Mention textuelle	Source		Nature du document
le lit de l'Eygoutier pas assez profond ne pouvant contenir le volume d'eau que causent les pluies, elle se déjette sur les terres… l'été l'Eygoutier venant à sécher…. Les inondations sont aussi causées par la grande quantité de broussailles et de branches d'arbres pendants dans le lit d'icelle rivière l'empêchent ainsi d'être libre	Données historiques citées par l'association AIRE	08/08/1773	Registre des délibérations du conseil municipal de La Garde
"La Garde a connu depuis très longtemps de grandes inondations. C'est ainsi qu'en 1543, les eaux atteignirent les seconds remparts, le Rocher et son village furent encerclés; il en fut de même en 1650 et 1657. Lorsque l'Eygoutier reçoit toutes les eaux des deux bassins versants, il est en crue et provoque des inondations dans la plaine qui est déjà saturée par les nappes phréatiques....de nombreuses crues ont provoqué d'importantes inondations dans la plaine de La Garde, en 1856, 1886, 1909, 1923, 1955, 1957, 1959, 1973 et la dernière en 1978. Dans chaque ferme du Plan, les habitants disposaient d'une barque à fond plat, appelée bachot, ils l'utilisaient pour se déplacer lors des inondations. Les 15 et 16 janvier 1859, il y eu des pluies torrentielles durant deux jours, le Plan fut inondé. Le 28 octobre 1886, à la suite de fortes intempéries, l'Eygoutier déborda inondant à nouveau le Plan. En janvier 1889,...'A La Garde, l'eau a tout envahi, les maisons émergent comme des îlots de cette vaste étendue d'eau rougie par la terre qu'elle a arrachée...A la pluie s'ajoute un vent violent'. " "En 1909 dans la nuit du 18 au 19 mars, des pluies torrentielles s'abattirent dans notre région. Le journal local nous relate...: 'Depuis un mois, des pluies très fréquentes avaient, bien des fois, submergé notre plaine, mais cette fois c'est une véritable inondation. Dans un laps de temps relativement court, l'eau a atteint une hauteur inconnue de mémoire d'homme; elle passe par-dessus le chemin de La Garde au Pradet et arrive jusqu'au village...Plusieurs campagnes situées dans la plaine doivent avoir environ 0.50 mètre d'eau chez eux" "en septembre 1867...'la saison pluvieuse avait fait massive l'argile rouge du Plan de La Garde...Janvier arrivait. Les cataractes du ciel s'ouvrirent...aux flancs de ces montagnes ruisselaient à grand bruit des avalanches d'eau. Tout s'épandait dans cette coupe immense qui est le Plan; el la coupe déborda bientôt. Les habitants sont habitués à cette inondation presque annuelle...Tout le Plan, alors, a l'aspect d'un lac avec des îlots' " "En janvier 1948, il plut pendant huit jours, le pluviomètre indiqua 72.90 millimètres d'eau et durant six jours d'avril de la même année 50.20 millimètres. Du 27 avril au 8 mai 1957, l'inondation dura 12 jours... Le 16 janvier 1978, lors de la dernière inondation, l'eau arriva à quelques dizaines de mètres de la mairie. Après une semaine de pluie, il tomba 130 millimètres d'eau en 24 heures; les débits atteignirent 200m3/s. Dans la nuit, une violente trombe de grêle boucha tous les écoulements. L'Eygoutier s'était transformé en un torrent, le tunnel du pont de la Clue ne pouvait plus évacuer cette immense quantité d'eau. Dans le Plan le niveau de l'eau atteignit jusqu'à 2.50 mètres." Le 16 juin 1709, le conseil de la communauté demandait de nettoyer et creuser le Réganas, ainsi que les embouchures afin que 'les eaux aient leur libre cours pour empêcher les inondations de la plaine'. Le 12 octobre 1777, on pouvait lit : 'après l'abondance des dernières pluies, versements considérables du torrent le Réganas qui dévaste une partie de la	Histoire de La Garde, 2012		

Mention textuelle	Source		Nature du document
plaine [...] dégâts très considérables'. ...En1820, après les inondations, la municipalité de La Garde avait proposé aux pouvoirs publics de jeter à la mer les eaux de crue de l'Eygoutier par une dérivation souterraine... cette proposition fut repoussée. En 1869...le Service hydraulique du Var reprit cette proposition et la chiffra, ce projet ne connut aucune suite. Une période de sécheresse assez longue fut oublier les dangers des crues de l'Eygoutier. En 1856, le tunnel de Lamalgue fut construit.			
il doit être pris des moyens efficaces pour éviter que l'Eigoutier qui traverse le territoire de la Communauté, de Ste Marguerite et Toulon, et qui n'est ni assez large, ni assez profond pour "recevoir les eaux qui s'y portent par leur déversions, d'où il arrive des inondations considérables qui occasionnent des dégradations affreuses"		04/10/1778	Registre des délibérations du conseil municipal
"ces inondations sont très fréquentes et on cite des années pendant lesquelles, à dix-sept reprises, la plaine de la Garde a été ainsi envahie par les eaux"	7S137	20/07/1887	Rapport de l'ingénieur ordinaire
Disposition hydrologique. "le bassin de l'Eygoutier peut logiquement se diviser en trois parties distinctes (…) : L'Eygoutier supérieur, séparé de l'Eygoutier moyen par les crêtes de Touar et de Baudouvin, caractérisé par sa grande plaine centrale, borné au sud et au nord par des hauteurs importantes, à pentes rapides, sillonnées par des vallons et des torrents à fortes déclivités et prolongés dans la plaine par des ruisseaux peu rapides qui débordent lors des pluies d'orages. (...) L'Eygoutier moyen (...) encaissé entre des versants très déclives, ne comprend que des ruisseaux à forte pente et à allure torrentielle; L'Eygoutier inférieur (...) est caractérisée par l'absence presque complète de tout ruisseau important. Les eaux s'écoulent en nappes sur les versants très déclives, et se réunissent dans des plis de terrain, le long des routes et chemin, et dans des rues transformées en torrents. Avant l'exécution de la première déviation, au 17 ° siècle, toutes ces eaux envahissaient les terrains bas des quartiers actuels de l'Abattoir et de la Rode, pour se rendre dans l'ancien lit de l'Eygoutier, et de là à la mer, par l'ancien débouché ouvert au milieu des marécages (...) Après (...) l'Eygoutier inférieur se subdivise , au point de vue de l'écoulement des eaux, en deux parties très distinctes : La déviation de l'Eygoutier (...) reçoit toujours, en nappe ou par des ruissellets, les eaux qui s'écoulent sur ces versants; mais les eaux qui ruissèlent sur les flancs du mont Faron, et qui se déversent en nappe sur les terrains bas des quartiers de l'Abattoir et de la Rode, ne sont évacuées à la mer que par les ruisseaux d'égouttement, de sections très restreintes, qui traversent les fortifications et les rues par des dallots bas et envahis par les hautes mers.	2OP140-59	25/03/1920	Rapport du sous ingénieur principal des Ponts et Chaussées, crue des 18-19 mars 1909
"le champ d'inondation de La Garde formait un lac de plus de 500 ha, et atteignait parfois, 520 ha." "dans le rapport [de] 1868, Mr L'Ingénieur Hoslin, disait : 'Quand les pluies sont abondantes, la plaine se couvre en quelques heures, d'une nappe d'eau qui met au moins trois jours à s'écouler. Le temps nécessaire à l'écoulement des eaux a encore augmenté, dit-on, depuis l'établissement du chemin de fer'	2OP140-59	25/03/1920	Rapport du sous ingénieur principal des Ponts et Chaussées, crue

Mention textuelle	Source		Nature du document
			des 18-19 mars 1909
"la ville a aggravé la situation des sinistrés par des travaux publics de canalisation et de déversement des eaux pluviales des parties sud du Faron et de tous les quartiers avoisinants dans la rivière Eygoutier"	7S21	14/01/1920	Décision du Conseil d'Etat statuant au Contentieux
"actuellement les eaux superficielles de l'Eygoutier ne peuvent plus s'écouler librement (…) Entre le pont de S Jean du Var et le chemin des Améniers, cette rive est encombrée par des dépôts provenant du curage de la rivière et elle est exhaussé par le remblai de la ligne ferrée (...). Entre le chemin des Améniers et le pont du chemin de fer sur l'Eygoutier, l'accès de la rivière est barré aux eaux superficielles par les murs de clôture des propriétés (...), par le remblai de la voie ferrée, (...) par des immeubles (...) La presque totalité des eaux superficielles des versants du Cap Brun, des Améniers, de la Sérinette et de Lamalgue, viennent s'écouler par l'ouvrage maçonné dit syphon d'Aiguillon, qui passe sous l'Eygoutier ou par le ravin de Lamalgue, qui se déverse dans la rivière aux abords du syphon. Mais ces deux exutoires sont manifestement insuffisants pour les pluies d'orage; les eaux s'accumulent alors derrière les obstacles qui empêchent leur déversement direct en rivière entre le pont du chemin de fer et le pont qui donne accès au boulevard Bazeilles.	2OP140-59	25/03/1920	Rapport du sous ingénieur principal des Ponts et Chaussées, crue des 18-19 mars 1909
"dans le but de remédier aux inondations de la plaine 'La Garde - Le Pradet - La Crau' l'idée de percement d'un tunnel à la Clue, pour rejeter une partie des eaux à la mer avait été proposée en 1820; que cette idée fut reprise en 1869 et finalement adoptée en 1892...qu'à cette réalisation fut liée des travaux d'amélioration du lit du Grand Eygoutier, qui consistèrent à l'abaissement du plafond, à l'élargissement et au relèvement des berges; que si une amélioration sensible fut constatée elle le dû à une période sèche, car aux grandes pluies qui suivirent, les ouvrages construits se révélèrent nettement insuffisants" "de graves inondations chaque années compromettent une plaine essentiellement agricole, qui comporte de nombreuses habitations. Il en résulte de grands dégâts aux fermes, qui doivent très souvent être évacuées par leurs habitants; de grandes pertes de récolte et de bétail. La stagnation des eaux due au mauvais écoulement compromet les semis et est à l'origine du 'cornoué' qui chaque année fait de grands ravages dans un vignoble très conséquent; après le retrait des eaux, les habitants sont menacés du danger des émanations du sol"..."les fréquentes inondations renouvelées plusieurs fois dans un même hiver compromettent la conservation du réseau routier, rural, vicinal et départemental, établi dans la plaine et menacent l'important remblai que constitue l'infrastructure des voies de la SNCF dans la traversée de la plaine"	1108W14-2	01/08/1951	Délibérations de la commission exécutive du syndicat de l'Eygoutier
""le lit supérieur de cette rivière a été créé artificiellement pour permettre l'assèchement des plaines inondables des communes de la Crau, la Garde et le Pradet" "le tunnel de la Clue ne pouvant absorber la totalité du débit du bassin supérieur, une partie des eaux est rejetée sur la commune de Toulon... ne pouvant être évacuées en totalité par le tunnel	900W1	27/01/1951	Aménagement de la rivière de l'Eygoutier,

Mention textuelle	Source		Nature du document
Lamalgue, provoquent des inondations qui intéressent une zone basse très importante, environ 49.88 ha des quartiers de la Rode et du Port Marchand" "les effets de ces inondations sont d'autant plus grands qu'il s'agit de zones basses dont l'écoulement se fait très lentement" "nous signalerons qu'en 1941, à la suite de violents orages, l'Eygoutier avait débordé et il y avait une lame d'eau de 0.50m qui passait devant la gare du chemin de Fer de Provence pour se jeter dans le port au Quai Général Bonaparte. Une femme ayant voulu traverser le flot a été emportée " En 1941, chute de 175 mm en 2 h; chute de 123 mm dix jours après en 24 h" (observatoire de la marine) 'Mars 1909 chute de 135 mm en 24 h)			rapport de l'ingénieur d'arrondissement
"le Réganas, avec ses berges surélevées au-dessus des terres, générateur de bien des difficultés"	1108W14-2	26/06/1954	Délibérations de la commission exécutive du syndicat de l'Eygoutier
"la descente des eaux de pluie en provenance de l'Avenue du colonel picot et du Bard. Duployé, inondant l'Avenue Joseph Gasquet doit être prise en considération"	900W1	10/08/1956	Lettre du comité d'intérêt local de la Barentine
"le débit de la rivière de l'Eygoutier, influencé par l'intensité pluviométrique directe, l'est également par les débordements provenant en temps de crue des fonds supérieurs au-delà du bassin versant, en dérivation du Gapeau"	1108W14-2	25/08/1956	Délibérations de la commission exécutive du syndicat de l'Eygoutier
"le projet d'assèchement de la plaine de la Garde, Le Pradet et la Crau, zone inondable du bassin supérieur de l'Eygoutier, d'une part, et celui des quartiers bas actuels de l'Abattoir et de la Rode, à Toulon, où était située l'embouchure naturelle de la rivière de l'Eygoutier"		11/01/1958	Délibérations de la commission exécutive du syndicat de l'Eygoutier
"projet…entre la RN 98 et le confluent du Grand et Petit Eygoutier… cette étendue de 3500 ha environ était périodiquement submergée à la saison des pluies. C'est pourquoi un système de fossés d'assainissement dont le collecteur principal est le Grand Eygoutier, a été créé, il y a environ 100 ans" "le 27 avril 1957...l'inondation a dépassé en ordre de grandeur toutes les précédentes, tant par le volume d'eau tombée avec une intensité extraordinaire, que par l'importance des dommages qu'elle a causé. On a, en effet enregistré une précipitation de 84.7 mm en 6 h... soit 137 m3/s à évacuer. Un alluvionnement considérable s'est produit aussitôt dans les lits des collecteurs principaux et, pendant	1108W14-2	03/04/1960	Mémoire explicatif projet de désencombrement du lit de l'Eygoutier

Mention textuelle	Source		Nature du document
que deux brèches importantes se formaient sur le cours du Réganas, le lit du Grand Eygoutier voyait sa section réduite d'un tiers par les encombrement alluvionnaires."			
"pour écouler les eaux pluviales de la ZI, les architectes ont fait construire un canal collecteur à contrepente de 500 à 600 m de longueur qui conduit ces eaux vers le CD 29. Là, son débit est tel que c'est le CD29 alors coupé à la circulation qui ramène ces eaux directement au Réganas au pont de la Chapelle. Le résultat est que le niveau de l'eau du Réganas monte à une allure prodigieuse dès qu'il tombe une averse quelque peu importante"	1140W204	23/05/1973	Mémoire du comité de lutte contre les inondations et de défense de la plaine de la Garde.
"les plus anciens travaux connus ont été liés au développement du port militaire et de la ville de Toulon : -suppression des marais de la vieille darse et du port marchand et dérivation de l'Eygoutier vers le Mourillon, - deuxième dérivation de l'Eygoutier vers l'Est comportant la création d'un émissaire souterrain vers la mer : le tunnel du Fort Lamalgue. Ces travaux permirent d'assainir le bassin toulonnais de l'Eygoutier" "récemment d'importants travaux ont été réalisés sur l'Eygoutier aval ayant pour but de réduire les risques de crues -élargissement et bétonnage de l'Eygoutier dans Toulon et le long de l'autoroute Est, - recalibrage du tunnel du Fort Lamalgue	1140W204	oct-73	DDA, aménagement de l'Eygoutier, notice explicative
deux cuvette marécageuses prononcées - entre la Garde et la Pradet à la cote 22.5 mNGF, - aux approches du pont de la Clue entre la voie ferrée et la route d'hyères sur le tracé de l'Argoutier à la cote 21.6 m NGF.	1140W204	oct-73	DDA, aménagement de l'Eygoutier, notice explicative
"Les premiers travaux ont été liés au développement du port militaire et de la ville de Toulon au 17° siècle : - suppression des marais de la vieille darse et dérivation de l'Eygoutier vers le Mourillon, deuxième dérivation de l'Eygoutier et création de l'émissaire souterrain du fort Lamalgue. A la fin du siècle dernier la ville de Toulon décida de couvrir l'Eygoutier dans la partie urbaine" "Les plans 3.1 et 3.2 joints au rapports définissent le périmètre de la zone inondable la plus critique dans la basse plaine de l'Eygoutier. L'étendue de 790 ha prise en compte a été déterminée à la suite des observations effectuées et des études entreprises : les inondations ont un caractère quasi annuel dans cette zone. Toutefois, des inondations plus importantes, de caractère catastrophique, ont été constatées. C'est ainsi, qu'en avril 1957, 1400 ha ont été inondés, les trafics routiers et ferroviaires interrompus." "Deux routes nationales et quatre chemins départementaux sont noyés sous 30 cm d'eau pendant environ 4 à 5 jours tous les 2 ou 3 ans."	1442 W 76	janv-74	Rapport des directeurs DDAF et DDE
"Les berges et le fond de ce grand fossé n'ont plus fait l'objet d'un entretien normal depuis de très nombreuses années. Faits plus graves : sur le parcours et au droit de plusieurs propriétés, des ouvrages ont été construits tels que murs en pierres, drains d'écoulement de fosses septiques et tuyaux d'évacuation des eaux grasses. De plus, selon les affirmations	1140W204	24/04/1974	rapport technique sur les travaux de grands curages de

Mention textuelle	Source		Nature du document
de certaines personnes et propriétaires des lieux, pendant la dernière guerre... les troupes d'occupation auraient placé un cheval de frise, qui par la suite aurait été couvert de terre et de pierres. Le résultat est tel que les eaux pluviales des bassins versants compris entre la piste cyclable au sud, et la RN 559 au nord, prennent un sens d'écoulement vers le Pont de la Clue pour chuter dans le tunnel depuis la station de dilacération de Ste-Marguerite. Naturellement par très fortes pluies, les transports d'eau importants de l'Eygoutier en amont du Pont de la Clue corrigent cet écoulement et le sens de l'eau est inversé en prenant la direction de Toulon, où elle passe difficilement en raison des barrages de boues, pierres et divers déchets mis par la main de l'homme; le barrage en ciment qui existe toujours sous le pont avenue Bourgarel en limite de Toulon accentue ce ralentissement.			l'Eygoutier. Tronçon Pont de la Clue à la station Ste Marguerite
"L'Eygoutier et ses affluents inondent périodiquement et notamment durant la période d'hiver et au printemps la plaine dite de La Garde"	1453 W 76	21/01/1976	Note à l'attention du Préfet
"en 1883, il y avait le long des rives de l'Eygoutier et de ses affluents : - des usines, -des propriétaires fonciers qui avaient établi des barrages pour effectuer des prises d'eau. "…"lors de la construction de l'autoroute et sortie Est de Toulon le cours de l'Eygoutier a été modifié et sur une assez grande longueur le lit en a été recouvert. Lors des travaux du tout à l'égout pour le compte des communes de Toulon, la Valette, la Garde et le Pradet, les tuyauteries de rejet à la mer des eaux usées au départ du Pont de la Clue ont été établies sous le radier du tunnel existant de surverse des eaux. ... Enfin lors des périodes où l'usine de relèvement située entre le Pont de Suve et le Pont de la Clue est en panne le lit de l'Eygoutier sert à évacuer à partir de cette usine et vers la plage du Mourillon les eaux usées... Compte tenu de l'opacité et de la densité de ces boues il est facile de comprendre que pendant ces périodes, les dépôts sur le fond du lit sont alors très importants. Le fonctionnement du tout à l'égout... est donc en très grande partie responsable des besoins de 'curage à vieux fond'"	1442 W 84	15/12/1977	Mémoire requête présenté au Préfet
"ce fleuve ridicule, le plus souvent à sec en été, mais qui était sujet à des débordements redoutables, voire même catastrophiques en périodes de pluies	1442 W 76	30/10/1982	Var Matin
"Autrefois l'Eygoutier se jetait dans la mer à l'emplacement du Port Marchand actuel. Pour éviter l'envasement de la rade, Vauban décida la déviation du lit, et à partir du Pont Léon Bourgeois, un canal fut creusé sur le flanc de la Colline Lamalgue, cet ouvrage empruntait le lit actuel jusqu'à la porte Baezilles, suivait le tracé des boulevards Bazeilles et docteur Cunéo, et débouchait à la mer près du port Saint Louis. Ce tracé beaucoup plus long que l'ancien qui passait approximativement à l'emplacement du boulevard Paul Bert, avait une pente très faible et les eaux stagnaient pendant la plus grande partie de l'année. A la suite d'épidémies, il fut décidé de combler le canal de la porte Bazeilles à la mer, et de percer un tunnel débouchant en mer sur la corniche du Mourillon à proximité de l'établissement du Lido". "D'autre part, l'encombrement du lit de la rivière dû aux apports successifs qui ont relevé le fonds, et à la végétation qui freine la vitesse des eaux, sont la cause des débordements de l'Eygoutier qui provoquent l'inondation des quartiers de	900W1	11/07/1956	Aménagement de la rivière de l'Eygoutier, commune de Toulon. Notice explicative

Mention textuelle	Source		Nature du document
LA RODE. Ces inondations sont dangereuses du fait que les terrains sont situés en contrebas du lit de la rivière" "Les travaux... : - agrandissement du tunnel Lamalgue : la section actuelle de 6.45 m² sera portée à 11.3m²... la partie amont constituant l'entonnement sera aménagée également - aménagement à ciel ouvert entre le Pont Bazeilles et le Pont Léon Bourgeois : approfondissement du lit, construction d'un radier maçonné comportant une cunette suffisante pour évacuer les débits d'étiage; élargissement du lit et ... reconstruction d'un mur de berge rive gauche, élargissement du radier, relèvement des murs de berge rive droite.... abaissement de 0.5 m du radier à l'entrée du tunnel Lamalgue." + démolition du pont métallique du CV0 qui forme barrage et constitue un obstacle à l'écoulement des eaux en cas de crue, même faible; démolition du pont du chemin de fer qui sert d'accès à la piste cyclable, éventuellement déplacé; surélévation de la passerelle à piétons située entre les PT 8 et 9; reconstruction du pont de l'Abattoir - aménagement entre le Pont Léon Bourgeois et 700 m à l'amont du pont Benoît Malon" : rivière canalisée dans un ouvrage couvert de 11.21 m² sur 262.5 m vers le pont Léon Bourgeois (0.00515m/m) + dans un ouvrage de 10.46 m² , non couvert sur 261.2 m en amont (0.0067m/m) + encore en amont sur 621.3 m (pente 0.0061 m/m); + tout en amont : un ouvrage d'entonnement sera construit et le lit de la rivière sera aménagé sur 224.2 m (pente 0.0046m/m)			

Un fichier Excel annexe contient toutes les informations recueillies dans les archives (complétées par quelques données de la bibliographie) : données brutes issues des archives, et données classées par thématique : Crue et inondations (synthèse et détail), aménagements, hydromorphologie, règlements d'eau, hydrologie.



Etude du fonctionnement de l'Eygoutier et de ses affluents – Approche hydraulique et morphologique en lien avec le milieu

Rapport provisoire de phase 2

Etude n°1702 - version 5 – Août 2020

Maître d'ouvrage :

Mandataire :

Sous-traitant :

www.georives.com

250 chemin de Vermenay, 38680 Saint-André-en-Royans
Téléphone : 09 67 44 34 14 E-mail : contact@georives.com
www.georives.com
S.A.R.L. au capital de 5000€, immatriculée au RCS Grenoble
SIRET : 808 307 631 00024. N° TVA : FR 20 808307631

Référence Géorives	Intitulé	Auteurs
Etude 1702	Rapport de phase 2	Sébastien David, Véronique Durin
Version	Date	Etat
1	04/2019	Document provisoire
2	12/2019	Document provisoire
3	02/2020	Document provisoire
4	07/2020	Document provisoire
5	08/2020	Document provisoire

Observations sur l'utilisation de l'étude :
L'étude fournie est constituée par un ensemble indissociable, incluant le rapport, les cartes et pièces annexées éventuelles. L'utilisation d'une partie isolée de ce travail (éléments du rapport, documents graphiques ou annexes) et/ou l'interprétation au-delà des renseignements et formulations de la S.A.R.L. GÉORIVES ne saurait engager sa responsabilité. De même les informations transmises à la S.A.R.L. GÉORIVES sont présumées exactes et vérifiées par le producteur de ces données, il n'appartient donc pas à la S.A.R.L. GÉORIVES, sauf mission expressément formulée, d'en vérifier l'exactitude.
Les cours d'eau, leurs zones de débordement et les zones de ruissellement, sont des milieux complexes naturellement évolutifs et en interaction avec la végétation, les aménagements et les pratiques humaines. Des évolutions accidentelles, ou difficilement prévisibles, non formulées dans cette étude demeurent possibles. Seules les tendances apparentes les plus probables sont discernables. La responsabilité de la S.A.R.L. GÉORIVES ne pourra donc pas être engagée en cas d'évolutions non énoncées ou contraires à ses énonciations.
La présente étude ne constitue en aucun cas un diagnostic de génie civil ou géotechnique pour ce qui concerne les différents ouvrages. La responsabilité de la S.A.R.L. GÉORIVES ne pourra donc pas être engagée en cas de désordres sur des ouvrages.

SOMMAIRE

1 INTRODUCTION 5
2 HYDROMORPHOLOGIE 6
2.1 ETAT DES LIEUX ET DIAGNOSTIC 6
2.1.1 Reconnaissances de terrain 6
2.1.2 Faciès d'écoulement 8
2.1.3 Substrats du lit mineur 8
2.1.4 Lithologie des berges 9
2.1.5 Atterrissements 9
2.1.6 Erosions de berges 10
2.1.7 Artificialisation du lit mineur 10
2.1.8 Ripisylve 10
2.1.9 Diversité d'habitats en lit mineur, annexes hydrauliques et habitats d'intérêt 11
2.1.10 Continuités écologiques 11
2.1.11 Embâcles, rejets et pollutions 12
2.1.12 Dynamiques sédimentaires 12
2.1.13 Dynamiques d'évolution morphologique 22
2.1.14 Score d'efficience probable d'un projet de restauration 23
2.1.15 Tronçons homogènes, styles fluviaux et état hydromorphologique 24
2.1.16 Synthèse diagnostic par tronçons homogènes 25
2.2 PLAN D'ACTION DE RESTAURATION MORPHOLOGIQUE 35
2.2.1 Principes d'actions envisageables, priorisation des interventions et incidences sur l'état hydromorphologique 35
2.2.2 Fiches d'actions 39
3 CARTOGRAPHIE HYDROGEOMORPHOLOGIQUE DES ALEAS 89
3.1 METHODOLOGIE 89
3.1.1 Principes généraux de cartographie hydrogéomorphologique des aléas 89
3.1.2 Cas particuliers 91
4 ESPACE DE BON FONCTIONNEMENT (EBF) 92
4.1 DEFINITION DES NOTIONS 92
4.2 PRINCIPES DE DELIMITATION 93
5 CONCLUSION 94

TABLE DES FIGURES

Figure 1 - Carte accessibilité des segments élémentaires 7
Figure 2 - Débris d'origine anthropique dans le lit mineur de la Règue 16
Figure 3 - Localisation des échantillons de sédiments analysés sur l'Eygoutier aval 17
Figure 4 - Courbes granulométriques comparées des échantillons analysés par photo-granulométrie 17
Figure 5 - Courbes granulométriques comparées des échantillons analysés par tamisage 18
Figure 6 Exemple d'érosion dans un talus transversal à l'écoulement (photo hors zone d'étude) 89
Figure 7 Grille radiale d'aléas hydrogéomorphologique 90
Figure 8 Grille d'aléas utilisée pour les points de calculs sommaires dans la qualification hydrogéomorphologique des aléas (source : DDTM 83, oct 2019) 90

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Taux d'érosion retenus pour l'état actuel et l'état dégradé 14
Tableau 2 - Taux d'érosion retenus pour les états historiques de 1778 et 1886 14
Tableau 3 - Estimations des volumes érodés pour différents points du bassin versant et différentes situations 16
Tableau 4 - Valeurs caractéristiques de la granulométrie des différents échantillons analysés 19

Tableau 5 - Estimations des capacités annuelles de charriage des cours d'eau 21
Tableau 6 - Estimation des débits classés (en m³/s) aux points de calcul du transport solide 21
Tableau 7 – Typologie géodynamique des cours d'eau 23
Tableau 8 – Paramètres complémentaires pour le calcul du score d'efficience probable 23
Tableau 9 - Diagnostic par tronçons homogènes sur l'Eygoutier 27
Tableau 10 - Diagnostic par tronçons homogènes sur le Lambert 28
Tableau 11 - Diagnostic par tronçons homogènes sur le Réganas 29
Tableau 12 - Diagnostic par tronçons homogènes sur la Planquette 30
Tableau 13 - Diagnostic par tronçons homogènes sur le Saint-Joseph 31
Tableau 14 - Diagnostic par tronçons homogènes sur la Règue 32
Tableau 15 - Diagnostic par tronçons homogènes sur l'Artaude 33
Tableau 16 - Diagnostic par tronçons homogènes sur les biefs secondaires et les petits affluents 34
Tableau 17 - Types d'actions par tronçons homogènes, participation aux gains sur l'état hydromorphologique global et priorités d'intervention 37

1 INTRODUCTION

Le présent rapport de phase 2 « hydrogéomorphologie » fait suite au rapport de phase 1 « récolte et analyse des données ».
Pour rappel, le rapport de phase 1 présentait :

- Une analyse du cadre physique et écologique de la zone d'étude,
- Une analyse des différentes données d'entrée (études antérieures notamment),
- Une analyse des données historiques et des évolutions des cours d'eau, tant sur le plan des inondations, des travaux, de l'occupation du sol que morphodynamique avec notamment l'étude diachronique des profils en long et tracés de cours d'eau,
- La cartographie hydrogéomorphologique informative des zones inondables,
- Le recensement des ouvrages en travers et déversoirs latéraux avec un cahier de fiches d'ouvrage et une localisation des principaux bassins de rétention et endiguements.

La phase 2 a quant à elle pour objectifs de valoriser l'état des lieux hydromorphologique réalisé sur le terrain, d'analyser les dynamiques de transport solide, de réaliser un diagnostic par tronçon homogène (fiches tronçons), de proposer des actions pour restaurer les cours d'eau dans l'objectif d'améliorer leur état écologique, de délimiter les espaces de bon fonctionnement et de qualifier les aléas inondation en complément des modélisations hydrauliques objets des phases 4 « modélisation hydraulique et définition de l'aléa » et 6 « élaboration des PPRI ».

