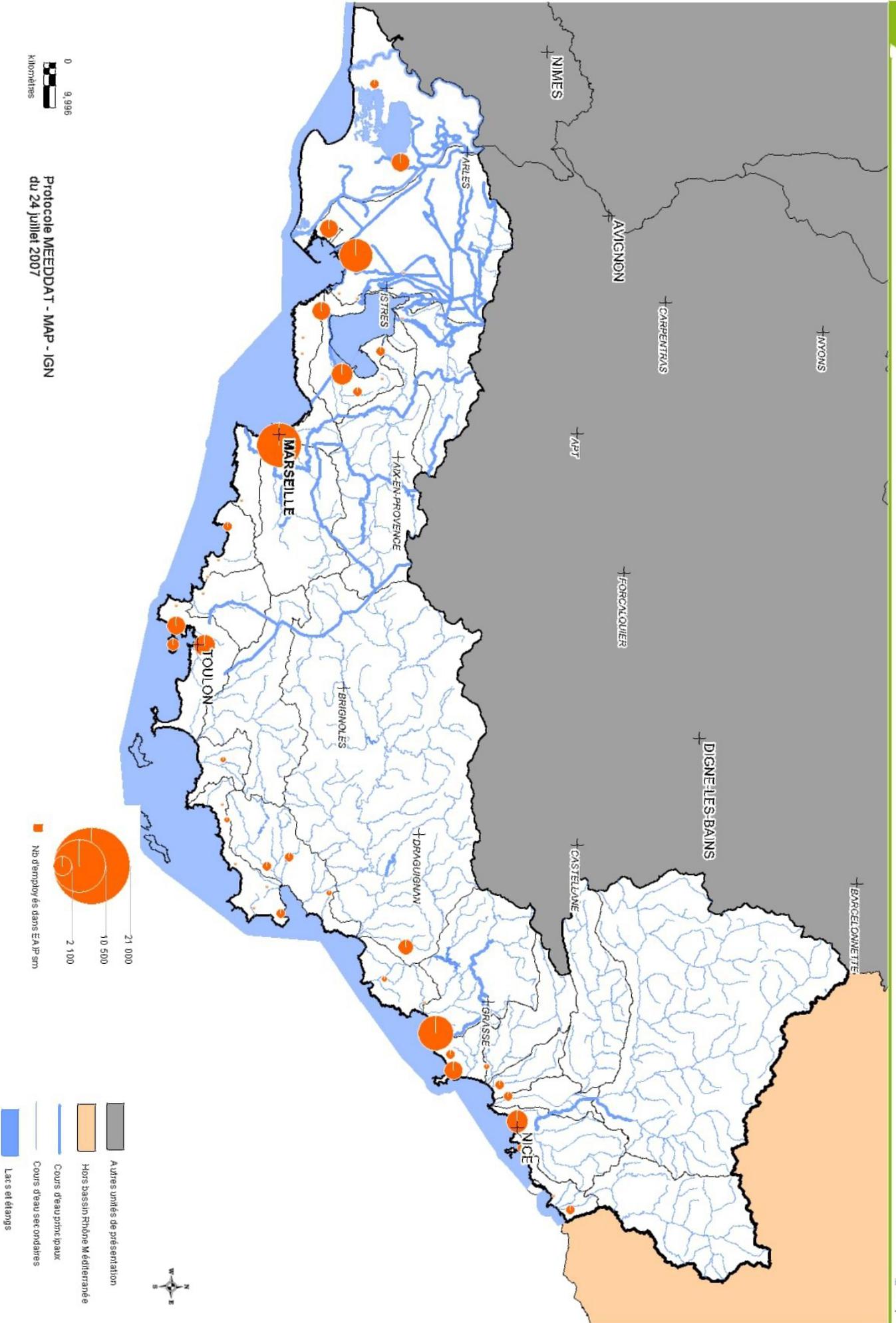
⁵ CPER 2007-2013 <http://www.regionpaca.fr/uploads/media/cper-paca-2007-2013.pdf>

⁶ Préfecture de région PACA <http://www.paca.pref.gouv.fr/L-Etat-et-les-territoires/Tourisme>

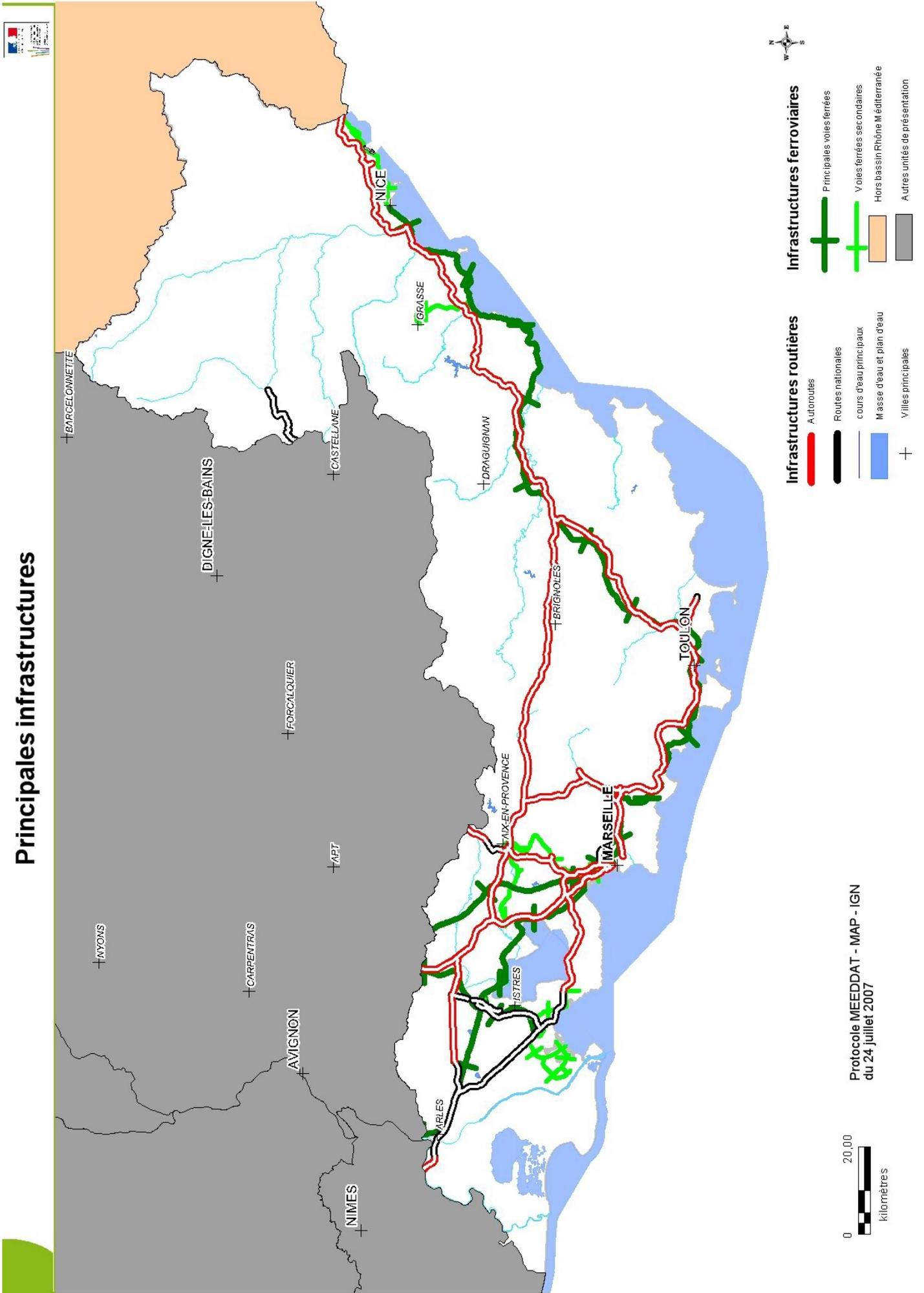
Comparaison des surfaces des bâtiments d'activités et batié totale dans EAIP sm (m²)



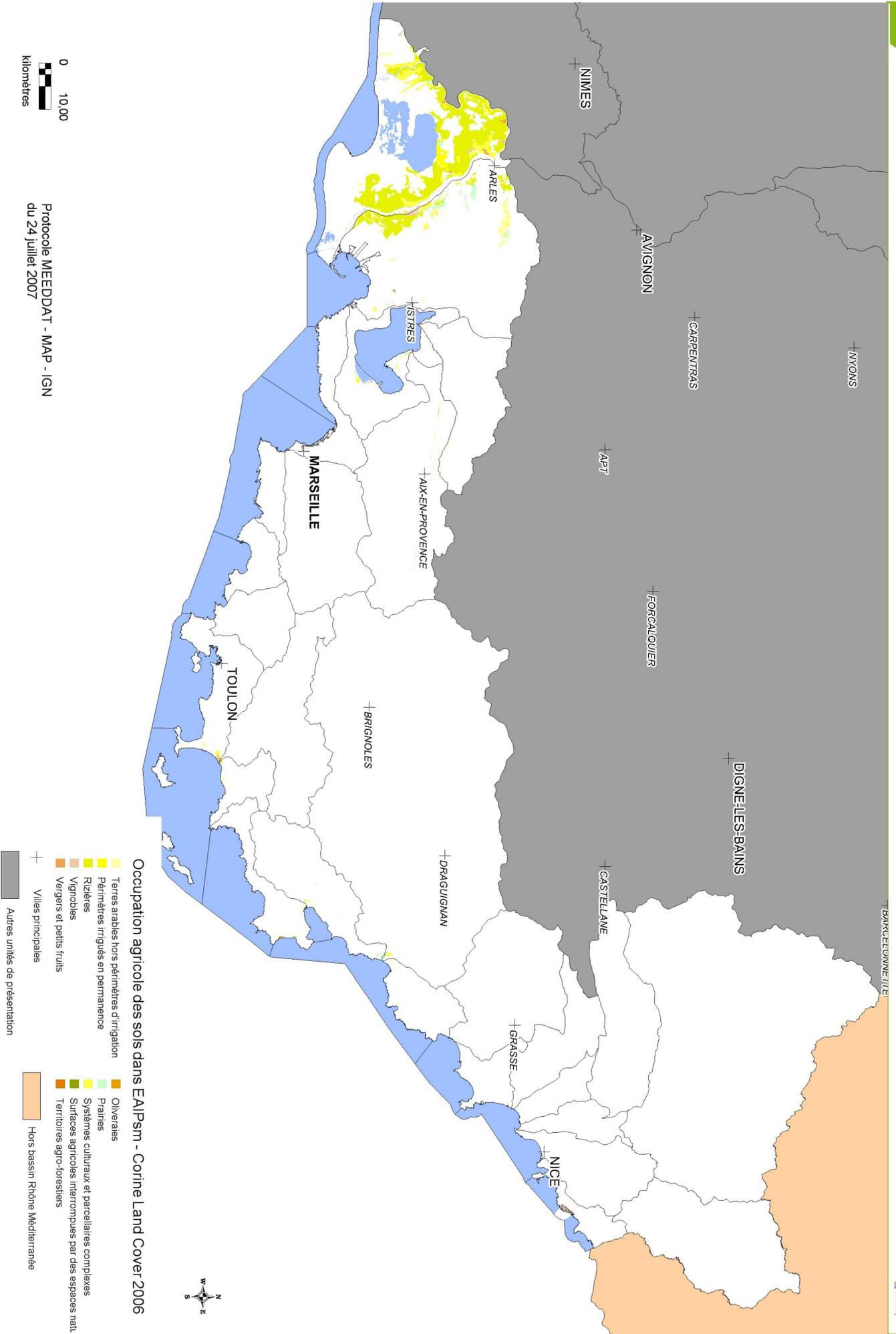
Nombre d'emplois dans EALPsm



Principales infrastructures



Occupation agricole des sols dans l'EALPsm



II.1.d - Impacts potentiels sur l'environnement

La prise en compte des enjeux environnementaux dans un diagnostic de risque est un élément nouveau apporté par la directive inondation. L'objectif est, d'une part, d'identifier les secteurs remarquables à préserver, pour certains directement inféodés à l'écosystème aquatique ; et, d'autre part, de localiser les secteurs où de tels milieux sont vulnérables, car exposés à l'aval, à des sources potentielles de pollution que pourrait véhiculer la crue.

Dans le premier cas, l'impact des inondations est à considérer comme positif : les crues assurent la bonne dynamique des milieux au sens large. Dans le second cas, les inondations sont des vecteurs d'éléments polluants qu'ils soient physiques (objets de toute nature et toute dimension captés et transportés par l'inondation) ou chimique (issus des produits stockés ou fabriqués par les particuliers et les entreprises). Ces éléments polluants sont non seulement un facteur supplémentaire de dangerosité direct ou indirect pour la population, mais ils peuvent aussi contribuer à la diminution de la richesse environnementale d'un territoire protégé par des Directives Européennes et des lois nationales spécifiques.

1 Les milieux naturels

Pour agir envers la préservation des milieux, il faudra donc travailler, au-delà des limites géographiques de ces zones d'enjeux, à la limitation des zones de pollution potentielles dans l'EAIP, étant entendu que la qualité de certains milieux est étroitement liée à leur inondabilité qu'il faut maintenir. Les lits majeurs et en particulier, les zones humides sont souvent des sites d'intérêt écologique fort et sont des milieux de vie remarquables pour leur biodiversité.

Les sites Natura 2000 sont des sites naturels, terrestres et aquatiques, identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces de la flore et de la faune sauvage et des milieux naturels qu'ils abritent. Le classement de ces sites vise à assurer la survie à long terme des espèces et des habitats naturels particulièrement menacés. Les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) sont des secteurs recensés qui présentent de fortes capacités biologiques et un bon état de conservation. Au-delà de l'intérêt écologique immédiat souvent en lien direct avec la rivière, ces secteurs préservés assurent également de fait la fonction de champ d'expansion de crues, dans la mesure où il s'agit de secteurs pas ou faiblement urbanisés. L'inondation de ces secteurs participe au fonctionnement naturel des sites ; en revanche, si celle-ci apporte une pollution importante provenant de l'amont, des effets irréversibles peuvent impacter la qualité de ces milieux.

Les zones basses littorales ou les estuaires peuvent abriter, lorsque leur caractère naturel a été préservé, des zones humides où les échanges continus entre eaux douces et marines induisent une grande diversité de milieux. On distinguera sur le littoral PACA quatre secteurs d'une grande richesse environnementale et susceptibles d'être affectés par une submersion marine.

- Le delta du Rhône est le seul delta de France, il possède des milieux (steppes salées, lagunes, marais...) rarement rencontrés ailleurs sur une telle étendue, jouant ainsi un rôle de refuge pour de nombreuses espèces rares de plantes et d'animaux. Placé sur le trajet des grandes migrations Nord/Sud, il constitue un site d'alimentation et de repos pour d'innombrables oiseaux¹. Un grand nombre d'outils de gestion, de dispositifs réglementaires de protection ou d'amélioration de la connaissance, tels que ZNIEFF, réserves naturelles, sites classés, réserves de biosphère, site NATURA 2000, etc., s'appliquent sur le territoire de Camargue ;
- La presqu'île de Giens et son double tombolo qui enserme entre ses deux cordons dunaires, l'étang et les salins des Pesquiers ;
- L'embouchure de l'Argens, en particulier les étangs de Villepey ;
- Les marais et zones humides liés à l'étang de Berre (marais de la Touloubre, cordon du Jaï et Palun de Marignane, Salines de Berre).

L'impact d'une submersion marine sur les milieux naturels du littoral peut prendre plusieurs formes. L'action directe de la mer peut provoquer tout d'abord une rupture de cordons dunaires ou d'ouvrages de protection et induire par la suite, du fait des entrées massives d'eau de mer, une modification de la salinité des zones humides. Dans le cas de la Camargue les échanges entre les zones humides, la mer et le fleuve sont maîtrisés par l'homme. L'île de Camargue est protégée des eaux du Rhône et de la mer par un système de digues, mais

pour les besoins de l'agriculture (riziculture) et de la saliculture le delta reçoit 400 millions de m³ d'eau douce et 125 millions de m³ d'eau de mer entre avril et septembre. Durant l'hiver, rizières et salins sont mis à sec. L'hydrologie actuelle du delta est donc complètement inversée, une inondation par submersion pourrait donc rompre cet équilibre⁷.

2 Les sources de pollution potentielles

La carte « Sites polluants et zones naturelles » synthétise ces données en localisant les sources potentielles de pollutions importantes et les zones naturelles potentiellement réceptrices de ces pollutions.

Comme source de pollutions dans l'EAIPsm figurent sur cette carte les stations d'épuration (STEP) d'une capacité supérieure à 200 EH et les IPPC. Pour ces dernières, il s'agit d'installations ayant fait l'objet d'une autorisation spécifique en conformité avec la directive 2008/1/CE relative à la prévention et à la réduction intégrée de la pollution (directive IPPC). Cette directive vise à minimiser la pollution émanant de ces différentes sources industrielles en ayant, notamment, recours aux meilleures techniques disponibles (définition précisée dans la Directive). Les installations situées dans l'EAIPsm pourraient potentiellement engendrer une pollution importante immédiate ou différée sur l'environnement en cas d'inondation. De même, les stations d'épuration situées dans l'EAIPsm peuvent potentiellement être hors d'usage, en cas d'inondation extrême. Il existe alors un risque de rejet direct dans le milieu et par conséquent une pollution importante de celui-ci vers l'aval, pendant l'événement mais également après, parfois de manière prolongée. Comme pour les autres indicateurs, cette analyse exclue toute examen spécifique de la vulnérabilité des équipements considérés aux inondations.

