



# *Identification et préservation des zones de sauvegarde pour l'alimentation en eau potable*

## *Etude de l'aquifère des calcaires jurassico- crétacés des Corbières Orientales*

### *Rapport de phase 2*

*Juin 2014*

*Rapport n° 75140/B*

**Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse**  
2-4, allée de Lodz  
69363 LYON Cedex 07

*Agence Rhône Alpes Méditerranée*  
*Métier « Gestion de l'Eau »*  
*Parc d'Activité de l'Aéroport*  
*180 impasse John Locke*  
*34470 PEROLS*  
*Tél. : + 33 (0)4.67.15.91.10.*  
*Fax. : + 33 (0)4.67.15.91.11.*

# Sommaire

	Pages
<b>1. RAPPEL SUR LE MODE DE DEFINITION DES ZONES.....</b>	<b>4</b>
1.1. RAPPEL DE LA DEFINITION DES ZONES DE SAUVEGARDE.....	4
1.2. ZONE D'ETUDE .....	5
1.3. PHASAGE DE L'ETUDE.....	5
1.4. OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	6
1.5. SELECTION DES RESSOURCES STRUCTURANTES POUR L'AEP ACTUELLE (ZSE) .....	9
1.6. DELIMITATION DES ZSNAE .....	11
<b>2. CONTENU DES FICHES DESCRIPTIVES .....</b>	<b>19</b>
2.1. DESCRIPTION DU CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL ET REGLEMENTAIRE.....	19
2.2. CARTOGRAPHIE .....	20
2.3. ETUDE DE VULNERABILITE SPECIFIQUE .....	20
<b>3. ETUDE DE VULNERABILITE – BASSIN VERSANT DE L'AGLY .....</b>	<b>21</b>
3.1. PRINCIPE DE LA METHODE .....	21
3.2. DETERMINATION DE LA VULNERABILITE INTRINSEQUE .....	22
3.3. CARTOGRAPHIE DE LA VULNERABILITE.....	25
<b>4. ETUDE DES PHENOMENES KARSTIQUES .....</b>	<b>33</b>
4.1. ZONE D'ETUDE .....	33
4.2. RECENSEMENT DES PRINCIPAUX PHENOMENES KARSTIQUES .....	33
<b>5. SYNTHESE.....</b>	<b>37</b>

## Liste des figures

FIGURE 1 DELIMITATION DE LA ZONE D'ETUDE .....	7
FIGURE 2 DECOUPAGE HYDROGEOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE .....	8
<b>FIGURE 3 SECTEUR DE MONTLAURES - LOCALISATION DES ZONES DE SAUVEGARDE</b> .....	<b>13</b>
FIGURE 4 SECTEUR DE MONTLAURES – CARTE GEOLOGIQUE.....	14
FIGURE 5 BILAN HYDROLOGIQUE SCHEMATIQUE (BRGM).....	17
FIGURE 6 SYSTEME DU KARST D'OPOUL ET DU BAS AGLY - LOCALISATION DES ZONES DE SAUVEGARDE .....	18
FIGURE 7 CRITERES PRIS EN COMPTE DANS L'ETUDE DE VULNERABILITE .....	21
FIGURE 8 VULNERABILITE DE LA RESSOURCE – BASSIN VERSANT DE LA PERTE DE L'AGLY.....	30
FIGURE 9 VULNERABILITE DE LA PERTE DE L'AGLY .....	32
FIGURE 10 RECENSEMENT DES PHENOMENES KARSTIQUES (RAPPORT ANTEA 66892) .....	34
FIGURE 11 RECENSEMENT DES PHENOMENES KARSTIQUES – BSS ET CG66 .....	35
FIGURE 12 CARTE DE VULNERABILITE DE L'AQUIFERE KARSTIQUE DES CORBIERES ORIENTALES SELON LA METHODE PAPRIKA ADAPTEE (ANTEA 66982).....	36
FIGURE 13 DELIMITATION DES ZONES DE SAUVEGARDE POUR LE FUTUR.....	38

## Liste des tableaux

TABLEAU 1 LISTE DES OUVRAGES STRUCTURANTS (PHASE 1) .....	9
TABLEAU 2 LISTE DES ZSE.....	10
TABLEAU 3 PARAMETRES UTILISES .....	23
TABLEAU 4 POIDS TOTAUX DES PARAMETRES .....	24
TABLEAU 5 CLASSES DE VULNERABILITE – EAUX SUPERFICIELLES .....	24
TABLEAU 6 DESCRIPTIF DES CLASSES D'OCCUPATION DES SOLS.....	27

# 1. Rappel sur le mode de définition des zones

## 1.1. Rappel de la définition des zones de sauvegarde

La notion de zones de sauvegarde désigne des ressources :

- dont la qualité chimique est conforme ou encore proche des critères de qualité des eaux destinées à la consommation humaine, tels que fixés dans la directive 98/83/CE ;
- importantes en quantité ;
- bien situées par rapport aux zones de forte consommation (actuelles ou futures) pour des coûts d'exploitation acceptables.

Parmi ces ressources, il faut distinguer celles qui sont :

- d'ores et déjà fortement sollicitées et dont l'altération poserait des problèmes immédiats pour les populations qui en dépendent ;
- faiblement sollicitées à ce stade mais à forte potentialité, et préservées à ce jour du fait de leur faible vulnérabilité naturelle ou de l'absence de pression humaine, mais à réserver en l'état pour la satisfaction des besoins futurs à moyen et long terme.

Pour ces ressources, la satisfaction des besoins en eau potable doit être reconnue comme prioritaire par rapport aux autres usages (activités agricoles, industrielles, récréatives, ...).

*In fine*, dans une optique de développement durable et conformément à la DCE, le but est d'assurer la disponibilité sur le long terme de ressources suffisantes en qualité et en quantité pour satisfaire les besoins actuels et futurs d'approvisionnement en eau potable des populations.

L'enjeu est de préserver, de la manière la plus efficace possible, les ressources les plus intéressantes pour la satisfaction des besoins en eau potable, face aux profonds bouleversements constatés ou attendus en terme d'occupation des sols et de pressions sur les aires de recharge des aquifères (évolution démographique, expansion de l'urbanisation et des activités connexes périphériques, impact sur le long terme des pratiques agricoles ou industrielles).

L'objectif est de se donner les moyens d'agir :

- sur les bassins d'alimentation des captages existants, sur des zones suffisamment vastes pour assurer sur le long terme la préservation des ressources qui aujourd'hui permettent d'approvisionner en eau potable les importantes concentrations humaines du bassin ;
- sur les ressources non ou encore peu utilisées, mais géographiquement bien situées, qui seraient à même de satisfaire les besoins dans l'avenir.

L'identification des zones de sauvegarde vise à permettre de définir et de mettre en œuvre sur celles-ci de manière efficace des programmes d'actions spécifiques et d'interdire ou de réglementer certaines activités, pour maintenir une qualité de l'eau compatible avec la production d'eau potable sans recourir à des traitements lourds, et garantir l'équilibre entre prélèvements et recharge naturelle ou volume disponible.

Les caractéristiques des outils mobilisables imposent la distinction entre deux catégories de zones de sauvegarde :

- les ZSE (Zones de Sauvegarde Exploitées), zones identifiées comme étant intéressantes pour l'AEP future et qui sont déjà utilisées pour l'AEP.
- les ZSNEA (Zones de Sauvegarde Non Exploitées Actuellement), zones identifiées comme étant intéressantes pour l'AEP future mais qui ne sont pas utilisées actuellement pour l'AEP.

Les ZSE et ZSNEA représentent les zones de sauvegarde pour le futur (ZSF).

Le zonage se fait à l'échelle du système karstique de la façon suivante :

- Zone 1 : elle correspond aux portions d'aquifères les plus productives, c'est-à-dire l'exutoire, le ou les drains qui concentrent l'essentiel des écoulements rapides au sein de la zone noyée et les réserves annexes de la zone noyée. En dehors de l'exutoire, il s'agit de la zone au sein de laquelle un forage aura une forte probabilité d'être positif avec un très fort taux de réussite, la productivité réelle dépendant en particulier du degré de connexion avec le drain principal. La *délimitation de ces zones à fort potentiel de production* : exutoire, drain et réserves annexes se fera en fonction des connaissances disponibles (situation probable des drains et des zones noyées en donnant leur cote altimétrique).
- Zone 2 : elle correspond à l'impluvium des zones intéressantes sur le plan quantitatif (Zone 1), c'est-à-dire toute la surface contributive à leur alimentation (bassin d'alimentation).

## 1.2. Zone d'étude

L'étude concerne la masse d'eau FRDG122. Elle couvre une superficie d'environ 1300 km<sup>2</sup> répartie entre les départements des Pyrénées-Orientales et de l'Aude. La délimitation de la zone d'étude est présentée sur la figure 1.

## 1.3. Phasage de l'étude

Afin de parvenir à l'objectif de préservation de la ressource, la présente étude a été divisée en trois phases :

- phase 1 : identifier et délimiter les systèmes karstiques à fort enjeu ;

- phase 2 : établir, pour chaque secteur identifié, un bilan de sa situation en termes de potentialité, qualité, vulnérabilité, risques en fonction de l'évolution prévisionnelle des pressions d'usage et de l'occupation des sols, mais aussi de son statut actuel par rapport aux documents de planification, d'aménagement du territoire et d'urbanisme (schémas directeurs d'alimentation en eau potable, schéma d'orientation des carrières, SCoT, PLU, etc.) ;
- phase 3 : proposer, pour chaque zone identifiée, une stratégie d'intervention afin d'assurer sa préservation et/ou sa restauration (outils réglementaires, politiques foncières, plans d'action, etc.).