2 HYDROMORPHOLOGIE

2.1 ETAT DES LIEUX ET DIAGNOSTIC

2.1.1 Reconnaissances de terrain

Des reconnaissances de terrain ont été réalisées, en février et en mars 2018, en binôme avec Hydrosystèmes ingénierie. Les conditions météorologiques des reconnaissances de février correspondaient globalement à un temps sec alors que celles du mois de mars correspondaient globalement à des conditions post-pluies.
Les informations sur les linéaires de cours d'eau ont été recueillies par segments élémentaires d'environ 250 m et retranscrites dans un fichier Excel (BD_SE250) associé à une table SIG (L_SEGMENTS). Chaque segment est caractérisé par un identifiant composé des premières lettres du nom du cours d'eau et d'un chiffre (ex. : EYG01 pour l'Eygoutier). La base de données excel contient également les informations suivantes : dates des levés, numéros de photos représentatives, dimensions caractéristiques de la section du lit mineur lorsque des profils en travers ne sont pas disponibles, les caractéristiques de « style fluvial » perceptibles sur le terrain, les faciès d'écoulement, la présence de colmatage, pavage et armurage, les substrats du fond, des appréciations sur les signes d'exhaussement ou d'incision, la diversité des habitats, la présence d'habitats d'intérêt[1], la nature des berges, la continuité, l'épaisseur, la diversité et les principales essences de la ripisylve, l'occupation du sol, l'accessibilité du tronçon, diverses observations et la présence d'annexes.
Des informations ont également été levées de façon linéaire (couverture du lit mineur, artificialisation des rives dans le cas de merlons ou murs endiguants, berges dans le cas des protections, et fonds ou fonds et berges dans le cas des lits canalisés) et reportées dans la table SIG L_ARTIF.
D'autres informations ont été levées de façon ponctuelle :

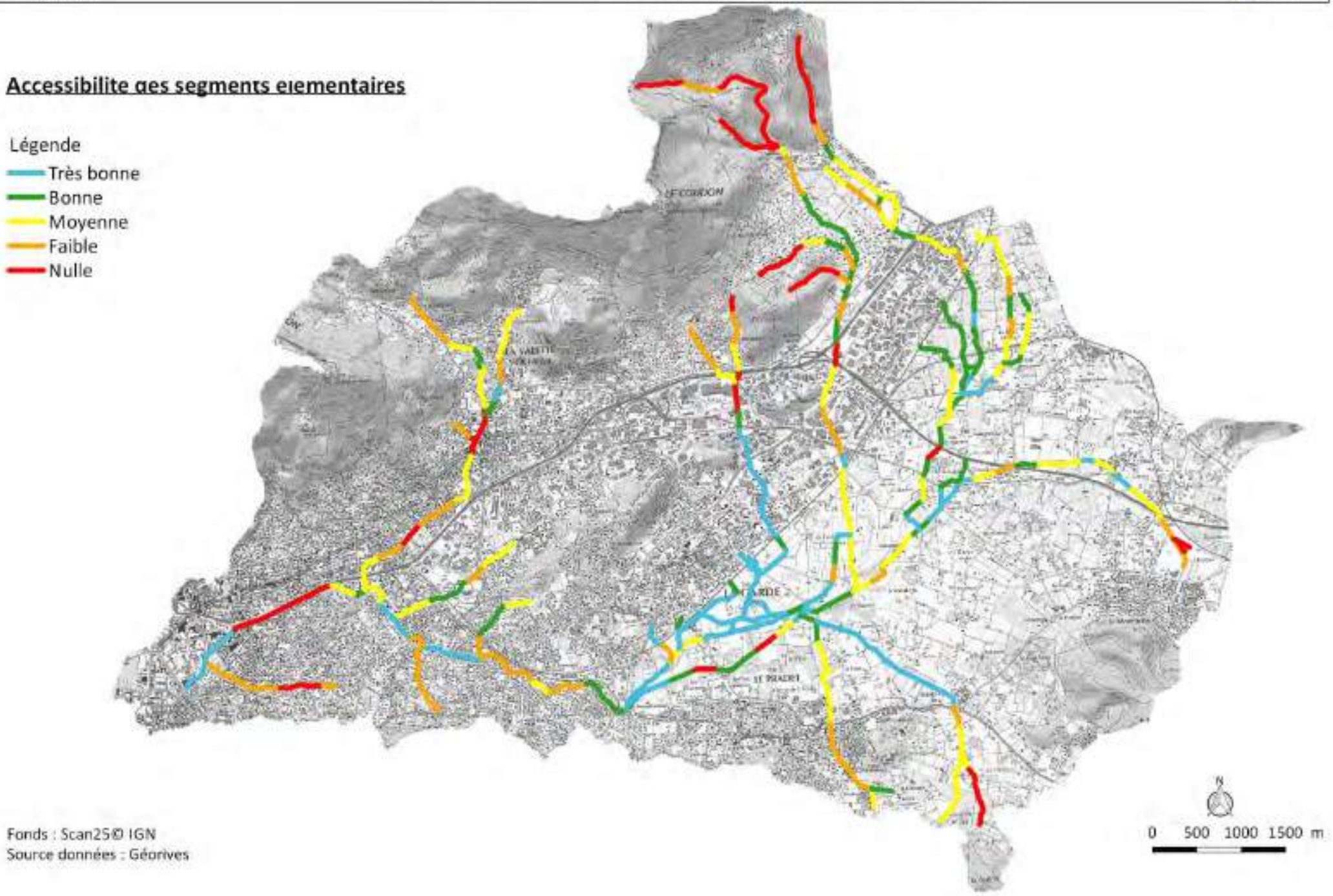
- les rejets en lit mineur (table P_rejets),
- les ouvrages en travers (table P_OH), qui font également l'objet d'un cahier de fiches d'ouvrages,
- les érosions de berges (table P_erosions), avec qualification du type d'érosion, des indices d'activité et de connexion, du linéaire et de la surface érodée ainsi que de la nature des sédiments érodés,
- les atterrissements (table P_atterrissements), avec qualification de leur granulométrie dominante, de leur volume, de leur position en lit mineur et de leur mobilité,
- et les embâcles (table P_embâcles), avec qualification de leur nature, de leur volume, de leur stabilité et de leur incidence éventuelle.

Les codes qualificatifs des différentes bases de données excel ou SIG sont donnés en annexe du présent rapport.

La carte ci-après caractérise le niveau d'accessibilité des segments élémentaires.

[1] Approche non exhaustive

Accessibilite des segments elementaires



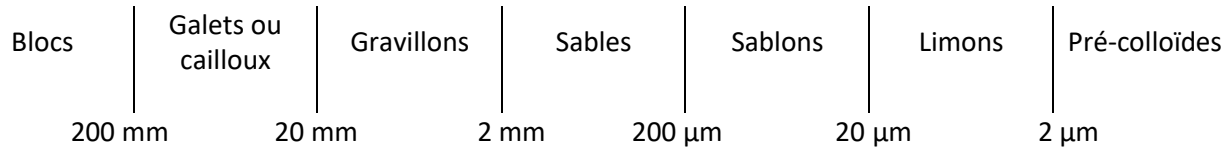
Fonds : Scan25© IGN
Source données : Géorives

2.1.2 Faciès d'écoulement

La carte des faciès d'écoulement, présentée dans l'atlas cartographique, retranscrit les principaux types d'écoulements rencontrés lors des reconnaissances de terrain. Elle fait notamment ressortir des assecs importants malgré la saison. Les principaux cours d'eau concernés par des assecs importants sont alors la Règue, l'Artaude et le Petit Bois.
Il n'y a pas de faciès de « meilleure qualité » que d'autres, c'est la variété et l'adéquation de leur fréquence à la typologie du cours d'eau et à la zone concernée qui est signe de dégradation ou de bon état.
Les cours d'eau, ou portions de cours d'eau, présentant une bonne diversité de faciès d'écoulement sont le Sainte-Cécile, le Saint-Joseph et le Sainte-Musse, l'Eygoutier dans le secteur des confluences avec les deux cours d'eau précédents et le Réganas amont. Les faciès d'écoulement avec du courant y sont notamment bien représentés. La diversité des faciès et leur caractère courant tendent à distinguer ces secteurs du reste du réseau hydrographique.
A l'inverse, certains tronçons présentent peu de diversité comme c'est le cas pour l'Eygoutier et l'Argoutier sur l'aval des Plans de la Garde et du Pradet et en aval proche du Pont de la Clue qui présentent un faciès quasi-continu de chenal lentique. Sur la Planquette aval, la surverse du Réganas et le Nouvel Eygoutier, c'est le plat lentique qui est le faciès quasi exclusif. Ces faciès lentiques souvent associés à une absence ou faible abondance de la ripisylve pourraient être cause de réchauffement important de l'eau ; ce qui est un facteur potentiel de dégradation de sa qualité habitationnelle.
Il est à noter que les reconnaissances n'ont pas été faites dans une période d'étiage marqué et que certaines portions de cours d'eau qui présentaient un écoulement lors des reconnaissances peuvent être à sec lors d'étiages marqués.

2.1.3 Substrats du lit mineur

La carte des substrats du lit mineur, présentée dans l'atlas cartographique, retranscrit la nature des fonds rencontrée dans le cours d'eau.
L'échelle granulométrique à laquelle il est fait référence ici est celle de A. Cailleux :



Comme pour les faciès d'écoulement, la diversité des substrats est intéressante d'un point de vue écologique. Ils sont aussi dépendants des types de cours d'eau et de la zone concernée. Les parties amont pentues présentent généralement des sédiments plus grossiers que les parties aval.
Sur les cours d'eau de la zone d'étude, la diversité des substrats est globalement supérieure à celle des faciès d'écoulements.
Les substrats sur la partie aval de l'Eygoutier dans les Plans de la Garde et du Pradet n'ont pu être caractérisés finement pour cause de profondeur et d'opacité. Des photographies en période d'assec transmises par le maître d'ouvrage et des observations, réalisées dans le cadre de l'étude hydromorphologique réalisée par SAFEGE en 2017 sur le secteur, montrent des affleurements rocheux du substratum et la présence de blocs et divers « *matériaux grossiers anguleux* ». Malgré ces informations ponctuelles, il est néanmoins supposé que les substrats principaux sont les sables et graviers comme en amont.
Les substrats fins sont prédominants sur des secteurs de faible pente longitudinale comme l'Eygoutier dans la dépression de l'Estagnol, la Planquette aval, la surverse du Réganas, le Nouvel et le Petit Eygoutier ainsi que sur l'Argoutier.
Les fonds bétonnés constituent une altération fréquente des substrats des lit mineur comme sur l'Eygoutier au canal de la Rode, la Planquette amont, certaines portions du Lambert ou de ces affluents, les parties amont du Saint-Joseph, de l'Artaude et du Petit Bois ainsi que probablement des parties couvertes sur le Saint-Joseph, l'Eygoutier et la Brunette aval.

Sur le Saint-Joseph, le Sainte-Cécile et le Réganas amont, on note la présence de substrats de type tufs calcaires (ou travertins) qui correspond à un phénomène naturel de dépôt de calcaire. Ces dépôts tendent à colmater les fonds mais constituent néanmoins un habitat prioritaire Natura 2000. Ils sont également présents dans une moindre mesure sur le Réganas aval où ils cimentent légèrement les cailloux et graviers.
Une carte des phénomènes de colmatage des fonds de cours d'eau est également présentée dans l'atlas cartographique. Elle distingue le colmatage par les tufs de celui par les sédiments fins ou de type algal.
Les cours d'eau, ou portions de cours d'eau, des Plans de la Garde et du Pradet sont tous concernés par un colmatage par les sédiments fins ou de type algal. Ce type de colmatage est également retrouvé de façon marquée sur de longues portions du Lambert, de l'Eygoutier amont, de la Brunette, et du Sainte-Musse.
Il est également intéressant de constater que les substrats de l'Eygoutier dans les Plans de la Garde et du Pradet sont plus grossiers que sur les biefs comme le Nouvel Eygoutier et l'Argoutier, ce qui peut témoigner encore d'un certain transport solide autre qu'en suspension.

2.1.4 Lithologie des berges

La carte de la lithologie des berges du lit mineur, présentée dans l'atlas cartographique, retranscrit les matériaux constitutifs des berges d'après les indices visibles sur le terrain. Son intérêt est notamment de faire ressortir les portions de cours d'eau dont les berges sont susceptibles par érosion d'apporter des sédiments grossiers aux cours d'eau (berges présentant des matériaux grossiers et dans une moindre mesure mixtes). Les berges présentant des matériaux grossiers sont en outre normalement plus facilement érodables (en l'absence de ciment calcaire) que celles présentant des matériaux fins de type limons.
Sur plusieurs secteurs l'importance de l'artificialisation des berges masque la lithologie : l'Eygoutier aval, le Petit Bois, la Planquette amont, l'Artaude amont, la Brunette aval, divers tronçons du Saint-Joseph, du Sainte-Cécile, du Sainte-Musse, la Bade, un tronçon d'un affluent du Lambert et un tronçon du Réganas.
Les berges avec matériaux mixtes sont plus courantes que celles avec matériaux grossiers que l'on retrouve principalement sur le Réganas et le Lambert.
Les matériaux fins se rencontrent surtout sur l'Eygoutier amont, puis à partir des Plans de la Garde et du Pradet jusqu'à la partie couverte par l'autoroute, sur la Règue médiane et aval, l'Artaude aval, les divers cours d'eau, ou portions de cours d'eau, traversant les Plans de la Garde et du Pradet et le Saint-Joseph aval.
Sur le Sainte-Cécile, des travertins (tufs) sont localement aperçus en coupe dans les berges.

2.1.5 Atterrissements

La carte des atterrissements, présentée dans l'atlas cartographique, permet de localiser les atterrissements rencontrés et donne des indications sur leur nature (matériaux grossiers ou fins), leur mobilité et les volumes concernés. Ces informations permettent de juger en partie du transit sédimentaire existant sur les cours d'eau de la zone d'étude. Un nombre et un volume importants d'atterrissement sont censés révéler un transport solide significatif.
Sur la zone d'étude, les atterrissements rencontrés lors des reconnaissances apparaissent relativement peu nombreux et de faible volume, ce qui traduirait donc un transport solide plutôt faible.
Il apparaît globalement que les principales zones d'atterrissements de matériaux grossiers sont situées sur le Réganas aval, la Planquette amont et dans une moindre mesure le Lambert aval.
C'est sur le Réganas et la Planquette que l'activité de transport sédimentaire apparaît toutefois la plus marquée. Les volumes de matériaux grossiers atterris restent assez faibles avec une dizaine de m³ pour le Lambert, environ 80 m³ pour le Réganas et environ 50 m³ pour la Planquette.
Sur la Planquette, environ 80 m³ de matériaux a priori fins sont aussi atterris.
Environ 20 m³ de matériaux fins atterris sont également observés dans un affluent du Petit Eygoutier au quartier de la gare.
Il n'a pas été cartographié d'atterrissements sur l'Eygoutier aval, en particulier au canal de la Rode qui est régulièrement curé. Cela peut en partie être dû aux conditions hydrologiques lors des visites de terrain sur ce secteur qui ont pu masquer certains atterrissements mais aussi à une absence de dépôts significatifs entre le curage de juin 2017 et la reconnaissance de mars 2018 sur le secteur du canal de la Rode. A partir des tonnages indiqués dans les bordereaux de suivi de déchet et relevé de bons associés aux curages du canal de la Rode de 2015 à 2019, le volume moyen curé est estimé à 218 m³/an sur ce secteur de l'Eygoutier aval.

De même sur la Règue aval (secteur de confluence avec l'Artaude), un comblement, ayant justifié un curage en 2018, a été observé par le Syndicat de Gestion de l'Eygoutier (notamment sous le pont de la Foux).

2.1.6 Erosions de berges

La carte des érosions de berge, présentée dans l'atlas cartographique, permet de localiser les érosions rencontrées et donne des indications sur leur nature (type d'érosion), la proportion de matériaux grossiers présents dans la berge érodée, l'indice d'activité, l'indice de connexion et la surface d'érosion. Des indices d'activité et de connexion égaux à 1 sont le signe d'une érosion active et fournissant directement des sédiments aux cours d'eau.
Les érosions de berge sont dans l'ensemble relativement peu nombreuses et traduisent une activité morphodynamique assez faible et/ou des berges cohésives ou protégées (protections artificielles ou naturelles avec la ripisylve).
Il convient toutefois de noter une concentration d'effondrements de berges sur l'Eygoutier sur la moitié aval des Plans de la Garde et du Pradet ainsi que sur l'Argoutier et la Règue dans le secteur de l'Esquirol. Cette concentration est probablement due à des berges trop hautes et trop raides ainsi qu'à l'insuffisance d'une ripisylve adaptée. Le phénomène d'effondrement traduit donc une recherche de rééquilibrage du profil en travers dans ces secteurs dysfonctionnants.
Les érosions de type anse (quelques-unes sont présentes sur le Lambert, le Réganas et l'Eygoutier en aval de la confluence du Sainte-Musse) sont le signe d'un effort de mobilité latérale des cours d'eau concernés.

2.1.7 Artificialisation du lit mineur

La carte d'artificialisation du lit mineur, présentée dans l'atlas cartographique, permet de localiser les endiguements, protections de berge, canal artificiel, couverture de cours d'eau et fond artificialisé recensés sur les cours d'eau de la zone d'étude.
La couverture de cours d'eau est particulièrement marquée sur certaines portions :

- Eygoutier aval sous l'autoroute et tunnel de Lamalgue,
- Petit Bois amont et aval
- Saint-Joseph sur plusieurs tronçons,
- Sainte-Cécile dans la traversée du jardin de Baudouvin,
- Le Sainte-Musse (secteur de l'école),
- La Bade aval,
- La Brunette aval,
- La Planquette (secteur du centre commercial et quelques autres tronçons),
- Le Réganas (secteur St-Charles Borromée),
- L'Artaude amont.

Les endiguements (ouvrages en terre ou murs) sont particulièrement présents sur l'Artaude aval et le Réganas aval, ainsi que sur la Règue aval, une portion du Lambert aval, la Brunette (secteur la Ginouse), l'Eygoutier (secteur Gavary et entre la RD98 et la RD86).
De grandes portions de cours d'eau ont également été transformées en canal artificiel (fond et berges minéralisés généralement bétonnés) : sur l'Eygoutier aval (canal de la Rode), la Planquette dans la traversée de l'université et en aval, quelques portions du Lambert et de ses affluents (aménagements probablement liés à des anciennes pratiques d'irrigation).
Les protections de berge sont également particulièrement nombreuses, en particulier sur le Sainte-Cécile aval, le Saint-Joseph, le Sainte-Musse, l'Eygoutier dans le secteur proche en aval du Pont de la Clue, le Réganas aval.

2.1.8 Ripisylve

La carte des caractéristiques de la ripisylve, présentée dans l'atlas cartographique, permet de distinguer les secteurs en fonction de la continuité, de l'épaisseur relative et de de la diversité de la ripisylve.

L'épaisseur relative est qualifiée de large si la largeur de ripisylve dépasse 1 rangée d'arbres sur une rive. Les ripisylves sont généralement peu larges sauf en particulier sur les secteurs de tête de bassin du Réganas et du Lambert (vallons boisés). La continuité de la ripisylve est souvent plus marquée également sur les têtes de bassin (Bade, Sainte-Cécile, ruisseau de Pierrascas, Règue, vallon des Lombardons, Réganas). Le Réganas et l'Eygoutier entre le Pont de la Clue et les Ameniers présentent une ripisylve majoritairement continue.
Certains secteurs se caractérisent par l'absence de ripisylve. C'est notamment logiquement le cas sur nombre de parties couvertes (Petit Bois, Saint-Joseph, Planquette dans le secteur du centre commercial, Réganas dans le secteur St-Charles Borromée) ainsi que sur le Nouvel Eygoutier et la Planquette aval.
Dans l'ensemble, la diversité des essences est plutôt moyenne et parfois nulle. Quelques secteurs se distinguent toutefois par une bonne diversité. C'est notamment le cas sur la majeure partie du cours du Réganas et de ses affluents, sur le vallon des Lombardons ainsi que sur plusieurs secteurs de l'Eygoutier entre le Pont de la Clue et la confluence avec le Saint-Joseph. Les essences rencontrées le plus fréquemment sont les chênes, lauriers, frênes, chênes verts, cannes de Provence, ronces, oliviers, figuiers. On rencontre aussi des peupliers, résineux, palmiers, sureau, bambous, aubépines, noisetiers, eucalyptus, aulnes, platanes, herbes de la Pampa, pruneliers, genêts à balais, trembles, cactus, merisiers, lauriers rose, chênes liège.

2.1.9 Diversité d'habitats en lit mineur, annexes hydrauliques et habitats d'intérêt

Une carte « diversité d'habitats en lit mineur, annexes hydrauliques et habitats d'intérêt » est présentée dans l'atlas cartographique.
La diversité d'habitat a été jugée en 5 classes ; de très bonne à nulle.
Les secteurs couverts ou de canal artificialisé sont ainsi classés comme ayant une diversité nulle.
Plusieurs secteurs ont été classés en diversité d'habitats faible ou moyenne, y compris sur les têtes de bassin, en l'absence notamment d'écoulements.
En revanche certains secteurs ressortent avec une bonne diversité d'habitats :

- Eygoutier entre le Pouverel et l'entrée de la partie couverte par l'autoroute,
- quelques secteurs sur l'Eygoutier amont,
- y compris dans le marais de l'Estagnol où c'est la présence de roselières retenue comme habitat d'intérêt qui constitue un trait intéressant,
- plusieurs tronçons sur le Lambert,
- sur le Réganas amont où certains secteurs sont même classés avec une très bonne diversité et où la présence de travertins (tufs) est retenue comme habitat d'intérêt,
- Réganas aval,
- Planquette aval, ainsi que majeure partie du nouvel Eygoutier, portions de la surverse du Réganas, affluent du Petit Eygoutier avec la présence de roselières,
- Sainte-Musse amont,
- divers secteurs du Saint-Joseph et du Sainte-Cécile avec la présence de travertins.

Les annexes hydrauliques apparaissent dans l'ensemble plutôt rares sur les cours d'eau de la zone d'étude, hormis sur les Plans de la Garde et du Pradet, notamment grâce au Parc Nature où ont été aménagées des mares alimentées par les cours d'eau.

2.1.10 Continuités écologiques

La carte des continuités écologiques, présentée dans l'atlas cartographique, fait ressortir les ouvrages qui peuvent s'opposer à la libre circulation piscicole sur les cours d'eau ou portions de cours d'eau où un enjeu piscicole pourrait exister. Ils sont classés en moyennement, difficilement et infranchissable. Pour les grands tronçons couverts, un figuré probablement infranchissable a été positionné en limite aval et amont de l'ouvrage. Ces tronçons ont de fortes probabilités par manque de luminosité et conditions d'écoulement de s'opposer à une libre circulation piscicole.
Il ressort la présence de nombreux ouvrages infranchissables sur le Saint-Joseph, le Sainte-Cécile et le Sainte-Musse. Quelques ouvrages infranchissables ou probablement infranchissables sont également présents sur la Planquette, le Réganas et le Lambert.

Sur l'Eygoutier, les tronçons couverts en aval, constituent des premiers obstacles. Mais le canal de la Rode apparaît peu favorable à la vie piscicole et la remise en cause de ces infrastructures apparaît difficilement envisageable. De plus l'Anguille apparaît bien présente sur l'Eygoutier en aval de la confluence avec le Saint-Joseph, ce qui pourrait indiquer sa capacité à surmonter les obstacles entre la mer et l'Eygoutier en amont de la partie couverte par l'autoroute.
Ce sont donc plutôt les ouvrages sur l'Eygoutier entre la confluence du Saint-Joseph et le Pont de Suve qui apparaissent comme une problématique raisonnable à aborder dans l'objectif de favoriser des échanges entre ce secteur (intéressant d'un point de vue des habitats qui reçoit de plus les confluences du Saint-Joseph et du Sainte-Musse) et l'Eygoutier amont avec ses affluents et biefs secondaires.
Hormis les bassins de Rétention sur le Saint-Joseph et la Brunette amont, ainsi qu'un piège à sédiments observé sur la Supière en amont de la partie couverte RD97, A57 et un autre signalé dans la bibliographie en amont de la partie couverte par l'autoroute sur l'Eygoutier, les ouvrages rencontrés ne sont pas identifiés comme susceptibles de s'opposer à la continuité sédimentaire.

2.1.11 Embâcles, rejets et pollutions

Une carte « embâcles, rejets et pollutions » est présentée dans l'atlas cartographique.
Les embâcles sont ici regroupés avec les rejets et pollutions car ils sont souvent, sur les cours d'eau de la zone d'étude, le fait de macro-déchets divers d'origine industrielle (emballages, chariots …) ou de résidus de coupe de végétaux (déchets d'élagage déversés dans le cours d'eau). Les embâcles d'origine naturelle sont peu nombreux (4 recensés).
Les rejets aux cours d'eau (tuyaux, buses ou cadres) sont probablement majoritairement liés à l'exutoire des réseaux pluviaux enterrés qui peuvent véhiculer des pollutions notamment par lessivage des voiries drainées en temps de pluie. Quelques rejets d'eaux usées ou incluant des eaux usées sont également identifiés et un rejet d'eau à l'Eygoutier avec hydrocarbures et probables détergents sur la zone de Gavary.

2.1.12 Dynamiques sédimentaires

La compréhension des dynamiques sédimentaires actuelles des cours d'eau nécessite une analyse à plusieurs échelles. La première correspond à celle du bassin versant dans son ensemble qui est responsable de la production primaire qui peut également être qualifiée d'apports externes au réseau hydrographique. Les processus gravitaires assurent alors le transport de sédiments jusqu'aux cours d'eau. La deuxième correspond à celle des apports internes, c'est-à-dire au stock sédimentaire que les cours d'eau ont déjà mobilisé et peuvent remobiliser. Ce stock interne comprend la charge de fond (atterrissements et matelas alluvial du fond du lit mineur) et les dépôts alluviaux latéraux en lit majeur et dans les terrasses alluviales proches accessibles à l'érosion latérale.
A ces échelles spatiales, s'ajoutent les échelles temporelles également essentielles à la compréhension du fonctionnement actuel, en comparaison avec les évolutions historiques, et à l'évaluation des risques d'aggravation dans le contexte de risques de feux de forêt.

2.1.12.1 Données de calage : estimation des volumes transportés à partir des données existantes sur le bassin versant

Les éléments qualitatifs historiques donnent l'image d'un important transport solide vers 1633, époque à laquelle les versants sont peu boisés et l'Eygoutier amène une grande quantité de pierres, graviers et limons dans le port.
La situation actuelle quant aux apports solides est toutefois différente du fait du reboisement important, de l'urbanisation très étendue et du percement du tunnel de la Clue en 1888 qui a détourné directement vers la mer une grande partie du flux sédimentaire qui allait auparavant vers Toulon.

Des données existent sur l'Eygoutier aval :

- sur les transports en suspension dans les thèses de R. Nicolau (2005) et C. Dufresne (2014),
- ainsi que sur les volumes curés dans le canal de la Rode.

Compte tenu, de la surestimation des débits dans la thèse de C. Dufresne (où pour mémoire les estimations par calcul étaient supérieures aux jaugeages du fait de coefficients de rugosité k retenus élevés), il est probable que le transport en suspension de l'Eygoutier aval soit également surestimé, c'est donc une valeur corrigée du transport en suspension qui a ici été retenue (750 t/an). En y adjoignant les résultats de R. Nicolau et al. (2012, in C. Dufresne, 2014) sur ce point du transport en suspension (465 t pour 2004), nous retiendrons ici une valeur moyenne de l'ordre de 300 m³/an (1 m³ = 2 tonnes) pour le transport en suspension de l'Eygoutier aval auquel nous ajouterons 218 m³/an (volumes moyens curés annuellement) de matériaux déposés comprenant le transport par charriage, soit un total de l'ordre de 520 m³ de matériaux transportés par an.
La répartition des débits de l'Eygoutier amont entre le tunnel du Pont de la Clue et l'Eygoutier aval complique toutefois l'estimation dans la mesure où une part des matériaux, probablement importante avant les travaux réalisés à l'été 2017 en amont du Pont de la Clue, devait sortir du bassin versant par le tunnel de la Clue. L'hypothèse est ici faite que le volume de 520 m³ de matériaux concerne en grande partie les apports du bassin versant de l'Eygoutier en aval du Pont de la Clue, ce qui représenterait un volume total annuel de l'ordre de 24 m³/km²/an pour la partie aval du bassin versant. Cette valeur basse par rapport aux ordres de grandeur régionaux, peut toutefois souffrir de quelques imperfections : questionnement sur la représentativité moyenne des années pour lesquelles des données sont disponibles, possibilités d'apports de la partie amont du bassin versant via le pont de la Clue, possibilité d'un transit sédimentaire par charriage jusqu'à la mer non mesuré. Cette valeur ne doit donc être considérée que comme une première approximation des volumes transportés par l'Eygoutier sur la partie aval.
Les travaux effectués sur la dérivation de la Clue devraient probablement augmenter les volumes de sédiments transportés sur l'Eygoutier aval, au moins par transport en suspension. Les curages sur le canal de la Rode de 2018 et 2019 n'ont pas fait ressortir d'augmentation des dépôts et donc des volumes charriés liés à ces travaux.

2.1.12.2 Production primaire du bassin versant

Une carte « Production sédimentaire » est présentée dans l'atlas cartographique.
La production primaire du bassin versant est ici appréciée sous deux angles : par le biais des zones de chutes de blocs, éboulis identifiées associées aux principaux axes de drainage des versants et par le biais des taux d'érosion.
Les zones de chutes de blocs des PER (Plans d'Exposition des Risques), les localisations d'éboulis actifs d'après interprétation de la BDOrtho de l'IGN et les principaux axes de drainage des versants (vecteurs de production sédimentaire) d'après analyse hydrogéomorphologique ont été reportées[2] et compilées afin de faire ressortir les zones les plus susceptibles d'amener des matériaux grossiers aux cours d'eau. Des petites zones de production potentielle sont disséminées au sein du bassin versant mais ce sont les versants des reliefs au Nord-Ouest du bassin versant qui apparaissent de façon logique comme les zones potentiellement les plus productives. Il est toutefois intéressant de noter le peu de connexion directe de ces zones avec les cours d'eau ainsi que leur boisement courant qui limitent fortement le potentiel actuel d'apport aux cours d'eau. Les plus importantes zones d'éboulis actifs apparaissent globalement limitées aux abords des sommets du Coudon et du Faron soit à distance des cours d'eau. Les cours d'eau susceptibles de transporter le plus de sédiments grossiers sont le Saint-Joseph, la Planquette et le Réganas.

D'après les données de la littérature spécialisée sur l'érosion, les pertes dues à l'érosion des sols sont très variables en fonction des zones géographiques, des conditions géologiques, de pente, d'occupation du sol … et des études.
D'après la carte de France de l'érosion de J. Corbel (1962)[3], sur la zone d'étude, l'érosion se situerait entre 100 et 500 m³/km²/an, processus chimiques compris. A l'opposé, les pertes en terre par érosion hydrique d'après une carte de France du BRGM de 2010, sembleraient de moins de 0,5 t/ha/an (soit une trentaine de

[2] Le report a été effectué de façon sommaire pour les besoins de compréhension des dynamiques sédimentaires au sein du bassin versant et ne doit pas être réutilisé pour la localisation précise des risques.
[3] Corbel J. Érosion et grands cours d'eau en France. In: L'information géographique, volume 26, n°3, 1962. pp. 113-117

m³/km²/an) sur la zone d'étude. Une étude sur le bassin du Collobrier dans les Maures[4], a révélé sur le Rimbaud (3 années) des valeurs comprises entre 73 t/km² et 579 t/km² avec une valeur maximum post-incendie et une valeur minimum après reprise à près de la moitié du couvert végétal. Sur le Gageai, des valeurs de 1180 et 1914 t/km² sont données dans cette même étude pour 1990-1991.
Un article[5] de 2010 donne également une synthèse des taux d'érosion sur le territoire européen par type d'occupation du sol.
Sur la base des différentes données précédentes, un taux d'érosion moyen de 35 t/km²/an (0,35 t/ha/an) pour les versants boisés non incendiés apparaît comme un ordre de grandeur de travail intéressant. L'année suivant un feu de forêt, on retiendra une valeur d'érosion potentielle de 70 à 560 t/km² sur les versants en fonction de l'importance de la couverture initiale des massifs par la végétation.
Les tableaux suivants présentent les taux d'érosion retenus pour la zone d'étude[6]. Un taux minimum de 0,1 t/ha/an [7] est retenu pour les zones urbanisées et les secteurs à faible pente où les processus de dépôts peuvent l'emporter sur l'érosion.