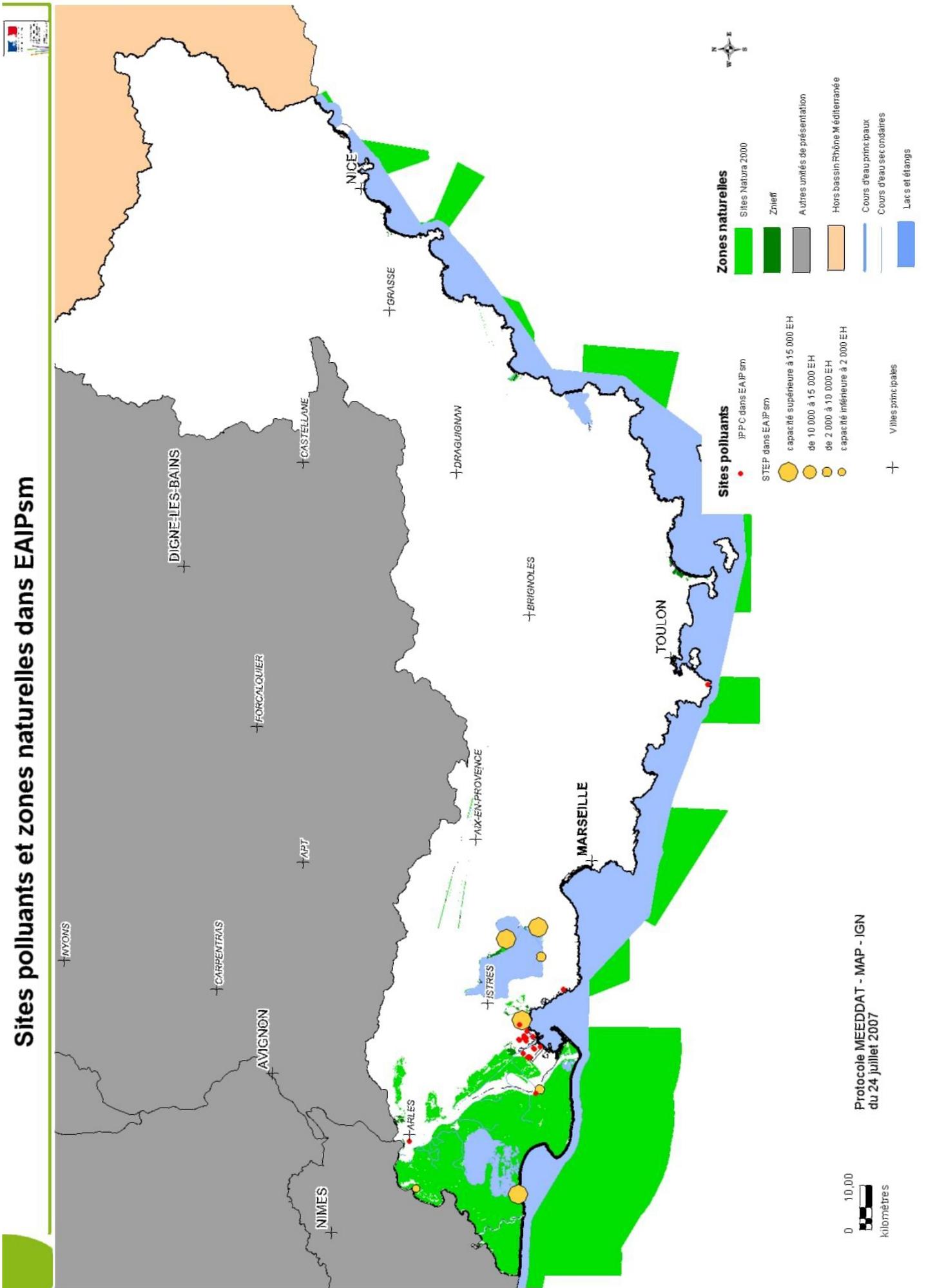
L'impact peut être ensuite indirect, l'inondation de zones urbanisées ou de sites industriels du littoral pouvant engendrer une pollution du milieu naturel.

Dans la zone Fos-sur-Mer et de l'étang de Berre, pas moins de 18 établissements situés dans l'EAIP submersion marine sont classés SEVESO ou relèvent de la Directive IPPC. Cette densité exceptionnelle constitue une source potentielle de pollution pour les milieux naturels limitrophes.

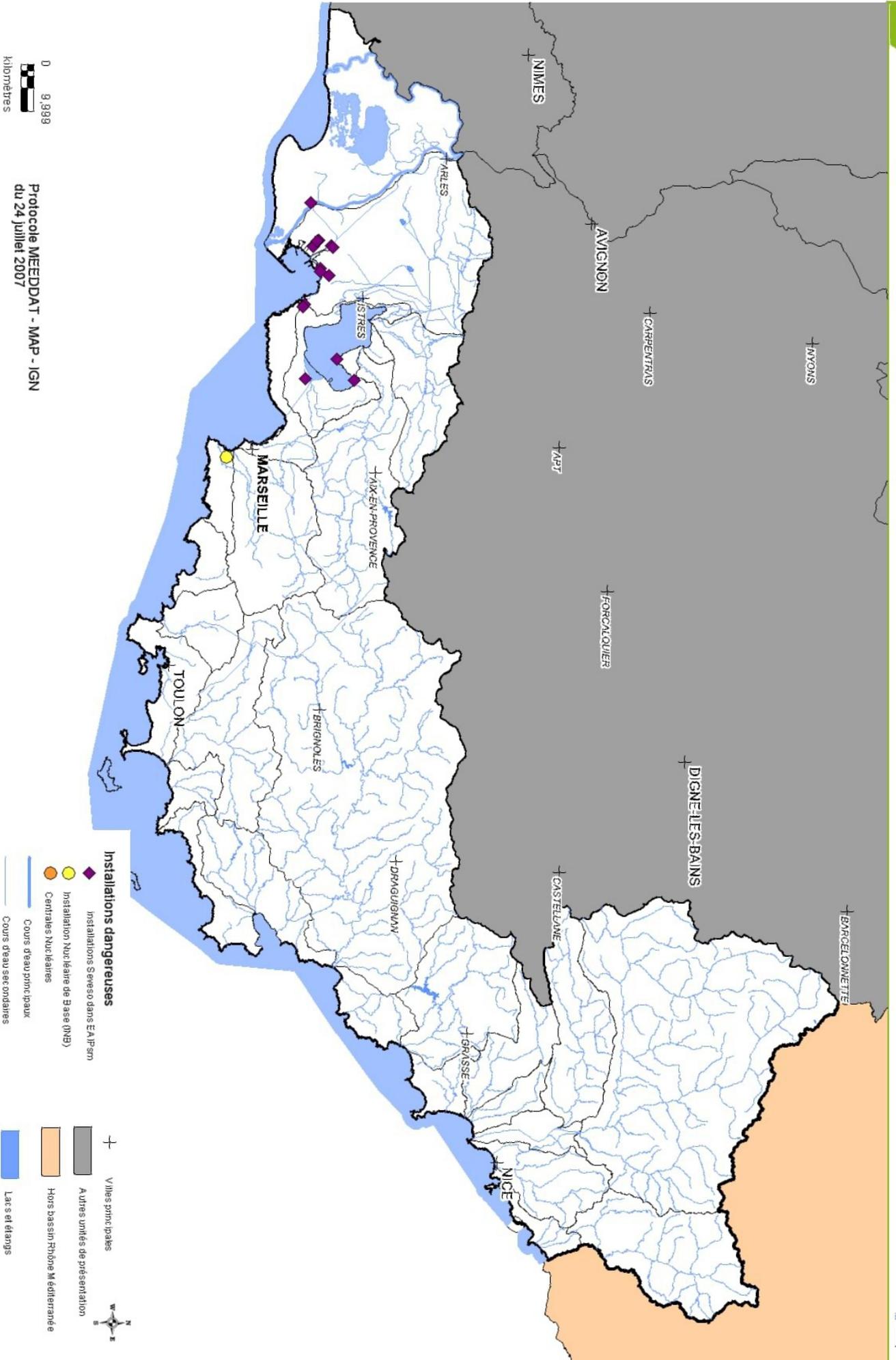
Les stations d'épuration sont également des installations susceptibles de générer une pollution sur les milieux en cas d'inondation; les trois stations les plus importantes situées dans l'EAIP submersion marine sont celles de Nice (623 000 éq/hab), du Reyran (167 000 éq/hab) et de Cagnes (130 000 éq/hab).

⁷ <http://www.parc-camargue.fr>

Sites polluants et zones naturelles dans EAIPsm



Installations dangereuses



II.1.e - Impacts potentiels sur le patrimoine

Le patrimoine recouvre le patrimoine culturel (qu'il soit matériel ou immatériel : patrimoine bâti, collections des musées, ...) ou naturel (flaure et faune). Les impacts potentiels des inondations sur ce patrimoine doivent être anticipés, car ce sont des biens irremplaçables.

La vulnérabilité aux inondations du patrimoine naturel est examinée au titre des impacts potentiels sur l'environnement. La vulnérabilité du patrimoine culturel est approchée pour l'EPRI à travers la carte ci-dessous.

Cet indicateur ne concerne que le patrimoine culturel (bâtiments inscrits et classés, musées et collections, châteaux, bâtiment religieux). Cette identification est importante dans la mesure où ce sont des biens irremplaçables. L'analyse s'effectue relativement à la surface en rez-de-chaussée inclut dans l'EAIP. Mais, en particulier pour cet indicateur, au-delà de la position en plan dans l'EAIP, c'est la vulnérabilité des enjeux – notion trop précise pour être abordée à cette échelle pour cet indicateur– qui est primordiale (implantation hors d'eau par surélévation notamment).

A noter qu'une grande partie de l'identité culturelle et architecturale est également liée au petit patrimoine non protégé, qui n'a pas été analysée faute de données exhaustives.

Sur l'unité de présentation « littoral PACA », huit musées ont été comptabilisés dans l'EAIP submersion marine, ils sont référencés dans le tableau ci-dessous.

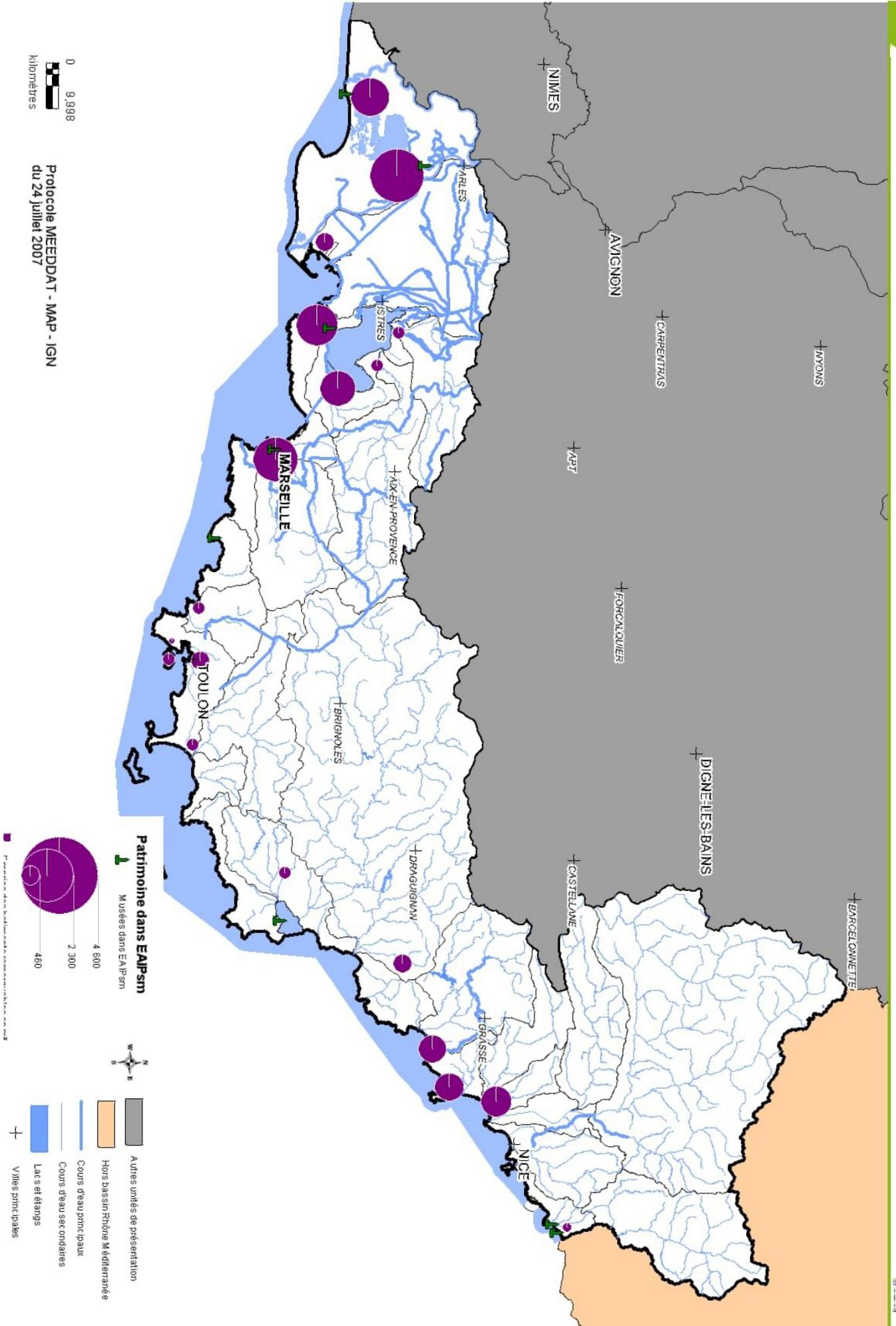
Musée	Commune
Musée des Beaux-Arts	Menton
Musée Jean Cocteau	Menton
Musée de la Mode	Marseille
Musée Camarguais d'Arles	Arles
Musée Baroncelli	Saintes-Marie-de-la-Mer
Musée Ziem de Martigues	Martigues
Musée Ciotaden	La Ciotat
Musée de l'Annonciade	Saint-Tropez

En ce qui concerne les bâtiments remarquables, les villes d'Arles, Marseille, Martigues et des Saintes-Marie-de-la-Mer ont une surface de bâtiments remarquables situés dans l'EAIP submersion marine comprise entre 2 000 et 4 000 m².

La ville des Saintes-Marie-de-la-Mer dont le territoire est totalement inclus dans l'EAIP possède un patrimoine relativement riche dont les éléments les plus remarquables sont :

- L'église fortifiée des XII^{ème} et XII^{ème} siècle ;
- Le château d'Avignon ;
- Les arènes ;
- Les cabanes de gardians.

Patrimoine dans EALPsm



qu'elles recèlent des nappes alluviales, souvent peu profondes et parfois très productives. Le plus souvent, les cours d'eau et les nappes alluviales sont en relation hydraulique (échanges nappes – rivières, un compartiment drainant l'autre, avec des inversions possibles de flux en fonction des conditions hydrologiques hautes eaux – basses eaux). Ils peuvent être le lieu de remontées d'eau souterraine jusqu'à la surface, mais il est à ce jour difficile d'apprécier l'impact de ces remontées sur les inondations proprement dites. Entre ces vallées, les massifs alpins sont constitués soit de roches carbonatées (calcaires ou dolomies) souvent lieu de phénomènes karstiques, soit de roches cristallines ou métamorphiques. Ils recèlent des ressources en eau souterraines qui peuvent se révéler conséquentes, mais qui sont susceptibles de circuler à travers des réseaux discontinus plus ou moins profonds, et qui interceptent la surface topographique via des sources. Dans ces domaines « discontinus » au sens hydrogéologique, les débordements des réservoirs peuvent entraîner des apports importants d'eau aux réseaux de surface, mais pour l'instant, il n'y a pas eu d'études traitant spécifiquement de cette problématique. Le phénomène, complexe, mériterait cependant de faire l'objet d'une attention spécifique.

- L'ouest, le centre et le sud de la région relève du domaine « pyrénéo-provençal », au sein duquel les grandes structures géologiques peuvent se révéler aussi complexes que dans le domaine alpin (dont ils constituent l'avant-pays) : les massifs carbonatés ou cristallins qui ont été chahutés par la mise en place d'abord des Pyrénées, puis des Alpes, sont parcourus de nombreux plis et accidents (failles) qui ont isolé des aquifères plus ou moins morcelés. Comme dans le domaine alpin, ces massifs sont le lieu d'écoulements souterrains parfois importants mais peu susceptibles d'intervenir dans le phénomène de remontée de nappes, sinon indirectement, soit en rechargeant par drainance les alluvions, soit en soutenant les écoulements de surface à travers les émergences (a contrario le cas d'alimentation des aquifères par des eaux de surface en période de hautes eaux est également fréquent).
- L'ouest et le sud de la région constituent également le domaine des plaines, d'origine alluviale (épandage des grands cours d'eau dans leurs lits actuels ou anciens) ou sédimentaire (dépôts de sédiments en piémont du massif alpin en surrection), qui reposent sur le domaine pyrénéo-provençal. Ces plaines sont le lieu de gisement des seuls aquifères continus de taille importante dans la région, mais recouvrent des situations contrastées. Ainsi, les plaines alluviales des grands cours d'eau actuels, notamment dans leurs cours aval, recèlent des nappes importantes et peu profondes, qui, dans les secteurs où elles ne sont pas recouvertes par des formations imperméables, sont susceptibles de contribuer aux phénomènes d'inondation. Il faut cependant préciser que leur extension somme toute réduite (si on les compare aux surfaces en jeu dans les grands bassins sédimentaires) et les conditions hydroclimatiques du domaine méditerranéen (précipitations intenses mais relativement brèves, régimes torrentiels des cours d'eau dans leurs lits amont) font qu'il est probable que le facteur hydrogéologique ne soit pas prépondérant dans le phénomène « inondations ».

Les secteurs potentiellement concernés par les remontées de nappe

Pour que le phénomène d'inondation par remontée de nappe soit possible il faut que plusieurs facteurs soient réunis :

- Continuité des écoulements (présence d'une nappe continue) au droit de la zone ;
- Faible profondeur de la nappe avant que l'évènement n'intervienne ;
- Absence de formations isolantes (imperméables) entre le toit de la nappe et la surface (nappe libre) ;
- Facilité de circulation de l'eau dans l'aquifère (perméabilité élevée) ;
- Extension (surface de contact avec la surface du sol) importante et absence de reliefs.

La conjonction de tous ces paramètres restreints donc beaucoup le nombre d'entités hydrogéologiques candidates à ce phénomène.