Il ne s'agit pas ici d'une analyse à partir des ouvrages exploités captage par captage mais d'une analyse structurante à l'échelle de la nappe, qui doit donc viser la délimitation de secteurs de taille significative.

#### 1.4. Objectifs de l'étude

La zone d'étude peut être découpée en 4 secteurs hydrogéologiques distincts (figure 2).

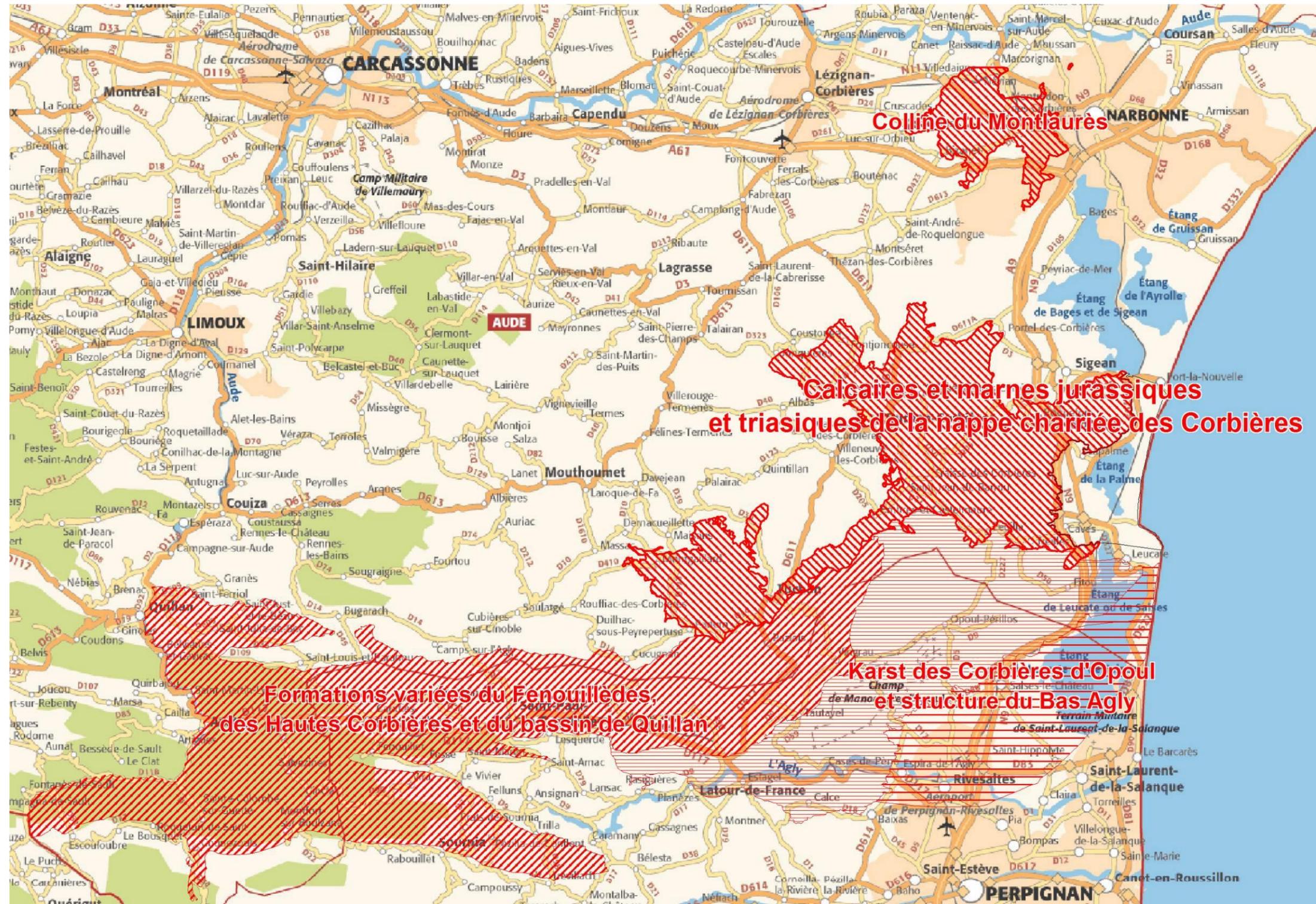
A l'échelle de la zone d'étude, les objectifs fixés en fonction des secteurs sont les suivants :

- Préservation de la ressource actuelle pour le système des calcaires et marnes jurassiques et triasiques de la nappe charriée des Corbières (*délimitation de ZSE*),
- Préservation des ressources potentielles pour le futur sur le système du karst d'Opoul et la structure du Bas Agly, ainsi que sur le secteur du Montlaurès, qui présentent les potentialités de ressources les plus importantes (*délimitation de ZSE et de ZSNEA*),
- Une attention sera tout de même portée sur le système des formations variées du Fenouillèdes, des Hautes Corbières et du Bassin de Quillan, où les usages agricoles et eau potable pourront se trouver en concurrence (*délimitation de ZSE et appréciation du risque de conflits d'usage*).

Figure 1 Délimitation de la zone d'étude



Figure 2 Découpage hydrogéologique de la zone d'étude



### 1.5. Sélection des ressources structurantes pour l'AEP actuelle (ZSE)

Plusieurs paramètres peuvent être retenus pour sélectionner les captages pouvant être considérés comme majeurs dans le mode actuel de fonctionnement de l'alimentation en eau potable de la zone d'étude :

- Population alimentée et/ou volume annuel prélevé ;
- Dépendance des structures exploitant les ouvrages à la ressource ;
- Qualité de l'eau – captage prioritaire (SDAGE ou Grenelle) : la question s'est posée de la nécessité de classifier systématiquement les captages prioritaires en captage structurant. Il s'est avéré après analyse particulière de chaque cas que certains captages prioritaires étaient trop vulnérables, soit naturellement (vulnérabilité intrinsèque de la nappe), soit du fait d'un environnement défavorable (milieu urbain) pour pouvoir être classé comme structurants. Certains gestionnaires ont d'ailleurs déjà émis la possibilité d'abandonner certains de ces forages ;
- Projets des structures exploitantes ;
- Evolution de la population ;
- Disponibilité d'une ressource alternative.

Les communes alimentées en eau potable par la ressource étudiée ne disposent en général pas de ressources de substitution. Il a donc été considéré, sur la base des informations disponibles, qu'elles en dépendaient à 100 %.

Afin de mettre en avant les ressources principales, un volume annuel prélevé de 100 000 m<sup>3</sup> a été retenu comme limite inférieure. Sept ouvrages avaient ainsi été retenus.

**Tableau 1 Liste des ouvrages structurants (phase 1)**

Nom Ouvrage	Commune	Exploitant	Débit autorisé (m <sup>3</sup> /h)	Débit autorisé (m <sup>3</sup> /j)	Volume prélevé (m <sup>3</sup> /an)
Les Mailloles	Moussan	Grand Narbonne	100	1500	378 851
Croix Blanche	Montredon	Grand Narbonne		800	314 748
Les Adoux	Fenouillet	Caudies Prugnanes Fenouillet	procédure en cours		231 300
La Tirounere	St Paul de Fenouillet	St Paul de Fenouillet	procédure en cours		215 300
La Mouillere	Maury	Mairie de Maury	600		129 800
Sources de Tuchan	Tuchan	Mairie de Tuchan		850	122 400
ND de Pènes	Cases de Pene	PMCA	30	240	107 700

Plusieurs remarques sont à formuler sur cette sélection :

- la qualité de l'eau brute n'a pas été intégrée au mode de sélection, ce qui n'est pas strictement conforme avec la définition originale. Toutes les ressources sont cependant indispensables à l'alimentation des populations. Dans le cas spécifique de la Mouillère (forte teneur en sulfates), la commune de Maury n'a à ce jour pas trouvé d'autres ressources, ce qui rend la source fortement structurante (possibilités de traitement à l'étude) ;
- le forage de Courgranes (73000 m<sup>3</sup> prélevés en 2012) vient compléter la liste du fait d'une marge de production estimée importante ; l'exploitant actuel (PMCA) n'a cependant à ce jour pas envisager une accentuation significative des volumes sur cet ouvrage du fait de son positionnement à distance des points de consommation ;
- le forage de Cases de Pène est le seul ouvrage listé comme captage prioritaire ayant à ce titre fait l'objet d'une étude spécifique ;
- pour l'alimentation en eau de la commune de Tuchan, les prélèvements sont faits sur plusieurs sources, avec un volume global supérieur à la limite fixée de 100 000 m<sup>3</sup>/an, mais un débit unitaire restreint ne permettant pas au final de classer ces ressources comme structurantes à l'échelle de la zone d'étude, malgré leur importance pour la commune de Tuchan ;
- la source de la Mouillère n'a pas été conservée du fait d'une qualité dégradée (présence de sulfates) qui ne permet pas de la considérer pour un usage intercommunal. Elle est exploitée par la commune de Maury sur la base d'une dérogation de l'ARS.

Le zonage associé à ces captages structurants est basé sur les éventuels zonages réglementaires déjà existants (périmètres de protection ou BAC), comme repris dans le tableau et la carte ci-après.