Tableau 1 - Taux d'érosion retenus pour l'état actuel et l'état dégradé

		Tx érosion m³/km²/an		Tx érosion t/ha/an	
		Pente <1%	Pente >1%	Pente <1%	Pente >1%
Territoires artificialisés	Imperméabilisation très forte	5	5	0.1	0.1
	Imperméabilisation forte	5	8	0.1	0.16
	Imperméabilisation moyenne	5	12	0.1	0.24
Territoires agricoles	Couverture faible	5	870	0.1	17.4
	Couverture moyenne, temporaire	5	180	0.1	3.6
	Couverture plus pérenne	5	17.5	0.1	0.35
Territoires naturels	Couverture faible	5	17.5	0.1	0.35
	Couverture forte	5	17.5	0.1	0.35
Territoires naturels incendiés	Couverture initiale faible	5	35	0.1	0.7
	Couverture initiale forte	5	280	0.1	5.6

Tableau 2 - Taux d'érosion retenus pour les états historiques de 1778 et 1886

Tx érosion m³/km²/an	Pente <1%	Pente >1%	Pente >20%
Centre urbain dense	5	12	/
Agricole	5	180	875
Forets	5	17.5	17.5
Tx érosion t/ha/an	Pente <1%	Pente >1%	Pente >20%
Centre urbain dense	0.1	0.24	/
Agricole	0.1	3.6	17.5
Forets	0.1	0.35	0.35

[4] Claude Martin, Philippe Allée, Jacques Lavabre. L'érosion mécanique actuelle et historique dans le massif des Maures : le rôle du climat, de l'homme et des incendies de forêt. Marie-Françoise André. Du continent au bassin versant. Théories et pratiques en géographie physique (hommage au Professeur Alain Godard), Presses Universitaires Blaise Pascal, pp.507-515, 2007
[5] O. Cerdan et al., Rate and spatial variations of soil erosion in Europe : A study based on erosion plot data, Geomorphology, 2010
[6] Avertissement : ces valeurs ne sont pas directement transposables en l'état à un autre bassin versant.
[7] Il n'est ici pas considéré de valeurs nulles compte tenu notamment du fait de l'érosion des différentes poussières (notamment sahariennes) déposées même sur les sols imperméabilisés et de l'usure des surfaces imperméabilisées.

A partir de ces taux et du croisement des états d'occupation du sol actuels et passés, il est possible d'estimer les volumes totaux érodés en différents points du bassin versant. Les points de calcul sont situés sur les affluents (cf. carte « Production sédimentaire ») ainsi que sur 3 points de l'Eygoutier (en amont de la confluence avec le Lambert, au Pont de la Clue et en amont du tunnel de Lamalgue). Pour l'Artaude, le Réganas et la Planquette, les points de calcul ont été placés en considération de la structure en toit de la plaine et de la faible probabilité d'apports primaires significatifs entre ces points et la confluence de ces cours d'eau avec un autre. Les valeurs calculées pour l'Eygoutier aval ne reflètent qu'une estimation de la production globale du bassin versant et non les valeurs réellement transportées en ce point, compte tenu notamment du détournement d'une partie des matériaux par le tunnel de la Clue (à partir de 1888) et de la sédimentation probable de matériaux fins dans la plaine de la Garde. Quatre situations sont calculées en fonction de l'état d'occupation du sol : celles de l'année 1778 (tunnel de la Clue non percé), de l'année 1886, de l'année 2014 (état « actuel ») et état « actuel » dégradé par incendie des massifs boisés. Les volumes probablement érodés correspondant à ces différentes situations sont consignés dans le tableau ci-après.

Tableau 3 - Estimations des volumes érodés pour différents points du bassin versant et différentes situations

		1778			1886			Actuel			Actuel dégradé		
Point de calcul	Superficie drainée en km²	Total en m³/an	Moyenne en m³/an/km²	Moyenne en t/an/ha	Total en m³/an	Moyenne en m³/an/km²	Moyenne en t/an/ha	Total en m³/an	Moyenne en m³/an/km²	Moyenne en t/an/ha	Total en m³/an	Moyenne en m³/an/km²	Moyenne en t/an/ha
Eygoutier total	68.1	14541	213	4.3	11804	173	3.5	3549	52	1.0	7298	107	2.1
Eygoutier Pont de la Clue	46.7	6863	147	2.9	5798	124	2.5	3131	67	1.3	5535	119	2.4
Artaude	1.0	70	69	1.4	70	68	1.4	117	115	2.3	125	123	2.5
Bade	0.5	97	180	3.6	97	180	3.6	5	8	0.2	14	25	0.5
Brunette	2.0	83	41	0.8	83	41	0.8	3	8	0.2	4	10	0.2
Eygoutier amont	8.6	717	84	1.7	601	70	1.4	546	64	1.3	734	86	1.7
Lambert	6.0	1364	226	4.5	1056	175	3.5	788	131	2.6	990	164	3.3
Petit bois	1.0	176	180	3.6	176	180	3.6	8	8	0.2	8	8	0.2
Planquette	5.2	929	180	3.6	1047	203	4.1	53	10	0.2	478	92	1.8
Réganas	6.7	1945	290	5.8	1365	203	4.1	395	59	1.2	1435	214	4.3
Règue	4.5	522	116	2.3	441	98	2.0	622	138	2.8	874	194	3.9
Saint Joseph	8.4	4551	544	10.9	2846	340	6.8	278	33	0.7	1333	159	3.2
Sainte Musse	3.9	706	180	3.6	776	198	4.0	33	8	0.2	126	32	0.6

Les résultats des estimations confirment les tendances d'évolution évoquées en phase 1 où un maximum de production sédimentaire a été atteint avant et vers 1778. En 1886, cette production aurait encore été élevée mais moins qu'en 1778. Actuellement, cette production est considérablement réduite mais des productions plus fortes pourraient être atteintes en cas de feux de forêt de grande ampleur (cf. état « actuel dégradé » du tableau 3). Les zones agricoles constituent actuellement les principales zones de production primaire de sédiments. Elles concernent principalement la partie du bassin versant en amont du Pont de la Clue où elles contribueraient à hauteur de 88 % du total du volume érodé. On notera qu'une grande part des sédiments érodés doivent être des sédiments fins transportés en suspension.

Si l'on considère les seules érosions de la partie du bassin versant en aval du Pont de la Clue, l'ordre de grandeur de la production primaire serait de 19,5 m³/an/km². Ce qui est du même ordre de grandeur que l'estimation des volumes moyens réellement transportés sur l'Eygoutier aval (de l'ordre de 24 m³/an/km²) avant les travaux récents sur la dérivation de la Clue. Le tunnel de la Clue devait détourner avant les travaux une part importante des sédiments de la partie amont du bassin versant.

Des apports internes liés à la reprise de stocks sédimentaires (berges et fonds non artificialisés) ne sont pas à exclure, même s'ils paraissent a priori plutôt limités, compte tenu de l'état actuel d'artificialisation de certaines berges, et du nombre relativement limité d'atterrissements et d'érosions de berges constatés lors des reconnaissances sur le terrain. Des débris divers d'origine anthropique (brique, béton, vaisselle …) constituent également une part des apports solides aux cours d'eau qui n'est pas quantifiée mais peut parfois être non négligeable (cf. photo ci-contre).



Figure 2 - Débris d'origine anthropique dans le lit mineur de la Règue

2.1.12.3 Granulométries

Les analyses granulométriques réalisées sont localisées sur la carte « Production sédimentaire » présentée dans l'atlas cartographique.
Sur l'Eygoutier aval, trois échantillons (cf. photo ci-après) ont été analysés au débouché de la partie couverte dans le canal de la Rode. Le premier, qui est le plus grossier dans le chenal d'étiage et qui correspond à la granulométrie caractéristique du transport par charriage, le deuxième sur un atterrissement enherbé proche du chenal d'étiage et le troisième, qui est le plus fin, au pied de la berge rive gauche.



Figure 3 - Localisation des échantillons de sédiments analysés sur l'Eygoutier aval

Les granulométries ont été réalisées par photo-granulométrie (mesure assistée par ordinateur du diamètre des éléments sur photographie mise à l'échelle) ou par tamisage sur des échantillons de 77 à 390 grammes. Les graphiques et tableau suivants retranscrivent les résultats de ces analyses.

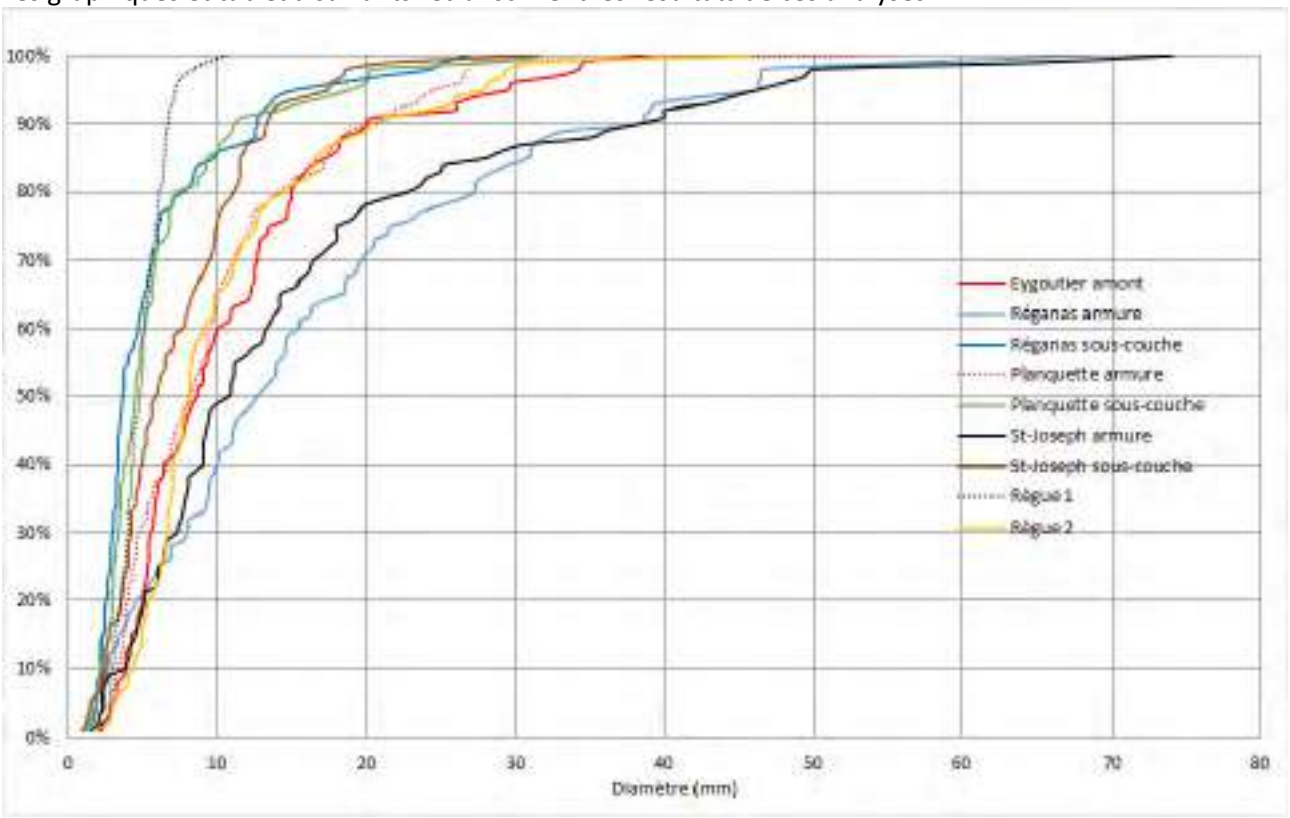


Figure 4 - Courbes granulométriques comparées des échantillons analysés par photo-granulométrie

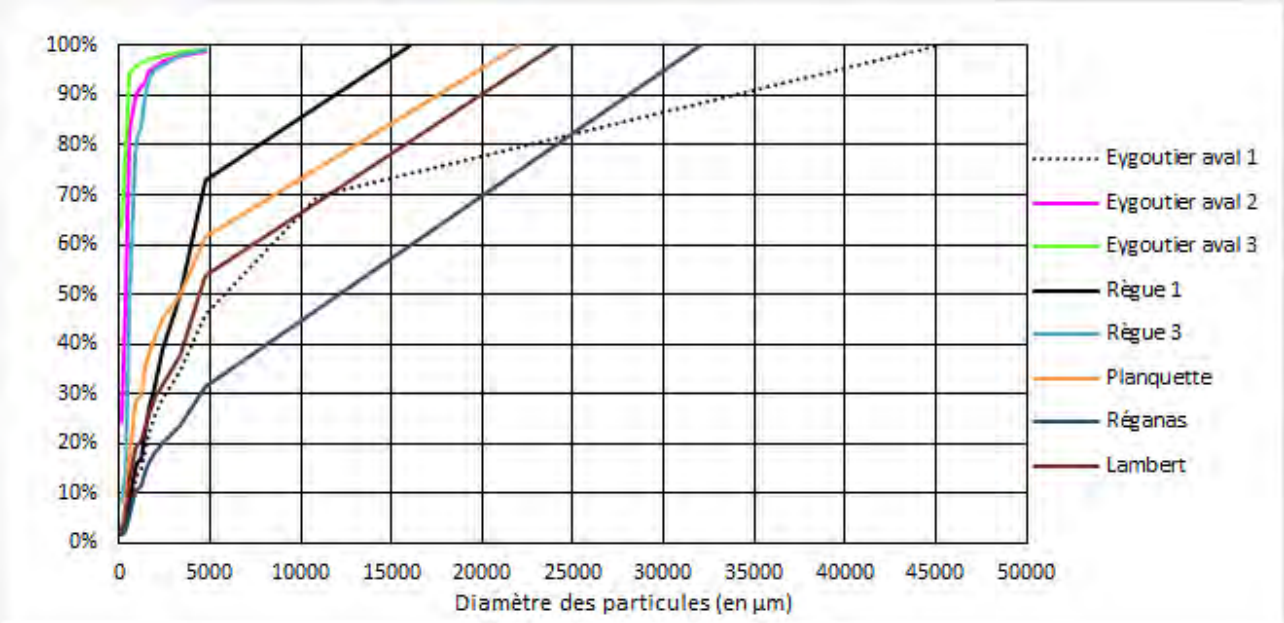


Figure 5 - Courbes granulométriques comparées des échantillons analysés par tamisage

La distinction entre la couche d'armure (surface des sédiments telle qu'apparente sur le terrain) et la sous-couche (sédiments débarrassés de la couche d'armure par décapage de l'horizon superficiel) a été effectuée sur 3 sites afin de faire ressortir la différence entre la granulométrie apparente superficielle et dans la masse des sédiments. Les sédiments de la couche d'armure sont logiquement plus grossiers que ceux de la sous-couche. Le diamètre médian des sédiments des sous-couches apparaît globalement autour de 5 mm, ce que tendent également à confirmer les analyses par tamisage sur certains échantillons, alors qu'il apparaît globalement autour de 1 cm pour la couche d'armure.
Les valeurs correspondant aux échantillons Eygoutier aval 2, 3 et Règue 3 ne correspondent pas à des conditions moyennes mais particulières.

La granulométrie retenue pour les calculs de transport par charriage est D_{30} = 3,5 mm, D_{50} = 5 mm et D_{90} = 12 mm. Cette granulométrie est caractéristique de matériels colluvionnaires issus de la gélifraction[8] des versants rocheux lors des périodes de glaciation (type grèzes) qui doivent fournir le matériel le plus abondant et aisément transportable par charriage. La reprise de ces matériaux comme source principale de charge solide de fond est fréquemment observée sur des cours d'eau similaires de la région.
Il est intéressant de noter que si l'on voit localement à travers les substrats relevés en lit mineur un tri granulométrique longitudinal s'opérer entre certaines parties de cours d'eau (entre le Réganas amont et l'Eygoutier dans le Plan de la Garde par exemple, avec un passage de substrats visibles de type blocs-cailloux à graviers-sables), cela ne reflète pas pour autant nécessairement, sur des cours d'eau de l'importance de ceux du bassin versant de l'Eygoutier, les caractéristiques des matériaux transportés par charriage dans l'ensemble. C'est pourquoi il est souvent utile de s'intéresser aux matériaux en sous-couche.

[8] Fractionnement par le gel.

Tableau 4 - Valeurs caractéristiques de la granulométrie des différents échantillons analysés

Echantillon	Type granulométrie	Diamètres en mm				
		D30	D50	D90	Dmoyen	Maximum
Eygoutier amont	Photo-granulométrie	5.5	8.7	20	10.909	38.9
Eygoutier aval 1	Tamisage	entre 2,38 et 3,36	entre 4,76 et 11	45		45
Eygoutier aval 2	Tamisage	entre 0,149 et 0,297	entre 0,297 et 0,59	entre 0,84 et 1		plus que 4,76
Eygoutier aval 3	Tamisage	moins que 0,149	moins que 0,149	entre 0,297 et 0,59		plus que 4,76
Lambert	Tamisage	entre 2 et 2,38	entre 3,36 et 4,76	plus que 4,76		24
Réganas armure	Photo-granulométrie	7.9	12.7	38.4	16.55	68.8
Réganas sous-couche	Photo-granulométrie	2.9	3.6	12.7	5.78	26.9
Réganas	Tamisage	entre 3,36 et 4,76	plus que 4,76	plus que 4,76		32
Planquette armure	Photo-granulométrie	4.8	8.2	20.2	10.103	55.6
Planquette sous-couche	Photo-granulométrie	3.3	4.5	11.1	6.193	31.8
Planquette	Tamisage	entre 1,19 et 1,41	entre 2,38 et 3,36	plus que 4,76		22
St-Joseph armure	Photo-granulométrie	7.3	10.8	38.1	15.597	74.1
St-Joseph sous-couche	Photo-granulométrie	4.2	5.9	13.3	7.416	31.4
Règue 1	Photo-granulométrie	4	4.8	6.7	4.878	10.7
Règue 1	Tamisage	entre 1,68 et 2	entre 2,38 et 3,36	plus que 4,76		16
Règue 2	Photo-granulométrie	6.7	8.1	20.3	10.668	45.8
Règue 3	Tamisage	entre 0,297 et 0,59	entre 0,59 et 0,84	entre 1,41 et 1,68		plus que 4,76

2.1.12.4 Débits classés

L'évaluation des débits classés[9] constitue une étape nécessaire pour le calcul des volumes charriés.
Les débits classés ont été évalués sur la base de ceux de la Banque Hydro pour les stations hydrométriques en service de la Reppe, du Gapeau et du Réal Martin comparés au module de ces stations. La moyenne des rapports entre le débit d'une fréquence de non dépassement donnée et le module des stations est ensuite multipliée au module retenu sur chaque point de calcul du transport solide pour obtenir le débit classé correspondant à la même fréquence de non dépassement. Le module retenu étant issu de la régression Reg(a) MOY énoncée par Hydrétudes.
Les résultats de ces estimations sont présentés en page suivante.

2.1.12.5 Volumes charriés

Le charriage correspond à la partie des sédiments transportés dans le fond des cours d'eau. Il se distingue du transport en suspension. Les deux modes de transport réunis constituent le transport total.
Le charriage peut être estimé par des formules mathématiques spécifiques sur la base des conditions de géométrie des cours d'eau (section du lit mineur et pente longitudinale), de la granulométrie des sédiments et des débits liquides.
Il convient toutefois de noter que ces formules mathématiques permettent plus d'évaluer la capacité de charriage que les volumes réellement charriés qui dépendent également de la disponibilité des matériaux à transporter. Les volumes réellement charriés peuvent être en effet moins importants si les matériaux ne sont pas disponibles du fait des apports amont et/ou des possibilités suffisantes d'érosions in situ du lit mineur.

Deux formules ont ici été retenues pour leur meilleure adaptation au contexte d'étude, celle de Meyer-Peter & Mullller et celle de Recking. La formule de Meyer-Peter donne les meilleurs résultats sur l'Eygoutier aval par rapport aux données de curages. Elle est donc globalement privilégiée sauf quand elle donne des valeurs nulles ou que les pentes sont trop fortes. Dans ces cas, les résultats des estimations par la formule de Recking sont donnés à titre indicatif.

Les résultats des calculs effectués assortis de remarques sont donnés en page suivante.

Sur de nombreux secteurs, les capacités de charriage calculées sont probablement supérieures à la réalité du transport solide par charriage du fait d'une mobilité latérale et verticale dans l'ensemble peu prononcée. Les dynamiques de mobilité pourvoyeuses de matériaux à transporter sont généralement réduites par l'artificialisation des berges et du fond ainsi que par des facteurs naturels (résistance lithologique des matériaux à l'érosion et végétalisation).

[9] Les débits classés correspondent aux débits journaliers classés par fréquence de non dépassement. Un débit de fréquence de non dépassement de 0,99 est dépassé 1% du temps en moyenne, soit 3,65 jours/an en moyenne.

Tableau 6 - Estimation des débits classés (en m³/s) aux points de calcul du transport solide

Point de calcul	Superficie drainée en	Fréquence														
		0.99	0.98	0.95	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Eygoutier total	68.1	4.791	2.946	1.386	0.750	0.366	0.216	0.131	0.080	0.056	0.037	0.025	0.016	0.011	0.005	0.004
Eygoutier Pont de la Clue	46.7	3.329	2.047	0.963	0.521	0.254	0.150	0.091	0.055	0.039	0.026	0.017	0.011	0.008	0.003	0.003
Artaude	1.0	0.083	0.051	0.024	0.013	0.006	0.004	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Bade	0.5	0.045	0.028	0.013	0.007	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Brunette	2.0	0.162	0.100	0.047	0.025	0.012	0.007	0.004	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000
Eygoutier amont	8.6	0.649	0.399	0.188	0.102	0.050	0.029	0.018	0.011	0.008	0.005	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001
Lambert	6.0	0.462	0.284	0.134	0.072	0.035	0.021	0.013	0.008	0.005	0.004	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000
Petit bois	1.0	0.080	0.049	0.023	0.013	0.006	0.004	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Planquette	5.2	0.398	0.245	0.115	0.062	0.030	0.018	0.011	0.007	0.005	0.003	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000
Reganas	6.7	0.513	0.315	0.148	0.080	0.039	0.023	0.014	0.009	0.006	0.004	0.003	0.002	0.001	0.000	0.000
Regue	4.5	0.350	0.215	0.101	0.055	0.027	0.016	0.010	0.006	0.004	0.003	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000
Saint Joseph	8.4	0.634	0.390	0.184	0.099	0.048	0.029	0.017	0.011	0.007	0.005	0.003	0.002	0.001	0.001	0.000
Sainte Musse	3.9	0.305	0.188	0.088	0.048	0.023	0.014	0.008	0.005	0.004	0.002	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000

Tableau 5 - Estimations des capacités annuelles de charriage des cours d'eau

Point de calcul	Capacité annuelle de charriage (en m³)	Formule	Remarques
Eygoutier aval Canal de la Rode	21	Recking	0 m³ pour Meyer-Peter, charriage nul à faible a priori, tendance au dépôt
Eygoutier amont Canal de la Rode	91	Recking	0 m³ pour Meyer-Peter, charriage nul à faible a priori, tendance au dépôt
Eygoutier amont autoroute	983	Meyer-Peter	Valeur plus élevée que les données de curage sur le canal de la Rode (218 m³/an en moyenne), transport réel probablement moindre
Eygoutier Pont de la Clue	59	Recking	0 m³ pour Meyer-Peter, charriage nul à faible a priori, dépôts probables dans la zone du Plan de la Garde et évacuation par le tunnel de la Clue avant travaux sur la répartition
Eygoutier amont	17	Meyer-Peter	Tendance probable au dépôt en aval dans la zone du Plan de la Garde
Saint Joseph	995	Meyer-Peter	A priori principal fournisseur de matériaux sur l'Eygoutier aval, transport réel probablement moindre
Sainte Musse	188	Meyer-Peter	Transport réel probablement faible compte-tenu de la forte artificialisation
Brunette	43	Meyer-Peter	Transport réel probablement faible compte-tenu de l'artificialisation
Planquette	264	Meyer-Peter	Transport réel probablement moindre compte-tenu de l'artificialisation mais apports non négligeables
Réganas	137	Meyer-Peter	Tendance probable au dépôt en aval dans la zone du Plan de la Garde
Lambert	3	Meyer-Peter	
Petit bois	174	Meyer-Peter	Transport réel probablement très faible compte-tenu de la très forte artificialisation
Bade	122	Recking	hors domaine Meyer-Peter, tranport réel probablement faible compte-tenu de l'artificialisation
Artaude	15	Recking	0 m³ pour Meyer-Peter mais probablement un léger transport compte tenu des observations de terrain
Règue	13	Meyer-Peter	

2.1.13 Dynamiques d'évolution morphologique

2.1.13.1 Tendances verticales

Une carte « tendances dynamiques par tronçon homogène » est présentée dans l'atlas cartographique. Elle fait ressortir l'interprétation des tendances d'évolution verticales à partir des observations de terrain et de l'analyse des profils en long réalisés en phase 1.
Dans l'ensemble, les cours d'eau de la zone d'étude apparaissent plutôt stables dans leur évolution verticale. Quelques secteurs apparaissent comme susceptibles à l'incision (Réganas amont et un de ses affluents, Pierrascas et Supière) mais celle-ci est probablement limitée par les affleurements rocheux et les formations de travertins (tufs). Les formations de travertins ont pour dynamique principale l'aggradation (exhaussement) et par conséquent peuvent contribuer à limiter l'incision de façon directe ou par cimentation d'autres éléments (alluvions grossières, branchages) formant ainsi une sorte de béton naturel dont le ciment n'a toutefois généralement pas une grande résistance. Ces formations peuvent même conduire à un exhaussement du fond si elles s'avèrent suffisamment résistantes aux crues. Des valeurs d'exhaussement de l'ordre de 1 cm par an ont pu être observées sur plusieurs sites du département du Var.[10]
Des tendances à l'exhaussement plus « classiques » sont suspectées :

- sur l'Eygoutier dans la dépression de l'Estagnol,
- sur le Réganas aval (secteur de type lit en toit),
- sur l'Eygoutier depuis l'aval de la confluence du Réganas jusqu'au Pont de la Clue et surtout sur l'aval de ce secteur compte tenu des travaux effectués pour la répartition des débits entre le tunnel et l'Eygoutier aval,
- ainsi que sur l'Argoutier pour les mêmes raisons que précédemment.

2.1.13.2 Puissance spécifique, type et score géodynamique

La pente longitudinale et le débit de plein bord déterminent la puissance potentielle du cours d'eau qui exprime sa capacité d'ajustement.

Cette puissance est calculée comme suit :

$$\Omega = \gamma Q J \text{ en watts/mètres}$$

où γ est le poids spécifique de l'eau (N/m^3), Q le débit de pleins bords (m^3/s), J la pente longitudinale (m/m).

Le calcul de la puissance spécifique prend en compte la largeur du lit et s'exprime comme suit :

$$\omega = \Omega / l \text{ en watts/m}^2$$

où l est la largeur du cours d'eau pour un débit de pleins bords.

L'intérêt des valeurs qui ressortent de ces calculs est de pouvoir apprécier la capacité d'un cours d'eau à se réajuster. Ainsi, en dessous de 35 w/m² un cours d'eau qui aurait subi des travaux importants de type rectification, recalibrage ou curage dur ne retrouverait pas les caractéristiques géométriques et morphologiques de son cours naturel sans intervention ou les retrouverait mais à long terme. Entre 35 et 100 w/m², le cours d'eau se réajusterait en quelques décennies sans intervention de l'homme et en l'absence de structures de protection minérale des berges ou de seuils. Au-dessus de cette dernière valeur, le réajustement du cours d'eau serait encore plus aisé. **Les valeurs données doivent cependant être relativisées par les capacités de résistance naturelle (lithologie et végétation) des berges et du fond.**

Sur la base des 3 variables que sont la puissance spécifique (ω), l'érodabilité potentielle naturelle des berges (B), les apports solides (A), il est possible de définir un type géodynamique de cours d'eau (Malavoi J.R et Bravard J.P. in Eléments d'hydromorphologie fluviale, 2010). Le tableau suivant donne les 4 classes des

[10] David S., Durin V., Collange L. (2016) – Dynamiques fluviales en contexte travertineux. Exemples provençaux – colloque AFGP « Dynamique hydrologique et géomorphologique des cours d'eau », Aix-en-Provence, 2015, GEO-ECO-TROP n°40-3, p.223-234

variables définissant la réactivité géodynamique des cours d'eau. Le format de type énoncé est ainsi par exemple ω4/B2/A1 pour un tronçon de cours d'eau avec une puissance spécifique supérieure à 100 W/m², avec une érodabilité faible des berges et des apports solides nuls.
En y adjoignant des points tels que cela est proposé pour l'évaluation du score d'efficience probable (BIOTEC et Malavoi J.R. in Retour d'expériences d'opérations de restauration de cours d'eau et de leurs annexes menées sur le bassin RMC, 2006), on peut calculer un score géodynamique sur 30 points.

Tableau 7 – Typologie géodynamique des cours d'eau

Type (et points)	1 (0 point)	2 (2,5 points)	3 (5 points)	4 (10 points)
Puissance spécifique - ω	< 10 W/m²	10 – 30 W/m²	30 – 100 W/m²	> 100 W/m²
Erodabilité des berges - B	Nulle	Faible	Moyenne	Forte
Apports solides - A	Nuls	Faibles	Moyens	Forts

Le résultat des calculs de puissance spécifique, le type et le score géodynamiques sont donnés pour chaque tronçon homogène dans les fiches correspondantes. Des cartes « Puissances spécifiques » et « Scores géodynamiques » sont également présentées dans l'atlas cartographique.

Les puissances spécifiques varient de 0 à plus de 8000 W/m². La moyenne pondérée des scores pour la puissance spécifique est de 6,8/10, correspondant à une puissance spécifique plutôt moyenne à forte.
Pour l'érodabilité des berges, la moyenne pondérée des scores est de 2,8/10, correspondant à une érodabilité des berges plutôt faible.
Et pour les apports solides, la moyenne pondérée des scores est de 1,7/10, correspondant à des apports solide plutôt faibles.
La moyenne pondérée des scores géodynamiques est de 11,3/30. Ce qui témoigne d'une activité géodynamique plutôt faible à moyenne dans l'ensemble sur la zone d'étude. Cette situation est toutefois assez contrastée puisque les scores varient de 2,5 à 20/30.

2.1.14 Score d'efficience probable d'un projet de restauration

Le score d'efficience probable se calcule de la même façon que le score géodynamique en y ajoutant les paramètres suivants :

Tableau 8 – Paramètres complémentaires pour le calcul du score d'efficience probable

Paramètres /points	0	2,5	5	10
Emprise disponible	1 largeur de lit	1 à 3 L	3 à 10 L	> 10 L
Qualité de l'eau	Mauvaise	Médiocre	Moyenne	Bonne

Le score d'efficience probable est inversement proportionnel à la quantité de travaux nécessaires pour restaurer un cours d'eau. Ainsi un cours d'eau avec un faible score d'efficience probable nécessitera relativement plus de travaux qu'un cours d'eau à score d'efficience probable élevé pour parvenir à un niveau de restauration significatif.

L'emprise disponible a été analysée sur la base de l'occupation du sol sur fond orthophotographique et la qualité de l'eau, en l'absence de données sur de nombreux secteurs, estimée à partir des pressions potentielles pouvant exister.
Les résultats sont consignés dans les fiches tronçons homogènes. Une carte « Scores d'efficience probable » est également présentée dans l'atlas cartographique.
La moyenne pondérée des scores d'efficience probable est de 19,1/50. Cette situation est toutefois assez contrastée puisque les scores varient de 2,5 à 37,5/50.