Ainsi, les secteurs où les grandes nappes alluviales débouchent sur de larges vallées (vallées du Rhône, du Var, vallées littorales des « fleuves côtiers ») ou sur des plaines (Crau ou Camargue) sont les lieux géographiques privilégiés, mais dans ces secteurs, il arrive fréquemment que la nappe soit :

- Recouverte par des limons, argiles, voire urbanisée, ce qui rend improbable des inondations par remontées de nappe: c'est le cas de la plupart des embouchures des fleuves côtiers, de la basse vallée du Rhône entre Tarascon et Arles, de la Camargue (encore que dans ce cas, l'inondation soit un état « naturel », comme dans la plupart des zones humides) ;

- Trop profonde pour affleurer à la surface en hautes eaux : parties centrale et septentrionale de la plaine de la Crau (hors zone des étangs), secteurs amont des nappes alluviales dans les secteurs d'altitude, où il peut y avoir ouverture du paysage, mais où la nappe est à plus de 10 m de profondeur.

Toutes ces restrictions font que le phénomène, s'il peut se rencontrer localement et accentuer les dommages liés aux inondations, demeure probablement peu fréquent sur l'unité de présentation Littoral PACA.

4 Débordements de cours d'eau à crues rapides

Outre les conditions hydrométéorologiques propres aux régions méditerranéennes (systèmes d'averses méditerranéennes intenses couplés ou non avec des circulations d'origine océanique), le territoire de l'unité Littoral PACA présente des caractéristiques géographiques propres à accroître l'impact des phénomènes de crues. Ces caractéristiques peuvent être regroupées en quatre catégories principales :

- Le relief : Le territoire est constitué d'un relief prononcé fait de collines et montagnes au sein desquels les cours d'eau prennent leurs sources.
- Les cours d'eau : excepté le Var et l'Argens, les fleuves côtiers ont en général une longueur réduite, des sections relativement étroites, des profils en long aux pentes souvent prononcées, ce qui les rend propices aux écoulements rapides et destructeurs.
- La géologie : lors d'épisodes pluvieux prolongés ou intenses, le contexte géologique favorise les phénomènes de glissements et d'éboulements qui accroissent les apports en matériaux des cours d'eau, peuvent générer des barrages naturels et, concomitamment aux crues, rendre le territoire plus vulnérable.
- La vulnérabilité : la Côte-d'Azur est la partie du littoral français la plus urbanisée. La croissance soutenue de la population au cours des quatre dernières décennies, associée à une occupation du sol très dense, a fortement contraint les lits des fleuves côtiers et les espaces naturels littoraux. La vulnérabilité du territoire face aux débordements des cours d'eau et ruissellements s'est accrue dans des proportions comparables. L'agglomération niçoise, coincée entre mer et montagnes, est un exemple particulièrement représentatif de cette situation. En l'espace d'un siècle (1868-1972) et au fil des projets urbains, le fleuve Paillon a été recouvert sur toute la traversée de la ville. Le retour de crues exceptionnelles comme celles survenues en 1886 ou 1940 aurait des conséquences graves dans la cité.

Comme Nice de nombreuses autres communes du littoral sont exposées au phénomène de ruissellement, on citera tout particulièrement :

- Aix-en-Provence, vulnérable aux débordements des ruisseaux de la Torse et des Fenouillères comme lors de l'épisode orageux du 22 septembre 1993 ;
- Marseille avec la partie aval de l'Huveaune et le Jarret ;
- Toulon avec le Las et l'Eygoutier ;
- Cannes-Antibes ;
- Menton ;
- ...

5 Nombre d'évènements déclarés « Catastrophe Naturelle »

En France, le système d'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles fait appel à une solidarité nationale à travers la prise d'un arrêté reconnaissant l'état de catastrophe naturelle.

Entré en vigueur en 1982⁹, il bénéficie à l'ensemble des personnes ayant souscrit à un contrat d'assurance multirisques habitation.

Un événement peut justifier de plusieurs arrêtés au titre des différents types de phénomènes constatés (coulée de boues, débordement de cours d'eau...).

L'indicateur comptabilise les événements ayant donné lieu à un ou des arrêtés. Les inondations identifiées comme « Catastrophe Naturelle » peuvent correspondre à des événements assez fréquents par rapport à ceux extrêmes pris en compte dans le cadre de l'EPRI (une pluie décennale peut justifier un arrêté). Leur nombre permet toutefois de donner une indication de la sinistralité d'une commune lors des trente dernières années.

9 Référence législative : loi n° 82-600 du 13 juillet 1982 modifiée relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles

Les communes cumulant un nombre d'évènements important sont surtout représentatives d'une vulnérabilité des biens pour des évènements fréquents.

Les cartes ci-contre montrent le nombre d'évènements recensés par commune depuis l'entrée en vigueur de ce dispositif national toutes inondations confondues.

Sur les 1064 communes que compte l'unité de présentation, 1 053 (99%) sont concernées par au moins un arrêté de catastrophe naturelle inondations, crues ou coulées de boue.

6 Communes identifiées comme fortement exposées aux risques de laves torrentielles

Si l'EAIP « cours d'eau » prend en compte les inondations des torrents de montagne, une analyse spécifique de ce type d'aléa, présentant un risque important pour la vie humaine¹⁰, a été effectué sur les territoires alpins et pyrénéens par les services de restauration des terrains en montagne (RTM).

Par l'exploitation de la BD-RTM¹¹ qui recense les évènements historiques et leurs impacts connus, complétée par un travail d'expertise de ses services départementaux du RTM, le RTM a identifié à l'échelle de chaque département les communes potentiellement les plus exposées aux risques de laves torrentielles.

La carte ci-contre établit une cartographie de ces communes sur l'unité de présentation. Il convient toutefois de noter que ce diagnostic est confronté à un état des connaissances hétérogènes entre les services départementaux rendant parfois difficile une comparaison interdépartementale des communes identifiées.

Le département des Alpes-Maritimes est exposé au phénomène de crues torrentielles. Les bassins versants de montagne qui présentent généralement de fortes pentes, peuvent en effet générer des écoulements rapides dévastateurs ou des laves torrentielles lorsqu'ils sont associés à un transport solide important.

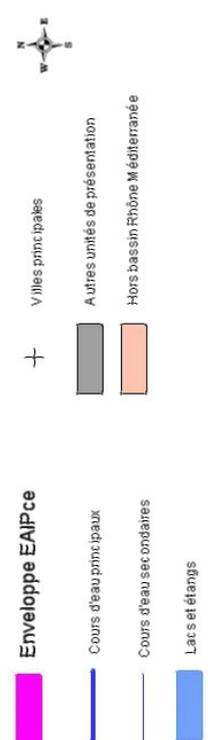
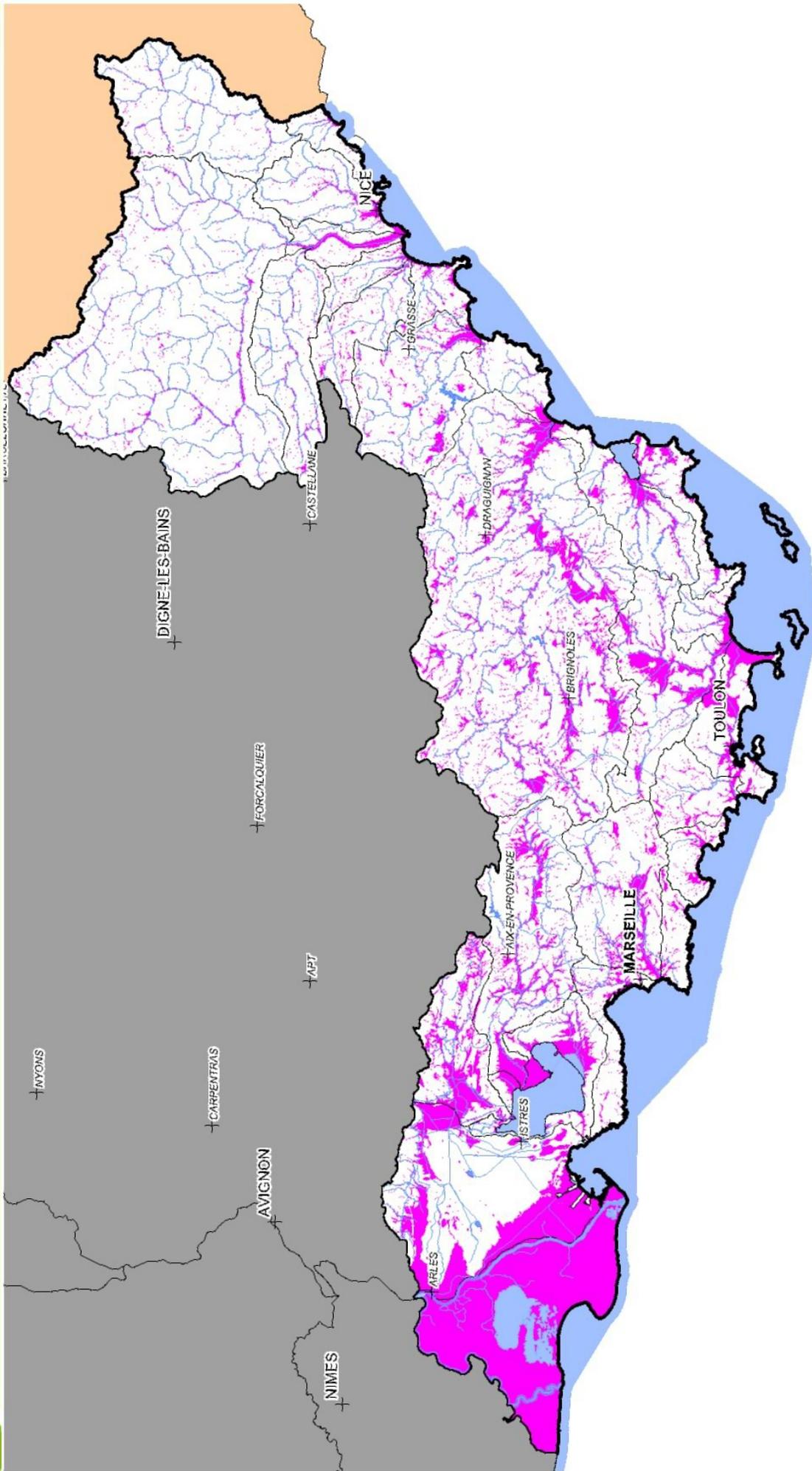
Pour les besoins de l'EPRI la base de données des services RTM qui recense les crues historiques dans le département des Alpes-Maritimes a été exploitée afin de hiérarchiser les communes exposées au risque torrentiel. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Rang	Communes 06
1	NICE
2	MENTON
3	ST ETIENNE DE TINEE
4	PUGET THENIERS
5	ROQUEBILLIERE
6	ST MARTIN VESUBIE
7	ISOLA
8	ST SAUVEUR SUR TINEE
9	PEONE
10	GUILLAUMES
11	BELVEDERE
12	VILLENEUVE D'ENTRAUNES
13	BREIL SUR ROY

¹⁰ Pour plus de détails, cf. partie « 2.2. Les inondations du district ».

¹¹ Cette base est consultable sur le site <http://rtm-onf.ifn.fr/>

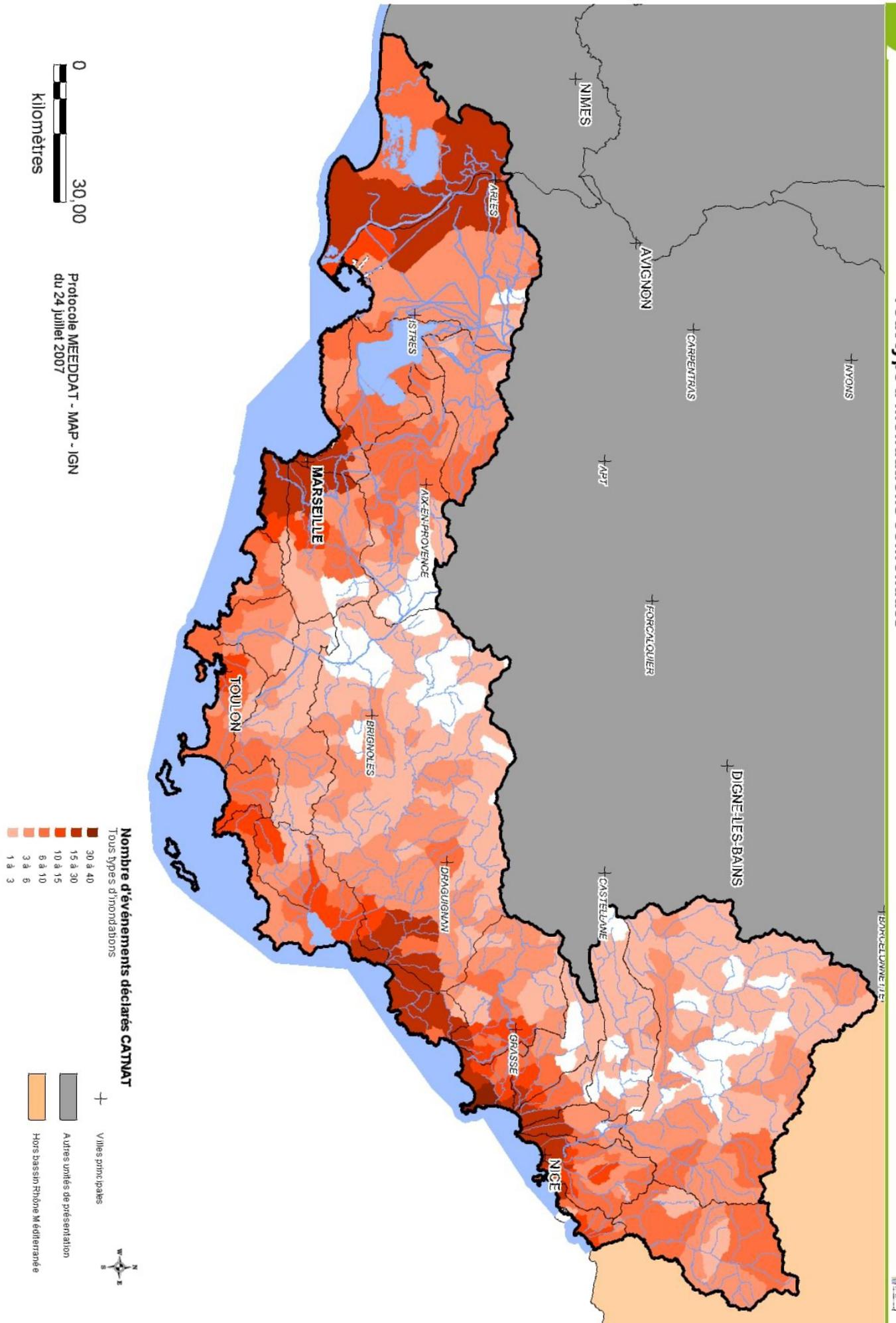
Enveloppe EAIPce



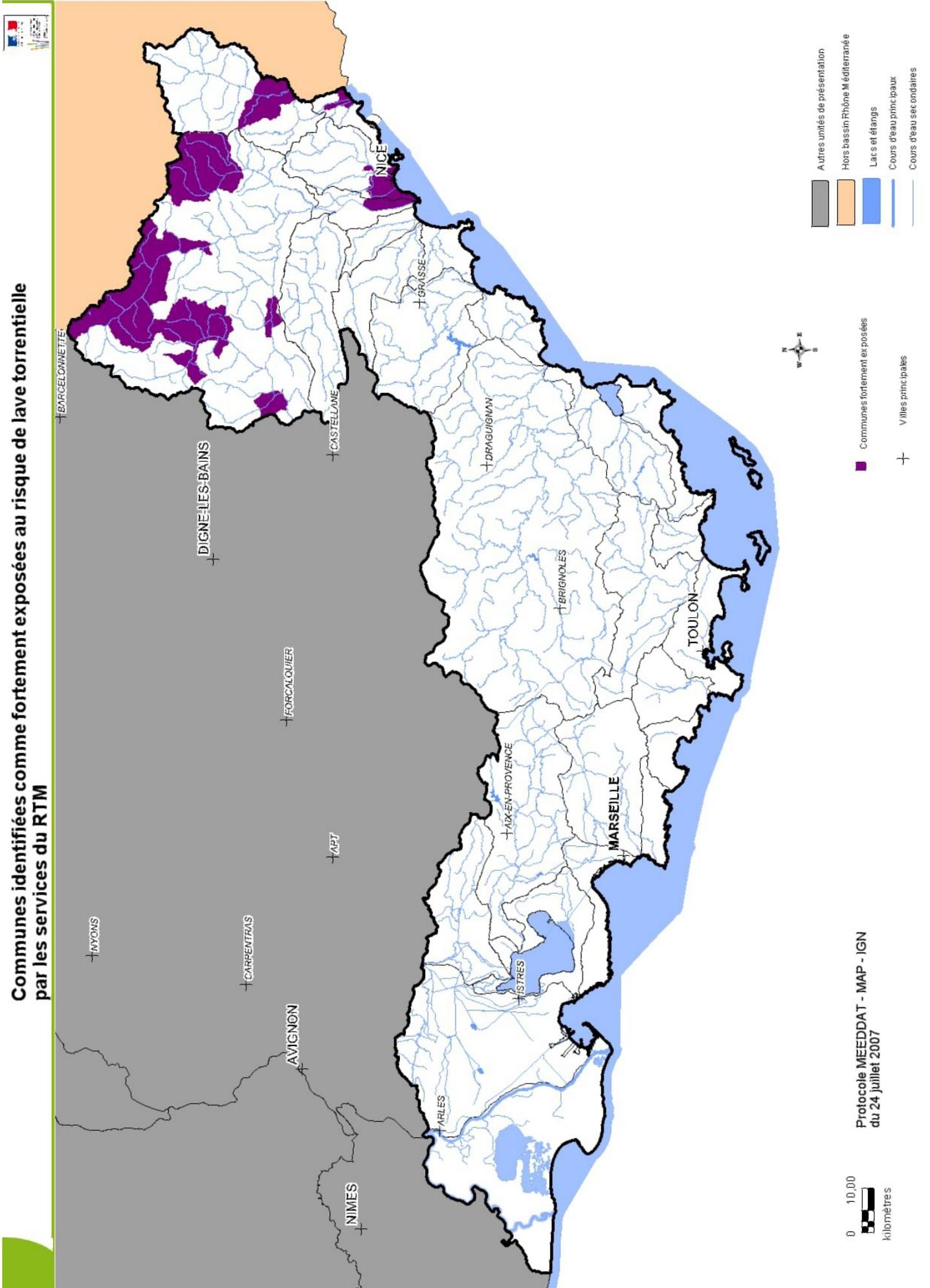
0 14,00
Kilomètres

Protocole MEEDDAT - MAP - IGN
du 24 juillet 2007

Nombre d'arrêtés de Catastrophe Naturelle par commune
Tout type d'inondations confondues



Communes identifiées comme fortement exposées au risque de lave torrentielle par les services du RTM



II.2.b - Impacts potentiels sur la santé humaine

Les inondations peuvent avoir différents impacts sur la santé humaine. Les décès des personnes en représentent la forme la plus dramatique. Les noyades sont d'autant plus fréquentes que les hauteurs et les vitesses de submersion sont importantes et que les phénomènes se produisent rapidement dans un environnement où les personnes ne disposent pas d'espace refuge. Cependant, d'autres décès peuvent aussi être enregistrés, y compris lors d'inondations lentes. Ceux-ci sont souvent engendrés par des accidents liés à la situation de crise (chutes, électrocution, etc.).