**Tableau 2 Liste des ZSE**

	ZSE	
	1. Production	2. Alimentation
<b>Nappe charriée des Corbières</b>	<del>Sources de Tuchan</del>	<del>PPR (2,7 km<sup>2</sup>)</del>
<b>Opoul/Bas Agly</b>	ND de Pènes	Zone d'action BAC (18 km <sup>2</sup> )
	Courgranes	PPR (20 km <sup>2</sup> )
<b>Montlaurès</b>	Les Mailloles	PPR (0,1 km <sup>2</sup> )
	Croix Blanche	PPR (6,2 km <sup>2</sup> )
<b>Fenuillèdes</b>	Les Adoux	Zone d'étude de l'hydrogéologue agréé (11 km <sup>2</sup> )
	<del>La Mouillere</del>	<del>BAC provisoire (BRGM) (4 km<sup>2</sup>)</del>
	La Tirounere	BAC provisoire (BRGM) (38 km <sup>2</sup> )

## 1.6. Délimitation des ZSNAE

Deux secteurs hydrogéologiques sont concernés par la délimitation de ZSNAE, le système du karst d'Opoul et la structure du Bas Agly, ainsi que le secteur du Montlaurès.

Pour les Fenouillèdes, les ressources disponibles sont considérées comme suffisantes pour les besoins de ce secteur, le travail actuel mené par le Conseil Général consistant à apprécier les possibilités de sécurisation des communes à partir de ces ressources existantes (source des Adoux et barrage sur l'Agly).

### 1.6.1. Secteur du Montlaurès

L'intérêt de ce secteur consisterait à intercepter l'eau alimentant la source de l'Oeillal en amont, à des profondeurs importantes garantissant une certaine protection naturelle de la ressource. Il apparaît difficile d'envisager un usage direct de la source du fait des activités industrielles existant à proximité. Des tentatives ont déjà été effectuées, par exemple sur la commune de Moussan, pour prélever l'eau en profondeur, mais elles se sont révélées, à ce jour, infructueuses.

Deux zones sont donc à considérer comme zones de sauvegarde :

- Les affleurements calcaires en tant que zone d'alimentation de l'aquifère, avec un objectif de gestion de l'aménagement du territoire. Ces affleurements sont en partie déjà intégrés au sein des périmètres de protection des forages de Mailloles et de Croix Blanche, et pourront donc à ce titre être doublement classés ;
- Une zone élargie entre ces affleurements et leur exutoire (source de l'Oeillal), sur laquelle la ressource est protégée du fait de sa profondeur, avec la nécessité de réguler la réalisation de forages autres que ceux destinés à la production d'eau potable, bien que les profondeurs à considérer s'avèrent déjà réductrices pour des ouvrages à usage agricole ou domestique. L'implantation de futurs forages devra être précédée d'études géologiques spécifiques (compréhension du fonctionnement du système, géophysique...). Deux zones distinctes ont été délimitées en considérant que l'aquifère ciblé prenait de la profondeur en allant vers l'est. Cette délimitation reste approximative du fait du peu d'informations disponibles sur la profondeur réelle des calcaires. La zone à l'ouest où les calcaires sont les moins profonds sera à préserver des conflits d'usage 'habituels' (usages agricoles et/ou industriel) tandis qu'à l'est, il est peu probable que des forages soient réalisés pour ces usages au vu de la profondeur supposée (>200 m) de l'aquifère. Il s'agira alors de se préserver d'autres usages potentiels (gaz de schiste...).

Tout projet d'exploitation supplémentaire de la ressource sera à accompagner d'une étude d'incidence sur la source de l'Oeillal et sur tous les usages aval qui en découlent (zone humide, usage agricole...).

Le forage du Ratier, dont la mise en exploitation pour la sécurisation de l'alimentation de Narbonne est imminente, a également été classé en tant que ressource non encore exploitée. Cet ouvrage doit permettre un apport de 300 m<sup>3</sup>/h qui sera utilisé pour la sécurisation de la ville de Narbonne, dont la production principale provient actuellement d'un champ captant alluvial (puits de Moussoulens) relativement vulnérable.

Figure 3 Secteur de Montlaurès - Localisation des zones de sauvegarde

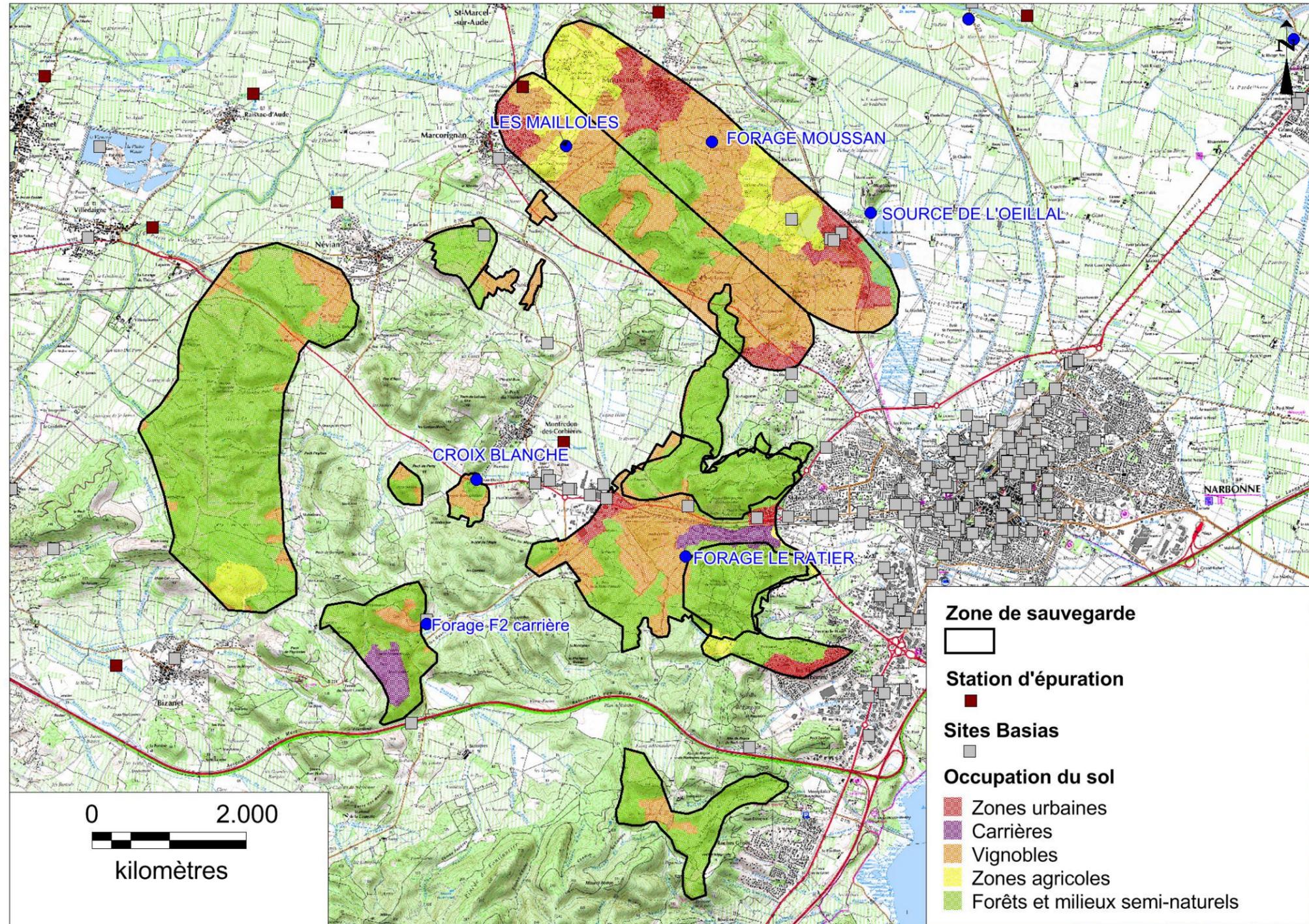
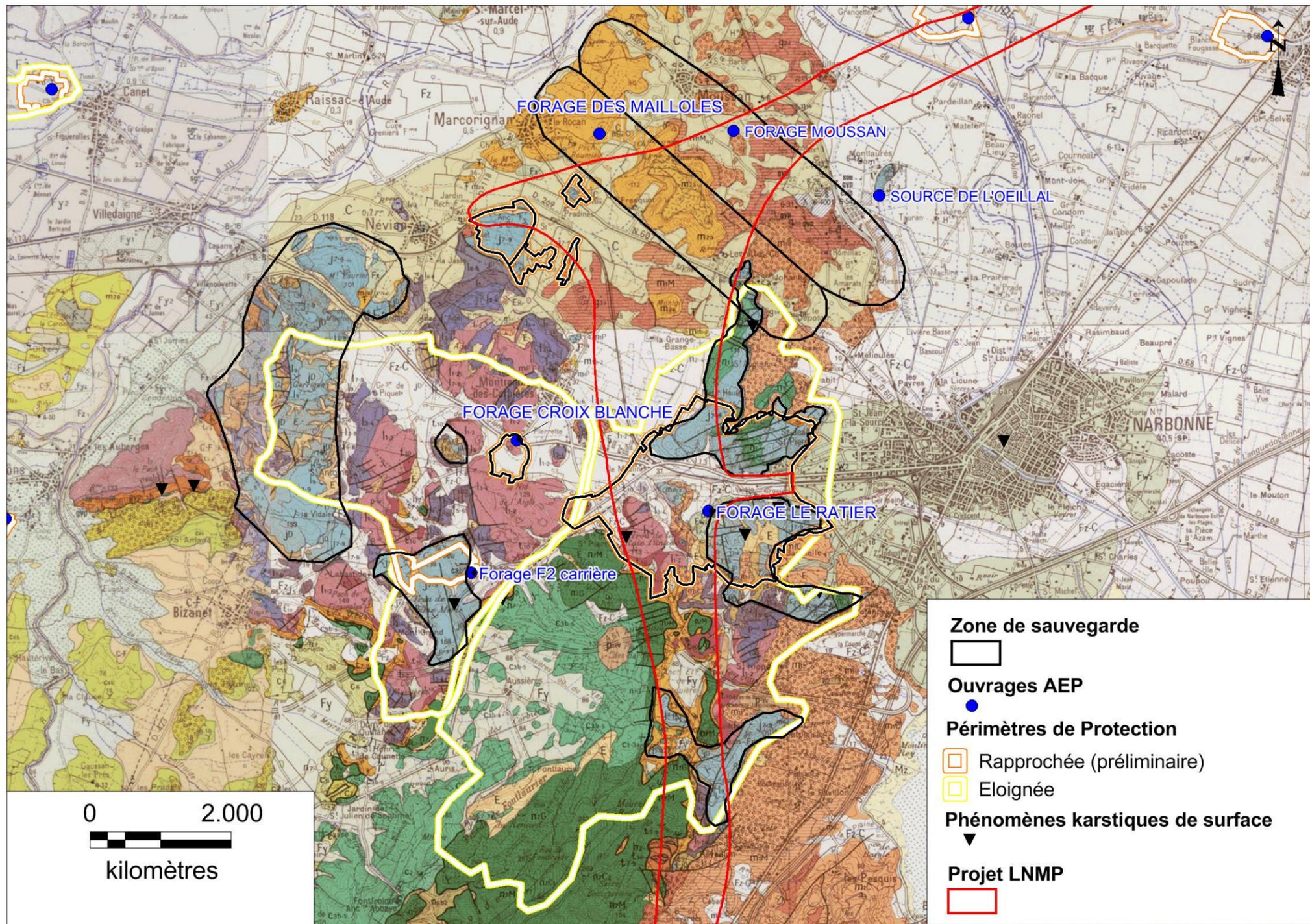