2.1.15 Tronçons homogènes, styles fluviaux et état hydromorphologique

Les fiches tronçons homogènes sont numérotées, localisées et présentées dans un cahier spécifique.
Elles synthétisent les principales informations correspondant à chaque tronçon : linéaire et pente, dimensions du lit mineur, substrats et faciès d'écoulement en lit mineur, nature des berges, type et proportions de linéaires artificialisés, occupation du sol, caractérisation de la ripisylve, diversité des habitats et présence d'habitats d'intérêt[11], photos représentatives. Un diagnostic sur l'état hydromorphologique, le style fluvial, la puissance spécifique et d'éventuels commentaires et conclusions sur le tronçon y sont également consignés.

Le découpage en tronçons homogènes résulte d'une analyse premièrement basée sur des critères de contexte appréciés à partir de la cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables réalisée. Celle-ci permet en effet de saisir l'organisation géomorphologique et les mécanismes de fonctionnement fluviaux associés. Une lecture de la structure des pentes longitudinales a également été utilisée ainsi que des critères d'occupation du sol (espaces naturels, agricoles, urbains) et de configuration du lit mineur (en particulier pour les grands tronçons couverts ou canalisés). 64 tronçons homogènes ont ainsi pu être identifiés et font l'objet d'une carte « localisation des tronçons homogènes » dans l'atlas cartographique.

Le guide technique sur les espaces de bon fonctionnement de décembre 2016 distingue trois styles fluviaux à déterminer qui n'ont pas la même signification dans le temps (naturel, actuel et de référence). La définition de ces différentes références temporelles aux styles fluviaux dans ce guide souffre de plusieurs incohérences qui sont à notre sens dues à des problèmes de terminologie et qui ne sont pas forcément des plus adaptées à tous les cas de figure notamment ceux des « petits » cours d'eau objet de la mission. Nous proposons donc ici de clarifier le propos par une réadaptation de la terminologie associée à ces concepts :

- Le style fluvial « naturel » est une référence historique au passé. Comme tel il se réfère à un état antérieur aux aménagements et aux actions anthropiques. La cartographie hydrogéomorphologique et les recherches historiques réalisées ont donc été utilisées pour apprécier le **style fluvial historique**. Elles permettent de conclure qu'il se traduit majoritairement par des cours d'eau sans chenaux toujours bien marqués, migrants et rectilignes, en tresses ou anastomosés en fonction des cours d'eau et des pentes longitudinales qui peuvent être très fortes à nulles voire en contre pentes dans des zones originellement de marais comme sur les Plans en amont du Pont de la Clue ou à l'Estagnol. C'est probablement l'action humaine qui favorisé, fixé ou créé de toute pièce les lits mineurs actuels qui pouvaient être inexistants. Les styles sinueux naturels historiques sont plutôt rares et incertains. C'est entre le Pont de la Clue et avant la plaine littorale qu'ils sont le plus probables bien qu'incertains. Le style sinueux sur des cours d'eau comme ceux du bassin versant a pu être favorisé par l'entretien d'un unique chenal d'un cours en tresse ou anastomosé et comblement des autres.
- Le **style fluvial actuel** correspond bien à l'état actuel. On note toutefois que des exemples du guide différent des grands styles qu'il définit et correspondant à des cas d'école. Plutôt que de chercher à se raccrocher abusivement à des cas d'école nous nous cantonnons donc ici à décrire la réalité des observations. Le style fluvial actuel peut dans certains cas encore correspondre à l'historique mais présente le plus souvent des caractéristiques liées aux actions humaines : fixation du tracé par divers moyens comme des structures artificielles ou l'entretien. Le qualificatif de cours d'eau est parfois conservé ou remplacé par celui de canal de drainage ou fossé selon les cas de figure.
- Le style fluvial « de référence » correspond à un **style fluvial d'objectif de restauration**. Il s'agit d'une référence à un état futur qu'est censé prendre le cours d'eau après qu'un certain nombre d'actions aient été réalisées (comme l'arasement ou le recul de digues si l'occupation du sol le permet) et/ou mesures de gestion respectées dans le cas où elles semblent possibles à ce stade de l'analyse.

L'état hydromorphologique a été qualifié pour chaque tronçon homogène de manière empirique en comparant son état actuel (degré d'artificialisations) par rapport à l'état « naturel ». Le contexte anthropique est également pris en compte dans le bon état compte tenu du fait que beaucoup de cours d'eau ont une origine artificielle ancienne liée au drainage des terres agricoles qui n'est pas forcément incompatible avec

[11] Idem

une certaine qualité du milieu voire à la création de milieux. L'artificialisation du lit mineur (couverture ou canalisation du lit mineur, protection des berges, fonds enrochés ou bétonnés, endiguements) est considérée comme le principal facteur d'altération de l'état hydromorphologique. Le code couleur lié à la qualité des eaux est repris pour mieux identifier visuellement l'état hydromorphologique des cours d'eau :

- Les tronçons en **très bon** état sont ceux dont le lit mineur est considéré comme naturel.
- Les tronçons en **bon** état sont ceux dont le lit mineur est peu artificialisé (moins de 20 % du linéaire), en adéquation avec les contextes morphologique et anthropique et présentant un intérêt écologique à préserver.
- Les tronçons en état **moyen** sont ceux dont le lit mineur est peu à moyennement artificialisé (moins de 40 % du linéaire), en adéquation avec les contextes morphologique et anthropique.
- Les tronçons en état **médiocre** sont ceux dont le lit mineur est fortement artificialisé (au moins 40 % du linéaire).
- Les tronçons en **mauvais** état sont ceux dont le lit mineur est très fortement artificialisé (au moins 80 % du linéaire).

Les seuls tronçons de cours d'eau en très bon état sont les vallons en tête de bassin du Réganas et du Lambert (cf. carte « état hydromorphologique actuel » dans l'atlas cartographique).
Le Réganas amont, l'Eygoutier à l'Estagnol et entre le Pont de la Clue et la confluence de la Brunette, le Pierrascas, la Planquette aval, la surverse du Réganas, le Nouvel Eygoutier, des affluents de la Planquette aval, du Petit Eygoutier et de l'Argoutier sont classés en bon état.
Sont principalement classés en état moyen trois longs secteurs sur l'Eygoutier, la Règue amont, deux grands secteurs sur le Lambert et ses affluents, le Réganas médian, l'Argoutier et le Petit Eygoutier.
Le Saint-Joseph, Sainte-Cécile, Sainte-Musse, Bade, Brunette, Supière, Règue et Artaude aval, un secteur assez endigué de l'Eygoutier et plusieurs secteurs du Lambert, sont classés en état médiocre.
L'Artaude amont, le Réganas aval, la Planquette amont, la Brunette aval, deux tronçons du Saint-Joseph, l'Eygoutier aval et le Petit Bois sont quant à eux classés en mauvais état.

Afin d'évaluer l'état hydromorphologique global des cours d'eau du bassin versant, une note est calculée à partir de la moyenne pondérée par le linéaire des notes par défaut attribuées à chaque tronçon en fonction de leur état :

- très bon état = 18/20 (limites de classe pour l'état global > 16 à 20/20),
- bon état = 14/20 (limites de classe pour l'état global > 12 à 16/20),
- état moyen = 10/20 (limites de classe pour l'état global de > 8 à 12/20),
- état médiocre = 6/20 (limites de classe pour l'état global de > 4 à 8/10),
- mauvais état = 2/20 (limites de classe pour l'état global de 0 à 4/20).

La note globale est ainsi calculée de la façon suivante : Note globale = (note du tronçon T1 x longueur T1 + note T2 x longueur T2 + … + note T62 x longueur T62) / longueur totale des tronçons

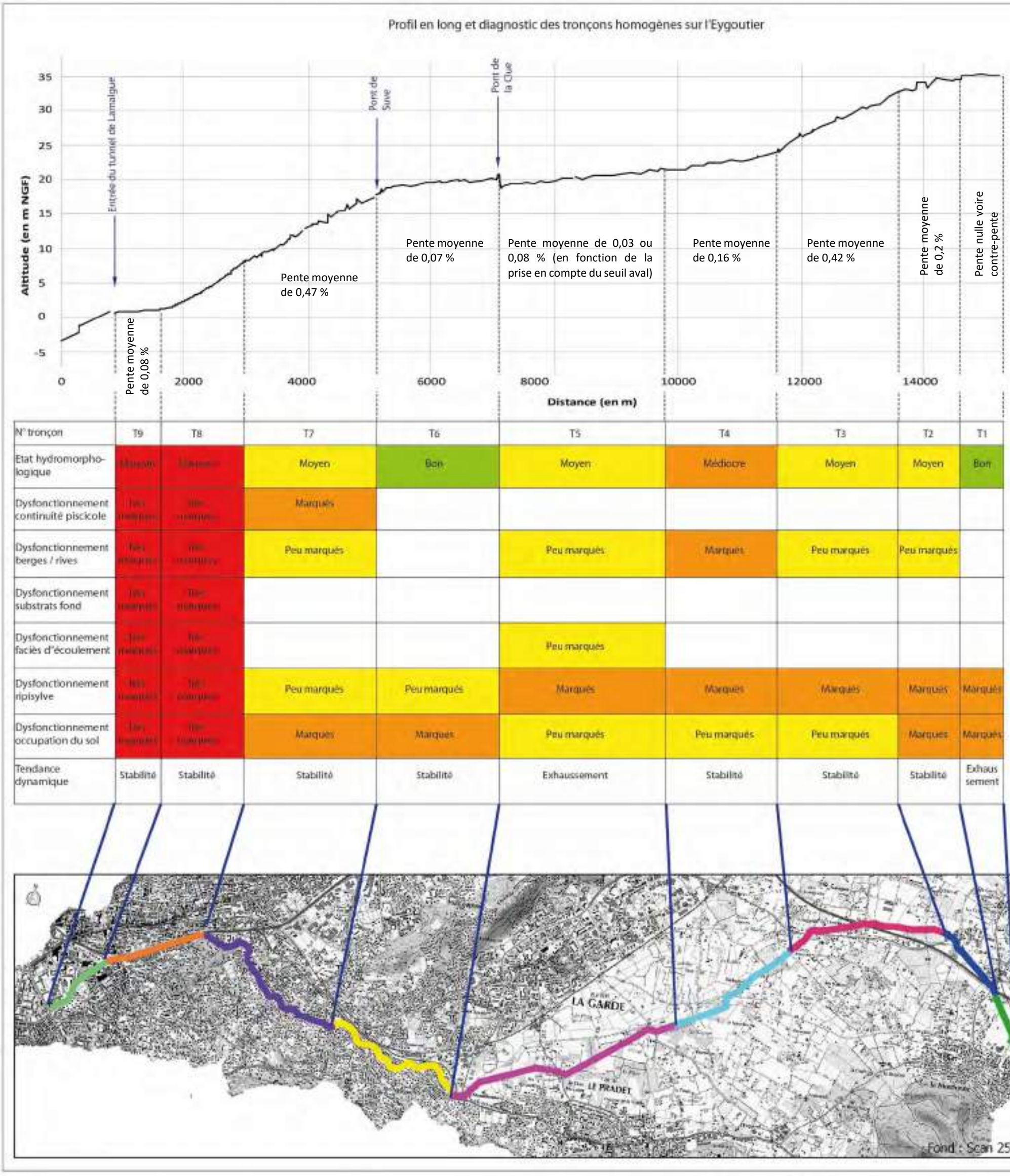
Il en résulte une note globale de 9,2/20 soit un état hydromorphologique global moyen mais proche d'un état médiocre.

2.1.16 Synthèse diagnostic par tronçons homogènes

Les tableaux en page suivante récapitulent l'état hydromorphologique ainsi que l'évaluation des tendances dynamiques par tronçons homogènes et cours d'eau. Ils présentent également une évaluation des dysfonctionnements sur différents paramètres : continuité piscicole, berges / rives, substrats fonds, faciès d'écoulement, ripisylve et occupation du sol. Les dysfonctionnements sont qualifiés de peu marqués, marqués ou très marqués en fonction de la proportion de ceux-ci sur le linéaire concerné.
Pour les principaux cours d'eau, ces tableaux sont couplés en une vue synoptique avec une délimitation des tronçons sur profil en long et extrait cartographique.

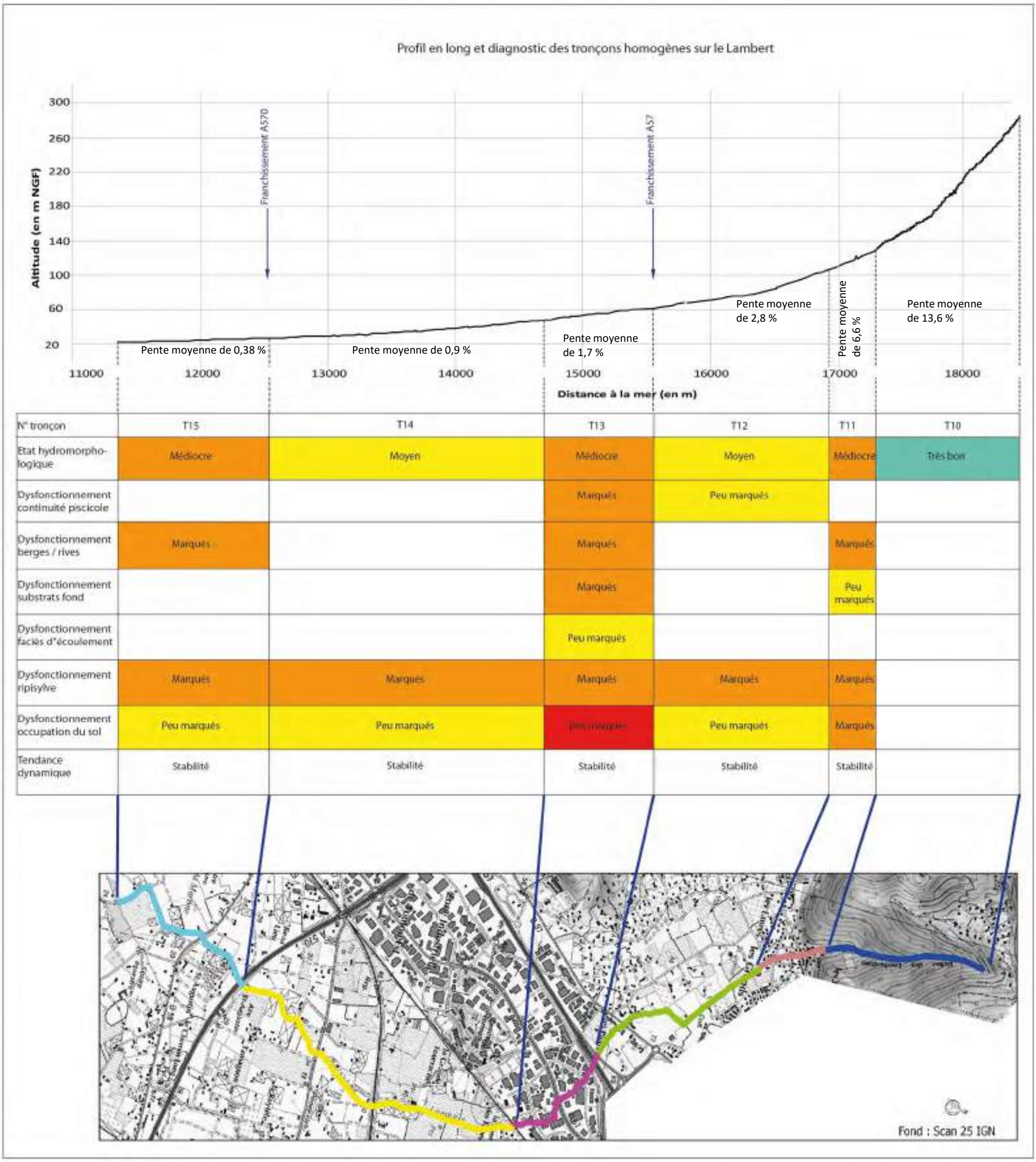
Pour les biefs secondaires et les petits affluents, cette mise en forme en vue synoptique n'étant pas adaptée, une information sur les linéaires des tronçons homogènes est donnée afin de permettre d'apprécier le poids relatif des tronçons.
Le Saint-Joseph, l'Artaude, le Petit-Bois, le Sainte-Musse et la Brunette sont les cours d'eau où les dysfonctionnements sont les plus marqués sur l'ensemble de leur linéaire. Sur les autres cours d'eau la situation est plus variable en fonction des secteurs.

Tableau 9 - Diagnostic par tronçons homogènes sur l'Eygoutier



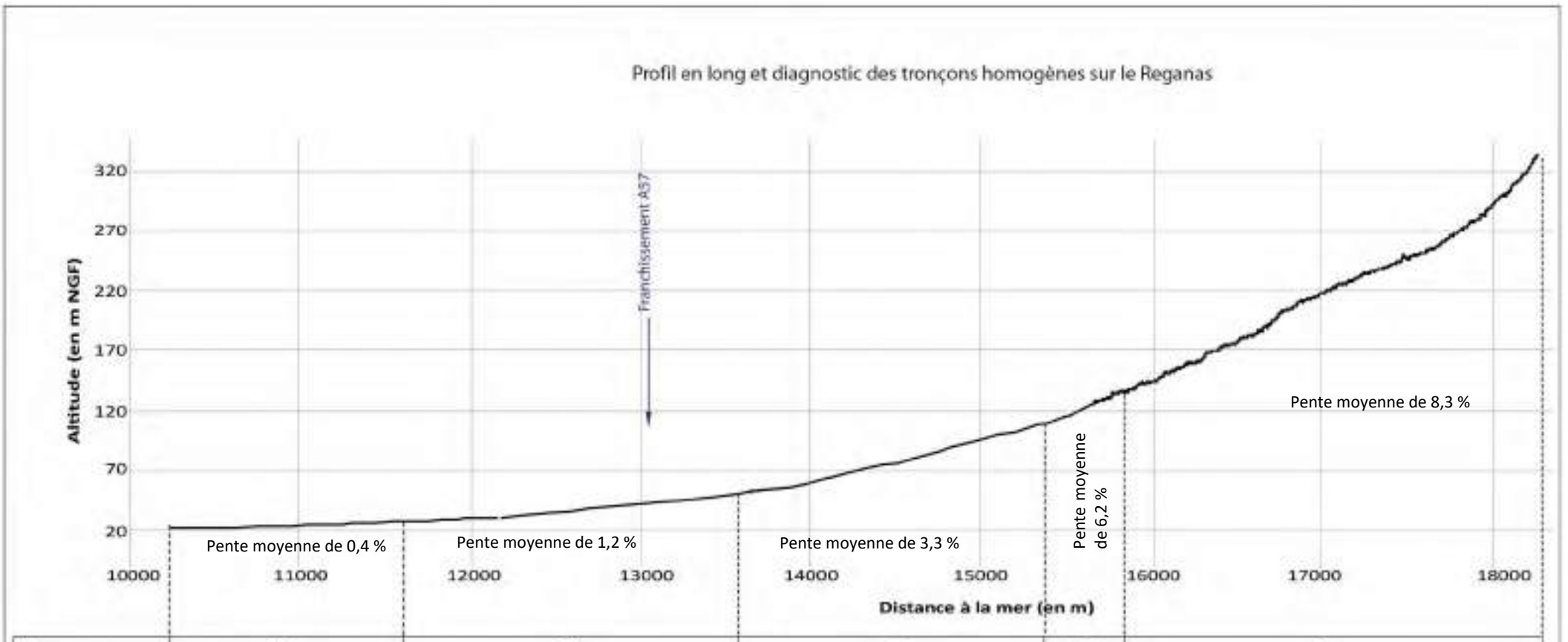
N° tronçon	T9	T8	T7	T6	T5	T4	T3	T2	T1
Etat hydromorpho-logique	Mauvais	Mauvais	Moyen	Bon	Moyen	Médiocre	Moyen	Moyen	Bon
Dysfonctionnement continuité piscicole	Très marqués	Très marqués	Marqués						
Dysfonctionnement berges / rives	Très marqués	Très marqués	Peu marqués		Peu marqués	Marqués	Peu marqués	Peu marqués	
Dysfonctionnement substrats fond	Très marqués	Très marqués							
Dysfonctionnement faciès d'écoulement	Très marqués	Très marqués			Peu marqués				
Dysfonctionnement ripisylve	Très marqués	Très marqués	Peu marqués	Peu marqués	Marqués	Marqués	Marqués	Marqués	Marqués
Dysfonctionnement occupation du sol	Très marqués	Très marqués	Marqués	Marqués	Peu marqués	Peu marqués	Peu marqués	Marqués	Marqués
Tendance dynamique	Stabilité	Stabilité	Stabilité	Stabilité	Exhaussement	Stabilité	Stabilité	Stabilité	Exhaus sement

Tableau 10 - Diagnostic par tronçons homogènes sur le Lambert



N° tronçon	T15	T14	T13	T12	T11	T10
Etat hydromorpho-logique	Médiocre	Moyen	Médiocre	Moyen	Médiocre	Très bon
Dysfonctionnement continuité piscicole			Marqués	Peu marqués		
Dysfonctionnement berges / rives	Marqués		Marqués		Marqués	
Dysfonctionnement substrats fond			Marqués		Peu marqués	
Dysfonctionnement faciès d'écoulement			Peu marqués			
Dysfonctionnement ripisylve	Marqués	Marqués	Marqués	Marqués	Marqués	
Dysfonctionnement occupation du sol	Peu marqués	Peu marqués	Non marqué	Peu marqués	Marqués	
Tendance dynamique	Stabilité	Stabilité	Stabilité	Stabilité	Stabilité	

Tableau 11 - Diagnostic par tronçons homogènes sur le Réganas



N° tronçon	T25	T24	T23	T22	T21
Etat hydromorpho-logique	Mauvais	Moyen	Bon	Bon	Très bon
Dysfonctionnement continuité piscicole		Marqués	Peu marqués	Marqués	
Dysfonctionnement berges / rives	Très marqués	Peu marqués			
Dysfonctionnement substrats fond		Peu marqués			
Dysfonctionnement faciès d'écoulement					
Dysfonctionnement ripisylve		Peu marqués			
Dysfonctionnement occupation du sol	Peu marqués	Très marqués	Peu marqués	Peu marqués	
Tendance dynamique	Exhaussement	Stabilité	Incision voire exhaussement par travertins		

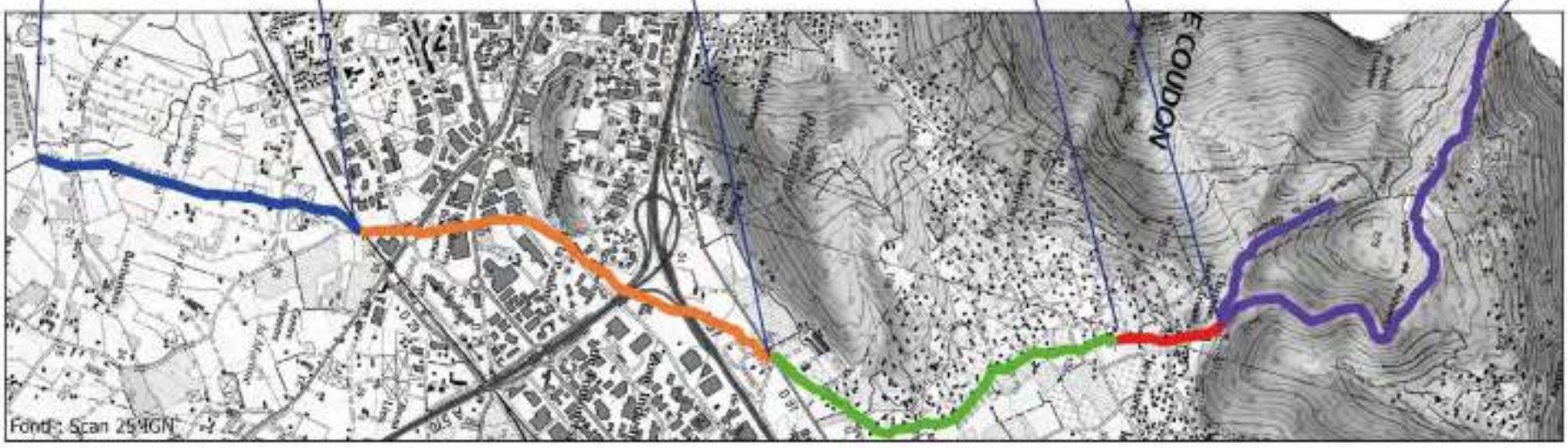
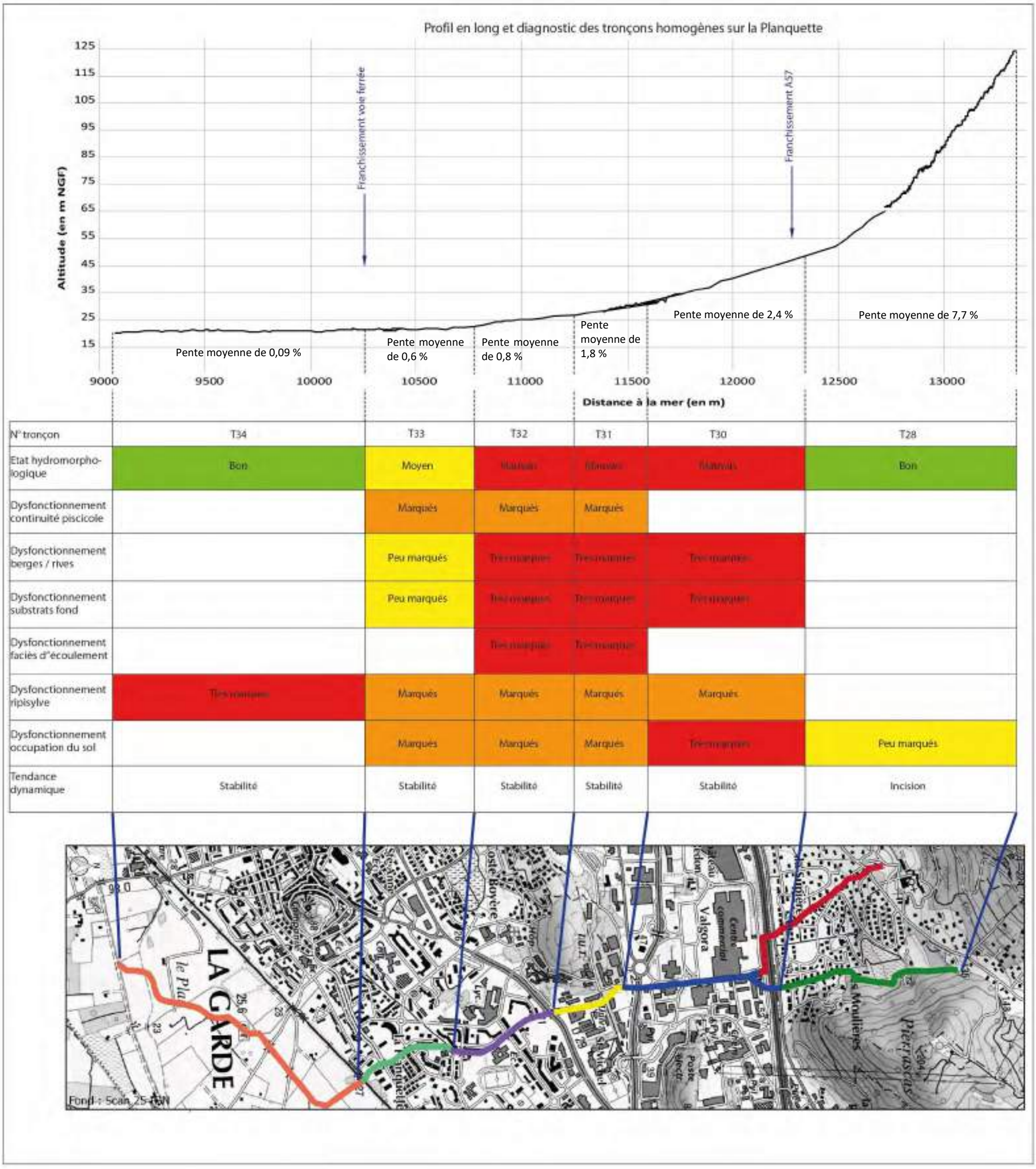


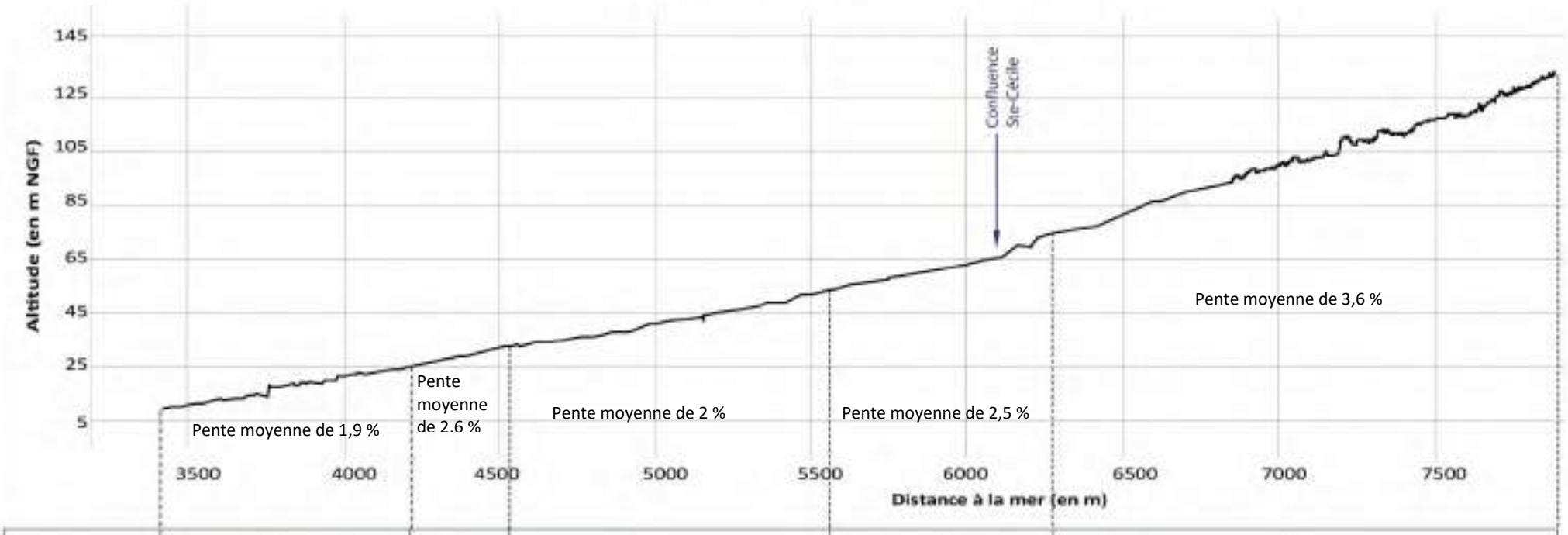
Tableau 12 - Diagnostic par tronçons homogènes sur la Planquette



N° tronçon	T34	T33	T32	T31	T30	T28
Etat hydromorpho-logique	Bon	Moyen	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Bon
Dysfonctionnement continuité piscicole		Marqués	Marqués	Marqués		
Dysfonctionnement berges / rives		Peu marqués	Très marqués	Très marqués	Très marqués	
Dysfonctionnement substrats fond		Peu marqués	Très marqués	Très marqués	Très marqués	
Dysfonctionnement faciès d'écoulement			Très marqués	Très marqués		
Dysfonctionnement ripisylve	Très marqués	Marqués	Marqués	Marqués	Marqués	
Dysfonctionnement occupation du sol		Marqués	Marqués	Marqués	Très marqués	Peu marqués
Tendance dynamique	Stabilité	Stabilité	Stabilité	Stabilité	Stabilité	Incision