Les atteintes psychologiques sont un autre impact possible. Les personnes ayant subi des inondations sont plus sujettes aux troubles du sommeil, voire aux dépressions.

Les inondations peuvent aussi conduire à des dysfonctionnements des services publics (hôpitaux, la distribution d'eau potable...) qui pourront potentiellement impacter la santé humaine.

Enfin, en post-crise, à la suite d'un événement majeur, des épidémies peuvent se déclarer, notamment à cause de l'accumulation de cadavres d'animaux qui n'auraient pu être traités à temps ou de problèmes d'assainissement.

L'impact sur la santé humaine sera évalué à partir du calcul des indicateurs population, habitat de plein pied, hôpitaux et captages d'eau potable dans l'EAIP.

1 Population

L'analyse de la population inondable peut-être effectuée conjointement à l'aide de la carte *Population habitante dans l'EAIPce* et de la carte *Proportion communale de la population présente dans l'EAIPce*. Cette dernière information permet d'aborder un autre aspect de la vulnérabilité d'une population : sa capacité à se mettre hors de la zone inondable. D'une manière générale une commune présentant une population peu élevée mais entièrement concernée par la zone inondable est potentiellement isolée. Elle doit faire face, si le type d'habitats et d'infrastructure le nécessitent, à l'évacuation de toute sa population et à son relogement alors même que les moyens matériels et humains font défaut. L'assistance par la solidarité et par les services de secours est également rendue plus difficile. L'impact est donc également important même si l'enjeu est très différent d'un secteur où la population est beaucoup plus dense mais que partiellement inondée (difficultés liées à la gestion du nombre, à la vision exhaustive de population concernée etc, ...).

Corrélativement à la répartition globale de la population sur le bassin versant, l'estimation de la population en zone d'EAIPce met en évidence les mêmes hétérogénéités et les mêmes zones de concentration des enjeux.

D'un point de vue qualitatif, le type d'aléa inondation auquel est soumis la population contribue également à pondérer le risque réel encouru par la population en zone inondable. Ainsi sur les ensembles de population localisés en tête de bassin versant, la rapidité des crues (quelques heures) et leur brutalité (crues semi-torrentielles et parfois torrentielles liées au relief) exposent davantage la vie des personnes que sur les secteurs de plaines/ basses vallées. Pour ces derniers secteurs, la propagation des crues laissent un temps plus long pour permettre aux populations de se prémunir ; les écoulements dans le lit majeur y sont moins turbulents. Sauf accident, les conséquences sur ces populations et leur santé sont essentiellement psychologiques (pertes et dégradations matérielles), sanitaires.

De manière globale l'unité de présentation Littoral PACA compte 1 345 000 habitants présents dans l'EAIP soit 35% de sa population totale.

Le littoral PACA présente une densité de population très forte autour des villes-centres de Marseille, Toulon et Nice. Ces trois villes se sont développées dans un espace relativement contraint situé entre des reliefs plus ou moins escarpés et la mer (L'Etoile, le Faron en ce qui concerne Marseille et Toulon). Les vallons généralement secs ou les vallées alluviales des fleuves côtiers comme l'Huveaune, le Las, le Paillon ou le Var ont progressivement été urbanisés, le développement urbain gagnant même dans certains cas le lit mineur de certains fleuves côtiers comme l'Huveaune et le Paillon dont l'embouchure a été complètement canalisée ou recouverte.

Nice, Marseille et Toulon présentent donc fort logiquement les chiffres les plus importants de l'UP pour le nombre d'habitants présents dans l'EAIP, respectivement 230 000, 224 000 et 84 000 habitants dans l'EAIP.

En considérant plus globalement pour ces trois villes les bassins de vie exposés à un même phénomène le nombre d'habitants dans l'EAIP est donné par le tableau ci-dessous.

Bassins de vie	Nombre habitants dans EAIP
Marseille-Aubagne	247 000
Toulon, La Garde, Le Pradet, La Valette, La Seyne-sur-Mer	137 000
Nice, Saint-Laurent-du-Var, Cagnes sur Mer	260 000

Sur le reste du territoire, cinq autres secteurs présentent un nombre d'habitants dans l'EAIP supérieur à 50 000 personnes :

- Arles, Port-Saint-Louis-du-Rhône et les Saintes-Maries-de-la-Mer dans le delta du Rhône avec 56 000 habitants dans l'EAIP;
- Un territoire assez étendu compris entre Salon-de-Provence, Aix-en-Provence et Marignane concerné par les inondations de la Touloubre, de l'Arc et de la Cadière notamment, plus de 120 000 habitants dans l'EAIP ;
- Le Gapeau aval et la confluence avec le Réal Martin, communes de Cuers, Hyères, La Crau, Solliès Pont et Puget ville, 56 000 habitants dans l'EAIP ;
- La Nartuby et l'aval de l'Argens avec les communes de Draguignan, Trans-en-Provence, Les Arcs, Le Muy, Roquebrune-sur-Argens et Fréjus, 51 000 habitants dans l'EAIP ;
- Vallauris, Cannes et Antibes , 62 000 habitants dans l'EAIP.

La vulnérabilité particulière d'un territoire peut également être appréhendée par la part de la population communale présente dans l'EAIP, un taux très élevé pouvant être significatif d'une capacité de résilience limitée en cas d'inondation majeure.

Les trois communes de Camargue (Port-Saint-Louis-du-Rhône, Arles et les Saintes-Marie-de-la-Mer) ainsi que Marignane et Berre-l'Etang sont dans cette situation puisque plus de 88% de la population est située dans l'EAIP.

Les communes de Nice et Toulon dont le nombre d'habitants dans l'EAIP est supérieur à 200000 présentent également la particularité d'avoir plus d'1 habitant sur 2 dans l'EAIP (69% pour Nice et 51 % pour Toulon).

Si l'on considère d'une manière générale la dynamique démographique sur les trois départements du littoral afin d'apprécier l'évolution potentielle de la vulnérabilité, on constate que le taux de variation annuel de chacun de ces départements entre 1999 et 2009 est supérieur à la moyenne nationale. Le Var enregistre la plus forte progression avec un taux de variation annuel moyen sur la même période de 1,26%. Les projections de l'INSEE prévoient entre 2009 et 2040 un essoufflement de la croissance démographique, le taux de variation annuel moyen passant à 0,30 % pour les Bouches-du-Rhône et les Alpes-Maritimes, le Var conservant la dynamique la plus forte avec un taux de 0,64% (tableau ci-dessous).

En ce qui concerne l'évolution de la pyramide des âges, le Var et les Alpes-Maritimes demeureront des départements âgés en 2040 avec une part des 60 ans et plus qui demeurerait à un niveau élevé, respectivement 38 et 35%, contre moins de 30% pour le département des Bouches-du-Rhône.

La progression de la population et surtout son vieillissement constituent indiscutablement des facteurs de vulnérabilités à prendre en considération sur le territoire de l'unité de présentation littoral PACA.

	Bouches-du-Rhône	Var	Alpes-Maritimes	Provence - Alpes - Côte d'Azur	France métropolitaine
1999	1 833 982	897 585	1 010 644	4 502 385	58 496 613
2009	1 979 267	1 010 291	1 091 072	4 918 050	62 473 876
2040	2 184 000	1 212 000	1 196 000	5 589 000	
taux de variation annuel moyen (1999-2009)	+ 0,79%	+ 1,26%	+ 0,80%	+ 0,92%	+ 0,68%
taux de variation annuel moyen (2009-2040)	+ 0,33%	+ 0,64%	+ 0,31%	+ 0,44%	

L'attrait du littoral est également mis en évidence par l'évolution de l'occupation des sols. Ainsi entre 1999 et 2006, 93% des surfaces artificialisées se situaient à moins de 60 km du littoral et 66,5% à moins de 30 km.

A l'échelle régionale, le bâti diffus, le tissu urbain discontinu, les zones industrielles et commerciales et les grandes infrastructures de transport représentent 94% des surfaces artificialisées. Ces formes d'artificialisation sont consommatrices d'espace, le développement de l'habitat sous forme diffuse ou discontinue représente à lui seul 66,5% des surfaces artificialisées entre 1999 et 2006, plus particulièrement dans les Bouches-du-Rhône et le Var¹².

2 Bâtiments

La représentation de l'indicateur *Emprise des bâtiments sans étage* est un autre critère utile à l'analyse de la vulnérabilité des personnes. La présence d'un étage constitue une zone refuge qui permet la sauvegarde des biens et des personnes, particulièrement utile lorsque les crues sont rapides. Par ailleurs, les constructions inondées qui en sont dépourvues sont plus difficiles à réintégrer par leurs occupants, qui doivent assurer la remise en état du rez-de-chaussée avant tout relogement.

La cartographie des surfaces de bâtiments d'habitation en RDC présents dans l'EAIP permet de constater que ces zones d'habitus diffus se sont développées en partie dans des secteurs potentiellement inondables. Au-delà des grandes villes qui se distinguent déjà par un nombre élevé d'habitants dans l'EAIP, on constate que de nombreuses communes situées dans les zones d'influence des grandes villes-centres de l'UP présentent une surface de bâtiments en RDC dans l'EAIP très importante.

Il s'agit en particulier des secteurs suivants:

- La périphérie de Salon-de-Provence, entre l'étang de Berre et les Alpilles, avec une surface de bâtiments en RDC dans l'EAIP de 142 000 m². Pélissanne si situe en dixième position pour cet indicateur;
- Le pourtour de l'étang de Berre et plus particulièrement Martigues, Saint-Chamas, Marignane et surtout Berre-l'Etang qui avec 225 000 m² si situe en deuxième position pour cet indicateur;
- Le territoire situé entre Aix-en-Provence et Marseille;
- Les villes du littoral situées entre Marseille et Toulon;
- La plaine des Maures et plus généralement, l'ensemble de l'arrière pays varois jusqu'à Brignoles et Saint-Maximin-la-Sainte-Baume;

A l'exception de la zone Fayence-Grasse, l'arrière pays niçois très montagneux présente des valeurs de cet indicateur qui apparaissent négligeables au regard du reste du territoire de l'unité de présentation.

Les trois indicateurs « population dans l'EAIP », « part de la population totale dans l'EAIP » et « surface des bâtiments d'habitation en RDC dans l'EAIP » soulignent la vulnérabilité particulière de la ville d'Arles qui présente des valeurs très élevées pour chacun de ces trois indicateurs représentatifs des impacts potentiels d'une inondation sur la santé humaine.

12 Diagnostic profil environnemental – DREAL PACA

Les données sur la ville d'Arles sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Indicateur	Valeur	Rang sur l'UP
Population dans l'EAIP	45 000 personnes	4
Part de population totale dans l'EAIP	87 %	5
Surface de bâtiments d'habitation en RDC dans l'EAIP	529 000 m ²	1

Les données de population de cette évaluation rendent compte de la population permanente. Compte tenu de l'importance de l'activité touristique sur le littoral PACA, il convient de préciser que certaines communes peuvent voir leur population multipliée par dix pendant la période estivale. La totalité des communes du littoral entre Marseille et Menton présentent une capacité d'accueil très importante qui est supérieure à 100 000 personnes pour Cannes et Nice par exemple. l'impact direct ou indirect d'une inondation sur cette population ne peut donc pas être négligé.

3 Établissements hospitaliers

L'indicateur *Etablissements hospitaliers dans EAIPce* précise la vulnérabilité d'un territoire par la mise en danger d'une population très sensible qu'il est difficile d'évacuer et dont le maintien de la continuité des réseaux vitaux doit être garanti (électricité, eau potable, transports,...). Seuls les établissements assurant les soins et l'hébergement ou les soins seulement sont représentés par cet indicateur tels que les hôpitaux (hôpital, CHU, hôpital militaire, clinique) et les établissements hospitaliers (sanatorium, hospice, centre de soins, dispensaire, hôpital de jour, hôpital psychiatrique, etc.).

Les villes qui présentent un nombre d'établissements de santé dans l'EAIP supérieur ou égal à quatre sont toutes des grandes villes qui présentent également des valeurs élevées pour les indicateurs « population » et « bâtiment d'habitation en RDC ».

Communes	Nombre d'hôpitaux et cliniques
Marseille	44
Nice	18
Salon-de-Provence	6
Arles	5
Menton	5
Marignane	4
Draguignan	4
Toulon	4
Hyères	4

4 Alimentation en Eau Potable

L'analyse de l'indicateur « captage dans l'EAIP » permet de compléter l'évaluation des impacts des inondations potentielles sur la santé humaine. D'une manière générale l'impact d'une inondation sur l'adduction d'eau potable peut prendre plusieurs formes. On peut constater tout d'abord une contamination directe de la ressource par les eaux superficielles polluées. Les aquifères les plus sensibles à ce genre d'impact sont les aquifères karstiques. Plus généralement les inondations affectent les équipements de production et de distribution d'eau potable (tête de forage noyé, inversion de pression et contamination du réseau de distribution, coupures d'électricité affectant les capacités de pompage, de traitement ...)

Sur les trois départements de l'unité de présentation littoral PACA l'origine de la ressource est assez diversifiée (voir tableau). Respectivement 61% et 51% des volumes utilisés pour l'AEP sont des eaux souterraines dans les départements des Alpes-Maritimes et du Var. Dans les Bouches -du-Rhône la part des eaux souterraines est seulement de 17%, l'essentiel de la ressource provenant des eaux superficielles de la Durance et du Verdon acheminées par le canal de Provence et le canal de Marseille.

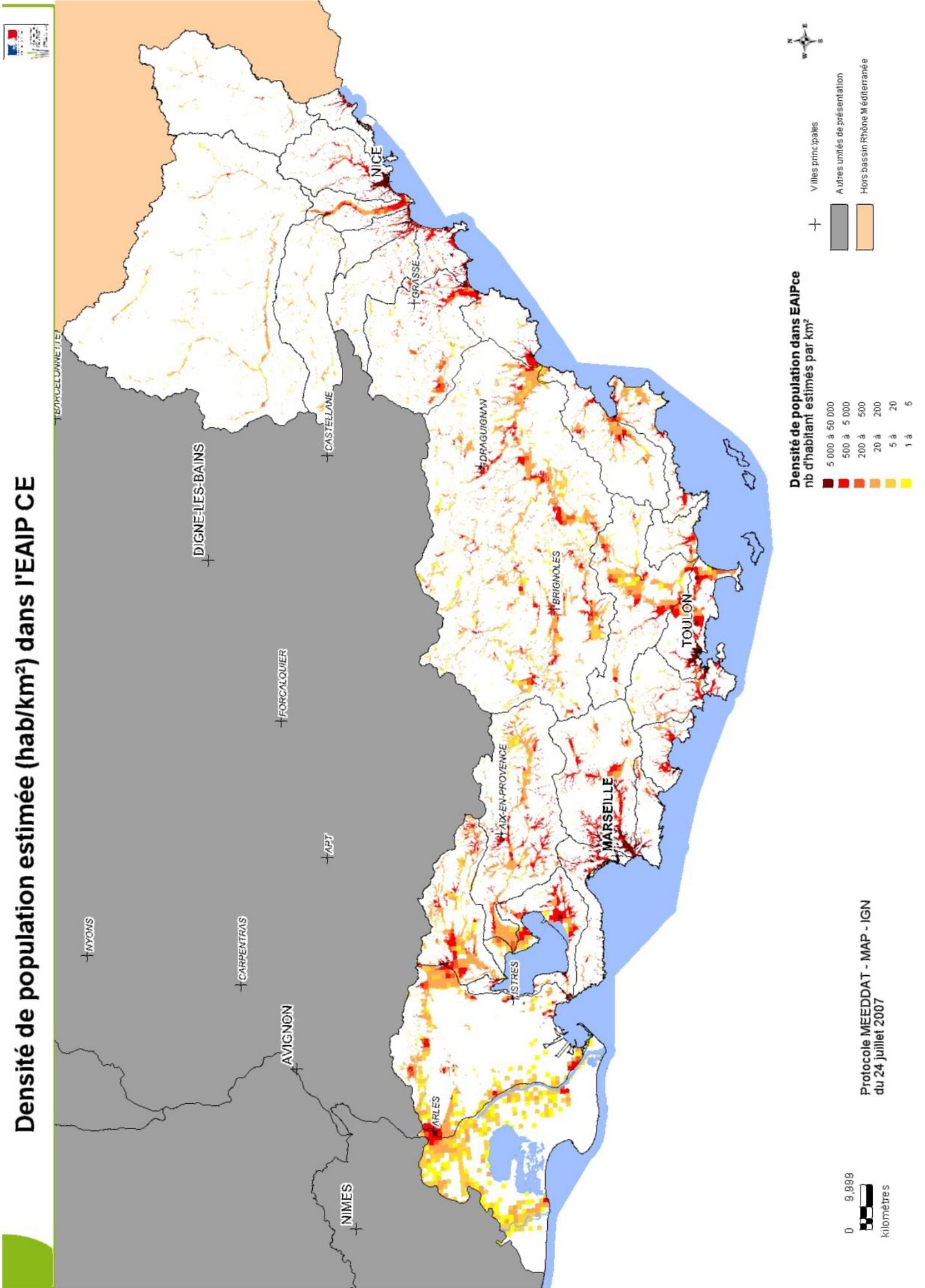
N°	eau souterraine %	nappe réalimentée par surplus d'irrigation %	eau superficielle d'origine locale %	eau superficielle importée autre que Durance Verdon %	SCP / St Cassien %	Canal de Provence %	Canal de Marseille %	Volumes utilisés Mm3	Part du volume total utilisé sur la région %
06	61	0	35	4	0	0	0	236	33
13	17	3	1	1	0	15	63	239	33
83	51	0	13	17	4	14	1	133	18