Figure 4 Secteur de Montlaurès – Carte géologique



### 1.6.2. Système du karst d'Opoul et structure du Bas Agly

Ce système est un système karstique binaire alimenté par les précipitations sur un impluvium de quelques 110 km<sup>2</sup> et par une contribution importante des pertes de l'Agly et du Verdoble et dans une moindre mesure par les pertes du Roboul.

Les principales émergences sont :

- Font Estramar, source de type vauclusien issue d'un conduit subvertical ascendant. La cavité est une caverne noyée (2750 m de galeries et -164 m de profondeur reconnues). La source déborde en permanence avec un débit de l'ordre de 900 l/s en étiage. Son écoulement est considéré comme indépendant du régime hydraulique des ruisseaux ;
- Font Dame, qui se caractérise par un ensemble d'émergences en marécages, temporaires ou pérennes, engendrant le ruisseau de Font Dame, qui alimente l'étang de Salse-Leucate ;
- Cases de Pènes et Baixas, qui servent d'exutoires épisodiques du flanc sud de cette structure du bas Agly ;
- Sources du Château de Salses issues de calcaires récifaux gargasiens, avec un débit d'étiage de l'ordre de 16 l/s et un débit de hautes eaux de 20 à 25 l/s ;
- Sources de Fitou, représentées par plusieurs venues d'eau de faible débit, dont la source de la Gare de Fitou (débit d'étiage < 1 l/s, moyen 10 l/s, en hautes eaux 150 à 200 l/s) et l'oeil de la Madeleine (nul en étiage, 100 l/s en hautes eaux) ;
- Emergences sous lagunaires de l'étang de Salse Leucate, associées à l'existence d'un karst noyé, effondré sous l'étang.

La part de l'alimentation du système par les pertes (Agly, Verdoble et Roboul) est estimée à 60 %, ce qui rend indispensable la considération du bassin versant de l'Agly (1000 km<sup>2</sup>) dans la réflexion sur la préservation de la ressource. La contamination de la nappe est en effet à priori principalement acheminée via les pertes (hypothèse à confirmer - étude du CG 66 en cours sur les teneurs en pesticides dans l'Agly), les affleurements sur lesquels s'infiltrent les précipitations ne subissant pour leur part qu'une pression anthropique modérée.

Le zonage proposé est donc basé sur une étude de vulnérabilité à l'échelle du bassin versant de l'Agly visant à prioriser les secteurs les plus vulnérables, et à une hiérarchisation des phénomènes karstiques recensés au droit des affleurements afin de prioriser les zones d'alimentation associées.

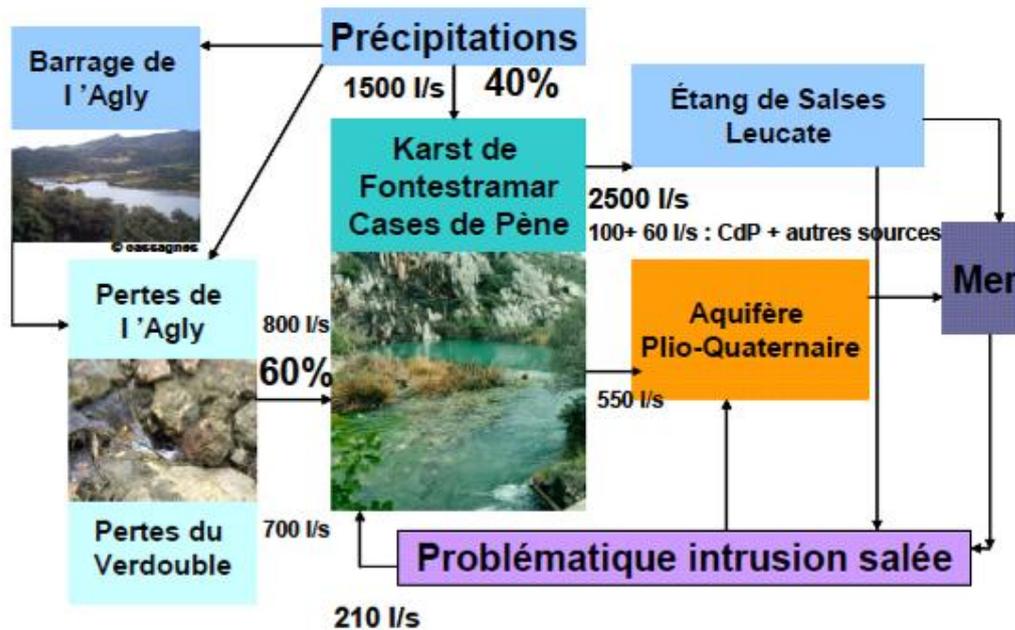
A l'amont des pertes de l'Agly et du Verdoble, la zone de sauvegarde retenue est basée sur un territoire d'un rayon de 5 km qui permet de s'appuyer sur un secteur géographique homogène. La totalité du bassin versant de l'Agly, et en particulier les proximités des cours d'eau, reste cependant une zone d'action prioritaire où toute action positive sera favorable à la préservation de la ressource. Il faut noter en ce sens un effet biaisé des études en cours sur les volumes prélevables, qui ont tendance à réduire les prélèvements autorisés dans les eaux superficielles, avec un report de ces volumes sur la réalisation de forages sollicitant des aquifères protégés pour un usage généralement agricole.

Dans le secteur où les calcaires affleurent, les zones de sauvegarde retenues correspondent aux principaux phénomènes karstiques et à leurs bassins topographiques associés. Le tableau ci-après liste ces zones et précise leur superficie. Plusieurs phénomènes karstiques sont intégrés dans des zones de sauvegarde sélectionnées par ailleurs. La principale zone complémentaire correspond à l'aven des Amandiers, exutoire d'un bassin topographique important (14,6 km<sup>2</sup>). Une multitude de phénomènes karstiques étant recensés sur la zone d'étude, il est difficile d'opérer une sélection des phénomènes les plus sensibles. Beaucoup de phénomènes sont cependant localisés sur les plateaux avec de petits bassins topographiques très peu anthropisés. La sélection s'est appuyée sur un recensement réalisé par le Conseil Général des Pyrénées Orientales, mais la classification des phénomènes reste difficile.