Tableau 13 - Diagnostic par tronçons homogènes sur le Saint-Joseph

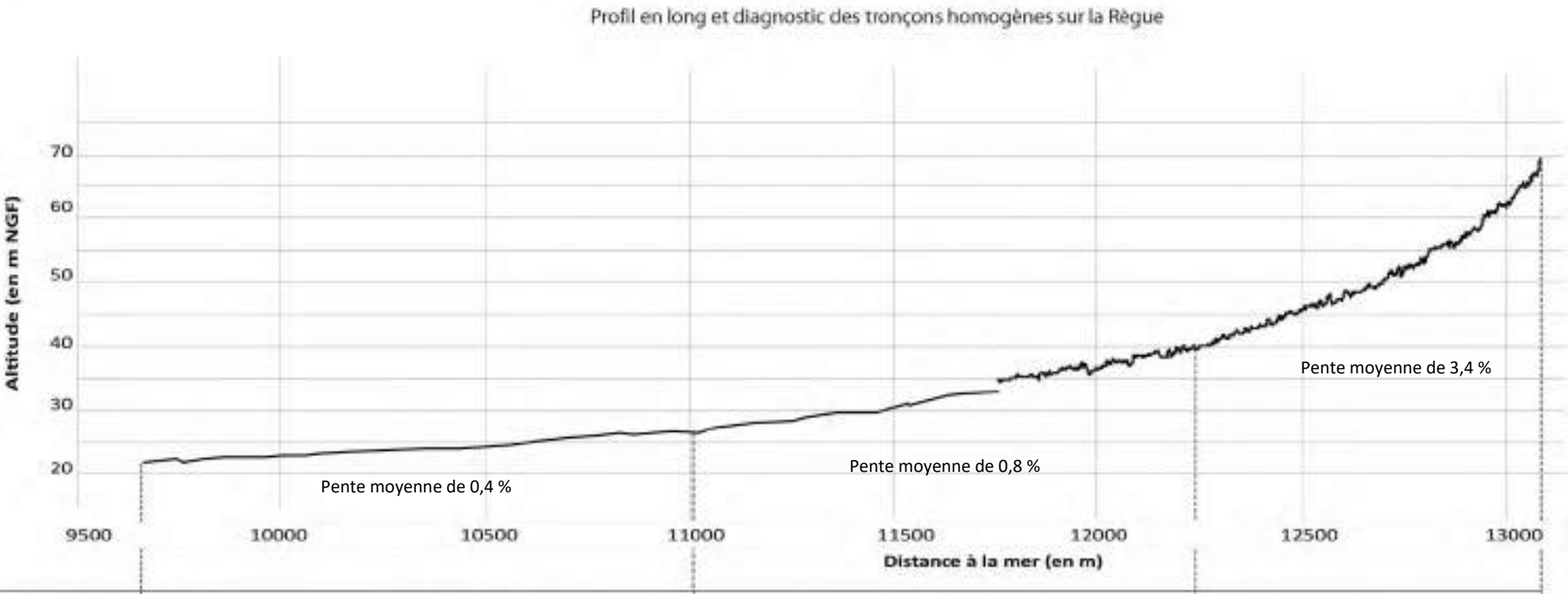
Profil en long et diagnostic des tronçons homogènes sur le Saint-Joseph



N° tronçon	T53	T52	T51	T50	T48
Etat hydromorpho-logique	Médiocre	Mauvais	Médiocre	Mauvais	Médiocre
Dysfonctionnement continuité piscicole	Marqués	Très marqués	Marqués	Très marqués	Marqués
Dysfonctionnement berges / rives	Marqués	Très marqués	Marqués	Très marqués	Marqués
Dysfonctionnement substrats fond		Très marqués		Très marqués	Peu marqués
Dysfonctionnement faciès d'écoulement		Très marqués		Très marqués	
Dysfonctionnement ripisylve	Marqués	Très marqués	Marqués	Très marqués	Marqués
Dysfonctionnement occupation du sol	Marqués	Très marqués	Marqués	Très marqués	Marqués
Tendance dynamique	Stabilité voire exhaussement par travertins		Stabilité voire exhaussement par travertins		Stabilité



Tableau 14 - Diagnostic par tronçons homogènes sur la Règue



N° tronçon	T57	T56	T55
Etat hydromorpho-logique	Médiocre	Moyen	Moyen
Dysfonctionnement continuité piscicole			
Dysfonctionnement berges / rives	Marqués		
Dysfonctionnement substrats fond			
Dysfonctionnement faciès d"écoulement			
Dysfonctionnement ripisylve	Marqués	Marqués	Marqués
Dysfonctionnement occupation du sol	Peu marqués	Peu marqués	Peu marqués
Tendance dynamique	Stabilité	Stabilité	??

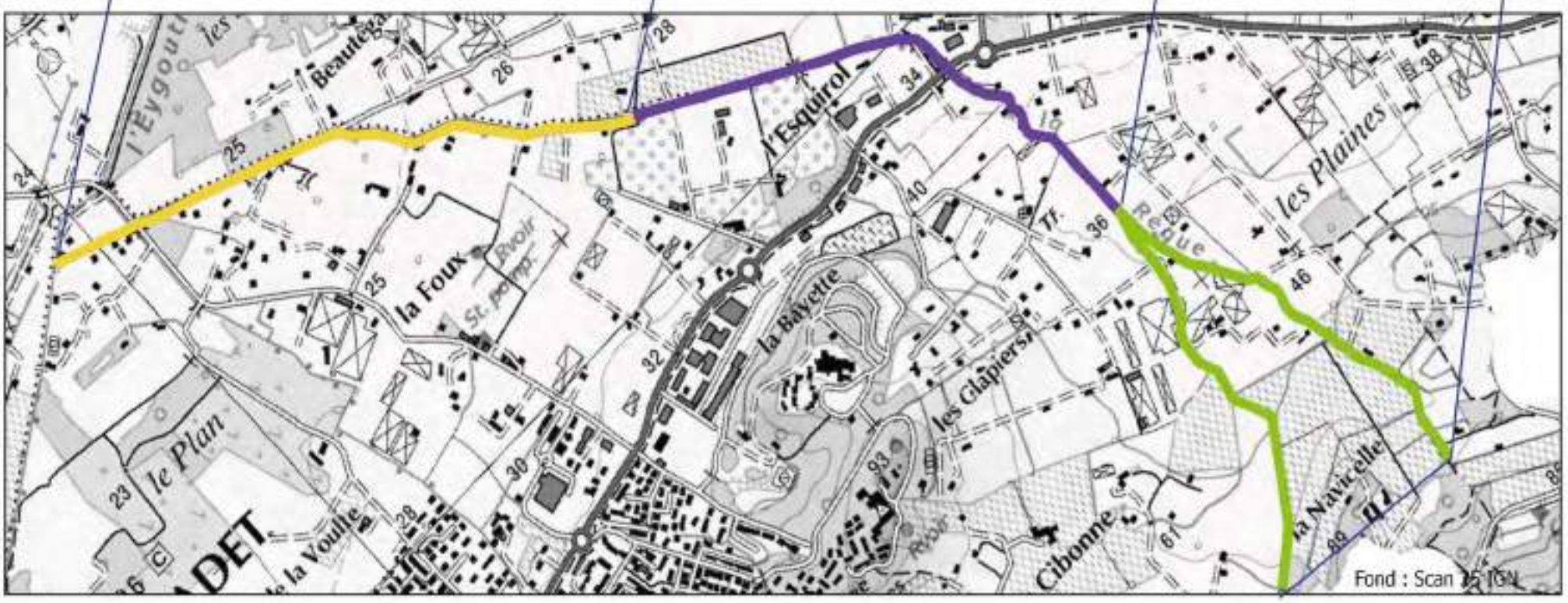
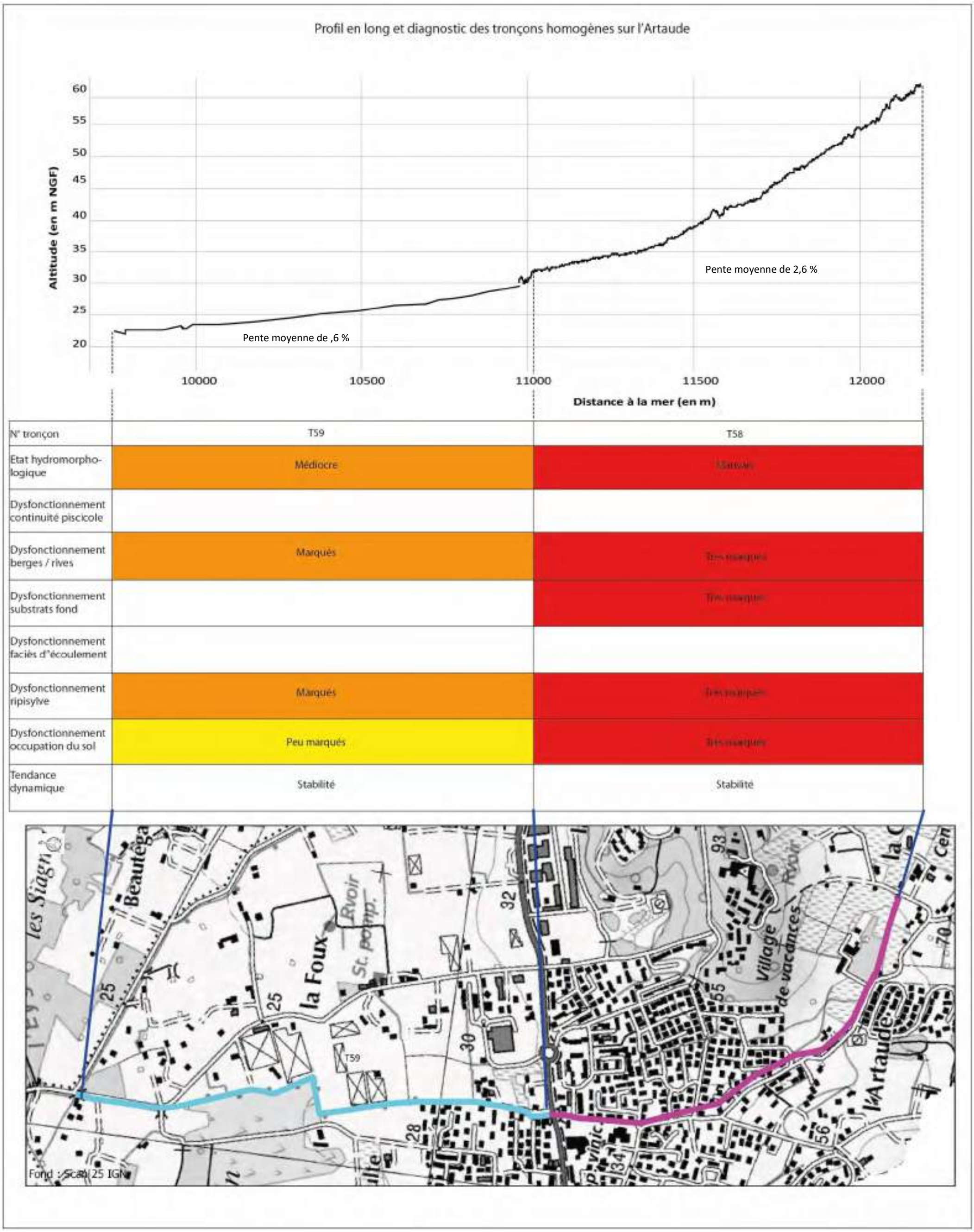


Tableau 15 - Diagnostic par tronçons homogènes sur l'Artaude



N° tronçon	T59	T58
Etat hydromorpho-logique	Médiocre	Très mauvais
Dysfonctionnement continuité piscicole		
Dysfonctionnement berges / rives	Marqués	Très marqués
Dysfonctionnement substrats fond		Très marqués
Dysfonctionnement faciès d'écoulement		
Dysfonctionnement ripisylve	Marqués	Très marqués
Dysfonctionnement occupation du sol	Peu marqués	Très marqués
Tendance dynamique	Stabilité	Stabilité

Tableau 16 - Diagnostic par tronçons homogènes sur les biefs secondaires et les petits affluents

Cours d'eau	Bief Eygoutier	Bief Lambert	Affluents Lambert					Affluents Réganas		Affluents Planquette			Surverse Réganas	Nouvel Eygoutier
Numéro de tronçon	T3b	T12b	T16	T17	T18	T19	T20	T26	T27	T29	T35	T36	T37	T38
Longueur du tronçon (en m)	433	534	740	1215	2402	948	1042	1399	785	830	382	181	1128	1590
Etat hydromorphologique	Moyen		Médiocre	Moyen				Bon		Médiocre	Moyen	Bon		
Dysfonctionnements continuité piscicole				Peu marqués										
Dysfonctionnements berges / rives	Peu marqués	Peu marqués	Marqués		Peu marqués		Peu marqués			Marqués	Peu marqués			
Dysfonctionnements substrats fonds		Peu marqués			Peu marqués					Peu marqués				
Dysfonctionnements faciès d'écoulement														
Dysfonctionnements ripisylve	Marqués	Très marqués	Marqués							Marqués	Très marqués		Marqués	Très marqués
Dysfonctionnements occupation du sol	Peu marqués		Peu marqués					Peu marqués			Peu marqués			Peu marqués
Tendances dynamiques	Stabilité							Incision	Stabilité	Incision	Stabilité			

Cours d'eau	Petit Eygoutier et affluents				Argoutier et affluent		Brunette		Sainte-Musse	Affluents Saint-Joseph		Affluent Artaude	Bade	Petit-Bois
Numéro de tronçon	T39	T40	T41	T42	T43	T44	T45	T46	T47	T49	T54	T60	T61	T62
Longueur du tronçon (en m)	1147	967	685	163	934	518	716	283	1698	1366	328	224	879	1600
Etat hydromorphologique	Moyen		Bon	Moyen		Bon	Médiocre	Mauvais	Médiocre		Moyen	Mauvais	Médiocre	Mauvais
Dysfonctionnements continuité piscicole								Très marqués	Marqués					
Dysfonctionnements berges / rives				Peu marqués			Marqués		Marqués		Peu marqués	Très marqués	Marqués	Très marqués
Dysfonctionnements substrats fonds									Peu marqués				Peu marqués	Marqués
Dysfonctionnements faciès d'écoulement					Peu marqués									
Dysfonctionnements ripisylve	Très marqués	Marqués			Très marqués	Peu marqués	Marqués		Marqués	Peu marqués	Marqués			Très marqués
Dysfonctionnements occupation du sol	Peu marqués			Marqués	Peu marqués	Marqués		Très marqués		Marqués		Peu marqués		Marqués
Tendances dynamiques	Stabilité				Exhaussement	Stabilité				Stabilité voire exhaussement par travertins	?	Stabilité		

2.2 PLAN D'ACTION DE RESTAURATION MORPHOLOGIQUE

2.2.1 Principes d'actions envisageables, priorisation des interventions et incidences sur l'état hydromorphologique

Compte tenu du contexte morphologique ou anthropique les possibilités d'actions sont relativement limitées. Il est en effet délicat d'agir pour réduire l'artificialisation des tronçons de cours d'eau en contexte urbain.

La préservation des linéaires de cours d'eau encore non impactés par l'artificialisation apparaît comme un objectif prioritaire pour ne pas dégrader plus leur état hydromorphologique. A ce titre, il conviendrait de limiter au strict minimum les travaux qui conduisent à minéraliser les lits mineurs (protections de berges, canalisation, bétonnage, couverture) et si possible de leur substituer des solutions de génie écologique, génie végétal. Limiter l'urbanisation des zones inondables et respecter un recul minimal des constructions par rapport aux berges des cours d'eau apparaît également nécessaire.
La préservation peut aussi concerner des espaces riverains, bassins versants à préserver de l'urbanisation et de perturbations topographiques et/ou de perturbations du couvert végétal, ou encore la préservation de milieux spécifiques comme les roselières ou les formations de travertins.

La réduction des pressions liées aux artificialisations du lit mineur est souhaitable afin de restaurer un meilleur état écologique : réduction des linéaires de couverture, canalisation, protections de berges et suppression ou recul d'endiguements par rapport aux berges.

La restauration de la ripisylve (plantation et entretien) constitue un objectif prioritaire pour favoriser le maintien des berges, faciliter l'autoépuration des eaux et réguler les écarts de température. Elle est également nécessaire au bon état hydromorphologique sur certains tronçons. Sur certains tronçons ouverts (l'Estagnol, les Plans), le maintien et l'entretien de roselières en lit mineur peut également remplir des fonctions d'autoépuration et de milieux écologiques.

La création de sinuosités (méandres) peut, par le biais d'un accroissement des linéaires de cours d'eau et de berges, avoir une influence intéressante sur les capacités d'autoépuration. Elle est en revanche souvent délicate à envisager sur la zone d'étude. Soit pour des raisons d'occupation du sol (présence d'enjeux incompatibles) soit du fait de pentes trop fortes où c'est le style rectiligne qui domine naturellement, soit du fait de pentes trop faibles où les sinuosités n'apporteraient guère de variations dans les conditions d'écoulement ou morphodynamiques. Dans ces derniers cas, la création de milieux annexes de type mares alimentées par déversement des cours d'eau sur un clapet flottant, comme cela a été réalisé dans le Parc Nature, apparaît souvent préférable et renoue en partie avec la vocation originelle de marais de la zone des Plans.
Les tronçons T3 et T4 (Eygoutier), aval de T15 (Lambert) et T43 (Argoutier) pourraient faire l'objet de la création (et restauration pour le dernier) de sinuosités avec annexes de type bras morts associées. Ces méandres devront être d'autant plus prononcés que la pente et la puissance spécifique sont faibles pour compenser le peu d'évolution naturelle latérale par une certaine maturité de la forme.

Des mesures de suivi morphométrique apparaissent également nécessaires sur certains tronçons pour apprécier plus finement leur évolution, en particulier sur ceux où les travertins ont été reconnus comme enjeux à préserver.

Une carte « types d'actions par tronçons homogènes », une carte « participation des actions au gain sur l'état hydromorphologique » et une carte « priorisation des actions par tronçon homogène » sont présentées dans l'atlas cartographique.

Plusieurs tronçons ont été identifiés en priorité 1 d'action pour des questions d'enjeux de préservation d'un milieu existant (tête de bassin versant, travertins, roselières). Près de 57 % des gains sur l'état hydromorphologique (cf. ci-après) sont possibles sur 9 tronçons homogènes qui ont également été classés en priorité 1 d'action (gains d'au moins 5 % par tronçon). Les tronçons où les gains seraient les plus forts (cf. tableau ci-après) sont le Réganas aval (9,8 %), le T4 et le T5 sur l'Eygoutier (7,7 et 6,5 %), le Sainte-Cécile (6,2 %), l'Artaude aval (5,8 %), le Lambert aval (5,5 %), le T18 (5,4 %), le T7 sur l'Eygoutier (5 %) et le T14 sur le Lambert (5 %).
Les tronçons en priorité 2 d'action sont ceux où des gains sur l'état hydromorphologique sont également chiffrés bien que moins importants.
Les tronçons en priorité 3 d'action sont ceux où les gains sur l'état hydromorphologique des actions préconisées ne participent pas à l'amélioration chiffrée, ce qui ne signifie pas pour autant que les gains soient nuls mais plus difficilement évaluables.

En considérant les actions envisageables pour chaque tronçon homogène (retranscrites dans les fiches tronçons homogènes) et leur incidence potentielle sur leur état hydromorphologique local, il est possible de réévaluer la note et l'état hydromorphologique projeté comme cela a été fait pour l'état actuel.

Il en résulte une note globale de 11,7/20 soit un état hydromorphologique global projeté qui reste classé comme moyen tout en s'améliorant de 2,5 points et en se rapprochant d'un bon état hydromorphologique. Dans le détail, certains tronçons homogènes révèlent un gain d'état hydromorphologique très important (passage d'un état médiocre, voire mauvais, à bon). La majeure partie du cours de l'Eygoutier et de ses affluents en amont du Pont de la Clue ainsi que le Sainte-Cécile verraient une nette amélioration de leur état (cf. carte « état hydromorphologique projeté après actions »).
Il convient également de souligner que ces actions peuvent également contribuer à l'amélioration du potentiel écologique des masses d'eau et donc à l'atteinte des objectifs qui leur sont assignés.

Le coût total des actions identifiées (hors acquisitions foncières éventuelles et réhabilitation du Canal de la Rode) est évalué à environ 16 millions d'euros hors taxes.

La restauration courante de la ripisylve constitue un levier important d'amélioration de l'état écologique des cours d'eau et de la qualité de l'eau notamment (ombrage, autoépuration).

Enfin la gestion et la préservation de l'EBF (Espace de Bon Fonctionnement) constitue aussi une action importante qui est traitée dans un chapitre spécifique.

Tableau 17 - Types d'actions par tronçons homogènes, participation aux gains sur l'état hydromorphologique global et priorités d'intervention

TH	Etat actuel	Etat envisageable avec restauration	Participation au gain	Coûts actions (HT)	Rapport coût/gain	Priorité intervention	Cause priorité	Préservation	Restauration	Réduction artificialisation
T1	bon	bon	0.0%	5 830 000 €		1	préservation milieu existant	cadre rural, roselières		
T2	moyen	moyen	0.0%	8 400 €		3			ripisylve	endiguements
T3	moyen	bon	4.4%	1 452 000 €	326 556	2	participation aux gains		ripisylve, méandres, annexes	endiguements
T3b	moyen	bon	1.0%	1 940 €	1 978	2	participation aux gains		ripisylve	
T4	médiocre	bon	7.7%	1 855 000 €	241 008	1	participation aux gains		ripisylve, méandres, annexes	endiguements
T5	moyen	bon	6.5%	1 290 000 €	197 952	1	participation aux gains		ripisylve, annexes	endiguements
T6	bon	bon	0.0%	5 100 €		3			ripisylve	
T7	moyen	bon	5.0%	195 470 €	39 261	1	participation aux gains		ripisylve	protections de berges
T8	mauvais	mauvais	0.0%							
T9	mauvais	mauvais	0.0%			1	action emblématique			
T10	très bon	très bon	0.0%			1	préservation milieu existant	boisements bassin versant		
T11	médiocre	médiocre	0.0%	1 960 €		3			ripisylve	
T12	moyen	bon	3.0%	13 400 €	4 488	2	participation aux gains		ripisylve	
T12b	moyen	moyen	0.0%	10 280 €		3			ripisylve	
T13	médiocre	moyen	1.9%	43 770 €	23 594	2	participation aux gains		ripisylve	linéaire canalise
T14	moyen	bon	5.0%	193 000 €	38 642	1	participation aux gains		ripisylve	endiguements, protections de berges, linéaire canalisé
T15	médiocre	bon	5.5%	476 000 €	86 765	1	participation aux gains		ripisylve, méandres, annexes	endiguements
T16	médiocre	bon	3.4%	100 000 €	29 830	2	participation aux gains		ripisylve	protections de berges
T17	moyen	bon	2.8%	10 660 €	3 873	2	participation aux gains		ripisylve	
T18	moyen	bon	5.4%	91 300 €	16 781	1	participation aux gains		ripisylve	linéaire canalisé
T19	moyen	bon	2.1%	9 480 €	4 415	2	participation aux gains		ripisylve	
T20	moyen	bon	2.4%	35 910 €	15 215	2	participation aux gains		ripisylve	linéaire canalisé
T21	très bon	très bon	0.0%			1	préservation milieu existant	boisements bassin versant		
T22	bon	bon	0.0%			1	préservation milieu existant	travertins		
T23	bon	bon	0.0%			1	préservation milieu existant	travertins		
T24	moyen	moyen	0.0%	7 260 €		3			ripisylve	
T25	mauvais	bon	9.8%	1 200 000 €	122 975	1	participation aux gains		ripisylve	endiguements, protections de berges
T26	bon	bon	0.0%			1	préservation milieu existant	boisements bassin versant		
T27	bon	bon	0.0%			1	préservation milieu existant	boisements bassin versant		
T28	bon	bon	0.0%			1	préservation milieu existant	boisements bassin versant		
T29	médiocre	moyen	1.9%	264 000 €	140 423	2	participation aux gains		ripisylve	linéaire canalise, linéaire couvert
T30	mauvais	mauvais	0.0%							
T31	mauvais	mauvais	0.0%	3 530 €		3			ripisylve	
T32	mauvais	mauvais	0.0%							
T33	moyen	moyen	0.0%	4 560 €		3			ripisylve	

TH	Etat actuel	Etat envisageable avec restauration	Participation au gain	Coûts actions (HT)	Rapport coût/gain	Priorité intervention	Cause priorité	Préservation	Restauration	Réduction artificialisation
T34	bon	bon	0.0%			1	préservation milieu existant	roselières		
T35	moyen	bon	0.9%	32 220 €	37 237	2	participation aux gains		ripisylve	linéaire canalisé
T36	bon	bon	0.0%			1	préservation milieu existant	roselières		
T37	bon	bon	0.0%			1	préservation milieu existant	roselières	annexes	
T38	bon	bon	0.0%			1	préservation milieu existant	roselières		
T39	moyen	bon	2.6%	17 470 €	6 724	2	participation aux gains		ripisylve, roselières	
T40	moyen	bon	2.2%	13 150 €	6 004	2	participation aux gains		ripisylve, roselières	
T41	bon	bon	0.0%			1	préservation milieu existant	roselières		
T42	moyen	moyen	0.0%	1 620 €		3			ripisylve	
T43	moyen	bon	2.1%	496 000 €	234 448	2	participation aux gains		ripisylve, méandres, annexes	
T44	bon	bon	0.0%	2 260 €		3			ripisylve	
T45	médiocre	médiocre	0.0%	7 170 €		3			ripisylve	
T46	mauvais	mauvais	0.0%							
T47	médiocre	médiocre	0.0%	3 900 €		3			ripisylve	protections de berges
T48	médiocre	médiocre	0.0%	25 000 €		1	préservation milieu existant	boisements bassin versant	ripisylve	
T49	médiocre	bon	6.2%	914 000 €	147 699	1	participation aux gains et préservation milieu existant	boisements bassin versant, travertins	ripisylve	linéaire couvert, protections de berges
T50	mauvais	mauvais	0.0%							
T51	médiocre	médiocre	0.0%			1	préservation milieu existant	travertins	ripisylve	
T52	mauvais	mauvais	0.0%							
T53	médiocre	médiocre	0.0%	5 770 €		1	préservation milieu existant	travertins	ripisylve	
T54	moyen	moyen	0.0%			1	préservation milieu existant	boisements bassin versant	ripisylve	
T55	moyen	bon	4.2%	11 370 €	2 719	2	participation aux gains		ripisylve	
T56	moyen	bon	2.8%	68 560 €	24 410	2	participation aux gains		ripisylve	endiguements
T57	médiocre	moyen	3.1%	313 000 €	102 586	2	participation aux gains		ripisylve	endiguements
T58	mauvais	médiocre	2.6%	134 760 €	52 051	2	participation aux gains		ripisylve	linéaire couvert, protections de berges
T59	médiocre	bon	5.8%	843 000 €	145 834	1	participation aux gains		ripisylve	endiguements
T60	mauvais	mauvais	0.0%							
T61	médiocre	médiocre	0.0%							
T62	mauvais	mauvais	0.0%							

2.2.2 Fiches d'actions

Les niveaux d'ambition affichés dans les fiches d'action ci-après correspondent à ceux de la grille donnée par le « Retour d'expérience d'opérations de restauration de cours d'eau et de leurs annexes, menées sur le bassin RMC » (Agence de l'eau RMC, BIOTEC, Malavoi J.-R., Juin 2006) :

- **R1** pour des actions de restauration limitées sur un seul compartiment de l'hydrosystème (type aménagement limitées au lit mineur),
- **R2** pour des actions de restauration plus globales intégrant tous les compartiments. Une emprise foncière de 2 à 10 fois la largeur du lit mineur avant restauration est nécessaire.
- **R3** pour des actions de restaurationcouplant des actions de type R2 à un espace de mobilité ou de fonctionnalité. Une emprise foncière de plus de 10 fois la largeur du lit mineur avant restauration est nécessaire.

Il faut ajouter à ces niveaux d'objectifs de restauration :

- la **préservation P**, lorsque le fonctionnement morpho-écologique est encore bon,
- la **limitation des dysfonctionnements futurs L** lorsque le fonctionnement morpho-écologique est légèrement dégradé mais encore correct.