Tableau 2: Origine de la ressource utilisée pour l'AEP

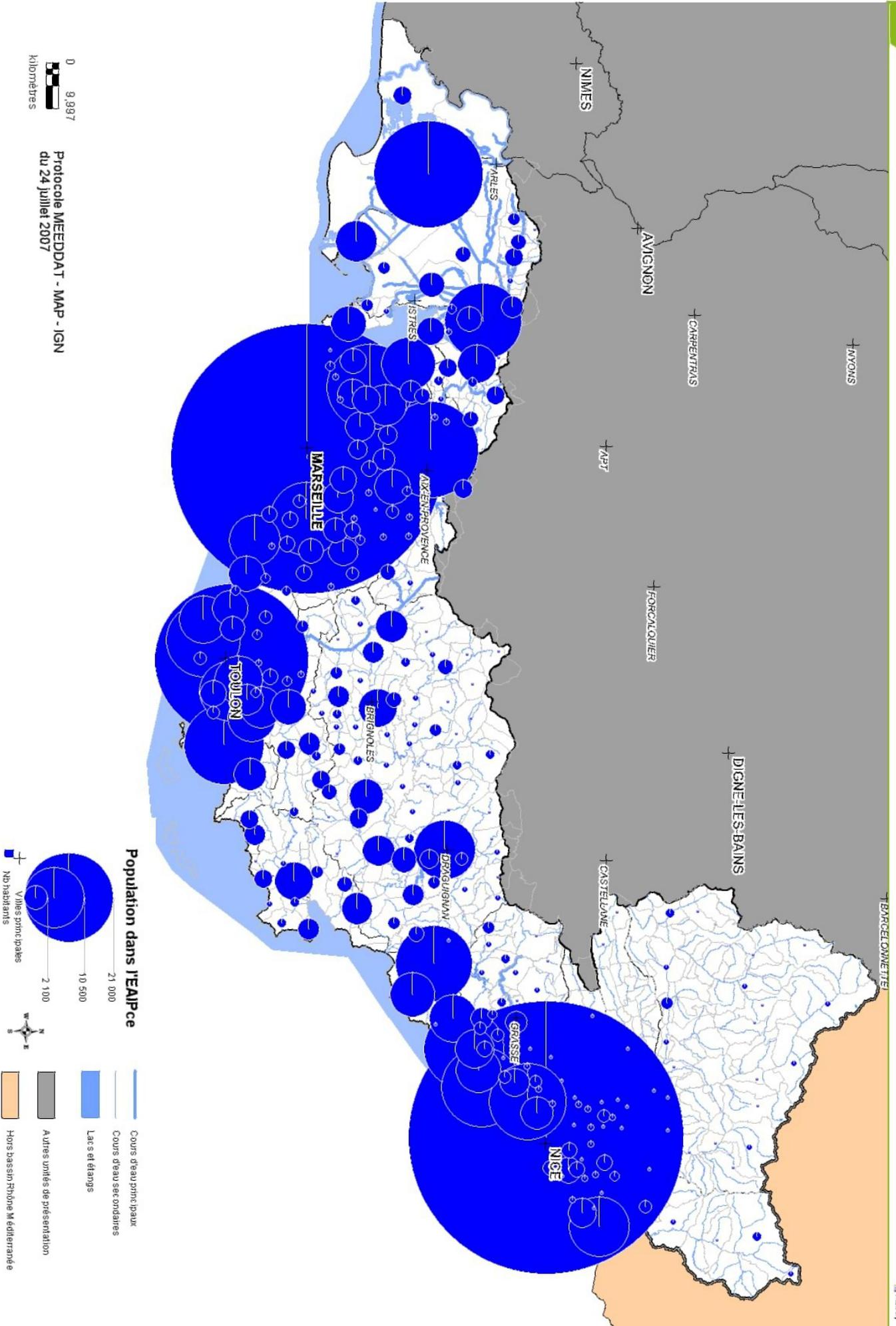
La vulnérabilité potentielle des captages AEP de l'unité de présentation Littoral PACA est donc à relativiser au regard de ces chiffres sur l'origine de la ressource.

Les prélèvements souterrains sont toutefois majoritaires dans les Alpes-Maritimes qui est le département le plus consommateur d'eau de la région avec les Bouches-du-Rhône (33% du volume total utilisé dans la région pour chacun de ces deux départements). La nappe située dans les alluvions du Var est une ressource essentielle pour le département des Alpes-Maritimes mais présente également une vulnérabilité potentielle liée aux inondations de ce même fleuve.

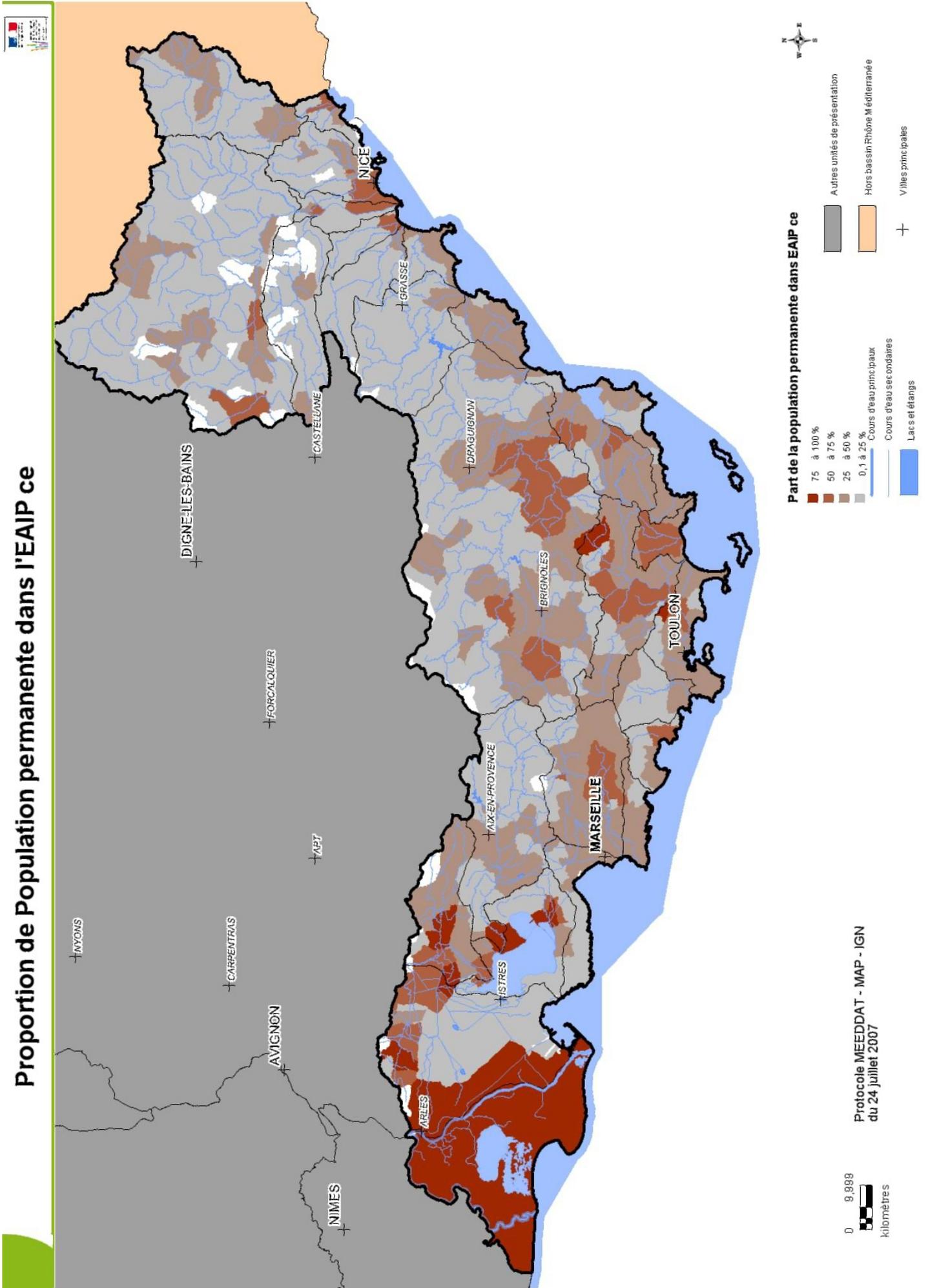
Densité de population estimée (hab/km²) dans l'EAIP CE



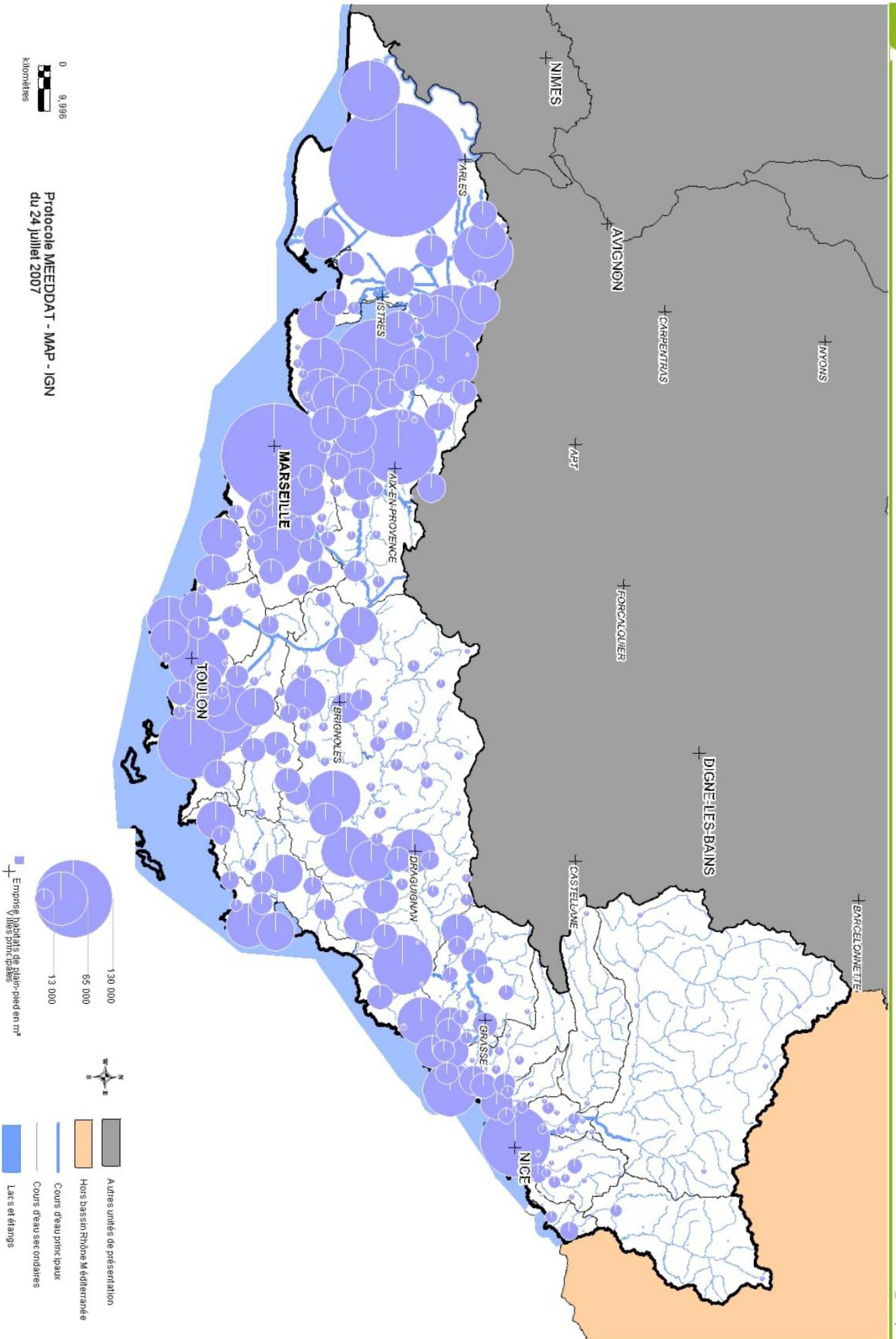
Population présente dans l'EAIP CE



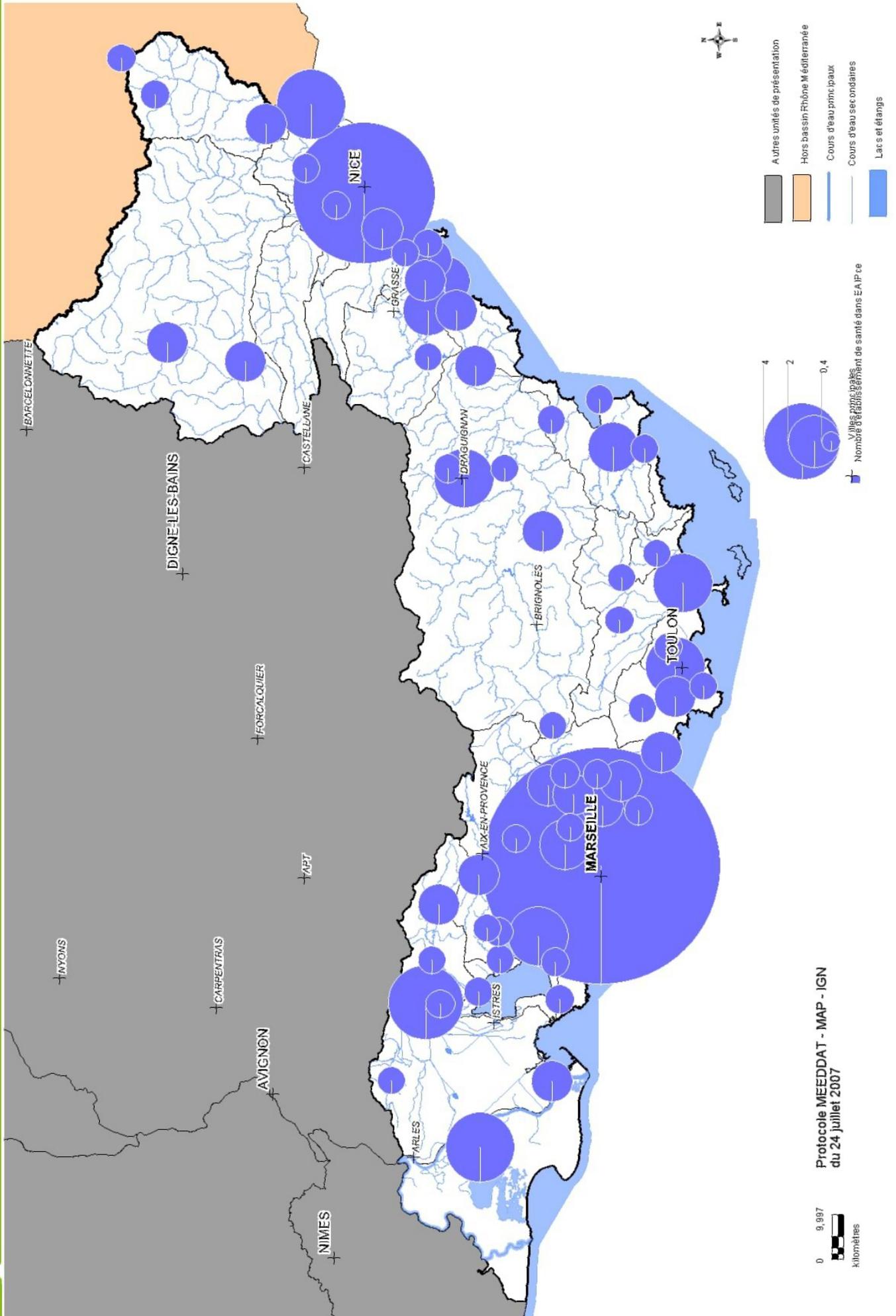
Proportion de Population permanente dans l'EAI P ce