**Tableau 3 Phénomènes karstiques retenus et surface de leurs bassins**

<b>Bassin d'alimentation (topographique)</b>	<b>Superficie en km<sup>2</sup></b>	<b>ZSF</b>
Perte de l'Agly et Verdoube	904.2	10 – Pertes de l'Agly
Aven 1 et 2 de Baixas	0.065	9 – Cases de Pène
Grotte de la Grave	0.008	
Barrenc de Cavalls	0.03	-
Barreng Roboul	0.003	-
Aven 1 et 2 des amandiers	14.63	-
Aven des abeilles	0.006	7 – Courgranès
Barreng aux chèvres	0.003	
Grand Barreng de Perillos 1	0.02	
Grand Barreng de Perillos	0.03	

Figure 5 Bilan hydrologique schématique (BRGM)



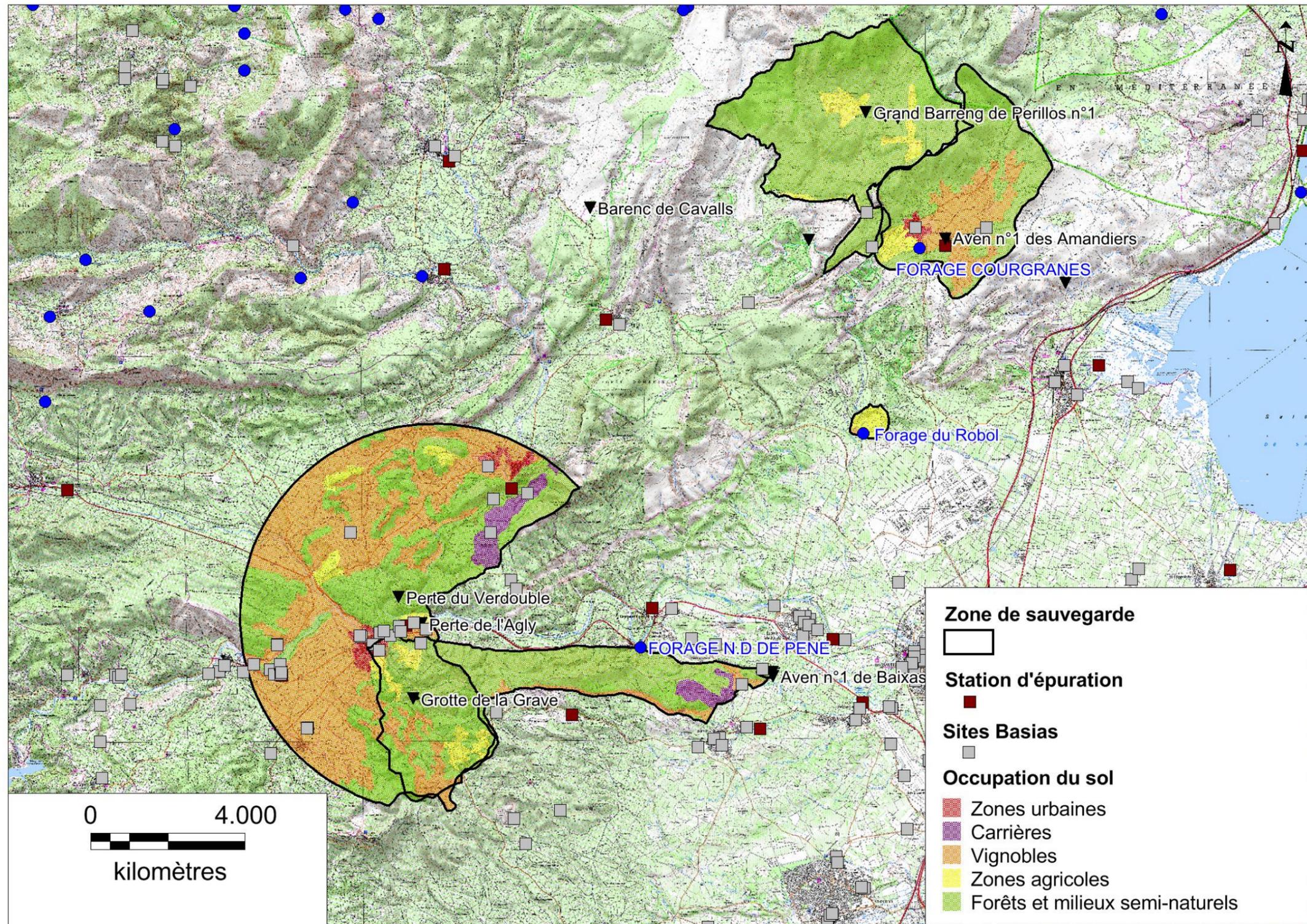
La délimitation de zones de production est quant à elle plus complexe dans la mesure où l'implantation de chaque ouvrage nécessite une étude hydrogéologique spécifique préalable du fait du mode de circulation des eaux souterraines. Une implantation idéale serait de positionner l'ouvrage au droit de circulations principalement alimentées par les infiltrations sur les affleurements, avec une incidence qualitative moins importante des pertes de l'Agly.

Les données disponibles ne permettent malheureusement pas à ce jour de cibler un secteur de ce type. Il reste alors deux solutions envisageables :

- Délimiter une zone de sauvegarde élargie sans positionnement précis ;
- Cibler la zone de sauvegarde autour de forages existants tel que le forage du Robol en cours de réalisation.

La démarche retenue consiste à délimiter une zone de sauvegarde autour du forage du Robol, en tenant compte des études réalisées et de l'avis préliminaire établi par l'hydrogéologue agréé (Marchal, Novembre 2008).

Figure 6 Système du karst d'Opoul et du Bas Agly - Localisation des zones de sauvegarde



## 2. Contenu des fiches descriptives

Chacune des zones a fait l'objet d'une fiche descriptive qui comprend, d'une part, un texte présentant le contexte environnemental et réglementaire de la zone, et d'autre part, une représentation cartographique.

Les items présentés sur ces fiches et les sources de données exploitées sont présentés ci-après.

### 2.1. Description du contexte environnemental et réglementaire

Le texte de présentation est découpé en sept volets :

#### Cadre 1 :

- Identification de la zone
- Contexte général

#### Cadre 2 : géologie

- Contexte géologique régional
- Coupe géologique au droit du forage

#### Cadre 3 : hydrogéologie

- *Ecoulements* : caractéristiques de la nappe (perméabilité, gradient...)
- *Qualité* : données sur la qualité de l'eau pompée et son évolution
- *Capacité de la ressource* : éléments sur la productivité de la nappe

#### Cadre 4 : géographie

- Département(s) et commune(s) concernée(s)
- Exploitant(s) actuel(s) de la ressource et population alimentée

#### Cadre 5 : exploitation de la ressource

- *usages actuels*
- *contexte réglementaire* : périmètres de protection, captages prioritaires...
- *besoins futurs* : appréciation locale des besoins futurs sur la base des projets envisagés et des informations des exploitants

#### Cadre 6 : occupation du sol actuelle

- contexte environnemental de la zone étudiée

#### Cadre 7 : classement de la ressource

- bilan sur le classement de la zone en zone majeure

Un huitième volet complète la fiche dans le cas où des d'investigations complémentaires sont préconisées.

## 2.2. Cartographie

Le contenu de la partie cartographique peut varier en fonction des zones considérées et des données relatives à ces zones.

Les principaux éléments intégrés ici concernent :

- une carte qui présente l'occupation du sol (données Corine Land Cover)
- une carte de délimitation des périmètres réglementaires ;
- un graphe composé des données qualitatives de l'eau prélevée (nitrates et pesticides) : les données sont issues de la base de données ADES ;
- des éléments spécifiques à la zone, en fonction des données disponibles :
  - coupe géologique ;
  - suivi piézométrique.

## 2.3. Etude de vulnérabilité spécifique

Le mode de fonctionnement d'un système karstique binaire nécessite d'inclure l'impluvium non karstique qui est *de facto* déporté par rapport aux zones d'exploitation situées dans le karst lui-même.

Dans le cas présent, l'impluvium non karstique, composé par le bassin versant de la perte de l'Agly et de la perte du Verdoble, participe à l'alimentation d'ouvrages allant jusqu'aux exutoires situés sur le littoral. Le zonage de la zone d'alimentation (zone 2) est basé sur :

- Une étude de vulnérabilité à l'échelle du bassin versant de la perte de l'Agly qui intègre également la perte du Verdoble. La méthodologie de la vulnérabilité est présentée ci-après ;
- Une hiérarchisation des phénomènes karstiques recensés.

## 3. Etude de vulnérabilité – Bassin versant de l'Agly

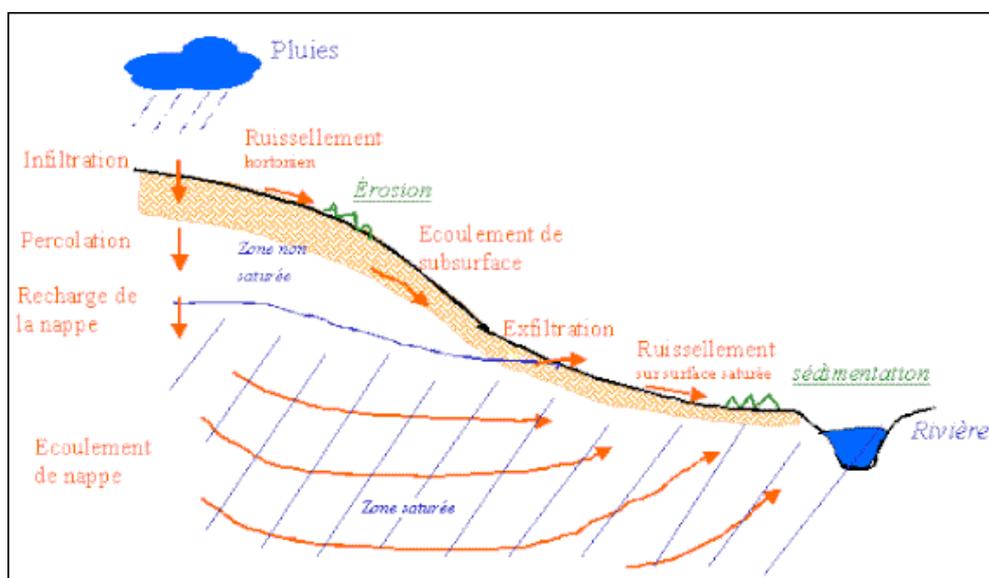
Une méthode de cartographie de la vulnérabilité intrinsèque des captages d'eau superficielle a été développée dans le cadre des études sur la délimitation des Aires d'alimentation des 50 Captages prioritaires du Bassin Adour Garonne, pour le compte de l'Agence de l'Eau Adour Garonne. Cette méthode peut être utilisée sur les parties ruisselantes du karst binaire et devient donc complémentaire à la méthode PaPRIKa.