ACTION 1

Préservation des boisements

Entités géographiques concernées

- Boisements des reliefs et de la plaine (cf. extrait de carte ci-après)

Priorité : **1** 2 3

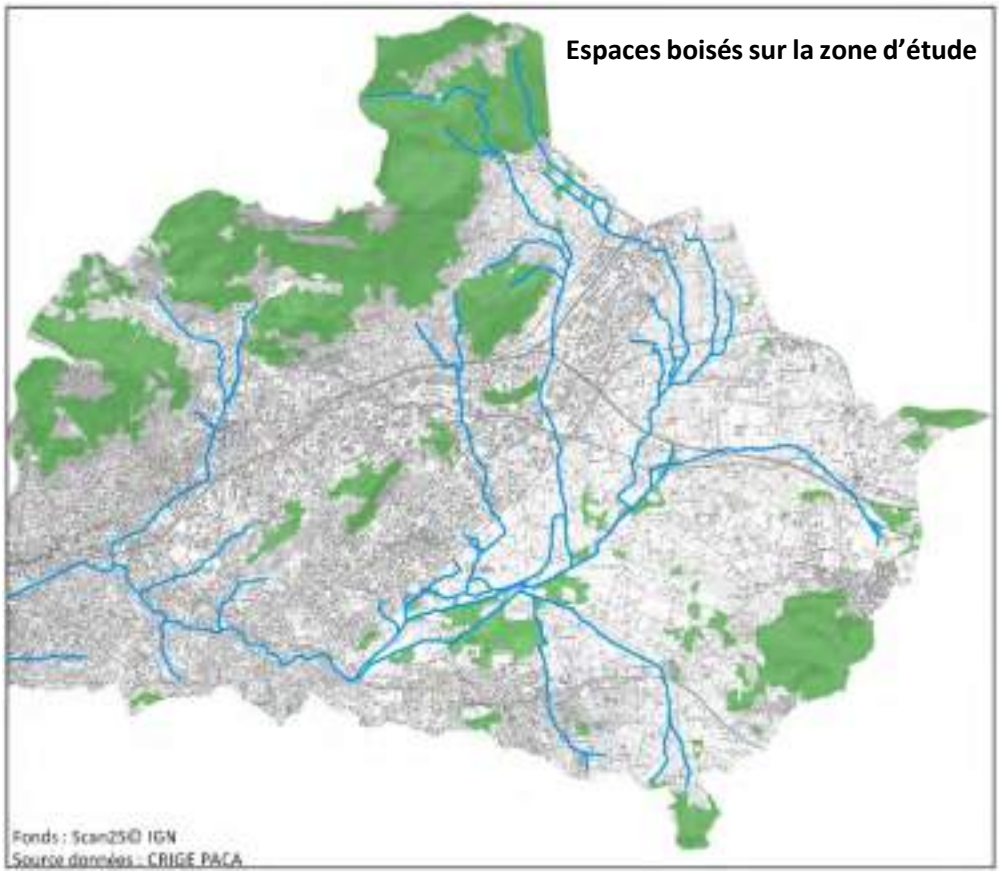
Objectifs visés

- Prévenir et réduire l'érosion des versants afin de ne pas augmenter la demande en curage
- Préserver la biodiversité
- Limiter le ruissellement afin de ne pas aggraver les inondations
- Maintenir des conditions favorables à la formation de travertins (cf. action 3)

Niveau d'ambition : R1 R2 R3 P **L**

Descriptif

- Les boisements sont menacés par les incendies de forêt ainsi que par l'extension des activités humaines (urbanisation, agriculture).
- De nombreux outils existent qui sont mis en place par l'Etat et les collectivités :
  Trame verte et bleue, Espaces Boisés Classés, zones soumises à autorisation de défrichement, réglementation de l'accès aux massifs en périodes de risque très sévère et exceptionnel, zones d'application de la réglementation D.F.C.I. …



Espaces boisés sur la zone d'étude

ACTION 2

Préservation, entretien et restauration des roselières

Entités géographiques concernées

- Marais de l'Estagnol, cours d'eau et biefs secondaires du Plan de la Garde (cf. extrait de carte ci-après)

Priorité : **1** **2** 3

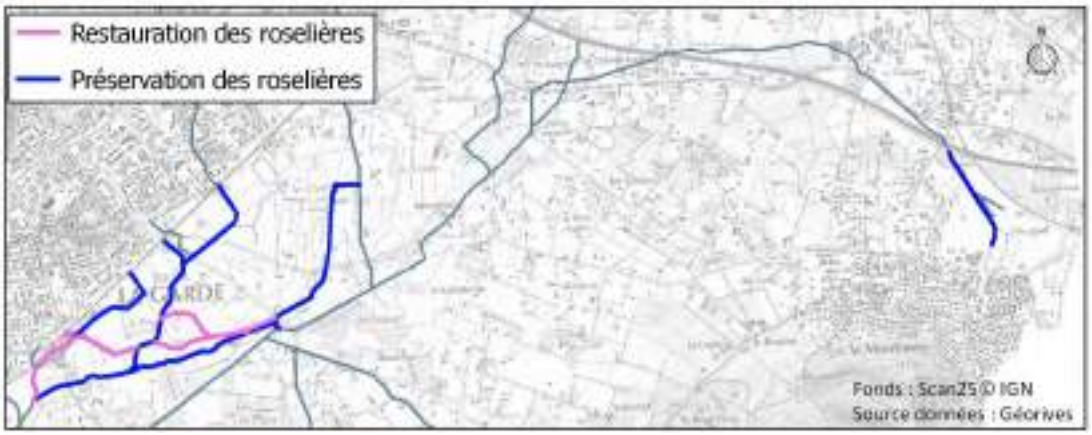
Niveau d'ambition : R1 R2 R3 P **L**

Objectifs visés

- Préserver la biodiversité
- Contribuer à l'amélioration de la qualité de l'eau (autoépuration)

Descriptif

- Les zones signalées sont propices au développement des hélophytes (roseaux notamment) qui permettent d'augmenter les temps de transit des eaux (surtout pour de faibles débits), de favoriser les échanges avec le milieu environnant (sol), de consommer les nutriments excédentaires et donc d'augmenter le potentiel d'autoépuration. En outre la présence de roselières peut être favorable à la diversification et constituer un abri pour la faune (certaines espèces d'oiseaux notamment qui leur sont inféodées). La préservation est prioritaire sur la restauration.
- Le choix des espèces à implanter dépendra des conditions stationnelles et sera constitué d'espèces autochtones. La réalisation de petits massifs monospécifiques disséminés est préférable à une plantation systématique afin de permettre de meilleures chances de colonisation du linéaire à moindres coûts.
- Après colonisation suffisante du milieu, une fauche non systématique des massifs d'hélophytes peut être envisagée dans le respect des cycles biologiques inféodés aux roselières. La conservation de parties de massifs ou de massifs non fauchés pendant quelques années est intéressante pour assurer de bonnes conditions d'habitats. Le faucardage doit être préféré au curage. L'enlèvement des produits de fauche est recommandé pour réduire les phénomènes d'atterrissements et d'embâcles.
- Le recours au curage sera minimisé. En cas de besoin réel et justifié, il serait souhaitable, comme pour le faucardage, d'alterner des portions curées et non curées afin de conserver des zones refuges et de laisser le milieu se régénérer sur les portions curées avant de curer les autres portions.
- Le recours au faucardage et au curage peut être justifié en cas d'exhaussement des fonds et de risque inondation aggravé.
- La définition d'un plan de gestion avec les compétences d'un écologue serait souhaitable sur ce sujet pour affiner ces conditions.



ACTION 2

Préservation, entretien et restauration des roselières

Indicateurs d'évaluation

- Linéaires plantés
- Reprise des plantations, linéaires colonisés
- Recours de moins en moins systématique au curage et faucardage raisonné

Conditions d'exécution

MOE	DLE	DIG	DUP	Autres
		X		

Coûts estimés

- Plantation d'hélophytes sur environ 1100 ml (TH 39 et 40) : 22 000 € HT
- Etude de définition d'un plan de gestion : 20 000 € HT

ACTION 3

Suivi des travertins

Entités géographiques concernées

- Saint-Joseph, Sainte-Cécile et Réganas

Priorité : **1** 2 3

Objectifs visés

- Préservation d'un habitat prioritaire Natura 2000
- Réduire le risque d'incision des cours d'eau
- Surveiller l'exhaussement des fonds afin de ne pas aggraver les inondations

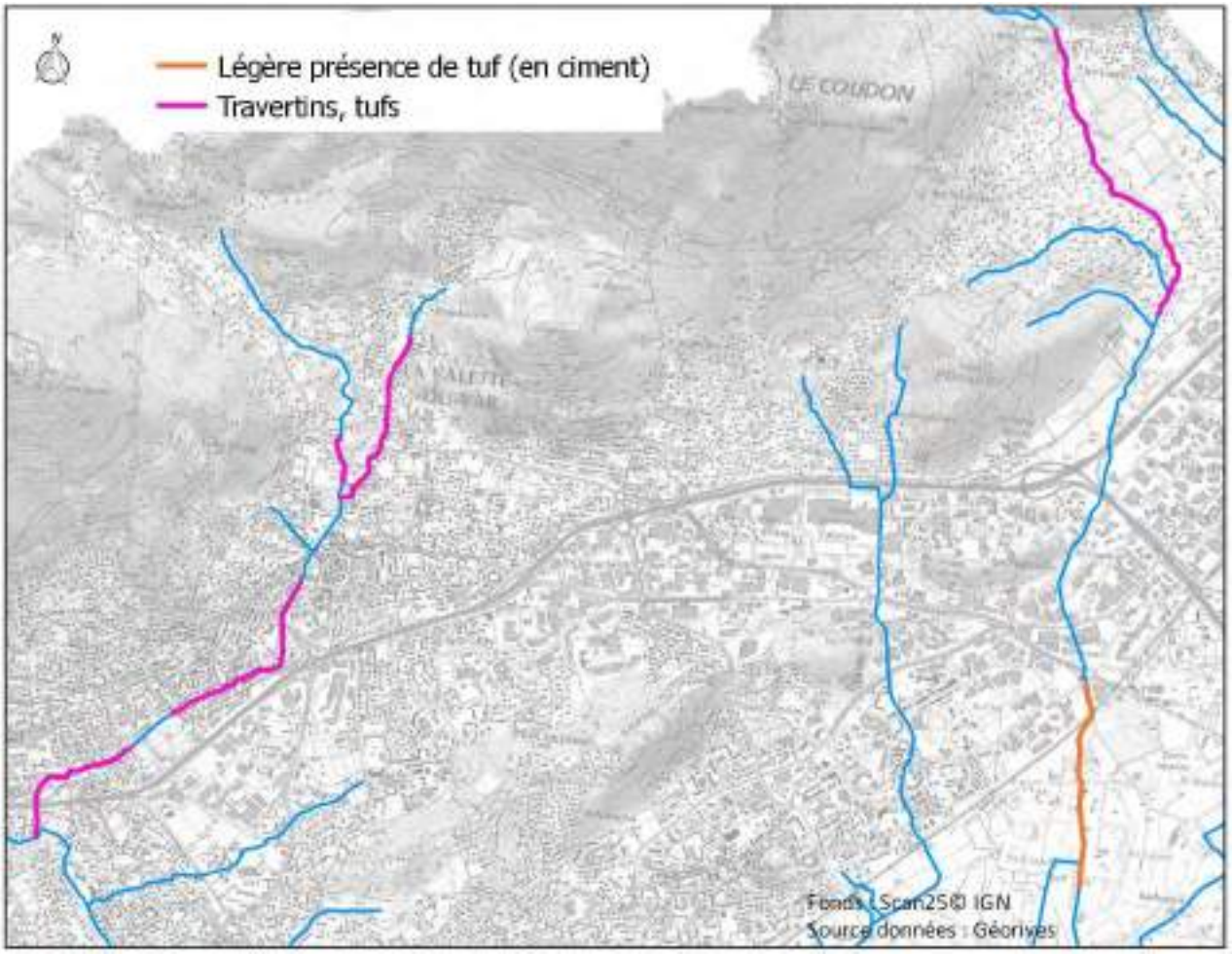
Niveau d'ambition : R1 R2 R3 P **L**

Descriptif

- Les travertins (ou tufs calcaires) sont reconnus comme habitat prioritaire Natura 2000 n°7220 Sources pétrifiantes avec formation de travertins (Cratoneurion).
- La travertinisation qui consiste en un dépôt de calcaire dans les cours d'eau concernés a pour conséquence d'indurer les fonds et de favoriser leur exhaussement, soit par cimentation des éléments « détritiques » présents (bois mort, sédiments grossiers) et/ou par lamines successives. Ces formations sédimentaires sont plus ou moins sensibles aux crues. Certaines peuvent en effet être détruites par les crues sans que cela soit systématique. Des exhaussements de plus de 1 cm par an sont constatés sur certains cours d'eau. Une meilleure connaissance de ces dynamiques apparaît donc nécessaire sur les cours d'eau concernés du bassin versant. En dehors de l'aspect écologique, ces formations représentent un enjeu par rapport au risque d'aggravation des débordements (Sainte-Cécile, Saint-Joseph et Réganas aval) en cas d'exhaussement du fond ainsi que pour limiter ou empêcher l'incision sur certaines portions de cours d'eau (Réganas amont).
- Le suivi pourraît être réalisé en interne par le syndicat et consisterait sur les parties concernées du Saint-Joseph et du Sainte-Cécile à mesurer régulièrement la hauteur libre sous tablier des ouvrages de franchissement (buses, cadres et ponts suivants a minima : Se-Ce 8, Se-Ce 9, Se-Ce 10, Se-Ce 14, Se-Ce 16, St-Jo 20, St-Jo 21, St-Jo 23, St-Jo 24, St-Jo 31, St-Jo 38) à l'aide d'une mire graduée dotée d'une nivelle. Les mesures seront réalisées, dans la mesure du possible, à l'entrée et à la sortie de chaque ouvrage. Un à trois points seront levés sur chaque transect : un au milieu de la section pour tous les types d'ouvrages et deux sur les bords pour les ouvrages de section rectangulaire. Les relevés seront consignés et localisés afin de pouvoir établir des synthèses diachroniques et d'apprécier l'influence des travertins sur l'évolution des fonds. Un suivi annuel sur une première période de 5 ans est indiqué. Un bilan du suivi sera réalisé à l'issue de cette première période et permettra de se prononcer sur les suites à donner à ce suivi.
- Pour le Réganas, il n'apparaît pas nécessaire de mener des investigations similaires en l'état actuel. En revanche, la préservation des travertins apparaît essentielle dans la gestion de la partie amont du cours d'eau.

ACTION 3

Suivi des travertins



ACTION 4

Préservation du cadre rural

Entités géographiques concernées

- Espaces non urbanisés du bassin versant, en particulier le Plan de la Garde et du Pradet et l'Estagnol

Priorité : **1** 2 3

Objectifs visés

- Limiter l'urbanisation pour prévenir l'augmentation du ruissellement et des risques d'exposition aux risques
- Préserver les zones d'expansion des crues et les espaces peu occupés pour le bon fonctionnement des cours d'eau

Niveau d'ambition : R1 R2 R3 P **L**

Descriptif

- La protection de ces espaces passe avant tout par les documents d'urbanisme. Les zones reconnues en espace de bon fonctionnement (EBF), dans le cadre de cette étude, constituent les zones prioritaires à préserver de l'urbanisation. Le Plan de la Garde et du Pradet, et l'Estagnol, constituent au sein de cet espace des zones humides et d'expansion des crues importantes pour la préservation des écosystèmes et la prévention des risques inondation. Cette action peut toutefois avoir un intérêt certain à être appliquée à l'échelle de tous les espaces non urbanisés du bassin versant (prévention de l'augmentation du ruissellement et donc des débits de crue et du risque inondation).
- Le Parc Nature (ENS) du Plan de la Garde et du Pradet constitue une opération de préservation du cadre rural associée à une valorisation, et à la restauration de fonctionnalités écologiques emblématique sur la zone d'étude. Son extension serait souhaitable.
- Le marais de l'Estagnol, de surface plus restreinte que le Plan de la Garde et du Pradet, a déjà été fortement impacté par l'urbanisation et les remblaiements (activité liée au BTP notamment) et nécessite une forte action de préservation pour laquelle le Syndicat de Gestion de l'Eygoutier a engagé une étude spécifique.
- Les « marais et cannier des Grands » sur la commune de la Farlède près de la station de pompage constituent également une zone spécifique à préserver où le Syndicat de Gestion de l'Eygoutier a engagé une étude.
- Divers outils peuvent également contribuer à la préservation de ces espaces : SRCE, PPRI …
- Le PPRI (Plan de Prévention des Risques Inondation) constitue un outil privilégié pour la préservation de ces zones : champs d'expansion des crues en zone rurale.

ACTION 5

Restauration de la ripisylve

Entités géographiques concernées

> Tronçons homogènes avec des linéaires de ripisylve dégradés ou absente (cf. extrait de carte ci-après)

Priorité :

1 2 3

Objectifs visés

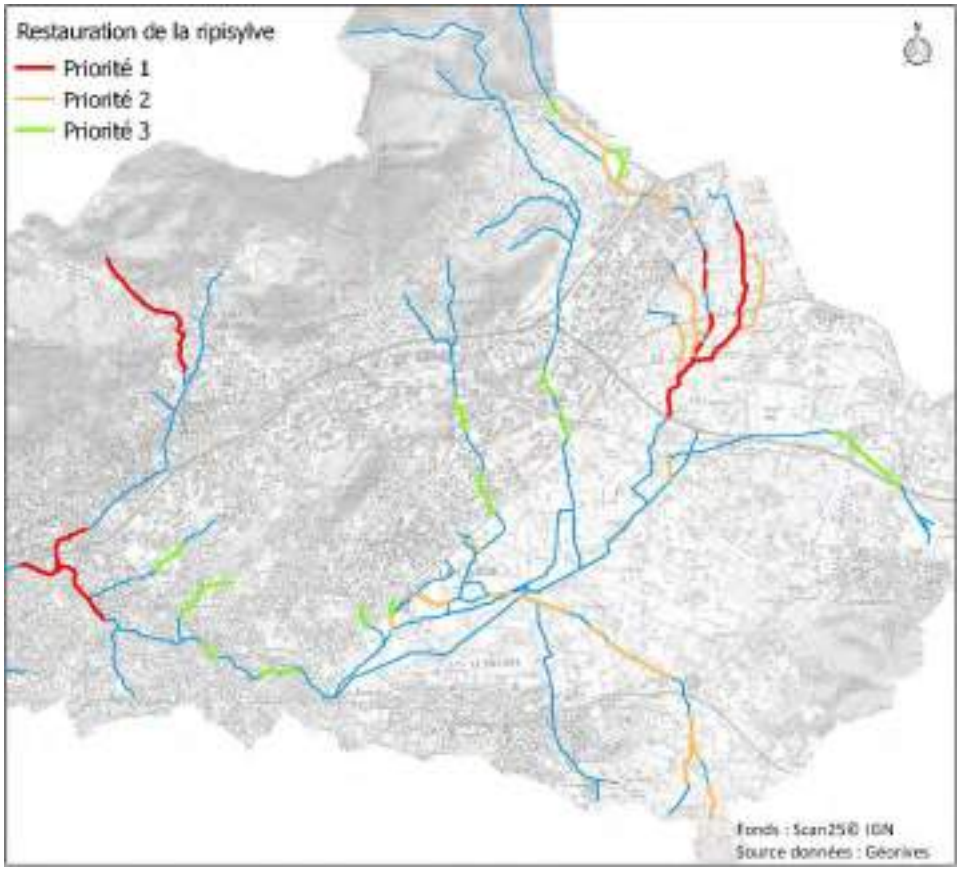
> Restaurer des corridors écologiques fonctionnels
> Contribuer à l'amélioration de la qualité de l'eau (température par ombrage, autoépuration)

Niveau d'ambition :

R1 R2 R3 P L

Descriptif

> La restauration de la ripisylve sur les tronçons 3b, 12, 17, 19 et 55 (priorité 2) contribuerait déjà à elle seule à ≈ 13 % des gains sur l'état hydromorphologique dans le cadre du programme d'actions proposé.
> La restauration de la ripisylve apparaît également nécessaire en accompagnement d'autres actions sur certains tronçons (priorités 1 à 2). Sur certains tronçons où le gain sur l'état hydromorphologique ne peut être quantifié, un niveau de priorité 3 a été donné.
> Le niveau d'ambition de l'action de restauration dépend de la largeur de la ripisylve plantée. Le R1 correspondant à une ripisylve de type cordon simple sur chaque berge.
> L'action n'est ici pas détaillée plus avant car elle fait l'objet d'une étude spécifique (plan de gestion et entretien).



ACTION 5

Restauration de la ripisylve

Indicateurs d'évaluation

- Linéaires plantés
- Reprise des plantations

Conditions d'exécution

MOE	DLE	DIG	DUP	Autres
		X		

Coûts estimés

- ≈ 20 €HT/ml de cours d'eau pour une plantation simple sur des linéaires sans ripisylve
- ≈ 10 €HT/ml de cours d'eau pour une densification sur des linéaires de ripisylve discontinue
- Le coût total des travaux de restauration de la ripisylve par plantation est estimé à 221 300 € HT.

ACTION 6

Restauration du Réganas aval

Entités géographiques concernées

- Tronçon homogène 25

Priorité : 1 2 3

Objectifs visés

- Réduire l'artificialisation du lit mineur en reculant les endiguements et protections de berge
- Favoriser l'écoulement des crues sans ruptures de digues

Niveau d'ambition : R1 R2 R3 P L

Descriptif

- Le Réganas aval est corseté par des endiguements et protections de berge sur plus de 80 % de son linéaire. L'espace entre digues est insuffisant pour permettre une expression suffisante du cours d'eau et plusieurs traces ou amorces de brèches sont visibles dans les digues qui peuvent faire craindre une défluviation du Réganas en crue (lit en toit).
- L'action consisterait à reculer les endiguements, et supprimer les protections de berges inutiles après leur recul, là où c'est envisageable. Elle permettrait de laisser plus de place au Réganas et de diminuer les contraintes sur les digues en crue (puissance spécifique moindre) donc de réduire le risque de ruptures de digues. A capacité d'écoulement égale, des digues moins hautes pourraient être envisagées.
- La réalisation d'une plage de dépôts (piège à matériaux) en amont pourrait être nécessaire, au cas où le tronçon s'exhausse, afin d'éviter les curages sur de longs linéaires, plus traumatisants pour le milieu qu'en des points dédiés. La tendance à l'exhaussement pourrait en effet s'accroître avec la diminution des contraintes en crue liée à un recul des digues. Un suivi topographique de l'évolution du tronçon est donc nécessaire afin de surveiller cet exhaussement.
- La restauration de la ripisylve sera également nécessaire au cas où un recul de digues serait réalisé.
- **Cette seule action participerait à près de 10 % des gains sur l'état hydromorphologique dans le cadre du programme d'actions proposé.**
- Le score d'efficience probable de la restauration sur le tronçon a été évalué à 22,5/50 dont 15/30 pour les paramètres géodynamiques. Ce score plutôt moyen démontre la nécessité de travaux assez importants pour aboutir à une restauration efficace.



Localisation de principe des zones de recul de digues à envisager

ACTION 6

Restauration du Réganas aval

Indicateurs d'évaluation

- Linéaires restaurés et largeur moyenne disponible entre pieds de digues d'au minimum 15 m
- Réduction des risques d'inondation par débordement et rupture de digues

Conditions d'exécution

MOE	DLE	DIG	DUP	Autres
X	X		X	

Coûts estimés

- Recul d'environ 1 600 ml de digues : 1 000 000 € HT
- Suppression d'environ 1100 ml de protections de berges : 51 000 € HT
- Restauration de ripisylve sur environ 1 600 ml : 32 000 € HT
- Maîtrise d'œuvre et dossiers réglementaires : 110 000 € HT
- Suivi topographique du lit mineur (2 à 3 campagnes) : 7 000 € HT
- **TOTAL : 1 200 000 € HT** (hors acquisitions foncières)

ACTION 7

Restauration du TH 4 (Eygoutier)

Entités géographiques concernées

> Tronçon homogène 4

Priorité : **1** 2 3

Objectifs visés

> Réduire l'artificialisation du lit mineur en supprimant ou reculant des endiguements
> Diversifier les conditions d'écoulement et les habitats par la création de méandres et annexes

Niveau d'ambition : R1 **R2** R3 P L

Descriptif

> L'Eygoutier est à moitié corseté par des endiguements sur ce tronçon. L'espace entre digues est insuffisant pour permettre une expression suffisante du cours d'eau. Le cours de l'Eygoutier est rectiligne.
> L'action consisterait à reculer la quasi-totalité des endiguements de ce tronçon, ou si possible à les supprimer. Elle consisterait également à créer des méandres. Des parties non remblayées du lit actuel pourraient être conservées en annexes fluviales, mares, coupures stabilisées de méandres.
> La restauration de la ripisylve sera également nécessaire sur les portions où celle-ci serait détruite par les travaux.
> **Cette seule action participerait à près de 8 % des gains sur l'état hydromorphologique dans le cadre du programme d'actions proposé.**
> Le score d'efficience probable de la restauration sur le tronçon a été évalué à 10/50 dont 5/30 pour les paramètres géodynamiques. Ce score plutôt bas démontre la nécessité de travaux importants pour aboutir à une restauration efficace.



Localisation de principe des méandres à créer (en violet)

ACTION 7

Restauration du TH 4 (Eygoutier)

Indicateurs d'évaluation

- Linéaires restaurés
- Largeur moyenne disponible entre pieds de digues d'au minimum 15 m

Conditions d'exécution

MOE	DLE	DIG	DUP	Autres
X	X		X	

Coûts estimés

- Recul (ou suppression) d'environ 1 900 ml de digues : 1 200 000 € HT (en cas de recul)
- Création de méandres et d'annexes sur environ 730 ml : 440 000 € HT
- Restauration de ripisylve sur environ 1 900 ml : 38 000 € HT
- Maîtrise d'œuvre et dossiers réglementaires : 170 000 € HT
- Suivi topographique du lit mineur (2 à 3 campagnes) : 7 000 € HT
- **TOTAL : 1 855 000 € HT** (hors acquisitions foncières)

ACTION 8

Restauration du TH 5 (Eygoutier)

Entités géographiques concernées

> Tronçon homogène 5

Priorité : **1** 2 3

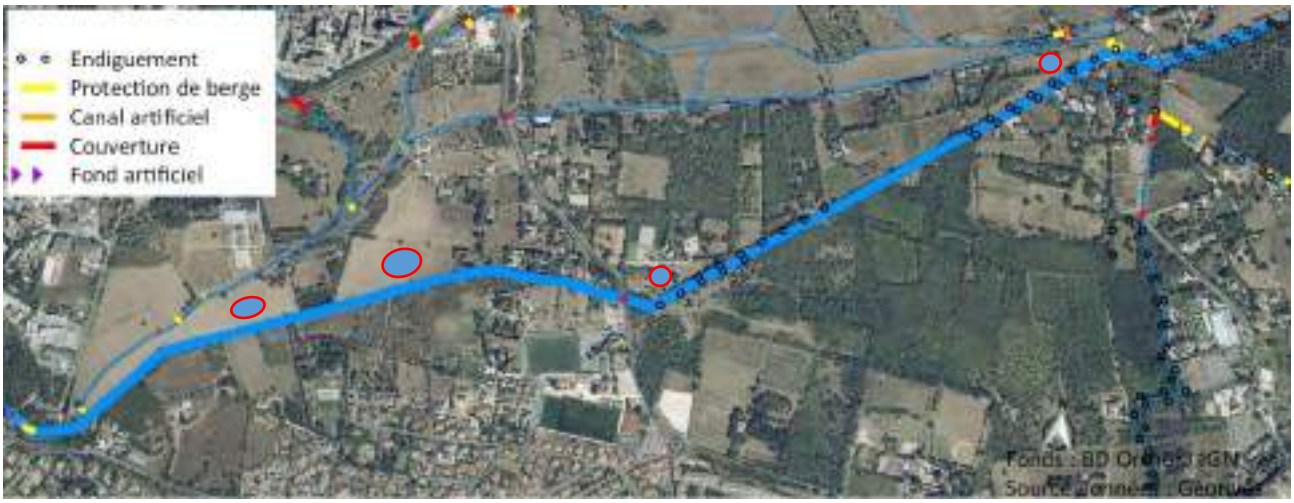
Objectifs visés

> Réduire l'artificialisation du lit mineur en supprimant ou reculant des endiguements
> Diversifier le milieu par la création de zones humides annexes

Niveau d'ambition : R1 **R2** R3 P L

Descriptif

> L'Eygoutier est en partie corseté par des endiguements sur ce tronçon (linéaire exact mal connu). L'espace entre digues est insuffisant pour permettre une expression suffisante du cours d'eau. Le cours de l'Eygoutier est rectiligne.
> L'action consisterait à reculer la quasi-totalité des endiguements identifiés sur le tronçon, ou si possible à en supprimer. Elle consisterait également à créer des zones humides annexes (creusement de mares connectées par surverse de l'Eygoutier comme celles du Parc Nature par exemple).
> **Cette action participerait à 6,5 % des gains sur l'état hydromorphologique dans le cadre du programme d'actions proposé.**
> Le score d'efficience probable de la restauration sur le tronçon a été évalué à 10/50 dont 5/30 pour les paramètres géodynamiques. Ce score plutôt bas démontre la nécessité de travaux importants pour aboutir à une restauration efficace.



Localisation de principe des zones humides annexes à créer

ACTION 8

Restauration du TH 5 (Eygoutier)

Indicateurs d'évaluation

- Zones humides créées
- Linéaires non endigués ou avec largeur moyenne disponible entre pieds de digues d'au minimum 15 m

Conditions d'exécution

MOE	DLE	DIG	DUP	Autres
X	X		X	

Coûts estimés

- Recul (ou suppression) d'environ 1 470 ml de digues : 920 000 € HT (en cas de recul)
- Création de zones humides de type mares alimentées par surverse sur environ 4000 m² : 250 000 € HT
- Maîtrise d'œuvre et dossiers réglementaires : 120 000 € HT
- **TOTAL : 1 290 000 € HT** (hors acquisitions foncières)

ACTION 9

Restauration du TH 49 (Sainte-Cécile)

Entités géographiques concernées

- Tronçon homogène 49

Priorité :

1 2 3

Objectifs visés

- Réduire l'artificialisation du lit mineur par la remise à ciel ouvert et la suppression (ou remplacement par des techniques plus douces) de protections de berges
- Restaurer des fonctionnalités écologiques en milieu urbain

Niveau d'ambition :

R1 R2 R3 P L

Descriptif

- Le Sainte-Cécile est artificialisé sur plus de la moitié de son cours.
- L'action consisterait à découvrir le cours d'eau au droit du jardin de Baudouvin et à réduire la minéralisation des berges ; en supprimant des protections de berge et en talutant celles-ci avec une pente plus douce et en les végétalisant. L'adjonction de techniques de génie végétal et de génie mixte pourrait également être envisagée (par exemple matelas de gabions masqués de terre et végétalisés).
- **Cette action participerait à environ 6 % des gains sur l'état hydromorphologique dans le cadre du programme d'actions proposé.**
- Le score d'efficience probable de la restauration sur le tronçon a été évalué à 22,5/50 dont 15/30 pour les paramètres géodynamiques. Ce score plutôt moyen démontre la nécessité de travaux assez importants pour aboutir à une restauration efficace.



Localisation des zones à restaurer

ACTION 9 Restauration du TH 49 (Sainte-Cécile)

Indicateurs d'évaluation

- Linéaires restaurés
- Reprise de la végétation

Conditions d'exécution

MOE	DLE	DIG	DUP	Autres
X	X	X		

Coûts estimés

- Découverture d'environ 205 ml de cours d'eau : 260 000 € HT
- Reprise d'environ 730 ml de berges protégées avec retalutage, protection discrète et végétalisation : 550 000 € HT
- Restauration de ripisylve sur environ 940 ml : 19 000 € HT
- Maîtrise d'œuvre et dossiers réglementaires : 85 000 € HT
- **TOTAL : 914 000 € HT** (hors acquisitions foncières éventuelles)

ACTION 10

Restauration de l'Artaude aval

Entités géographiques concernées

> Tronçon homogène 59

Priorité :

1 2 3

Objectifs visés

> Restaurer les diverses fonctionnalités du cours d'eau, en particulier sa mobilité sur une zone humide à léger lit en toit

Niveau d'ambition :

R1 R2 R3 P L

Descriptif

> L'Artaude aval est corseté par des endiguements sur plus de 60 % de son linéaire. L'espace entre digues est insuffisant pour permettre une expression suffisante du cours d'eau et des brèches existent.
> L'action consisterait à supprimer des endiguements en les remplaçant par des digues éloignées du cours d'eau et rapprochées des enjeux à défendre, en laissant un libre potentiel de divagation en rive gauche dans la zone humide en grande partie boisée.
> Une modification des accès à deux habitations serait rendu nécessaire.
> La restauration de la ripisylve sera également nécessaire sur certaines portions affectées par les travaux.
> **Cette action participerait à environ 6 % des gains sur l'état hydromorphologique dans le cadre du programme d'actions proposé.**
> Le score d'efficience probable de la restauration sur le tronçon a été évalué à 25/50 dont 10/30 pour les paramètres géodynamiques. Ce score plutôt moyen démontre la nécessité de travaux assez importants pour aboutir à une restauration efficace.
>



Localisation des nouveaux endiguements envisagés (en vert)

ACTION 10

Restauration de l'Artaude aval

Indicateurs d'évaluation

> Linéaires restaurés

Conditions d'exécution

MOE	DLE	DIG	DUP	Autres
X	X		X	

Coûts estimés

> Suppression, déplacement d'environ 1200 ml de digues : 750 000 € HT
> Restauration de ripisylve sur environ 650 ml : 13 000 € HT
> Maîtrise d'œuvre et dossiers réglementaires : 80 000 € HT
> **TOTAL : 843 000 € HT** (hors acquisitions foncières)

ACTION 11

Restauration du Lambert aval

Entités géographiques concernées

- Tronçon homogène 15

Priorité : **1** 2 3

Objectifs visés

- Réduire l'artificialisation du lit mineur en supprimant ou reculant des endiguements
- Diversifier les conditions d'écoulement et les habitats par la création de méandres et annexes

Niveau d'ambition : R1 R2 **R3** P L

Descriptif

- La partie aval du Lambert est fortement artificialisée (digues et protection de berge corsetant le lit mineur).
- L'action consisterait à reculer des endiguements, ou si possible à en supprimer une partie. Elle consisterait également à créer une nouvelle confluence en amont de la route au lieu de la longer par l'aval, en utilisant l'espace existant en amont pour créer des méandres. Des parties non remblayées du lit actuel pourraient être conservées en annexe fluviale, mares, axe de délestage en crue.
- La restauration de la ripisylve sera également nécessaire sur les portions où celle-ci serait détruite par les travaux ou sur le nouveau tracé qui en est dépourvu.
- **Cette action participerait à 5,5 % des gains sur l'état hydromorphologique dans le cadre du programme d'actions proposé.**
- Le score d'efficience probable de la restauration sur le tronçon a été évalué à 17,5/50 dont 10/30 pour les paramètres géodynamiques. Ce score plutôt bas démontre la nécessité de travaux assez importants pour aboutir à une restauration efficace.