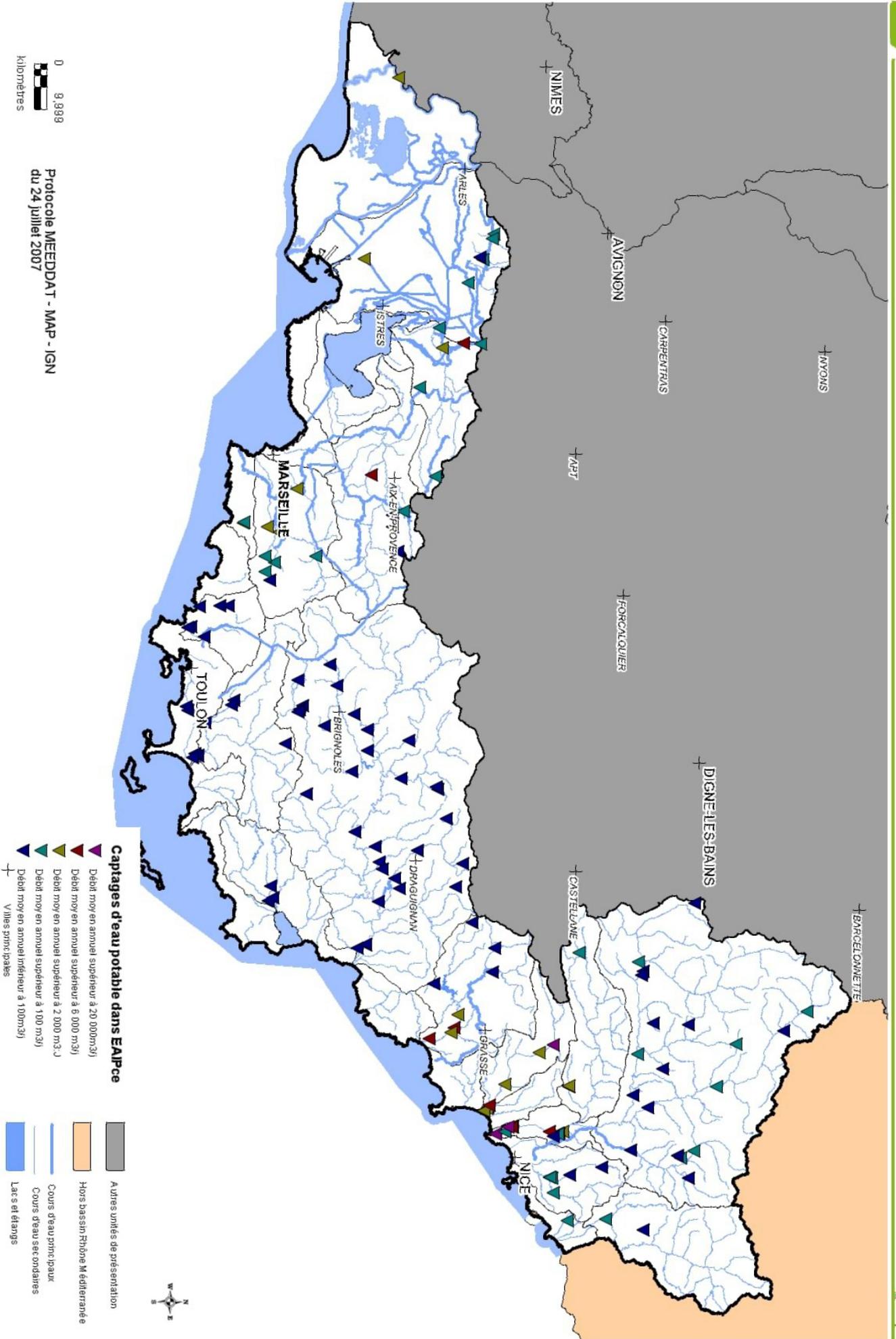
Emprise habitats de plain-pied dans EALPce (m²)



Nombres d'établissement de santé dans EAIPce



Captages d'eau potable dans EAIPce



II.2.c - Impacts potentiels sur l'économie

Les inondations peuvent avoir des impacts négatifs sur différents types d'enjeux liés à l'économie :

- l'ensemble des biens (privés ou publics) en zone inondable peut être atteint directement ;
- les réseaux (de transport, d'énergie, de télécommunication, d'eau...), au-delà de leur vulnérabilité physique à l'inondation, sont le plus souvent fortement vulnérables étant donnée leur interdépendance ;
- l'activité économique, dont l'agriculture, peut être particulièrement vulnérable aux inondations. On peut sans être exhaustif citer les différents types d'impacts suivants :
 - pour les activités situées dans les zones inondées : impacts sur les bâtiments, le matériel, les produits stockés, les cultures, qui peuvent conduire à des pertes directes et des pertes d'exploitation,
 - pour l'ensemble des activités : rupture d'activité potentielle suite à la rupture ou au dysfonctionnement des réseaux, à l'indisponibilité des personnels inondés, au défaut de fonctionnement d'un fournisseur inondé, ...

La vulnérabilité des activités dépend également de leur couverture assurantielle, variable selon les différents types de dommages.

L'évaluation de ces impacts potentiels est donc particulièrement complexe étant données ces différentes natures d'atteintes.

L'analyse de l'indicateur «emprise des bâtiments d'activité dans l'EAIP » constitue une première approche pour caractériser la vulnérabilité de l'activité économique d'un territoire. Il permet de mettre en évidence les bâtiments agricoles, de bureaux, ou industriels susceptibles d'être directement touchés par l'inondation avec pour conséquences une dégradation ou une perte de l'outil de production, du matériel ou du stock. Il convient toutefois de noter que cet indicateur ne tient pas compte des activités disséminées dans le tissu urbain (commerce de proximité par exemple).

Les dix communes de l'unité de présentation Littoral PACA dont l'indicateur « emprise des bâtiments d'activité en RDC dans l'EAIP » est le plus fort, sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Communes	Emprise bât. activité (m²)
Marseille	3 186 000
Berre-l'Etang	2 703 000
Hyères	1 877 000
Arles	1 607 000
Nice	1 062 000
Aubagne	966 000
Fréjus	946 000
Salon-de-Provence	824 000
Fos-sur-mer	765 000
Vitrolles	721 000

Le dynamisme économique des Bouches-du-Rhône apparaît à travers ce classement puisque sept communes sur les dix présentées appartiennent à ce département.

Les principaux bassins économiques dont certains ont une importance nationale et qui peuvent être affectés par une inondation potentielle sont détaillés ci-après :

- Marseille est la première ville de l'unité de présentation en termes de surface de bâtiments d'activités dans l'EAIP. Parmi les zones potentiellement vulnérables, on trouve tout d'abord les installations du complexe portuaire de Marseille/Fos, premier port de méditerranée. On notera que l'opération d'aménagement et de développement économique « Euroméditerranée » qui a obtenu en 1995 le statut d'opération d'intérêt national (OIN) appartient pour partie à l'EAIP. La vallée de l'Huveaune et notamment le secteur situé entre Marseille et Aubagne/Gémenos présente une grande diversité d'activités économiques qui peuvent être potentiellement affectées par les débordements de ce cours d'eau. On distinguera en particulier le site d'Arkema Saint-Menet à Marseille et sur les communes d'Aubagne et Gémenos la zone industrielle des Paluds qui s'étend sur 120 ha.
- Parmi les activités industrielles des communes de Fos-sur-Mer et Berre-l'Etang situées dans l'EAIP, on retrouve des fleurons de l'industrie française comme la sidérurgie (le quart de la production française d'acier est produite sur le site Arcelo Mittal de Fos¹³) ou la pétrochimie (l'ensemble du site de Fos/Etang de Berre traite 29% du pétrole en France⁶).
- Les villes d'Hyères, Fréjus et Arles présentent des surfaces de bâtiments d'activités dans l'EAIP élevées du fait du nombre important de serres utilisées pour le maraîchage et l'horticulture. Arles se distingue également par l'activité salicole sur le site des Salins-de-Giraud.
- Depuis mars 2008 l'opération « Eco-vallée » de la plaine du Var a obtenu le statut d'opération d'intérêt national (OIN). Sur les 15 communes qui composent l'opération, de nombreux équipements structurants, des logements, un quartier d'affaire sont prévus sur un territoire partagé avec le fleuve Var.

Le critère « nombre d'employés dans l'EAIP » permet d'affiner l'approche par les surfaces de bâtiments d'activité qui est plutôt représentative de la présence d'une activité industrielle ou agricole. On distingue ainsi des bassins d'activités complémentaires qui peuvent être affectés par une inondation :

- Le territoire situé entre Aix-en-Provence, Marignane et Salon-de-Provence ;
- L'agglomération toulonnaise ;
- Draguignan ;
- Brignoles ;
- Grasse.

L'activité économique est fortement dépendante de l'existence de réseaux de transport performants à la fois pour les échanges locaux mais aussi nationaux ou internationaux. Une interruption, même limitée dans le temps, de ces échanges du fait d'une inondation, peut affecter de manière importante certaines activités situées en dehors de la zone inondée.

Située sur l'axe Barcelone-Gênes, l'unité de présentation littoral PACA est traversée par un réseau dense d'infrastructures routières et ferroviaires qui relie les principales agglomérations.

Les cinq premières villes pour le linéaire de voies ferrées et de routes principales dans l'EAIP sont présentées dans les tableaux ci-dessous.

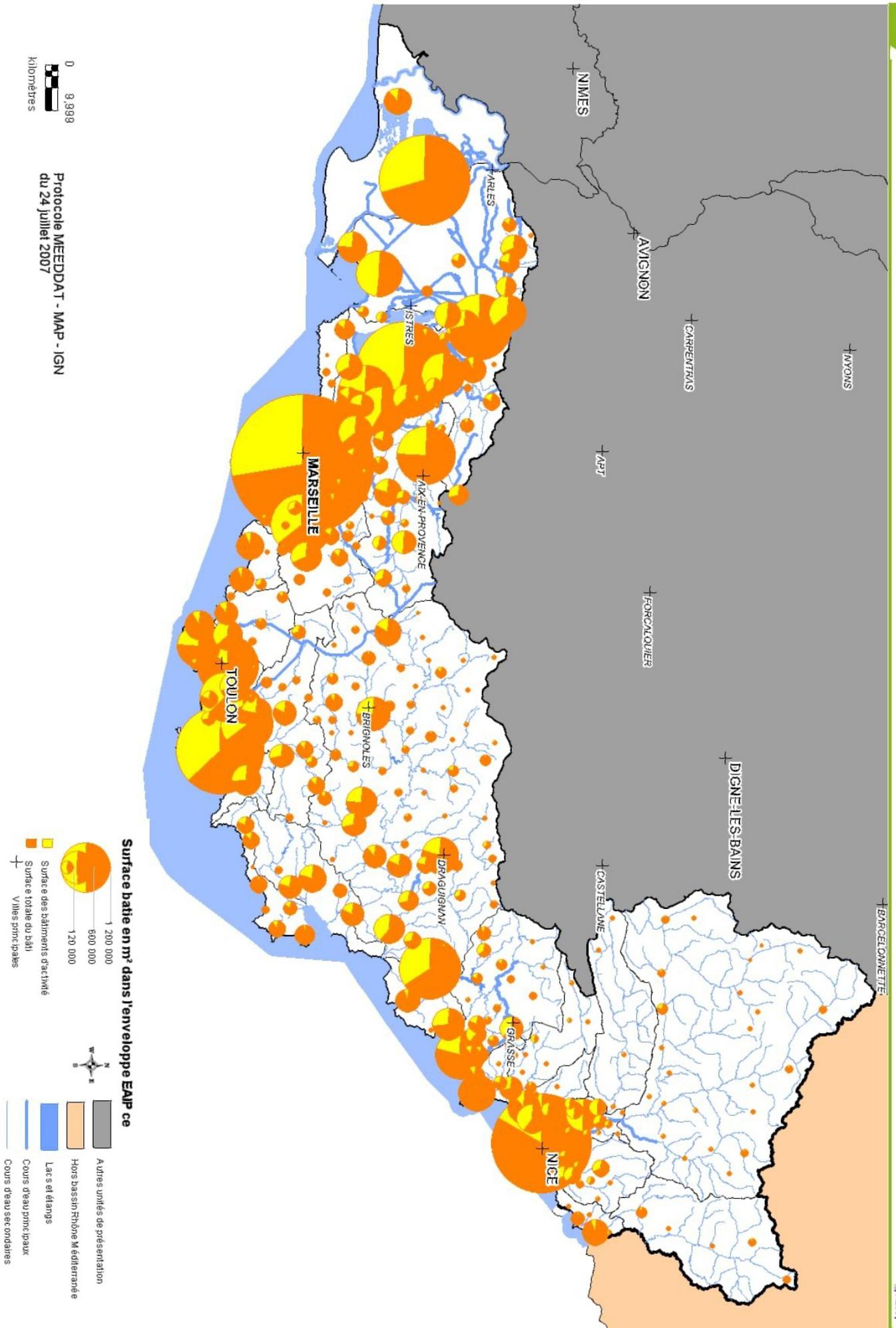
Communes	Linéaire de voies ferrées dans l'EAIP (km)	Communes	Linéaire de routes principales dans l'EAIP (km)
Arles	37	Nice	117
Port-Saint-Louis-du-Rhône	26	Arles	113
Nice	21	Marseille	95
Marseille	20	Salon	46
Aix-En-Provence	15	Fréjus	36

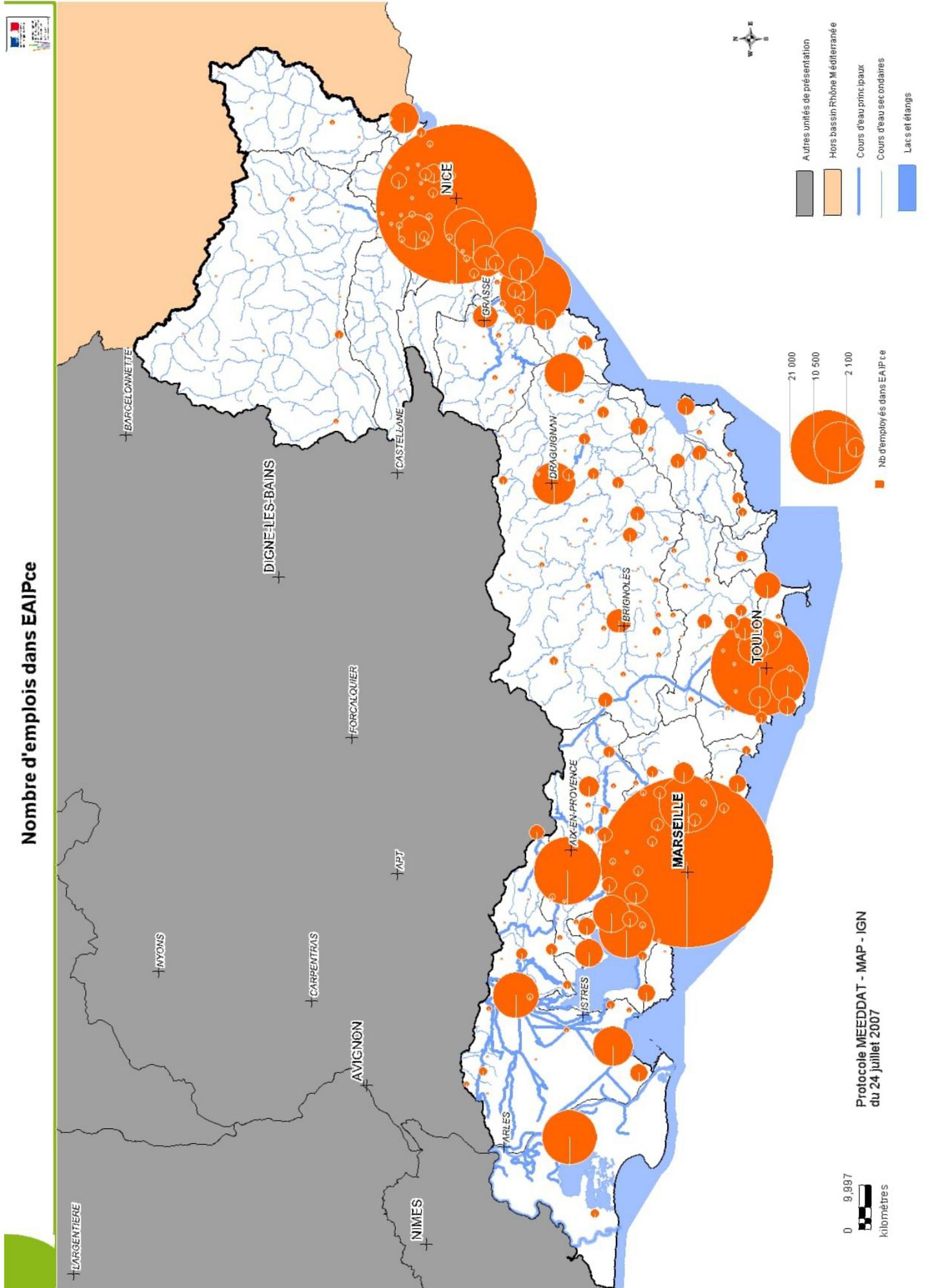
13 Diagnostic profil environnemental -DREAL PACA

Le 29 juin 2009, l'Etat a fait le choix du scénario «Métropoles du Sud» pour la LGV PACA. A l'horizon 2040, les agglomérations de Marseille, Toulon et Nice seront raccordées au réseau à grande vitesse national et européen. Le fuseau retenu traverse un territoire très contraint sur le plan environnemental mais également vis-à-vis du risque inondation, certains secteurs sensibles comme la vallée de l'Huveaune, la plaine des Maures ou le secteur de Nice sont concernés.