### 3.1. Principe de la méthode

Lorsqu'une molécule de polluant est déversée sur un bassin versant, deux modalités de transfert vont apparaître ;

- la 1<sup>ère</sup> qui est la facilité avec laquelle il va atteindre le ruisseau. Cette dimension latérale du transfert dépend de plusieurs paramètres (voir figure suivante) dont le ruissellement, les pentes du versant, la distance de la berge à laquelle il est appliqué, l'état du sol, ect...). C'est ce que nous avons appelé la vulnérabilité de la ressource Vr.
- la 2<sup>ème</sup> qui est la facilité avec laquelle le polluant va être véhiculé dans le lit du ruisseau jusqu'au captage. Cette dimension longitudinale dépend bien entendu de la distance hydraulique entre tous points du réseau hydrographique et le captage ainsi que l'état du lit du ruisseau (présence de barrage, ripisylve élaborée qui va jouer un rôle épuratoire...). Il s'agit de la vulnérabilité du captage Vc.

Figure 7 Critères pris en compte dans l'étude de vulnérabilité



Ces critères sont alors assemblés en une moyenne pondérée pour définir :

- **VR : la vulnérabilité de la ressource.** Elle sera dépendante de 4 critères dont la pente, l'occupation du sol, l'érosivité des sols... Elle représente l'accessibilité d'une particule polluante au cours d'eau.
- **VC : la vulnérabilité du captage** (ici le transfert dans le ruisseau vers la perte). Elle sera dépendante des critères de transfert d'une pollution. Ici, la vulnérabilité de la ressource est reprise, combinée à la notion de distance au captage. C'est le temps de transfert (mobilité) de la particule polluante jusqu'au captage.

Un croisement est alors fait entre ces deux vulnérabilités pour avoir une carte finale.

## 3.2. Détermination de la vulnérabilité intrinsèque

### 3.2.1. Vulnérabilité intrinsèque de la ressource

La méthode développée est une méthode permettant de cartographier à la fois la vulnérabilité de la ressource et la vulnérabilité du captage.

Elle prend en compte les paramètres suivants :

- « D » l'accessibilité du milieu aquatique : distance hydraulique de chaque point au cours d'eau le plus proche de son bassin topographique,
- « K » le fonctionnement hydrologique du sol et du sous-sol. Ce paramètre sera fonction de l'indice de battance du sol « IB », de l'indice de persistance du réseau « IDPR », et de l'occupation du sol « Os »,
- « P ». la physiographie du bassin versant. Ce paramètre sera fonction de l'intensité des pentes « Pi » et des courbures des pentes « Pc »,
- « R » l'érosivité de la pluie, facteur influençant l'érosion hydrique.

Ces paramètres permettent de dresser la carte de vulnérabilité de la ressource auquel est associé le paramètre « S », correspondant à la superficie de l'AAC drainée en fonction de la distance hydraulique du captage, pour dresser la carte de vulnérabilité du captage.

Dans cette méthode, il a été considéré que la pollution potentielle apportée par les eaux souterraines est considérée comme négligeable par rapport à celle véhiculée par les eaux de ruissellement.

Une carte de vulnérabilité intrinsèque du milieu aquatique peut être dressée à partir des critères « D », « K », « P » et « R » :

$$Vr = 0,3 D + 0,4 K + 0,2 P + 0,1 R$$

### 3.2.2. Vulnérabilité intrinsèque de la ressource

#### 3.2.2.1. Facteur en relation avec la superficie de l'AAC « S »

La vulnérabilité du captage en eau superficielle dépend à la fois de la vulnérabilité intrinsèque de la ressource définie précédemment par l'indice « Vr » ainsi que des phénomènes de dilution et de dégradation qui se produisent lors du cheminement dans le réseau hydrographique jusqu'au point de captage. Les phénomènes de dégradation sont très complexes et varient fortement suivant les molécules et les conditions environnementales. Ils sont par conséquent très difficiles à quantifier. Il est proposé de raisonner en terme de dilution en introduisant un paramètre « S » qui correspond à la superficie drainée en fonction de la distance hydraulique depuis le captage. Il est exprimé en pourcentage de la superficie totale du BAC.

#### 3.2.2.2. Carte de vulnérabilité du captage « Vc »

La carte de vulnérabilité du captage « Vc (S) », prend en compte la vulnérabilité de la ressource « Vr » et la superficie du bassin d'alimentation de la perte « S »

$$Vc(S) = 0,5 Vr + 0,5 S$$

### 3.2.3. Poids des paramètres

Ainsi, 12 paramètres entrent dans la vulnérabilité des captages d'eau superficielle :

- 8 paramètres primaires : D, IDPR, IB, Os, Pi, Pc, R, Dc
- 4 paramètres secondaires et tertiaires issus de la combinaison de ces paramètres primaires : K, P, Vr et Vc

Les poids totaux des paramètres dans l'évaluation de la vulnérabilité de la ressource et du captage sont présentés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 4 Paramètres utilisés**

Classes	Dc	IDPR	IB	Os	Pi	Pc		R	D	S
						CH	CV			
4	0-50 m	1600-2000	> 1,8	Imperméables	>10°	Convexe	Concave	> 5000	0-5 km	0-10%
3	50-100 m	1200-1600	1,6 - 1,8	Vignes, terrains nus	7-10°	Concave/ Linéaire	Linéaire/ Convexe	4000 - 5000	5-10 km	10-25%
2	100-200 m	800-1200	1,4 - 1,6	Terrain cultivé	3-7°	Convexe/ Linéaire/ Concave	Convexe/ Linéaire/ Concave	3000 - 4000	10-20 km	25-50%
1	200-500 m	400-800	1,2 - 1,4	Prairies, bocage	1,5-3°	Linéaire/ Concave	Convexe/ Linéaire	2000 - 3000	20-100 km	50-75%
0	> 500 m	0-400	< 1,2	Bois	<1,5°	Concave	Convexe	< 2000	>100 km	75-100%

**Tableau 5 Poids totaux des paramètres**

Paramètre		Vr	Vc (S)
<b>D</b>	Distance au réseau	30%	15%
<b>IDPR</b>	Perméabilité géologique	16%	8%
<b>IB</b>	Perméabilité du sol	8%	4%
<b>Os</b>	Occupation du sol	16%	8%
<b>Pi</b>	Intensité des pentes	16%	8%
<b>Pc</b>	Courbure des pentes	4%	2%
<b>R</b>	Erosivité des pluies	10%	5%
<b>Dc</b>	Distance au captage	-	-
<b>S</b>	Distance au captage (% de l'AAC)	-	50%
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>100%</b>

Les poids les plus forts sont attachés aux critères distance au captage, distance au réseau, occupation du sol et intensité des pentes, c'est-à-dire le temps mis par un polluant avant d'atteindre le cours d'eau. La valeur finale de vulnérabilité (**cf. tableau 3**) varie donc entre 0 (vulnérabilité minimale) et 4 (vulnérabilité maximale).

**Tableau 6 Classes de vulnérabilité – eaux superficielles**

Valeur indice	Classe	Vulnérabilité du captage (Vc)
3,2 - 4	4	Très élevée
2,4 – 3,19	3	Elevée
1,6 – 2,39	2	Modérée
0,8 – 1,59	1	Faible
0 – 0,79	0	Très faible

### 3.3. Cartographie de la vulnérabilité

Afin de cartographier la vulnérabilité du bassin versant de la perte du Verdoble et de la perte de l'Agly, la zone d'étude a été étendue au bassin versant de la confluence entre l'Agly et le Verdoble située à 200 m en aval de la perte de l'Agly.

#### 3.3.1. Critère relatif à l'accessibilité au cours d'eau « D »

La contamination des eaux de surface par des substances polluantes est dépendante de la distance entre la source de pollution et le milieu récepteur. En effet, plus la source de pollution est éloignée du milieu récepteur et plus les substances dissoutes auront de chance d'être diluées, dégradées et adsorbées. Les zones proches des cours d'eau sont donc plus vulnérables que les zones éloignées.

Ce paramètre exprime les distances hydrauliques de chaque point de l'espace au réseau hydrographique permanent et temporaire. Les lacs ont également été pris en compte.

Le paramètre « D » a été calculé à partir du MNT (BD Alti au pas de 75 m) et de la BD Carthage (base de données de L'IGN du réseau hydrographique français).

Les résultats sont présentés sur la figure ci-dessous. Les 5 classes sont représentées sur le bassin versant de la perte de l'Agly. Les surfaces classées en 4 « vulnérabilité très élevée », soulignent le tracé des cours d'eau pris en compte. Les surfaces classées en 0 « vulnérabilité faible » sont celles les plus éloignées de tout cours d'eau.

La planche cartographique de ce paramètre est présentée en **annexe B**.