Localisation des nouveaux endiguements envisagés (en vert)
et des méandres (en violet)

ACTION 11

Restauration du Lambert aval

Indicateurs d'évaluation

- Linéaires restaurés
- Largeur moyenne disponible entre pieds de digues d'au minimum 15 m

Conditions d'exécution

MOE	DLE	DIG	DUP	Autres
X	X		X	

Coûts estimés

- Recul (ou suppression) d'environ 480 ml de digues : 300 000 € HT (en cas de recul)
- Création de méandres et d'annexes sur environ 255 ml : 110 000 € HT
- Restauration de ripisylve sur environ 800 ml : 16 000 € HT
- Maîtrise d'œuvre et dossiers réglementaires : 45 000 € HT
- Suivi topographique du lit mineur (2 à 3 campagnes) : 5 000 € HT
- **TOTAL : 476 000 € HT** (hors acquisitions foncières)

ACTION 12

Restauration du TH 18 (affluent Lambert)

Entités géographiques concernées

> Tronçon homogène 18

Priorité :

1 2 3

Objectifs visés

> Réduire l'artificialisation du lit mineur en supprimant des parties canalisées

Niveau d'ambition :

R1 R2 R3 P L

Descriptif

> Une bonne partie de l'amont de cet affluent du Lambert a fait l'objet d'une minéralisation des berges et du fond du lit mineur (canalisation). Une zone humide à préserver y est identifiée par le SRCE. Celle-ci est menacée par l'urbanisation qui s'étend à ses dépens.
> L'action consisterait à supprimer le maximum possible de parties minéralisées des berges et du fond responsables de la canalisation afin de retrouver un lit plus naturel et en connexion latérale avec la zone humide.
> La restauration de la ripisylve sera également nécessaire sur les portions concernées par les travaux.
> **Cette action participerait à près de 5,5 % des gains sur l'état hydromorphologique dans le cadre du programme d'actions proposé.** Le score d'efficience probable de la restauration sur le tronçon a été évalué à 12,5/50 dont 7,5/30 pour les paramètres géodynamiques. Ce score plutôt bas démontre la nécessité de travaux importants pour aboutir à une restauration efficace.



Localisation de la zone à restaurer (fond : BD Ortho, IGN, zone humide du SRCE en bleu, DREAL PACA)

ACTION 12

Restauration du TH 18 (affluent Lambert)

Indicateurs d'évaluation

> Linéaires restaurés

Conditions d'exécution

MOE	DLE	DIG	DUP	Autres
X	X	X		

Coûts estimés

> Restauration du lit mineur sur des parties canalisées, environ 450 ml : 45 000 € HT
> Restauration de ripisylve sur environ 900 ml : 18 000 € HT
> Maîtrise d'œuvre et dossiers réglementaires : 10 000 € HT
> **TOTAL : 73 000 € HT** (hors acquisitions foncières éventuelles)

ACTION 13

Restauration du TH 7 (Eygoutier)

Entités géographiques concernées

> Tronçon homogène 7

Priorité : **1** 2 3

Objectifs visés

> Réduire l'artificialisation du lit mineur en supprimant des protections de berges peu justifiées
> Restaurer la continuité piscicole

Niveau d'ambition : R1 **R2** R3 P L

Descriptif

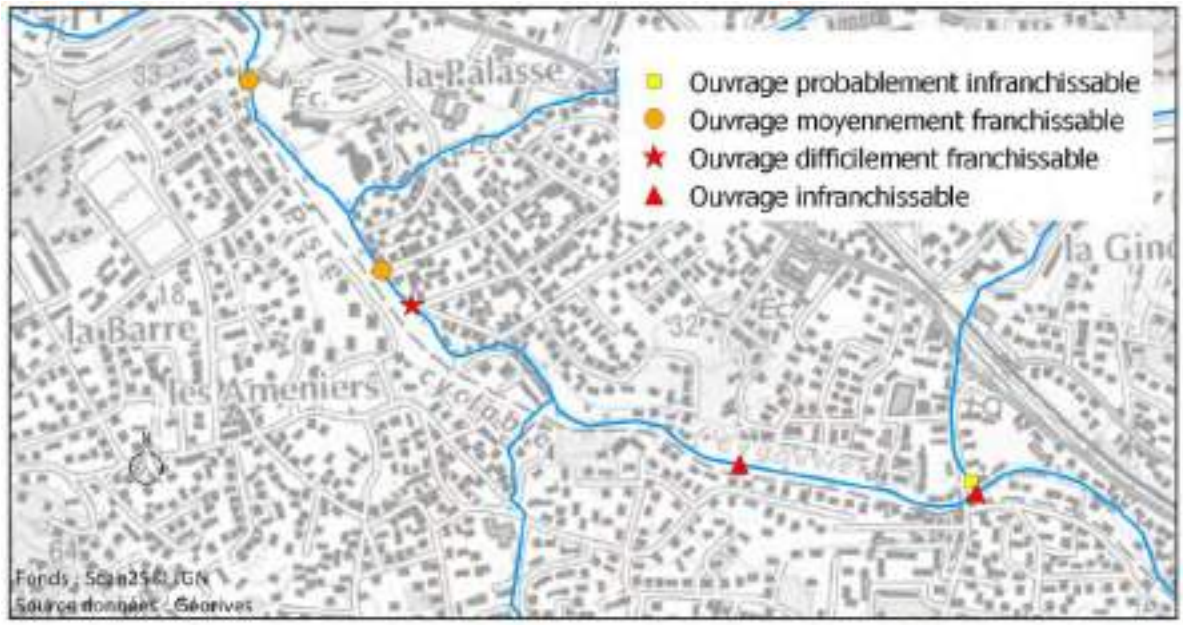
> Des linéaires de berges sont protégés alors qu'il n'y a pas, a priori, d'enjeux forts immédiats qui justifient ces protections. Des seuils constituent en outre des obstacles à la continuité piscicole sur le tronçon au potentiel piscicole a priori le plus intéressant sur le bassin versant.
> L'action consiste à supprimer les protections de berges concernées par cette situation sur le tronçon et à aménager 5 seuils de façon à restaurer la continuité piscicole.
> La restauration de la ripisylve sera également nécessaire sur les portions concernées par les travaux.
> **La suppression des protections de berges prévue dans cette action participerait à 5 % des gains sur l'état hydromorphologique dans le cadre du programme d'actions proposé.** Le score d'efficience probable de la restauration sur le tronçon a été évalué à 20/50 dont 12,5/30 pour les paramètres géodynamiques. Ce score assez bas démontre la nécessité de travaux assez importants pour aboutir à une restauration efficace.



Localisation des berges à restaurer (fond : BD Ortho, IGN)

ACTION 13

Restauration du TH 7 (Eygoutier)



Localisation des ouvrages à rendre franchissables sur l'Eygoutier

Indicateurs d'évaluation

- Linéaires restaurés
- Restauration de la continuité piscicole

Conditions d'exécution

MOE	DLE	DIG	DUP	Autres
X	X	X		

Coûts estimés

- Suppression de protections de berges sur environ 160 ml : 19 800 € HT
- Restauration de la continuité piscicole (5 seuils pour une hauteur de chute totale d'environ 1,5 m) : 120 000 € HT
- Restauration de ripisylve sur environ 160 ml : 3 200 € HT
- Maîtrise d'œuvre et dossiers réglementaires : 40 000 € HT
- **TOTAL : 183 000 € HT** (hors acquisitions foncières éventuelles)

ACTION 14

Restauration du TH 14 (Lambert)

Entités géographiques concernées

> Tronçon homogène 14

Priorité :

1 2 3

Objectifs visés

> Réduire l'artificialisation du lit mineur en supprimant des protections de berges peu justifiées, en supprimant des parties canalisées et en supprimant ou reculant des endiguements

Niveau d'ambition :

R1 **R2** R3 P L

Descriptif

> Des protections de berges, canalisations peu justifiées et des endiguements en bordure de cours d'eau contribuent à l'artificialisation du cours d'eau et donc à la dégradation de son état.
> L'action consiste à supprimer des protections de berges, fonds artificialisés concernées par cette situation sur le tronçon, ainsi qu'à supprimer ou reculer des endiguements.
> La restauration de la ripisylve sera également nécessaire sur les portions concernées par les travaux.
> **Cette action participerait à 5 % des gains sur l'état hydromorphologique dans le cadre du programme d'actions proposé.**
> Le score d'efficience probable de la restauration sur le tronçon a été évalué à 22,5/50 dont 15/30 pour les paramètres géodynamiques. Ce score plutôt moyen démontre la nécessité de travaux assez importants pour aboutir à une restauration efficace.



Localisation des zones à restaurer

ACTION 14

Restauration du TH 14 (Lambert)

Indicateurs d'évaluation

> Linéaires restaurés

Conditions d'exécution

MOE	DLE	DIG	DUP	Autres
X	X	X	X	

Coûts estimés

> Suppression de protections de berges sur environ 35 ml : 3 000 € HT
> Suppression ou recul d'endiguement sur environ 135 ml : 85 000 € HT (en cas de recul)
> Restauration du lit mineur sur des parties canalisées, environ 115 ml : 58 000 € HT
> Restauration de ripisylve sur environ 400 ml : 8 000 € HT
> Maîtrise d'œuvre et dossiers réglementaires : 25 000 € HT
> **TOTAL : 179 000 € HT** (hors acquisitions foncières)

ACTION 15

Restauration du TH 3 (Eygoutier)

Entités géographiques concernées

> Tronçon homogène 3

Priorité :

1 **2** 3

Objectifs visés

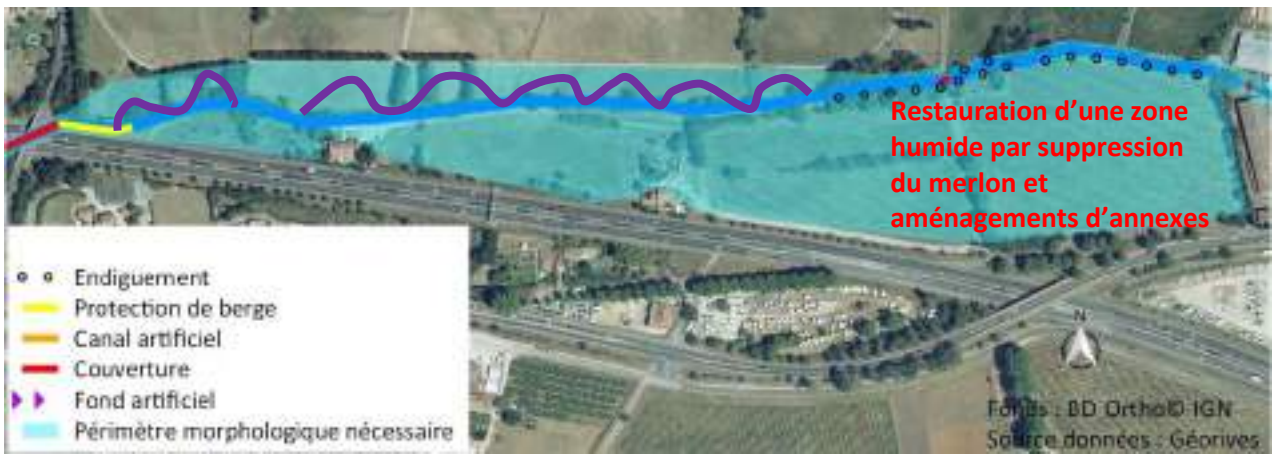
> Réduire l'artificialisation du lit mineur en supprimant ou reculant des endiguements
> Diversifier les conditions d'écoulement et les habitats par la création de méandres et annexes

Niveau d'ambition :

R1 **R2** R3 P L

Descriptif

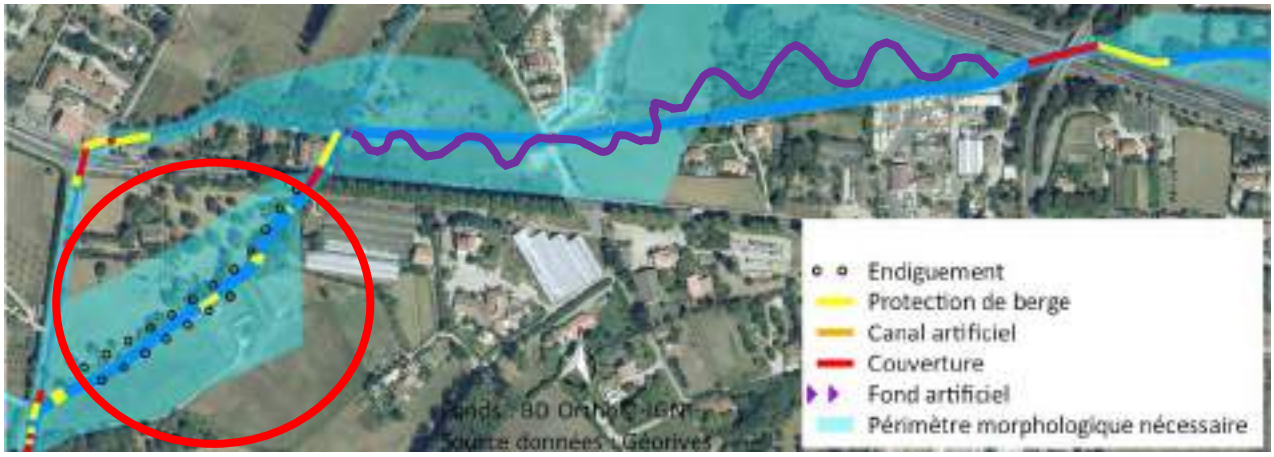
> L'Eygoutier est en partie corseté par des endiguements sur ce tronçon. L'espace entre digues est alors insuffisant pour permettre une expression suffisante du cours d'eau. Le cours de l'Eygoutier est rectiligne.
> L'action consisterait à reculer des endiguements, ou si possible à les supprimer. Elle consisterait également à créer des méandres. Sur la zone en aval de l'autoroute (Chemin Long), des ébauches en ce sens réalisées par l'AUDAT (Agence d'Urbanisme de l'Aire Toulonnaise et du Var) ont été faites dans le cadre de la révision du PLU de la Crau. Des parties non remblayées du lit actuel pourraient être conservées en annexes fluviales, mares, coupures stabilisées de méandres. Sur la partie amont, la suppression du merlon pourra être accompagnée de la création de zones humides annexes connectées au cours d'eau (mares par exemple).
> La restauration de la ripisylve sera également nécessaire sur les portions où celle-ci serait détruite par les travaux.
> **Cette action participerait à 4,4 % des gains sur l'état hydromorphologique dans le cadre du programme d'actions proposé.**
> Le score d'efficience probable de la restauration sur le tronçon a été évalué à 12,5/50 dont 7,5/30 pour les paramètres géodynamiques. Ce score plutôt bas démontre la nécessité de travaux importants pour aboutir à une restauration efficace.



Localisation des zones à restaurer (méandres en violet)

ACTION 15

Restauration du TH 3 (Eygoutier)



Localisation des zones à restaurer (méandres en violet)

Indicateurs d'évaluation

- Linéaires restaurés
- Largeur moyenne disponible entre pieds de digues d'au minimum 15 m

Conditions d'exécution

MOE	DLE	DIG	DUP	Autres
X	X		X	

Coûts estimés

- Recul (ou suppression) d'environ 680 ml de digues : 425 000 € HT (en cas de recul)
- Création de méandres et d'annexes sur environ 1 340 ml : 560 000 € HT
- Création de zones humides annexes sur environ 5 000 m² : 250 000 € HT
- Restauration de ripisylve sur environ 4 000 ml : 80 000 € HT
- Maîtrise d'œuvre et dossiers réglementaires : 130 000 € HT
- Suivi topographique du lit mineur (2 à 3 campagnes) : 7 000 € HT
- **TOTAL : 1 452 000 € HT** (hors acquisitions foncières)

ACTION 16

Restauration du TH 16 (affluent Lambert)

Entités géographiques concernées

> Tronçon homogène 16

Priorité :

1 **2** 3

Objectifs visés

> Réduire l'artificialisation du lit mineur en supprimant des protections de berges peu justifiées

Niveau d'ambition :

R1 R2 **R3** P L

Descriptif

> Des linéaires de berges sont protégés alors qu'il n'y a pas, a priori, d'enjeux forts immédiats qui justifient ces protections.
> L'action consiste à supprimer les protections de berges concernées par cette situation sur le tronçon.
> La restauration de la ripisylve sera également nécessaire sur les portions concernées par les travaux.
> **Cette action participerait à 3,4 % des gains sur l'état hydromorphologique dans le cadre du programme d'actions proposé.**
> Le score d'efficience probable de la restauration sur le tronçon a été évalué à 32,5/50 dont 12,5/30 pour les paramètres géodynamiques. Ce score assez bon mais plutôt moyen pour les paramètres géodynamiques démontre la nécessité de travaux tout de même assez importants pour aboutir à une restauration efficace.



Protections de berges à supprimer

ACTION 16 Restauration du TH 16 (affluent Lambert)

Indicateurs d'évaluation

> Linéaires restaurés

Conditions d'exécution

MOE	DLE	DIG	DUP	Autres
X	X	X		

Coûts estimés

> Suppression de protections de berges sur environ 740 ml : 70 000 € HT
> Restauration de ripisylve sur environ 740 ml : 15 000 € HT
> Maîtrise d'œuvre et dossiers réglementaires : 15 000 € HT
> **TOTAL : 100 000 € HT** (hors acquisitions foncières éventuelles)

ACTION 17

Restauration de la Règue aval

Entités géographiques concernées

> Tronçon homogène 57

Priorité :

1 **2** 3

Objectifs visés

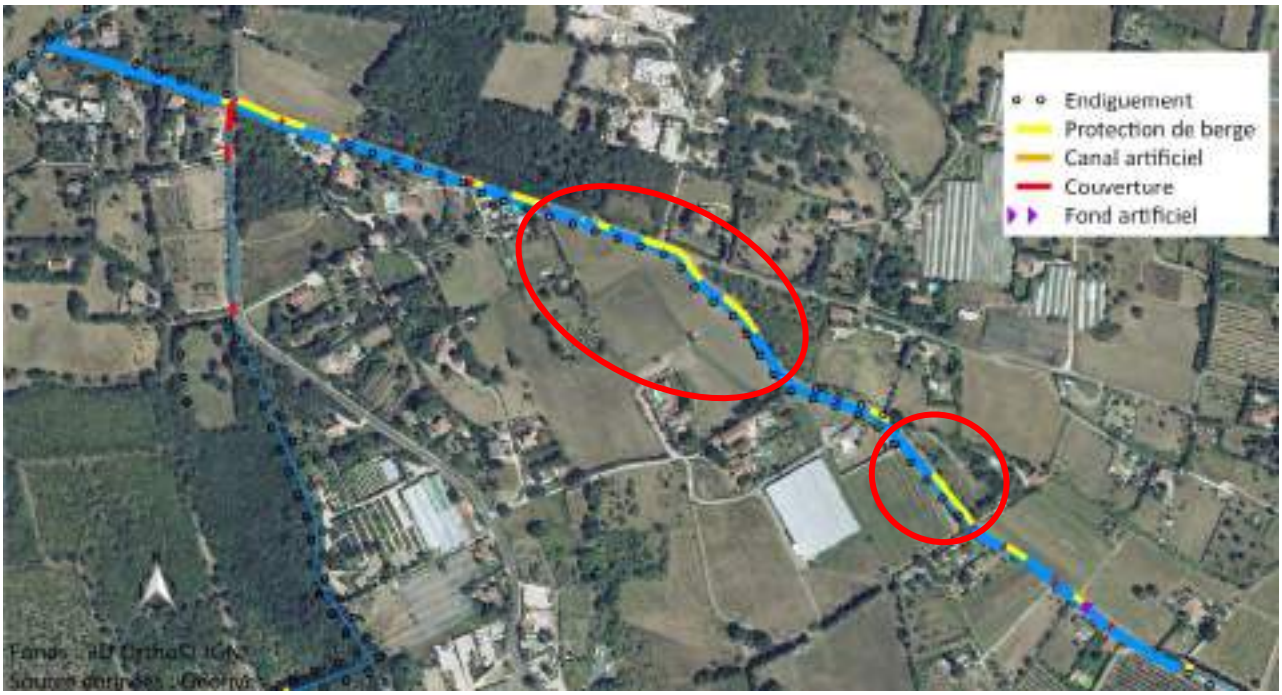
> Réduire l'artificialisation du lit mineur en supprimant ou reculant des endiguements

Niveau d'ambition :

R1 **R2** R3 P L

Descriptif

> Un tiers du linéaire de la Règue aval est corseté entre des endiguements d'un côté et la route de l'autre côté, avec des berges souvent protégées. L'espace laissé au cours d'eau est insuffisant pour permettre une expression suffisante de celui-ci.
> L'action consisterait à supprimer ou reculer des endiguements.
> La restauration de la ripisylve sera nécessaire sur les linéaires affectés par les travaux.
> **Cette action participerait à 3,1 % des gains sur l'état hydromorphologique dans le cadre du programme d'actions proposé.**
> Le score d'efficience probable de la restauration sur le tronçon a été évalué à 15/50 dont 7,5/30 pour les paramètres géodynamiques. Ce score bas démontre la nécessité de travaux importants pour aboutir à une restauration efficace.



Localisation des zones à restaurer

ACTION 17

Restauration de la Règue aval

Indicateurs d'évaluation

- Linéaires restaurés
- Largeur moyenne disponible depuis le pied des endiguements d'au minimum 15 m

Conditions d'exécution

MOE	DLE	DIG	DUP	Autres
X	X		X	

Coûts estimés

- Suppression, déplacement d'environ 420 ml d'endiguement : 260 000 € HT (en cas de recul)
- Restauration de ripisylve sur environ 420 ml : 9 000 € HT
- Maîtrise d'œuvre et dossiers réglementaires : 30 000 € HT
- **TOTAL : 299 000 € HT** (hors acquisitions foncières)

ACTION 18

Restauration du TH 56 (Règue)

Entités géographiques concernées

> Tronçon homogène 56

Priorité :

1 **2** 3

Objectifs visés

> Réduire l'artificialisation du lit mineur en supprimant ou reculant des endiguements

Niveau d'ambition :

R1 **R2** R3 P L

Descriptif

> La rive gauche sur l'aval du tronçon 56 sur la Règue est endiguée par un mur.
> La suppression ou le recul de ce mur endiguant permettrait de redonner un peu d'espace au cours d'eau.
> La restauration de la ripisylve sera nécessaire sur le linéaire affecté par les travaux.
> Des amorces de sinuosités pourraient être façonnées dans l'espace dégagé du mur en rive gauche.
> **Cette action participerait à 2,8 % des gains sur l'état hydromorphologique dans le cadre du programme d'actions proposé.**
> Le score d'efficience probable de la restauration sur le tronçon a été évalué à 25/50 dont 17,5/30 pour les paramètres géodynamiques. Ce score moyen démontre la nécessité de travaux assez importants pour aboutir à une restauration efficace.



Localisation du mur endiguant à supprimer ou reculer (fond : BD Ortho, IGN)

ACTION 18

Restauration du TH 56 (Règue)

Indicateurs d'évaluation

- Linéaires restaurés
- Largeur moyenne disponible pour la mobilité du cours d'eau d'au minimum 15 m

Conditions d'exécution

MOE	DLE	DIG	DUP	Autres
X	X		X	

Coûts estimés

- Suppression, déplacement d'environ 80 ml d'endiguement : 50 000 € HT (en cas de recul)
- Restauration de ripisylve sur environ 80 ml : 2 000 € HT
- Maîtrise d'œuvre et dossiers réglementaires : 10 000 € HT
- **TOTAL : 62 000 € HT** (hors acquisitions foncières)

ACTION 19

Restauration du TH 58 (Artaude)

Entités géographiques concernées

- Tronçon homogène 58

Priorité :

1 **2** 3

Objectifs visés

- Réduire l'artificialisation du lit mineur en remettant des portions à ciel ouvert et en enlevant une protection de berge

Niveau d'ambition :

R1 **R2** R3 P L

Descriptif

- Plus de 85 % de ce tronçon est couvert. Sur la partie amont cette couverture apparaît a priori peu justifiée.
- L'action consisterait en une restauration du lit mineur du cours d'eau par découverture de celui-ci et restauration de berges et d'un fond naturel.
- Une protection de berge a priori peu justifiée pourrait également être supprimée.
- La restauration de la ripisylve sera nécessaire sur le linéaire affecté par les travaux.
- **Cette action participerait à 2,6 % des gains sur l'état hydromorphologique dans le cadre du programme d'actions proposé.**
- Le score d'efficience probable de la restauration sur le tronçon a été évalué à 20/50 dont 12,5/30 pour les paramètres géodynamiques. Ce score plutôt moyen démontre la nécessité de travaux assez importants pour aboutir à une restauration efficace.



Localisation des zones à restaurer (fond : BD Ortho, IGN)

ACTION 19

Restauration du TH 58 (Artaude)

Indicateurs d'évaluation

- Linéaires restaurés
- Largeur moyenne disponible pour la mobilité du cours d'eau d'au minimum 13 m

Conditions d'exécution

MOE	DLE	DIG	DUP	Autres
X	X	X		

Coûts estimés

- Découverture et restauration de cours d'eau sur environ 190 ml d'endiguement : 110 000 € HT
- Suppression de protection de berges sur environ 5 ml : 1 000 € HT
- Restauration de ripisylve sur environ 400 ml : 8 000 € HT
- Maîtrise d'œuvre et dossiers réglementaires : 15 000 € HT
- **TOTAL : 134 000 € HT** (hors acquisitions foncières éventuelles)

ACTION 20

Restauration du TH 20 (affluent Lambert)

Entités géographiques concernées

> Tronçon homogène 20

Priorité :

1 **2** 3

Objectifs visés

> Réduire l'artificialisation du lit mineur en restaurant des berges et un fond naturel

Niveau d'ambition :

R1 **R2** R3 P L

Descriptif

> La partie amont de ce cours d'eau est constituée d'un canal artificiel (berges et fond minéralisés).
> L'action consisterait en une restauration de berges et d'un fond naturel.
> La restauration de la ripisylve sera nécessaire sur le linéaire affecté par les travaux.
> **Cette action participerait à 2,4 % des gains sur l'état hydromorphologique dans le cadre du programme d'actions proposé.**
> Le score d'efficience probable de la restauration sur le tronçon a été évalué à 15/50 dont 7,5/30 pour les paramètres géodynamiques. Ce score plutôt bas démontre la nécessité de travaux assez importants pour aboutir à une restauration efficace.



Localisation de la zone à restaurer (fond : BD Ortho, IGN)

ACTION 20

Restauration du TH 20 (affluent Lambert)

Indicateurs d'évaluation

- Linéaire restauré
- Largeur moyenne disponible pour la mobilité du cours d'eau d'au minimum 13 m

Conditions d'exécution

MOE	DLE	DIG	DUP	Autres
X	X	X		

Coûts estimés

- Restauration de cours d'eau sur environ 115 ml canalisés : 15 000 € HT
- Restauration de ripisylve sur environ 230 ml : 5 000 € HT
- Maîtrise d'œuvre et dossiers réglementaires : 10 000 € HT
- **TOTAL : 30 000 € HT** (hors acquisitions foncières éventuelles)

ACTION 21

Restauration de l'Argoutier

Entités géographiques concernées

- Tronçon homogène 43

Priorité :

1 **2** 3

Niveau d'ambition :

R1 R2 **R3** P L

Objectifs visés

- Diversifier le milieu par la restauration de méandres et la création de zones humides annexes

Descriptif

- L'Argoutier a subi une rectification entre 1977 et 1981 qui a abouti à la coupure de deux méandres.
- L'action consisterait à restaurer les deux méandres recoupés et à en créer deux autres. Des parties non remblayées du lit actuel pourraient être conservées en annexes fluviales, mares, coupures stabilisées de méandres. La restauration de ripisylve accompagnera les travaux de restauration de méandres. Il convient de noter que la pente faible ne devrait pas permettre l'expression de méandres dynamiques et évolutifs et que par conséquent leur forme et tracé doivent être très aboutis dès leur réalisation.
- L'action consisterait également à créer des zones humides annexes (creusement de mares connectées par surverse de l'Eygoutier comme celles du Parc Nature par exemple).
- **Cette action participerait à 2,1 % des gains sur l'état hydromorphologique dans le cadre du programme d'actions proposé.** Le score d'efficience probable de la restauration sur le tronçon a été évalué à 17,5/50 dont 5/30 pour les paramètres géodynamiques. Ce score assez bas démontre la nécessité de travaux assez importants pour aboutir à une restauration efficace.



Localisation de principe des méandres à restaurer (en violet) **et des zones humides annexes à créer** (fond : BD Ortho, IGN)

ACTION 21

Restauration de l'Argoutier

Indicateurs d'évaluation

- Zones humides créées
- Linéaires restaurés

Conditions d'exécution

MOE	DLE	DIG	DUP	Autres
X	X		X	

Coûts estimés

- Restauration de méandres sur environ 400 ml : 240 000 € HT
- Restauration de ripisylve sur environ 800 ml : 16 000 € HT
- Création de zones humides de type mares alimentées par surverse sur environ 3000 m² : 190 000 € HT
- Maîtrise d'œuvre et dossiers réglementaires : 50 000 € HT
- **TOTAL : 496 000 € HT** (hors acquisitions foncières)

ACTION 22

Restauration du TH 13 (Lambert)

Entités géographiques concernées

> Tronçon homogène 13

Priorité :

1 **2** 3

Objectifs visés

> Réduire l'artificialisation du lit mineur en restaurant des berges et un fond naturel

Niveau d'ambition :

R1 R2 R3 P L

Descriptif

> Plusieurs parties de ce tronçon présentent une artificialisation complète des berges et du fond qui sont minéralisés (canalisation). Cette canalisation semble présenter peu d'intérêt sur la partie aval.
> L'action consisterait en une restauration de berges et d'un fond naturel.
> La restauration de la ripisylve sera nécessaire sur le linéaire affecté par les travaux.
> **Cette action participerait à 1,9 % des gains sur l'état hydromorphologique dans le cadre du programme d'actions proposé.** Le score d'efficience probable de la restauration sur le tronçon a été évalué à 20/50 dont 15/30 pour les paramètres géodynamiques. Ce score plutôt moyen démontre la nécessité de travaux assez importants pour aboutir à une restauration efficace.