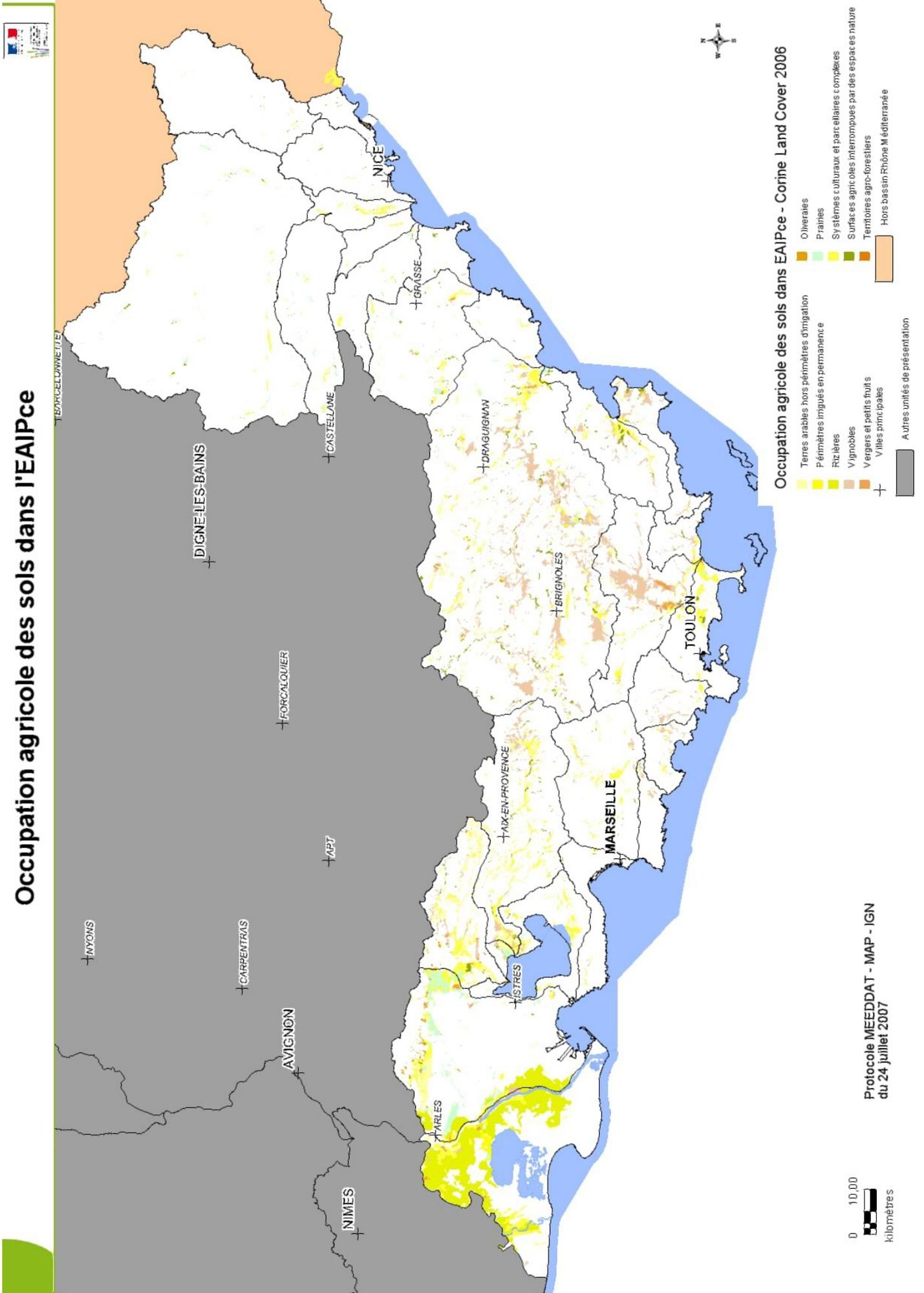
En ce qui concerne les infrastructures aéroportuaires, les trois aéroports principaux de l'UP (Marseille, Toulon et Nice) présentent la particularité d'être tous les trois dans l'EAIP. L'aéroport de Nice Côte d'Azur situé à l'embouchure du Var est le 3^{ème} aéroport français.

Comparaison des surfaces des bâtiments d'activités et bâties totales dans EALPce (m²)





Occupation agricole des sols dans l'EAIpCe



II.2.d - Impacts potentiels sur l'environnement

La prise en compte des enjeux environnementaux dans un diagnostic de risque est un élément nouveau apporté par la directive inondation. L'objectif est, d'une part, d'identifier les secteurs remarquables à préserver, pour certains directement inféodés à l'écosystème aquatique ; et, d'autre part, de localiser les secteurs où de tels milieux sont vulnérables, car exposés à l'aval, à des sources potentielles de pollution que pourrait véhiculer la crue.

Dans le premier cas, l'impact des inondations est à considérer comme positif : les crues assurent la bonne dynamique des milieux au sens large. Dans le second cas, les inondations sont des vecteurs d'éléments polluants qu'ils soient physiques (objets de toute nature et toute dimension captés et transportés par l'inondation) ou chimique (issus des produits stockés ou fabriqués par les particuliers et les entreprises). Ces éléments polluants sont non seulement un facteur supplémentaire de dangerosité direct ou indirect pour la population, mais ils peuvent aussi contribuer à la diminution de la richesse environnementale d'un territoire protégé par des Directives Européennes et des lois nationales spécifiques.

1 Les milieux naturels

Pour agir envers la préservation des milieux, il faudra donc travailler, au-delà des limites géographiques de ces zones d'enjeux, à la limitation des zones de pollution potentielles dans l'EAIP, étant entendu que la qualité de certains milieux est étroitement liée à leur inondabilité qu'il faut maintenir. Les lits majeurs et en particulier, les zones humides sont souvent des sites d'intérêt écologique fort et sont des milieux de vie remarquables pour leur biodiversité.

Les sites Natura 2000 sont des sites naturels, terrestres et aquatiques, identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces de la flore et de la faune sauvage et des milieux naturels qu'ils abritent. Le classement de ces sites vise à assurer la survie à long terme des espèces et des habitats naturels particulièrement menacés. Les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) sont des secteurs recensés qui présentent de fortes capacités biologiques et un bon état de conservation. Au-delà de l'intérêt écologique immédiat souvent en lien direct avec la rivière, ces secteurs préservés assurent également de fait la fonction de champ d'expansion de crues, dans la mesure où il s'agit de secteurs pas ou faiblement urbanisés. L'inondation de ces secteurs participe au fonctionnement naturel des sites ; en revanche, si celle-ci apporte une pollution importante provenant de l'amont, des effets irréversibles peuvent impacter la qualité de ces milieux.

Le patrimoine naturel exceptionnel de l'UP littoral PACA explique le nombre élevé de dispositifs de protection ou d'inventaire sur les milieux naturels en relation avec des cours d'eau. La zone humide de Camargue, la plaine des Maures, les vallées du Loup ou de la Siagne sont quelques-uns de ces sites de grande valeur.

La crue et ses débordements sont des phénomènes naturels impactants mais garants de la pérennité d'écosystèmes spécifiques qui y sont adaptés. Une crue se caractérise notamment par :

- le décolmatage du substrat présent dans le lit mineur servant d'habitat pour la faune aquatique
- le transport de matériaux solides nécessaires à l'équilibre sédimentaire de la rivière ;
- une morphogénèse entraînant une diversification des milieux donc des espèces animales et végétales;
- la réalimentation, réactivation, création de bras morts, zones humides et autres annexes hydrauliques pouvant servir de frayères pour l'ichtyofaune;
- la recharge de la nappe alluviale;
- l'enrichissement des terrains situés dans le lit majeur, en matières organiques qu'elles déplacent et déposent.

Cependant lors des crues importantes les ruissellements dans les zones urbanisées ou la submersion d'installations polluantes implantées dans les lits majeurs des cours d'eau, sont susceptibles d'avoir un impact sur les milieux et les espèces situées en aval. Les stations d'épuration font partie de ces installations polluantes. En cas de submersion ou d'arrêt plus ou moins long de la capacité de traitement, les eaux usées peuvent être rejetées directement dans le milieu naturel.

On dénombre sur l'UP Littoral PACA 139 stations d'épuration implantées dans l'EAIP, la plupart sont situées près des grandes villes ou dans les zones les plus peuplées du bord de mer. Les installations les plus importantes en termes de capacité de traitement sont données par le tableau ci-dessous.

Communes	Capacité de traitement (Eq/hab)
Marseille 8ème arrondissement	1 650 000
Nice	623 000
Mandelieu-la-Napoule	225 000
Antibes	172 000
Fréjus	167 000

2 Les sources de pollution potentielles

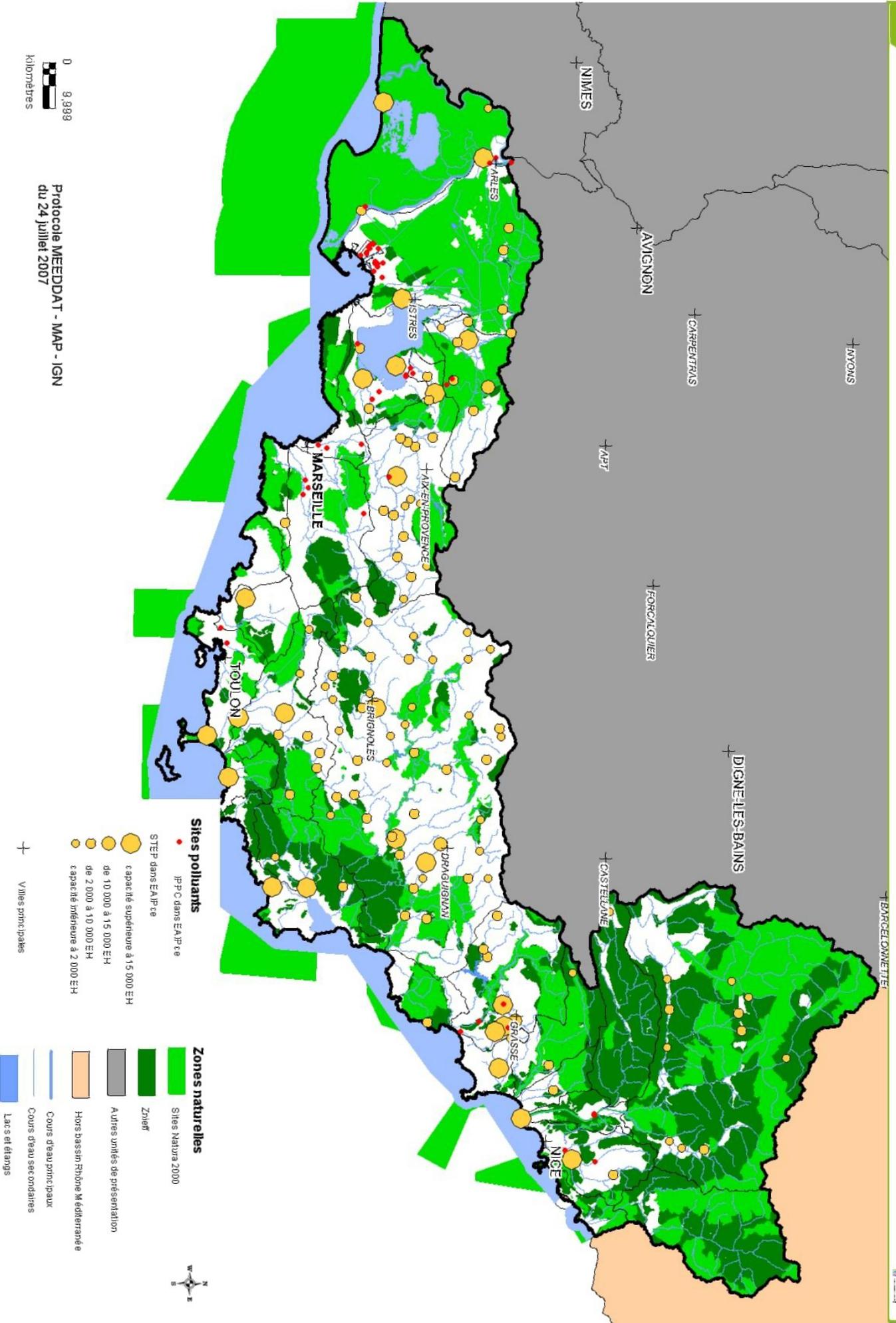
Comme source de pollutions dans l'EAIPce figurent sur cette carte les stations d'épuration (STEP) d'une capacité supérieure à 200 EH et les IPPC. Pour ces dernières, il s'agit d'installations ayant fait l'objet d'une autorisation spécifique en conformité avec la directive 2008/1/CE relative à la prévention et à la réduction intégrée de la pollution (directive IPPC). Cette directive vise à minimiser la pollution émanant de ces différentes sources industrielles en ayant, notamment, recours aux meilleures techniques disponibles (définition précisée dans la Directive). Les installations situées dans l'EAIPce pourraient potentiellement engendrer une pollution importante immédiate ou différée sur l'environnement en cas d'inondation. De même, les stations d'épuration situées dans l'EAIPce peuvent potentiellement être hors d'usage, en cas d'inondation extrême. Il existe alors un risque de rejet direct dans le milieu et par conséquent une pollution importante de celui-ci vers l'aval, pendant l'événement mais également après, parfois de manière prolongée. Comme pour les autres indicateurs, cette analyse exclue toute examen spécifique de la vulnérabilité des équipements considérés aux inondations.

Les installations industrielles constituent également une source de pollution éventuelle en cas d'inondation. On recense sur l'UP littoral PACA, 50 installations industrielles relevant de la directive IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) et situées dans l'EAIP, la plupart d'entre elles (38) étant localisées dans le département des Bouches-du-Rhône. Le pourtour de l'étang de Berre, Fos-sur-Mer et la vallée de l'Huveaune présentent une densité très importante d'installations industrielles potentiellement polluantes dans des secteurs soumis au risque inondation.

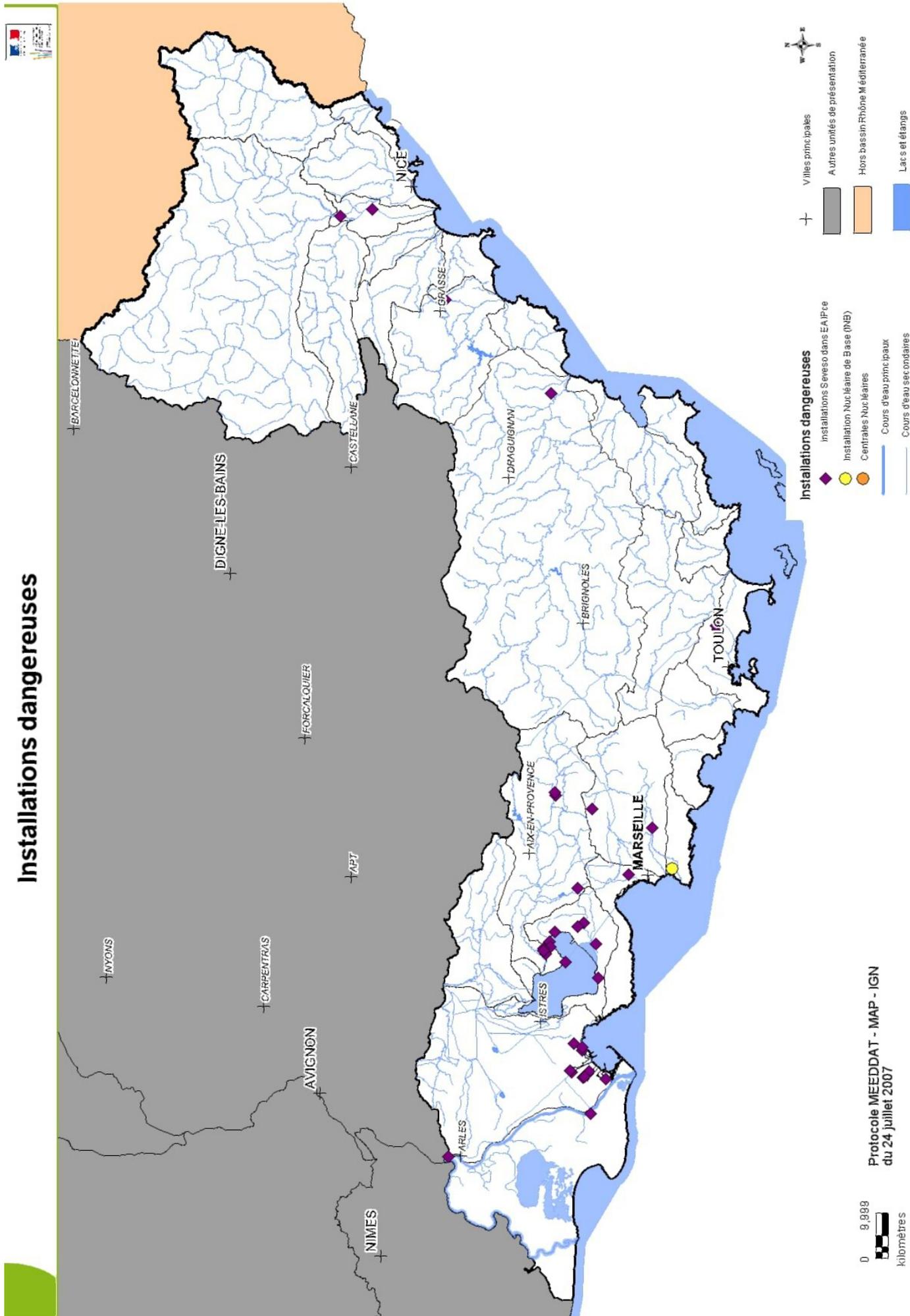
Dans la région de Grasse certaines installations spécialisées dans la parfumerie sont situées dans l'EAIP et relèvent également de la directive IPPC.

La carte « Sites polluants et zones naturelles » synthétise ces données en localisant les sources potentielles de pollutions importantes et les zones naturelles potentiellement réceptrices de ces pollutions.

Sites polluants et zones naturelles dans EAIPce



Installations dangereuses



II.2.e - Impacts potentiels sur le patrimoine

Le patrimoine recouvre le patrimoine culturel (qu'il soit matériel ou immatériel : patrimoine bâti, collections des musées, ...) ou naturel (flaure et faune). Les impacts potentiels des inondations sur ce patrimoine doivent être anticipés, car ce sont des biens irremplaçables.

La vulnérabilité aux inondations du patrimoine naturel est examinée au titre des impacts potentiels sur l'environnement. La vulnérabilité du patrimoine culturel est approchée pour l'EPRI à travers la carte ci-dessous.

Cet indicateur ne concerne que le patrimoine culturel (bâtiments inscrits et classés, musées et collections, châteaux, bâtiment religieux). Cette identification est importante dans la mesure où ce sont des biens irremplaçables. L'analyse s'effectue relativement à la surface en rez-de-chaussée inclut dans l'EAIP. Mais, en particulier pour cet indicateur, au-delà de la position en plan dans l'EAIP, c'est la vulnérabilité des enjeux – notion trop précise pour être abordée à cette échelle pour cet indicateur– qui est primordiale (implantation hors d'eau par surélévation notamment).

A noter qu'une grande partie de l'identité culturelle et architecturale est également liée au petit patrimoine non protégé, qui n'a pas été analysée faute de données exhaustives.