#### 3.3.2. Fonctionnement hydrologique du sol et du sous sol (K)

Le paramètre K caractérise la partition entre les eaux d'infiltration et les eaux de ruissellement. Il dépend ainsi de la perméabilité géologique (exprimé par l'IDPR), pédologique (exprimé par l'IB) et de l'occupation du sol (Os) :

$$K = 0,4 IDPR + 0,2 IB + 0,4 Os$$

Chaque paramètre est détaillé ci-dessous :

##### 3.3.2.1. L'indice de développement et de persistance des réseaux « IDPR »

L'IDPR est disponible (source BRGM) sous forme de grille au pas de 50 m (l'échelle de validité de cette couche est au mieux le 1/50 000).

Le paramètre de perméabilité engendré par la géologie est mis en évidence par l'IDPR (indice de développement et persistance des réseaux), développé par le BRGM. Cet indice compare et présente les différences entre un réseau théorique établi selon l'hypothèse d'un milieu parfaitement homogène (indice de développement ID), au réseau naturel mis en place sous le contrôle d'un contexte géologique hétérogène (de persistance des réseaux PR).

Le réseau de thalweg théorique est défini à partir du MNT et le réseau hydrologique naturel est défini par la banque de donnée BD CARTHAGE (IGN).

$$IDPR \equiv \frac{\text{Distance au plus proche cours d'eau réel}}{\text{Distance au plus proche cours d'eau théorique}}$$

Ce paramètre permet donc de rendre compte de façon indirecte de la capacité intrinsèque des formations géologiques présentes en surface ou sub-surface à laisser infiltrer ou ruisseler les eaux de pluie. Les fortes valeurs de l'IDPR correspondent aux zones où le ruissellement est majoritaire par rapport à l'infiltration.

La planche cartographique de ce paramètre est présentée en **annexe B**.

### 3.3.2.2. L'indice de battance « IB »

La battance caractérise la dégradation de la structure du sol en surface sous l'influence des précipitations. Lors de fortes pluies se forme une « croute de battance » difficile à traverser par l'eau, l'air ou les jeunes plantes et donc défavorable à l'infiltration.

Un sol est d'autant plus sensible à la battance que sa teneur en limons est importante. Le calcul de l'indice de battance est basé sur la teneur du sol en limons fins (LF), limons grossiers (LG), argile (A) et matière organique (MO) :

$$IB = \frac{(1,5LF + 0,75 LG)}{(A + 5 MO)}$$

L'indice de battance est généralement déterminé à partir des bases de données de l'INRA et de la chambre d'Agriculture sur les sols (GIS Sol, cartes pédologiques). Les données pédologiques recueillies sont très peu précises sur le bassin versant de la perte de l'Agly. Le recueil de données pourrait se faire par de nombreuses visites de terrain caractérisant chaque entité géologique par une valeur d'indice de battance. Néanmoins le faible poids de l'indice de battance dans la note finale (4 %) a conduit à réaliser la cartographie de la vulnérabilité sans ce paramètre.

### 3.3.2.3. Occupation du sol « Os »

L'occupation du sol joue un rôle prépondérant dans le ruissellement des eaux, dans la retenue des matières en suspensions ainsi que dans l'absorption des polluants. Ainsi, un terrain boisé aura tendance à retenir les eaux et les polluants et à favoriser l'infiltration. A l'inverse surface nue ou imperméabilisée favorisera le ruissellement et l'érosion.

Le paramètre « Os » est déterminé sur la base de la banque de données cartographiques CORINE LAND COVER 2006.

Code CLC 06	Libellé CLC 06	Classe OS
111	Tissu urbain continu	4
121	Zones industrielles et commerciales	4
122	Réseaux routiers et ferroviaires et espaces associés	4
112	Tissu urbain discontinu	3
132	Décharges	3
221	Vignobles	3
211	Terres arables hors périmètres d'irrigation	2
242	Systèmes culturaux et parcellaires complexes	2
222	Vergers et petits fruits	1
231	Prairies	1
243	Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels	1
321	Pelouses et pâturages naturels	1
311	Forêts de feuillus	0
312	Forêts de conifères	0
313	Forêts mélangées	0
324	Forêt et végétation arbustive en mutation	0
512	Plans d'eau	0

**Tableau 7 Descriptif des classes d'occupation des sols**

La planche cartographique de ce paramètre est présentée en **annexe B**.

#### 3.3.2.4. Paramètre « K »

Le paramètre K est donc la combinaison des critères IDPR, IB et Os suivant la combinaison suivante :

$$K = 0,4 IDPR + 0,2 IB + 0,4 Os$$

Les secteurs à vulnérabilité « faible » et « très faible » sont représentés au droit de zones peu drainées (à IDPR faible) et à occupation du sol en forêts.

Les zones classées comme ayant une vulnérabilité « modérée » ou « élevée » correspondent aux zones bien drainées (à IDPR fort) et où l'occupation du sol est principalement composée de vignobles ou d'espaces cultivés.

La planche cartographique de ce paramètre est présentée en **annexe B**.

### 3.3.3. Physiographie du bassin versant (P)

Les paramètres liés aux pentes : l'intensité des pentes « Pi » et la courbure des pentes « Pc » ont été calculés à partir du MNT.

#### 3.3.3.1. Intensité des pentes (Pi)

L'intensité des pentes joue un rôle sur la vitesse des écoulements superficiels. Une forte pente favorise les écoulements de surface et l'érosion alors qu'une pente plus douce favorise l'infiltration et la sédimentation. L'intensité des pentes est déterminée à partir du MNT au pas de 75 m.

La planche cartographique de ce paramètre est présentée en **annexe B**.

#### 3.3.3.2. Courbure des pentes (Pc)

La courbure des pentes joue également un rôle dans les mouvements et concentrations des flux d'eau.

La courbure verticale représente la concavité et la convexité de la pente dans le sens de la plus grande pente. Une pente à courbure convexe (courbure négative) est caractéristique d'une accélération du flux alors qu'une décélération s'observe dans une pente à courbure concave (courbure positive).

La courbure horizontale donne les caractéristiques de convergence ou divergence des flux dans la direction parallèle aux lignes de niveaux. Une courbure horizontale convexe (courbure négative) est caractéristique d'une dispersion du flux tandis qu'une courbure horizontale concave (courbure positive) concentre le flux.

Les formes des pentes sont calculées à partir du MNT au pas de 75 m.

La planche cartographique de ce paramètre est présentée en **annexe B**.

#### 3.3.3.3. Paramètre pente « P »

La physiographie du bassin versant, c'est-à-dire les caractéristiques de ses pentes est déterminée à partir de deux sous critères que sont l'intensité des pentes (Pi) et la courbure des pentes (Pc) :

$$P = 0,8 Pi + 0,2 Pc$$

La carte de l'indice « P » ressemble beaucoup à la carte de l'indice « Pi » du fait du poids important de ce dernier. Le relief du bassin versant étant majoritairement accidenté, les zones les plus vulnérables (classe 4) sont donc majoritaires. Les zones les moins vulnérables se situent dans les vallées du bassin versant.

La planche cartographique de ce paramètre est présentée en **annexe B**.

### 3.3.4. Erosivité de la pluie (R)

Les précipitations ne jouent pas le même rôle sur l'entraînement des particules polluantes suivant l'intensité des précipitations, la durée et la saison. L'érosivité des pluies, a pour conséquence l'entraînement des molécules polluantes jusque dans les cours d'eau.

D'après la méthode de RUSLE (travaux de Wischmeier et Smith-1965), l'érosivité des pluies R intègre dans son calcul l'intensité de la pluie, l'énergie délivrée durant l'épisode pluvieux et le volume d'eau mobilisable pour le ruissellement. Ces données étant difficilement disponibles, Renard et Freimund (1994) proposent une formule simplifiée intégrant uniquement la hauteur de pluie annuelle moyenne (en mm) P, facilement obtenue auprès de Météo France.

$$R = 0,04830 P^{1.61}$$

Avec : R : paramètre d'érosivité  
P : précipitation annuelle (mm)

L'analyse climatologique a été mise en œuvre à partir des données de hauteur de pluie annuelle moyenne par maille de 1 km<sup>2</sup>, acquises auprès de Météo France. Elles ont été établies par interpolation des données disponibles sur la période 1971-2000 en prenant en compte la topographie.

Sur les plus hauts reliefs du bassin versant, la valeur de R est supérieure à 4000, correspondant à une vulnérabilité élevée (pluie annuelle supérieure à 1100 mm). Sur la partie aval du bassin versant, la valeur de R est inférieure à 2000, correspondant à une vulnérabilité très faible (pluie annuelle inférieure à 750 mm).

La planche cartographique de ce paramètre est présentée en **annexe B**.

### 3.3.5. Vulnérabilité de la ressource « Vr »

La carte de la vulnérabilité intrinsèque du milieu aquatique (cf. figure ci-dessous) est dressée à partir des critères « D », « K », « P » et « R », précédemment définis en y appliquant des facteurs de pondération :

$$Vr = 0,3 D + 0,4 K + 0,2 P + 0,1 R$$

Les zones les plus vulnérables apparaissent le long des cours d'eau du fait de leur proximité au réseau de surface et aux fortes pentes rencontrées localement.

Les zones les moins vulnérables sont celles les plus éloignées des cours d'eau et les plus en amont pour lesquelles les paramètres D et K donnent des vulnérabilités plus faibles.