Localisation de la zone à restaurer (fond : BD Ortho, IGN)

ACTION 22

Restauration du TH 13 (Lambert)

Indicateurs d'évaluation

> Linéaire restauré

Conditions d'exécution

MOE	DLE	DIG	DUP	Autres
X	X	X		

Coûts estimés

> Restauration de cours d'eau sur environ 55 ml canalisés : 28 000 € HT
> Restauration de ripisylve sur environ 110 ml : 2 000 € HT
> Maîtrise d'œuvre et dossiers réglementaires : 10 000 € HT
> **TOTAL : 40 000 € HT** (hors acquisitions foncières éventuelles)

ACTION 23

Restauration du TH 29 (Supière)

Entités géographiques concernées

> Tronçon homogène 29

Priorité :

1 **2** 3

Objectifs visés

> Réduire l'artificialisation du lit mineur en restaurant des berges et un fond naturel et en remettant des portions à ciel ouvert

Niveau d'ambition :

R1 R2 R3 P L

Descriptif

> Plusieurs parties de ce tronçon présentent une artificialisation complète des berges et du fond qui sont minéralisés (canalisation). Cette canalisation semble présenter peu d'intérêt sur les parties amont et aval. De même des portions ont été couvertes
> L'action consisterait en une restauration de berges et d'un fond naturel en amont et en aval du tronçon ainsi qu'en la remise à ciel ouvert du cours d'eau sur l'extrémité aval.
> La restauration de la ripisylve sera nécessaire sur le linéaire affecté par les travaux.
> **Cette action participerait à 1,9 % des gains sur l'état hydromorphologique dans le cadre du programme d'actions proposé.** Le score d'efficience probable de la restauration sur le tronçon a été évalué à 25/50 dont 17,5/30 pour les paramètres géodynamiques. Ce score moyen démontre la nécessité de travaux tout de même assez importants pour aboutir à une restauration efficace.



Localisation des zones à restaurer (fond : BD Ortho, IGN)

ACTION 23

Restauration du TH 29 (Supière)

Indicateurs d'évaluation

> Linéaire restauré

Conditions d'exécution

MOE	DLE	DIG	DUP	Autres
X	X	X		

Coûts estimés

> Restauration de cours d'eau sur environ 190 ml canalisés : 114 000 € HT
> Restauration de cours d'eau sur environ 50 ml couverts : 110 000 € HT
> Restauration de ripisylve sur environ 480 ml : 10 000 € HT
> Maîtrise d'œuvre et dossiers réglementaires : 30 000 € HT
> **TOTAL : 264 000 € HT** (hors acquisitions foncières éventuelles)

ACTION 24

Restauration du TH 35 (affluent Planquette)

Entités géographiques concernées

- Tronçon homogène 35

Priorité :

1 **2** 3

Objectifs visés

- Réduire l'artificialisation du lit mineur en restaurant des berges et un fond naturel

Niveau d'ambition :

R1 **R2** R3 P L

Descriptif

- La partie de ce tronçon en aval de la voie ferrée présente une artificialisation complète des berges et du fond qui sont minéralisés (canalisation). En amont de la voie ferrée un exhaussement du fond a priori dû à des obstacles est observé
- L'action consisterait en une restauration de berges et d'un fond naturel en aval de la voie ferrée et en la suppression des obstacles susceptibles d'entraîner l'exhaussement du fond en amont.
- La restauration de la ripisylve sera nécessaire sur le linéaire affecté par les travaux.
- **Cette action participerait à 0,9 % des gains sur l'état hydromorphologique dans le cadre du programme d'actions proposé.**
- Le score d'efficience probable de la restauration sur le tronçon a été évalué à 10/50 dont 2,5/30 pour les paramètres géodynamiques. Ce score bas démontre la nécessité de travaux importants pour aboutir à une restauration efficace.



Localisation des zones à restaurer (fond : BD Ortho, IGN)

ACTION 24

Restauration du TH 35 (affluent Planquette)

Indicateurs d'évaluation

> Linéaire restauré

Conditions d'exécution

MOE	DLE	DIG	DUP	Autres
X	X	X		

Coûts estimés

> Restauration de cours d'eau sur environ 50 ml canalisés : 15 000 € HT
> Restauration de ripisylve sur environ 100 ml : 2 000 € HT
> Suppression d'obstacles à l'écoulement en amont de la voie ferrée : 2 000 € HT
> Maîtrise d'œuvre et dossiers réglementaires : 10 000 € HT
> **TOTAL : 29 000 € HT** (hors acquisitions foncières éventuelles)

ACTION 25

Restauration du marais de l'Estagnol

Entités géographiques concernées

> Tronçon homogène 1

Priorité :

1 2 3

Objectifs visés

> Restaurer les fonctionnalités du marais (zone humide historique et d'intérêt écologique important) par déblaiement d'espaces remblayés

Niveau d'ambition :

R1 R2 **R3** P L

Descriptif

> Le marais de l'Estagnol a progressivement perdu ses surfaces de zones humides par remblaiements succssifs. Une partie de ces remblaiements n'ont pas fait l'objet d'urbanisation à ces jour. Il apparaît donc envisageable de restaurer une partie du marais en supprimant ces remblais non urbanisés.

> L'action consisterait en une suppression de remblais. Des aménagements favorisant la diversité des milieux humides, création de mares par exemple sont également à envisager. Une étude de restauration est en cours sur cette zone.

> **Si cette action n'a pas été comptabilisée dans les gains potentiels sur l'état hydromorphologique (l'état hydromorphologique actuel du lit mineur étant considéré comme bon), elle constitue cependant une action importante, dont l'intérêt écologique est majeur, pour le bassin de l'Eygoutier.**



ACTION 25

Restauration du marais de l'Estagnol

Indicateurs d'évaluation

- Surfaces restaurées
- Diversité des milieux restaurés

Conditions d'exécution

MOE	DLE	DIG	DUP	Autres
X	X		X	X

Coûts estimés

- Suppression de remblais (hypothèse de matériaux inertes, non pollués) : 5 100 000 € HT
- Aménagements de diversifications : 400 000 € HT
- Maîtrise d'œuvre et dossiers réglementaires : 330 000 € HT
- **TOTAL : 5 830 000 € HT** (hors acquisitions foncières éventuelles)

ACTION 26

Renaturation du Canal de la Rode

Entités géographiques concernées

> Tronçon homogène 9

Priorité : 1 2 3

Objectifs visés

> *« Améliorer le fonctionnement hydraulique du cours d'eau*
> *Rendre son caractère « naturel » au cours d'eau*
> *Mettre en valeur le cours d'eau dans le paysage urbain*
> *Aménager cet espace comme lieu d'agrément pour les riverains*
> *Sensibiliser les usagers aux enjeux du site*
> *Simplifier la gestion du site »*

Niveau d'ambition : R1 R2 R3 P L

Descriptif

> La partie aval du cours de l'Eygoutier (Canal de la Rode) entre la partie couverte par l'autoroute et le tunnel de Lamalgue a été complètement aménagée et artificialisée (fond bétonné, berges minéralisées souvent bétonnées). Son état hydromorphologique est mauvais Ce tronçon urbain revêt actuellement un caractère purement fonctionnel hydraulique pour le lit mineur et de circulation stationnement automobile pour ces rives le plus souvent.
> Le Syndicat de Gestion de l'Eygoutier a lancé une étude de réhabilitation de ce tronçon dans un objectif d'intégration social et environnemental. Le périmètre de réflexion pour les propositions d'aménagement intègre des espaces rivulaires en particulier en rive gauche.
> **Cette action n'a pas été comptabilisée dans les gains sur l'état hydromorphologique car les améliorations apportées sont délicates à anticiper tant que l'étude de réhabilitation n'est pas réalisée. Elle constitue néanmoins une action emblématique de reconquête du milieu pour le bassin de l'Eygoutier.**
> Le score d'efficience probable de la restauration sur le tronçon a été évalué à 10/50 dont 7,5/30 pour les paramètres géodynamiques. Ce score bas démontre la nécessité de travaux importants pour aboutir à une restauration efficace.

Indicateurs d'évaluation

> Linéaire restauré
> Degré de « désartificialisation »

Conditions d'exécution

MOE	DLE	DIG	DUP	Autres
X	X			X

Coûts estimés

> Coûts non estimés (en attente des résultats de l'étude de réhabilitation)

3 CARTOGRAPHIE HYDROGEOMORPHOLOGIQUE DES ALEAS

Une détermination hydrogéomorphologique semi-quantitative de l'aléa inondation a été réalisée sur les cours d'eau ou secteurs ne faisant pas l'objet d'une modélisation hydraulique, à l'échelle du 1/5000 sur fond de plan BD Ortho de l'IGN.

3.1 METHODOLOGIE

3.1.1 Principes généraux de cartographie hydrogéomorphologique des aléas

L'aléa ici cartographié est un aléa qualitatif ponctuellement semi-quantitatif. Il est fondé sur une expertise géomorphologique croisée avec les informations historiques disponibles et « étalonnée » par des calculs hydrauliques simplifiés ponctuels qui fournissent des indications moyennes sur les hauteurs et vitesses probables pour un événement de référence.

Des calculs de Manning-Strickler sont réalisés en des points stratégiques des organismes du réseau hydrographique étudié (cours d'eau, vallons) : présence d'enjeu, configuration géomorphologique type. Ils permettent d'obtenir ponctuellement des évaluations des hauteurs et vitesses. Entre les points de calcul, les paramètres hauteur/vitesse et l'emprise sont extrapolés. Une analyse des résultats des modélisations hydrauliques menées sur le territoire d'étude est également effectuée afin de bénéficier d'éléments d'extrapolation pour des contextes similaires.

Les indications quantitatives obtenues sont ajustées et étendues en fonction d'une expertise qualitative poussée :

- Prise en compte de la totalité des apports latéraux (concentrés) qui peuvent survenir le long d'un organisme donné.
- Prise en compte des variations de section des fonds de vallée ou vallon (par exemple aggravation de l'aléa en zones de resserrement …) entre des points de calculs.
- Prise en compte des risques morphodynamiques (mobilité ou érosion latérales, …). Forfaitairement les lits mineurs sont qualifiés en aléa très fort.
- Prise en compte des axes d'écoulement principaux (aléa potentiellement surclassé).
- Prise en compte des aggravations prévisibles des aléas engendrées par certains éléments de l'occupation du sol (remblais …). Hors zone densément urbanisée, les principaux talus perpendiculaires au sens d'écoulement sont représentés sur la carte d'aléa, car ils sont, lors d'épisodes pluvieux, soumis à des phénomènes d'accélérations et de chutes d'eau pouvant engendrer des vitesses d'écoulements importantes, voire des glissements de terrain.
- Les remblais surfaciques, les terrassements, sont traités comme des éléments du terrain naturel et supposés stables sauf configuration particulière.



Figure 6 Exemple d'érosion dans un talus transversal à l'écoulement (photo hors zone d'étude)

Cet **aléa hydrogéomorphologique** retranscrit **l'intensité** des phénomènes envisagée sous deux aspects croisés :

- En termes hydrauliques : hauteur et vitesse des écoulements,

- En termes de morphodynamique : potentiel de mise en mouvement des terrains, des berges, des sols, de formation de ravines d'érosion, de mini-glissements de terrain …

Ce qui peut être traduit schématiquement par la grille radiale d'aléas ci-contre, qui constitue la clé de lecture des cartographies.
Les classes d'aléa utilisées sont alors définies ainsi :

- Aléa très fort : l'intensité des phénomènes envisagée est très forte
- Aléa fort : l'intensité des phénomènes envisagée est forte
- Aléa modéré : l'intensité des phénomènes envisagée est modérée
- Aléa faible à modéré: l'intensité des phénomènes envisagée est faible à modérée.

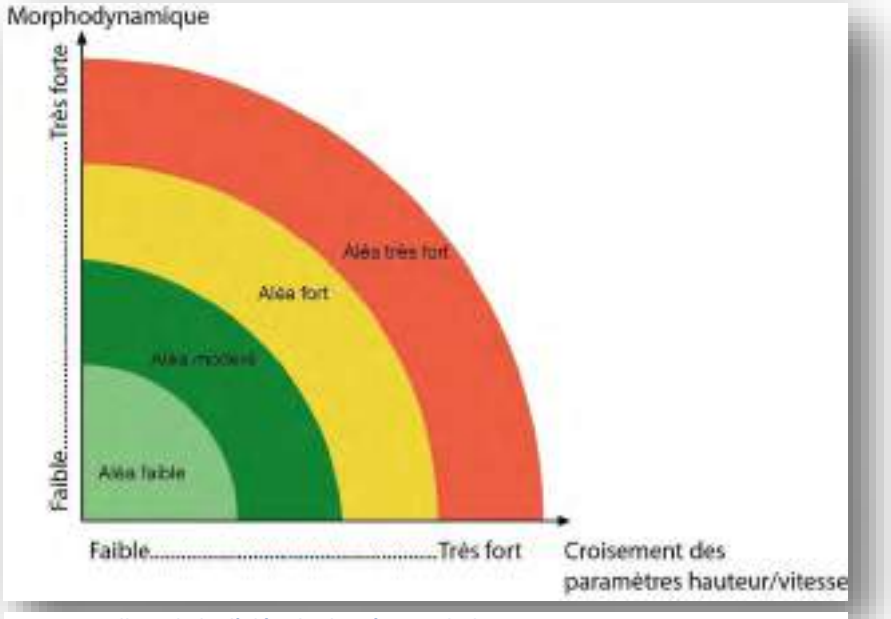


Figure 7 Grille radiale d'aléas hydrogéomorphologique

Au niveau des points de calculs hydrauliques sommaires, la grille d'aléas Hauteur / Vitesse ci-contre a été utilisée.
Les résultats de ces estimations font l'objet d'une analyse critique compte-tenu des marges d'incertitude qui leur sont liées (topographie Lidar), surtout s'ils se situent en limite d'une valeur seuil. Comme expliqué précédemment, cette information est ensuite croisée avec l'expertise géomorphologique pour aboutir à l'aléa final.

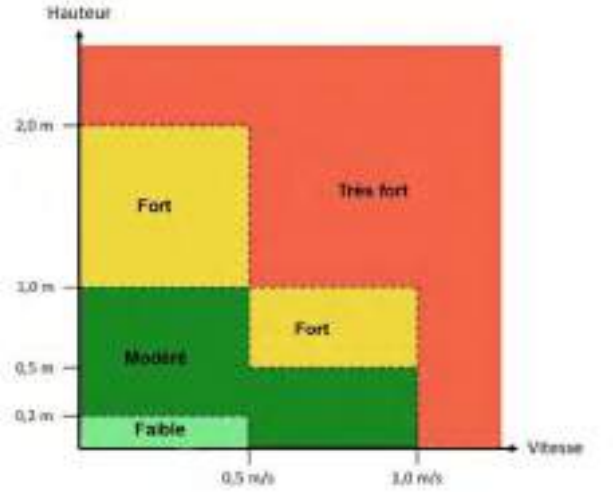


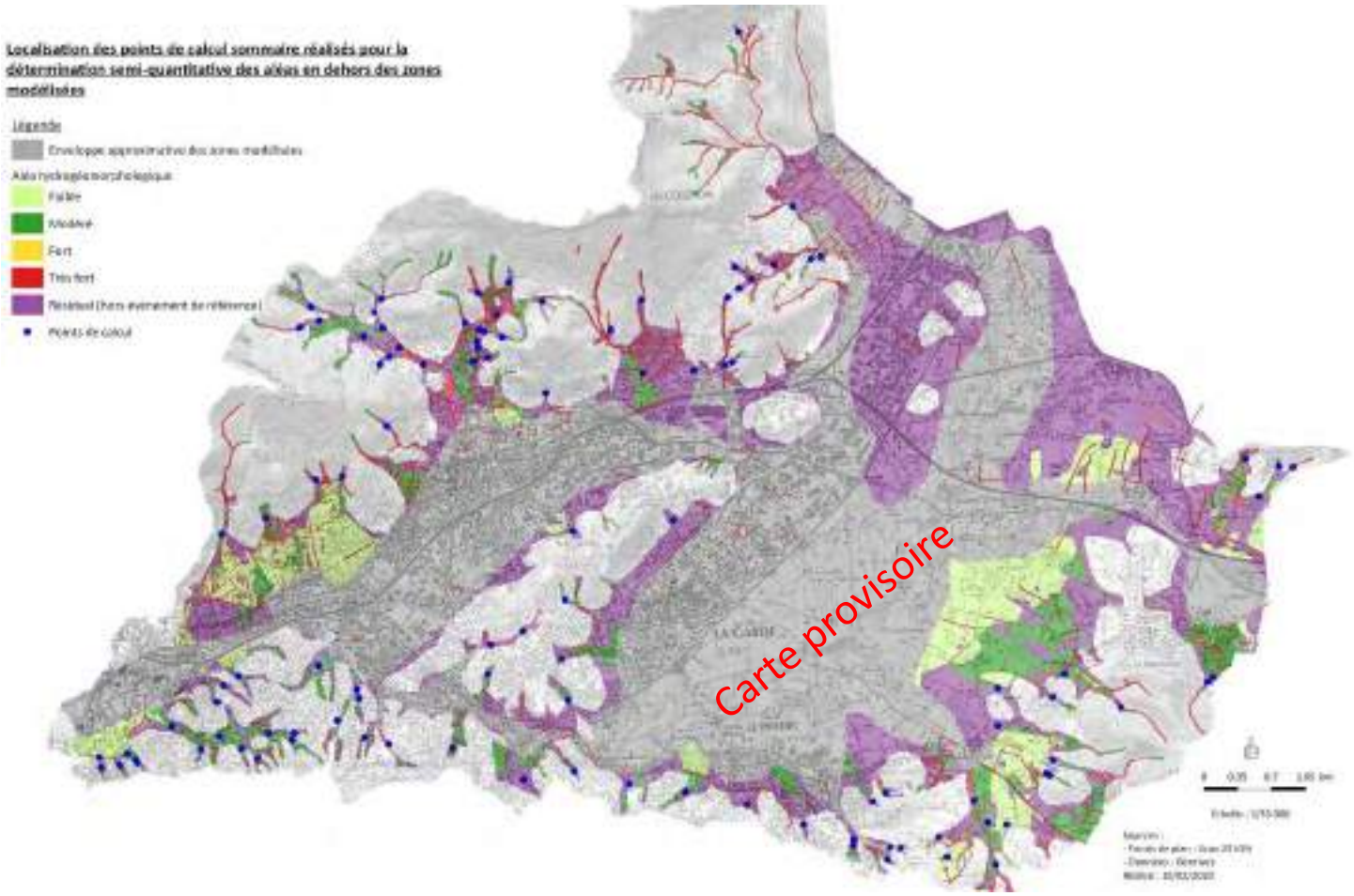
Figure 8 Grille d'aléas utilisée pour les points de calculs sommaires dans la qualification hydrogéomorphologique des aléas (source : DDTM 83, oct 2019)

Cette cartographie est réalisée uniquement pour l'événement de référence et se base sur l'hydrologie retenue lors de la phase 3. La méthode des transferts a été employée pour déterminer les débits de références au droit des sites de calculs ponctuels. Les coefficients de rugosité utilisés sont identiques à ceux utilisés dans l'approche hydraulique d'Ingerop afin d'assurer l'homogénéité de traitement (cf. rapport phase 4). La cartographie réalisée est étroitement dépendante de la précision du RGE Alti à pas de 1 m qui constitue son unique source de données topographiques, ponctuellement complété par les levés sommaires des sections moyennes des tronçons parcourus à pied lors de l'analyse hydromorphologique.

Une enveloppe cohérente correspondant à l'événement de référence est donc identifiée. La zone résiduelle entre l'enveloppe où des aléas sont qualifiés pour l'événement de référence et les limites externes maximales de la plaine alluviale issues de la cartographie informative est qualifiée en aléa résiduel (code couleur : violet). Elle est mobilisable soit par un événement plus important que la référence, soit suite à des conditions particulières (embâcles, perturbations de la topographie…), et couvre également les secteurs inondés par

moins de 3 cm d'eau à priori pour l'événement de référence.

Plus d'une centaine de points de calculs ont été réalisés, dont la localisation est présentée sur la carte suivante.



Limites de la cartographie : La cartographie des aléas ne peut pas être considérée comme exhaustive tant en terme de limites des zones que de qualification des aléas (par exemple des talus qui ont pu ne pas être distingués, ou un secteur classé en aléa modéré peut être affecté par un aléa fort, s'il survient un événement exceptionnel ou si la configuration du site est fortement affectée temporairement, par exemple par des embâcles exceptionnels). En dehors des aléas cartographiés, relatifs aux zones de transfert/accumulation des écoulements, toute surface autre constitue une zone contributive au ruissellement.

3.1.2 Cas particuliers

Certaines têtes de vallons et les formes convexes représentent des cas de figure particuliers nécessitant un ajustement.

Certaines **têtes de vallons** correspondent à des secteurs de transition avec les zones de production du ruissellement (ruissellement ne laissant pas de forme majeure dans le paysage). Elles sont caractérisées par la prédominance des écoulements convergents et il est inopportun de définir dans ces secteurs une enveloppe pour un événement de référence.

Les **formes de pente transversale convexe**, cônes, glacis ou glacis-cône nécessitent une expertise spécifique de leur dynamique : ancienneté, fonctionnalité (encaissement du chenal principal), présence ou non d'un ou de plusieurs chenaux d'écoulement préférentiel divergents, transport solide potentiel et risque d'avulsion du chenal principal … Des estimations sommaires de capacité du lit mineur (ou du couple lit mineur/moyen) sont réalisées aux points stratégiques où le risque d'avulsion est le plus prégnant, ainsi que sur les potentiels chenaux divergents. L'ensemble de la forme ou presque fait l'objet d'une qualification de l'aléa de manière

à intégrer l'extrême variabilité de la répartition des écoulements sur ces formes pour différents événements de même occurrence. Les aléas hydrogéomorphologiques définis sur ce type de forme intègrent ainsi dans une certaine mesure une dimension temporelle à travers la notion de probabilité d'atteinte : par exemple des bras divergents peuvent être hiérarchisés en ces termes.
Concernant les vastes glacis-cônes situés au sud du Mont Faron sur lesquels débouchent des ravins ou vallons, ils ont fait l'objet d'un traitement essentiellement qualitatif au vu de la densité de l'urbanisation qui complexifie à l'extrême les possibilités de divagation des eaux de ruissellement, en dehors des voies de cheminement privilégié des eaux que constituent les voiries dans le sens de la pente. La pente moyenne de ces secteurs avoisine les 0.1m/m, ce qui favorise des vitesses supérieures à 0.5m/s même pour des hauteurs minimes sur ce type d'occupation du sol (coefficient de rugosité retenu par Ingerop de 20). Néanmoins dans le détail, les innombrables terrassements « cassant » localement les pentes (profil en « marches d'escalier »), associé à la multiplicité des murs/murets de clôture constituant autant d'obstacles freinant/contraignant les écoulements (tant dans leur direction que leur vitesse) ont conduit à opter pour une qualification générale en aléa faible. On retiendra que ponctuellement, en fonction des obstacles terrain de détail, l'aléa peut être plus important en termes de vitesses (>0.5m/s) essentiellement. Des hauteurs d'eau supérieures à 20 cm pourraient aussi survenir dans des culs-de-sac favorisant une accumulation temporaire des ruissellements.

4 ESPACE DE BON FONCTIONNEMENT (EBF)

La délimitation de l'espace de bon fonctionnement est basée sur le guide technique du SDAGE « Délimiter l'espace de bon fonctionnement des cours d'eau » de décembre 2016. Elle fait l'objet d'une planche cartographique hors texte.

4.1 DEFINITION DES NOTIONS

L'espace de bon fonctionnement est l'espace essentiel dans l'atteinte du bon état écologique de la masse d'eau. Cet espace n'est pas qu'un espace de contraintes mais également un espace offrant des services écosystémiques comme assurer l'équilibre sédimentaire des cours d'eau et ainsi éviter l'effondrement de pont ou assurer la pérennité et la qualité de la ressource en eau (autoépuration, limitation des transfert de pollution).
Deux niveaux sont définis :

- **L'espace de fonctionnement optimal** d'un cours d'eau est celui qui permet « *la réalisation de ses fonctions écologiques la plus proche possible du milieu naturel sans contrainte anthropique* ».
- **L'espace de fonctionnement nécessaire** correspond à l'espace minimal nécessaire au cours d'eau pour assurer ses fonctions et les services rendus de façon équilibrée dans la durée.

Il se décline également en différents périmètres et contextes liés à des fonctions particulières :

- **morphologique** qui permet l'équilibre dynamique[12] du cours d'eau et comme base physique des milieux,
- **hydraulique** qui permet le « *bon écoulement des eaux en crue* » et « *la connectivité des milieux annexes* »,
- **hydrogéologique** qui permet les connexions avec la nappe,
- **biogéochimique** qui permet d'assurer les fonctions d'autoépuration et de limitation des transferts de pollution,
- **biologique** qui permet les « *interactions avec la faune et la flore* ».

[12] L'équilibre des cours d'eau est forcément dynamique avec des variations de niveau des fonds et de position du cours d'eau.

4.2 PRINCIPES DE DELIMITATION

Les principes du guide précités ont été repris et adaptés lorsque cela était nécessaire aux fonctionnements spécifiques du bassin versant de l'Eygoutier.

Le périmètre morphologique optimal est :

- sur les zones de topographie convexe (lits en toit, cônes de déjection), globalement basé sur les zones de débordement de la crue exceptionnelle,
- pour tous les cours d'eau a minima égal à trois fois la largeur moyenne du lit mineur[13] et à une bande de 10 m sur chaque rive.

Le périmètre hydraulique optimal est défini à partir de l'enveloppe des zones inondables cartographiée par approche hydrogéomorphologique.

Le périmètre morphologique nécessaire est :

- pour tous les cours d'eau a minima égal à deux fois la largeur moyenne du lit mineur et à une bande de 5 m sur chaque rive.
- Localement élargi pour tenir compte des risques de défluviation de secteurs endigués en toit (Artaude et Réganas aval) et pour tenir compte du besoin d'espaces pour des actions futures de restauration (suppression ou recul de digues, création de méandres et de zones humides annexes).

Le périmètre hydraulique nécessaire correspond :

- aux zones de grand écoulement (espaces où le débit unitaire pour la crue de référence est supérieur ou égal à 0,5 m²/s). Le débit unitaire est obtenu par croisement des hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement à partir des résultats du modèle hydraulique réalisé par INGÉROP. L'étape de cartographie des zones de grand écoulement est une cartographie lissée, c'est-à-dire qu'il ne s'agit pas d'une restitution brute des résultats du modèle mais qu'un travail d'interprétation est réalisé afin de retenir ce qui participe ou non des zones de grand écoulement.
- A compléter après version finale cartographie aléa hydrogéomorphologique.
- Aux Zones d'Expansion des Crues, soit sur la zone d'étude les zones de rétention d'eau pour la crue de référence du Plan de la Garde et du Pradet et de l'Estagnol. Les parties urbanisées concernées n'ont pas été à ce stade enlevées de cette délimitation.
- A minima au périmètre morphologique nécessaire.

Le contexte biologique correspond aux zones d'annexes fluviales. Les zones humides des bases de données de la DREAL (dont certaines du Schéma Régional de Cohérence Écologique) sont prises en compte à partir du moment où un lien hydrogéomorphologique avec les cours d'eau et milieux aquatiques est possible.

Le contexte hydrogéologique correspond sensiblement aux zones des courbes hydro-isohypses de la carte hydrogéologique de Toulon (BRGM, 1974). Les limites ont été affinées à partir de la cartographie hydrogéomorphologique et prolongées jusqu'à l'Eygoutier pour la plaine Saint-Joseph – Sainte-Musse et jusqu'au pied des versants pour le Réganas et le Lambert.

Le contexte biogéochimique est défini forfaitairement comme une bande de 15 m de chaque côté du lit mineur. Une telle largeur de bande tampon, pour les espaces agricoles riverains du lit mineur, serait suffisante à limiter le transfert de 100 % du phosphore particulaire et dissous, de la majeure partie des produits phytosanitaires et d'une bonne partie de l'azote. En zone non agricole, cet espace se justifie également. En zone urbaine, une réflexion sur les rejets pluviaux peut par exemple être associée à cet espace.

[13] La largeur moyenne est évaluée à partir des profils en travers et de sections du lit mineur. Cette largeur peut toutefois être adaptée au cas par cas (cours d'eau recalibrés par exemple).

L'espace de bon fonctionnement optimal correspond à l'agrégation des périmètres hydraulique et morphologique optimaux et du contexte biogéochimique.

L'espace de bon fonctionnement nécessaire correspond à l'agrégation des périmètres hydraulique et morphologique nécessaires et des contextes biologique et biogéochimique.

En l'absence de connaissances plus précises, le contexte hydrogéologique n'a pas été intégré dans la définition de l'espace de bon fonctionnement nécessaire du fait de son caractère très étendu.

La cartographie n'est pas forcément « exhaustive » (cas du contexte biogéochimique par exemple où des axes d'écoulement supplémentaires de type fossés pourraient être intégrés). Sur les tronçons couverts, la cartographie de l'EBF est tout de même réalisée en considérant que des opérations de restructurations urbaines à long terme pourraient amener à reconsidérer l'aspect couvert de ces tronçons. Seuls les tronçons couverts par l'autoroute à Toulon et le tunnel de Lamalgue ont été considérés comme pérennes à long terme. Sur ces deux tronçons, seules les notions de périmètre hydraulique nécessaire et de contexte biologique ont été conservées (axes de circulation potentiels de poissons Anguille en particulier).

La cartographie peut souffrir d'une certaine imprécision dans certains secteurs où la position exacte des berges ou de l'axe du lit mineur n'est pas parfaitement connue. Cette cartographie ne se substitue donc pas au texte de définition des différents périmètres, contextes et espaces ci-avant présenté.

Les enveloppes définies sont des enveloppes techniques et non des enveloppes concertées. Elles pourront servir de base à des concertations ultérieures.

5 CONCLUSION

Comme cela a déjà été signalé en phase 1, un portrait de faible activité morphodynamique actuelle des cours d'eau se dessine dans l'ensemble. Celle-ci est en grande partie liée à des conditions naturelles (pentes faibles et berges peu sensibles aux érosions sur certains secteurs, boisements riverains des cours d'eau et des massifs) mais également à des aménagements anthropiques du réseau hydrographique (endiguements, protections de berges et du fond, couverture, détournement d'une partie des écoulements …).
Cette situation n'a toutefois pas toujours été telle quelle. Par exemple des apports solides plus importants existaient encore il y a un peu moins de deux siècles, du fait du déboisement partiel des versants. Et des risques d'aggravation demeurent en cas d'incendies majeurs sur les massifs boisés.
Si les cours d'eau sont souvent plutôt stables verticalement, des évolutions demeurent possibles : incisions sur les cours d'eau à fortes pentes, exhaussement sur certains tronçons (Réganas, Eygoutier et Argoutier en amont du Pont de la Clue ou dans le marais de l'Estagnol).
D'un point de vue des évolutions latérales, les artificialisations des berges couplées à des conditions naturelles rendent les cours d'eau dans l'ensemble plutôt stables. Sur le Réganas et l'Artaude aval, cette situation ne semble en revanche pas pérenne. Ce sont en effet des lits en toit, avec cours d'eau endigués, où le risque de défluviation demeure.

L'état hydromorphologique global des cours d'eau a été évalué comme moyen sur la zone d'étude du fait des nombreuses artificialisations. Dans le détail, cet état varie de très bon pour certaines têtes de bassin à mauvais pour des tronçons très artificialisés.
Les actions de restauration ici proposées ne suffiraient pas à requalifier, comme bon, l'état hydromorphologique global des cours d'eau mais elles permettraient une avancée significative vers une amélioration du potentiel écologique de la zone d'étude. Dans le détail, l'état hydromorphologique de certains tronçons de cours d'eau se trouverait toutefois considérablement amélioré (mauvais à bon pour le Réganas aval par exemple).
L'Espace de Bon Fonctionnement des cours d'eau ici délimité constitue également un outil de gestion pour la préservation des services écosystémiques liés aux cours d'eau.