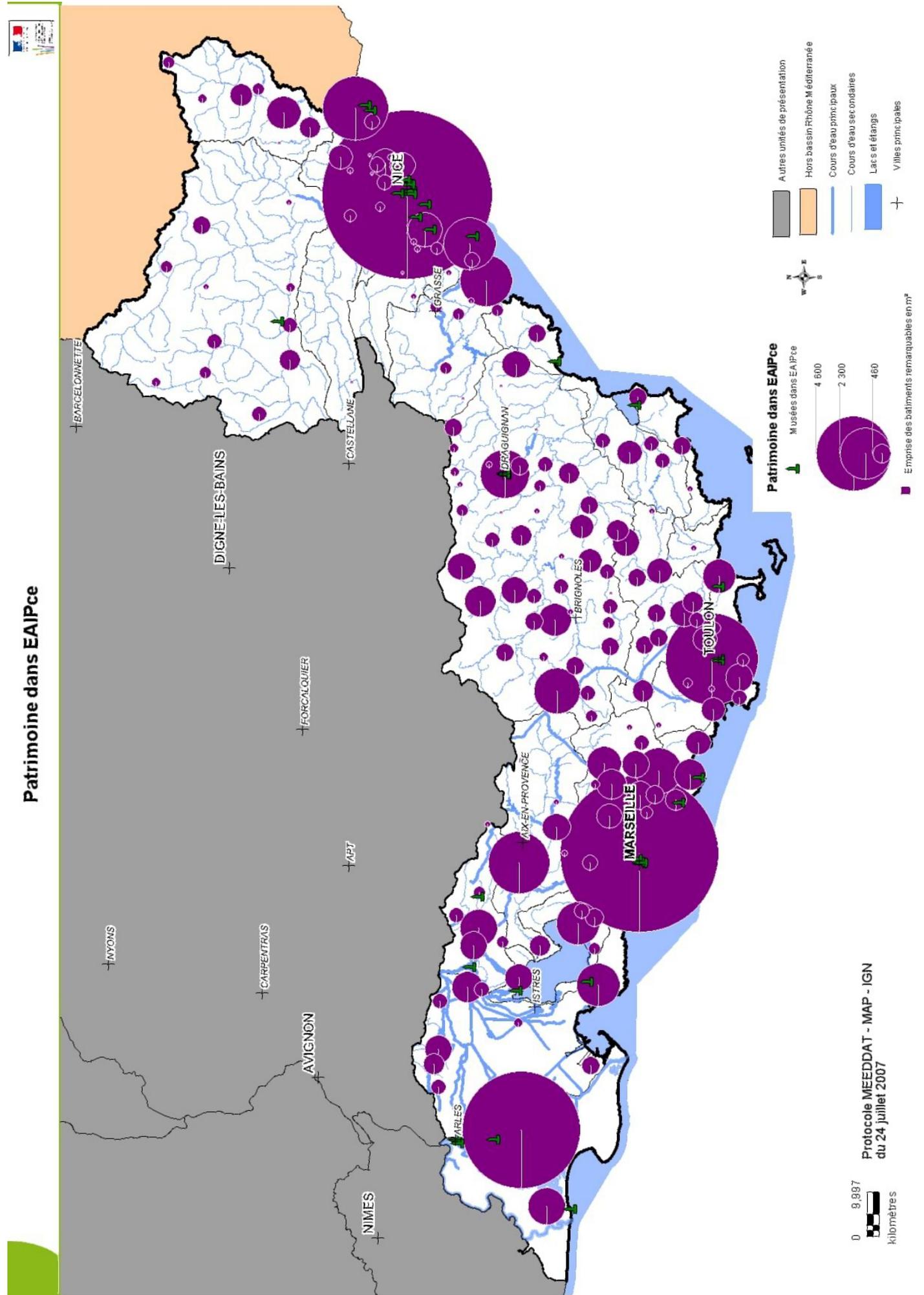
37 musées sont situés dans l'EAIP sur l'UP littoral PACA. Les villes d'Arles, Marseille, Nice, Draguignan et Toulon comptabilisent à elles seules 22 musées dans l'EAIP.

Le musée départemental Arles antique, le musée national de la marine de Toulon ou le muséum d'histoire naturelle de Nice constituent des exemples d'établissements qui peuvent être affectés par une inondation.

L'impact des inondations potentielles sur le patrimoine a également été évalué à travers la surface de « bâtiments remarquables » comprise dans l'EAIP. Les quatre villes de Nice, Marseille, Toulon et Arles possèdent des surfaces de bâtiments remarquables supérieures à 10 000 m² (voir tableau ci-dessous).

Communes	Surface de bâtiments remarquables (m ²)
Nice	29 000
Marseille	26 000
Arles	15 000
Toulon	10 000

Le patrimoine culturel de la ville d'Arles est particulièrement remarquable, Arles est d'ailleurs inscrite sur la liste du Patrimoine mondial de l'Humanité de l'Unesco. Connue pour son patrimoine antique (monuments romains), Arles possède également un patrimoine roman et des édifices remarquables datant du XVI^e, XVII^e et XVIII^e siècles.



II.3 - Inondations par rupture d'ouvrages hydrauliques

Les rivières du bassin Rhône-Méditerranée accueillent de nombreux barrages. Dans l'hypothèse d'une rupture brutale d'un ouvrage, une puissante onde de crue dévastatrice se propagerait rapidement vers l'aval.

Afin de garantir la sécurité de ces ouvrages, les barrages sont soumis au décret n°2007-1735 du 11 décembre 2007 relatif à la sécurité des ouvrages hydrauliques et au comité technique permanent des barrages et des ouvrages hydrauliques et modifiant le Code de l'Environnement. Ce décret :

- Définit les classes des barrages (« barrages de retenue et ouvrages assimilés, notamment les digues de canaux ») : classes A, B, C et D en fonction des caractéristiques géométriques (hauteur par rapport au terrain naturel, volume retenu)
- Définit, en fonction de la classe des ouvrages, les obligations réglementaires de leur propriétaire ou exploitant : diagnostic de sûreté des digues existantes, dossier d'ouvrage, fréquence des visites techniques approfondies, auscultations, consignes, revue de sûreté, étude de dangers, ...

Certains barrages de classe A font l'objet de l'établissement d'un Plan Particulier d'Intervention (PPI) par l'autorité préfectorale. Selon les termes du décret n°2005-1158 du 13 septembre 2005 relatif aux PPI concernant certains ouvrages ou installations fixes et pris en application de l'article 15 de la loi n°2004-811 du 13 août 2004 relative à la modernisation de la sécurité civile, « les PPI sont établis, en vue de la protection des populations, des biens et de l'environnement, pour faire face aux risques particuliers liés à l'existence ou au fonctionnement d'ouvrages ou installations dont l'emprise est localisée et fixe. Ils mettent en œuvre les orientations de la politique de sécurité civile en matière de mobilisation de moyens, d'information et d'alerte, d'exercice et d'entraînement. Le PPI constitue un volet des dispositions spécifiques du plan ORSEC départemental. »

Sont soumis à PPI « les aménagements hydrauliques qui comportent à la fois un réservoir d'une capacité égale ou supérieure à 15 millions de mètres cubes et un barrage ou une digue d'une hauteur d'au moins vingt mètres au-dessus du point le plus bas du sol naturel » : ce 2^{ème} critère « hauteur » est la définition stricte du barrage de classe A au sens du décret du 11 décembre 2007 susmentionné.

Le Préfet peut également prescrire spécifiquement l'élaboration d'un PPI pour des barrages de caractéristiques inférieures à celles mentionnées au paragraphe précédent pour répondre à telle ou telle situation particulière.

La carte ci-jointe figure les barrages de classe A et B sur le territoire ainsi que ceux qui sont soumis à un PPI.

Les digues de protection contre les inondations ou les submersions ont vocation à protéger les populations existantes. Elles permettent notamment, sous réserve d'avoir été conçues dans les règles de l'art et correctement entretenues, d'apporter aux habitants concernés une protection relative contre les événements dont l'intensité est inférieure à celui pour lequel l'ouvrage a été conçu (donc contre les événements statistiquement plus fréquents que l'événement dimensionnant). Les digues participent à la prévention des risques et réduisent les dommages et coûts pour la collectivité.

Néanmoins la présence de ces ouvrages, dont la bonne conception et l'entretien rigoureux par le maître d'ouvrage sont essentiels, ne doit pas faire oublier l'existence d'un risque important pour les événements d'intensité supérieure au dimensionnement de l'ouvrage.

L'UP Littoral est concernée par 2 barrages sous PPI, celui de Saint-Cassien sur le Biançon et de Bimont sur l'Infernet. Toutefois, le barrage de Dardennes, sur le Las, situé au-dessus de Toulon, est également soumis à procédure d'alerte compte tenu des enjeux humains à l'aval. Les autres barrages d'importance sont Carcès, sur le Caramy, Saint-Esprit sur le Valescure et les Mesce sur la Bieugne.

Les digues de protection contre les inondations ou les submersions ont vocation à protéger les populations existantes. Elles permettent notamment, sous réserve d'avoir été conçues dans les règles de l'art et d'être correctement entretenues, d'apporter aux habitants concernés une protection relative contre les événements dont l'intensité est inférieure à celui pour lequel l'ouvrage a été conçu (donc contre les événements statistiquement plus fréquents que l'événement dimensionnant). Les digues participent à la prévention des risques et réduisent les dommages et coûts pour la collectivité.

Néanmoins, la présence de ces ouvrages, dont la bonne conception et l'entretien rigoureux par le maître

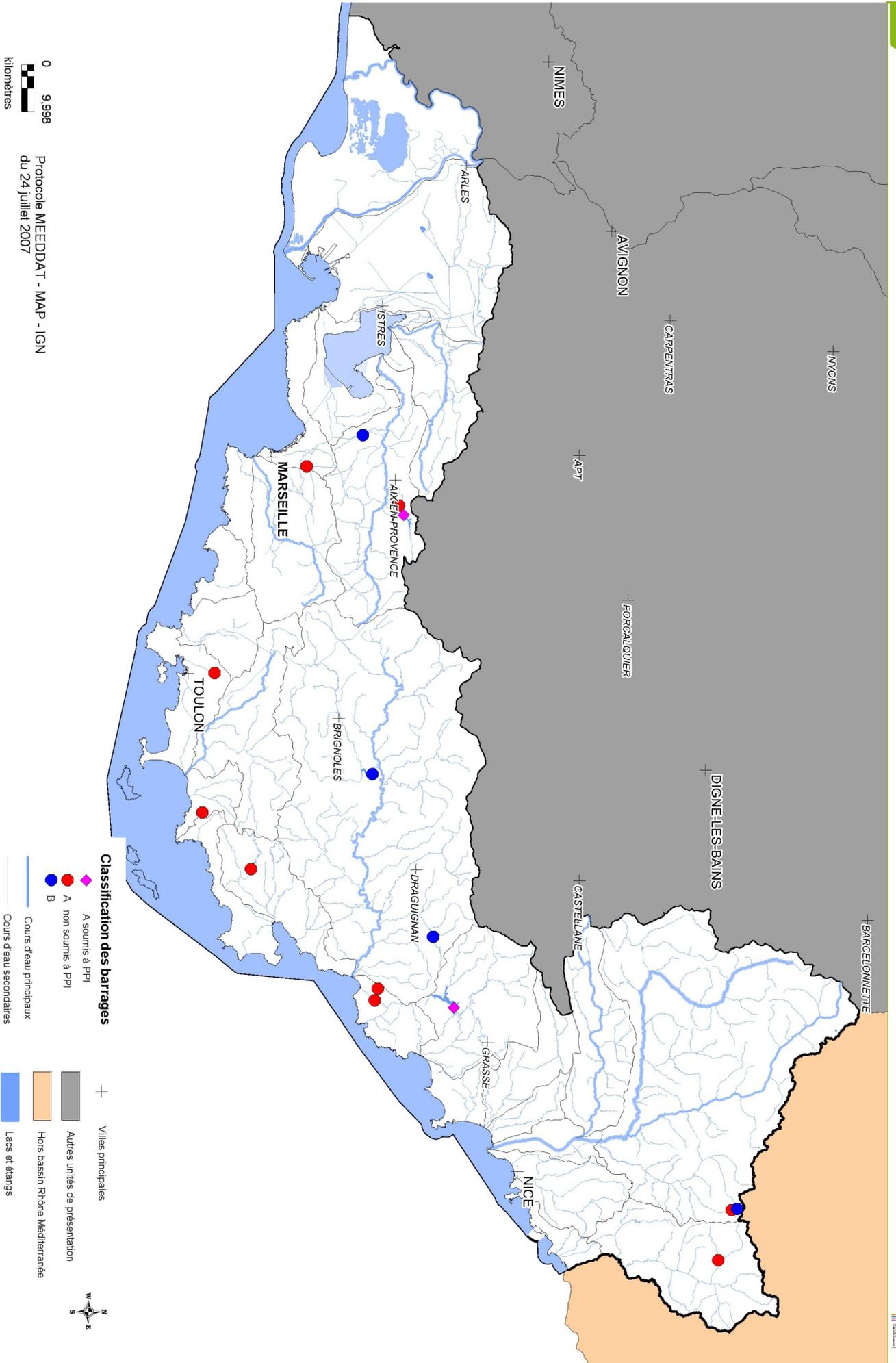
d'ouvrage sont essentiels, ne doivent pas faire oublier l'existence d'un risque important pour les événements d'intensité supérieure au dimensionnement de l'ouvrage.

Les digues de protection sont donc à considérer, d'une part, comme un ouvrage de protection relative (pour certaines crues), et, d'autre part, comme un objet de danger potentiel de nature anthropique : aucun ouvrage ne peut être considéré comme infaillible, et les ruptures de digues (par érosion, surverse, glissement, ...) se traduisent par des hauteurs d'eau et des vitesses très importantes, ainsi que des phénomènes d'érosion très forte.

Les principes généraux relatifs aux ouvrages de protection dans les Plans de Prévention des Risques Naturels Inondation (PPRN Inondation) sont formalisés dans les circulaires du 30 avril 2002 et 21 janvier 2004, ainsi que tout récemment pour le cas des PPR Littoraux par la circulaire du 28 juillet 2011.

Sur l'UP « Littoral PACA », parmi les ouvrages les plus importants, environ 210 km d'ouvrages faisant obstacle aux écoulements en cas de débordement des cours d'eau correspondent aux classes A et B au titre de l'article R214-113 du code de l'environnement, dont 160 km sont des ouvrages de protection. La majorité du linéaire est constitué d'ouvrages gérés par le Syndicat Mixte interrégional d'Aménagement des Dignes du delta du Rhône et de la Mer. Les ouvrages de classe A se situent le long du Rhône principalement. D'autres ouvrages importants (classés B) protègent les secteurs vulnérables autour du fleuve Var dans les Alpes-Maritimes.

Barrages de classe A et B



Les inondations par rupture de digues

Les digues de protection sont donc à considérer d'une part comme un ouvrage de protection relative (pour certaines crues), et d'autre part comme un objet de danger potentiel de nature anthropique : aucun ouvrage ne peut être considéré comme infaillible, et les ruptures de digues (par érosion, surverse, glissement, ...) se traduisent par des hauteurs d'eau et des vitesses très importantes ainsi que des phénomènes d'érosion très forte.

Les principes généraux relatifs aux ouvrages de protection dans les Plans de Prévention des Risques Naturels Inondation (PPRN Inondation) sont formalisés dans les circulaires du 30 avril 2002 et 21 janvier 2004, ainsi que tout récemment pour le cas des PPR Littoraux par la circulaire du 28 juillet 2011.

Tout comme pour les barrages, les digues sont soumises au décret n°2007-1735 du 11 décembre 2007 relatif à la sécurité des ouvrages hydrauliques et au comité technique permanent des barrages et des ouvrages hydrauliques et modifiant le Code de l'Environnement.

Il définit les classes des digues (« digues de protection contre les inondations et submersions et digues de rivières canalisées ») : classes A, B, C, D en fonction de la hauteur de l'ouvrage et de la population maximale (y compris saisonnière) résidant dans la zone protégée.

Il définit en fonction de la classe des ouvrages, les obligations réglementaires de leur propriétaire ou exploitant : diagnostic de sûreté des digues existantes, dossier d'ouvrage, fréquence des visites techniques approfondies, auscultations, consignes, revue de sûreté, étude de dangers, ...

L'état des connaissances actuelles ne permet de disposer d'une cartographie exhaustive et rigoureuse de ces ouvrages à l'échelle du territoire.

Notons cependant ce recensement conduit depuis 2007 continue d'être amélioré au fil du temps et est complété par une régularisation de la situation administrative des ouvrages en cours.

L'unité de présentation « Côtiers-Ouest » comptabilise 475 km de digues recensés par les services de l'État.

II.4 - Autres types d'inondations

Les raz de marée et tsunamis

Les tsunamis sont des ondes marines déclenchées au large par un séisme ou un glissement de terrain sous-marins. Les tsunamis historiques les plus importants de la région Méditerranée ont eu lieu au plus près des sources tsunamigènes d'origine sismique, au niveau de la zone de collision des plaques Afrique et Eurasie (Algérie, Italie du Sud, Grèce).

Les côtes du littoral PACA ont été touchées par deux événements liés pour le premier au séisme ligure du 23 février 1887 et pour le second à l'effondrement sous-marin sur le chantier de l'aéroport de Nice le 16 octobre 1979. Une partie de la plate-forme de remblaiement qui devait prolonger sur la mer les pistes de l'aéroport de Nice s'effondre, elle entraîne avec elle 15 ouvriers et du matériel (quatre camions, deux grues). Le glissement provoque une vague de 2,5 à 3 mètres qui frappe le littoral entre le port de la Salis et Antibes et occasionne des dégâts importants ainsi que la mort d'une commerçante d'Antibes. Une centaine de maisons ont été envahies par les flots. Une dizaine de voitures ainsi qu'une centaine d'embarcations ont été projetées sur les quais.

L'impact d'un éventuel tsunami n'a pas été abordé dans le cadre de l'EPRI, on se référera à l'étude de référence suivante :

- Terrier M., Pedreros R., Poisson B. (2007) – Tsunamis: étude de cas au niveau de la côte méditerranéenne française – Rapport de synthèse. Rapport BRGM-RP-55765-Fr, 98p, 31 fig, 7 tabl, 6 pl. h. t.