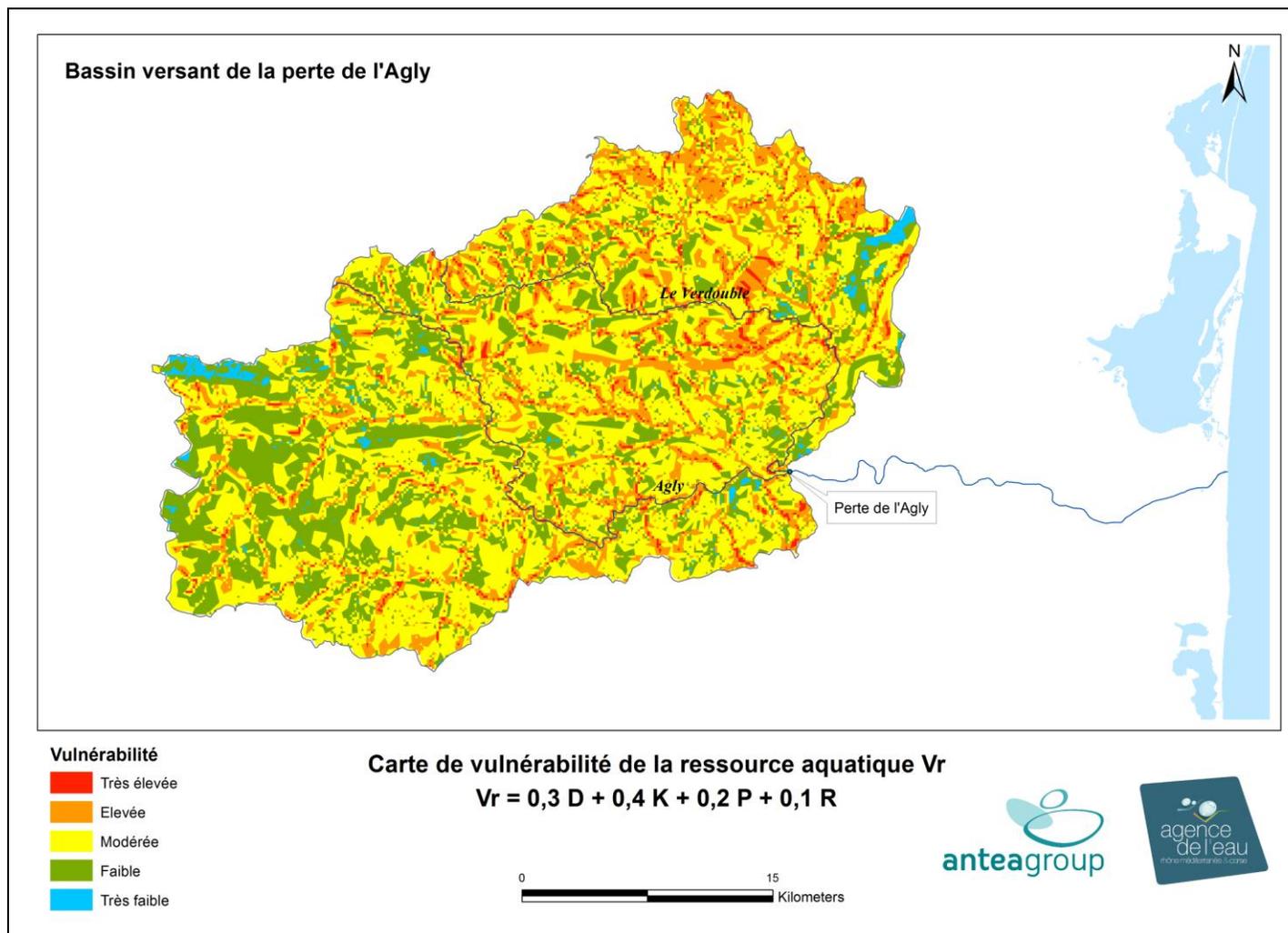


Figure 8 Vulnérabilité de la ressource – bassin versant de la perte de l'Agly

### 3.3.6. Vulnérabilité de la perte de l'Agly

Le bassin versant étant supérieurs à 100 km<sup>2</sup>, la vulnérabilité de la perte de l'Agly a été définie à partir de l'équation mettant en relation la vulnérabilité de la ressource (Vr) et la distance à la perte de l'Agly (Dc).

$$Vc = 0,7 Vr + 0,3 Dc$$

Dans cette méthodologie, il a été admis par simplification que plus la source de pollution est éloignée du point de captage, plus la pollution a de chance d'être diluée par des apports d'eau non polluée, dégradée et adsorbée et par conséquent, plus la concentration de ce polluant a de chance de diminuer.

Le critère de distance hydraulique du captage « Dc » a ainsi été introduit pour définir la vulnérabilité de la perte par rapport à la vulnérabilité du milieu aquatique en prenant en compte ces phénomènes de dégradation, dilution... Il est important de noter que ces distances ne sont qu'arbitraires car elles varient suivant les paramètres d'autoépuration et les types de polluant.

La carte de vulnérabilité résultante Vc met en évidence les éléments suivants :

- cinq niveaux de vulnérabilité avec des indices variant de 0 à 4 ;
- les indices de vulnérabilité « très élevée » correspondent aux secteurs à proximité immédiate des cours d'eau et de leurs affluents, notamment ceux à une distance inférieure à 5 km de la perte de l'Agly;
- les zones situées à l'extrémité amont ouest du bassin versant sont classées comme présentant une vulnérabilité faible à très faible.

**Compte tenu de ces observations, il apparaît que la protection doit être engagée en priorité au niveau des cours d'eau et de leurs affluents situés à faible distance (< 5 km) en amont de la perte de l'Agly.**

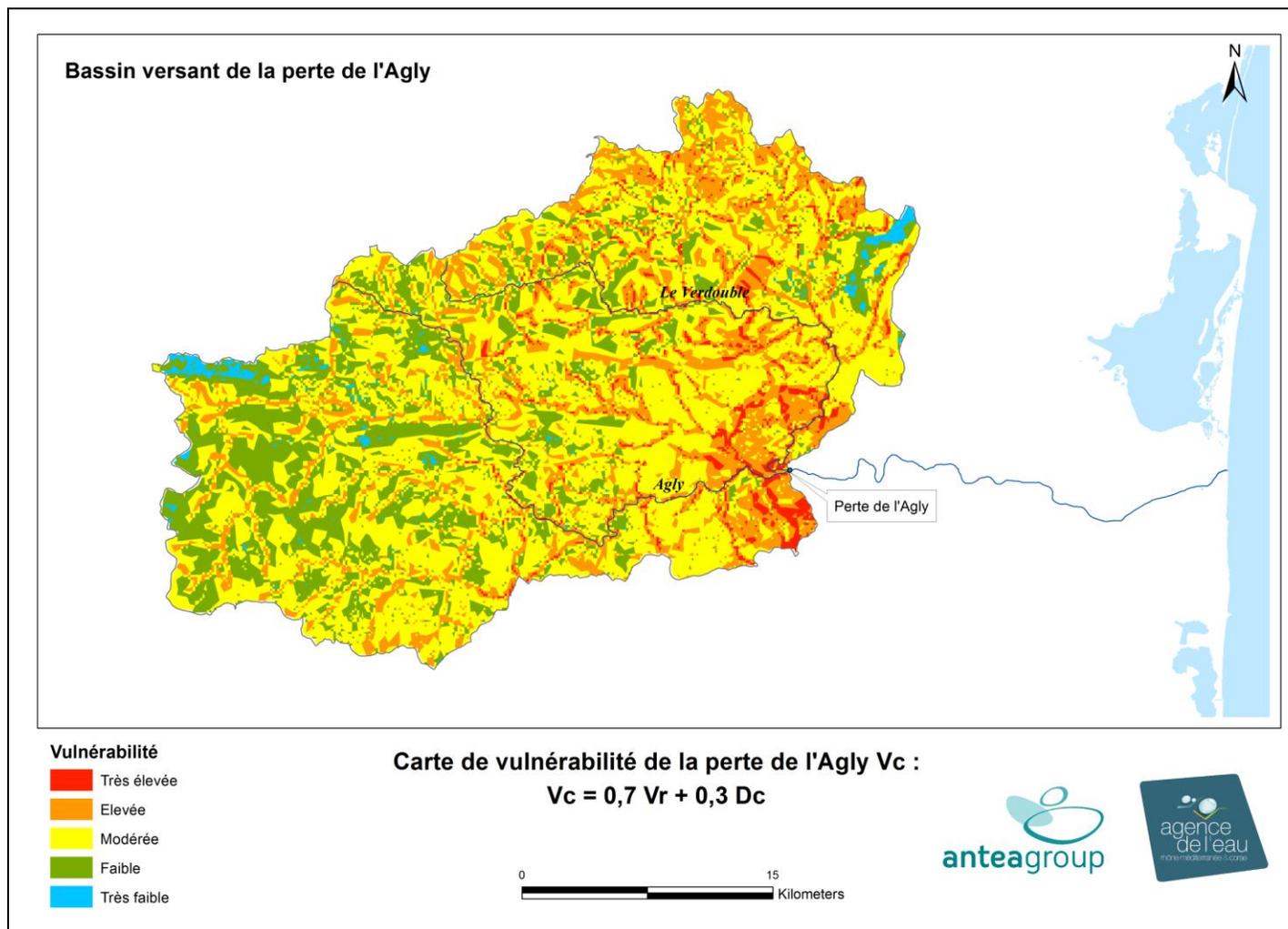


Figure 9 Vulnérabilité de la perte de l'Agly

## 4. Etude des phénomènes karstiques

### 4.1. Zone d'étude

L'alimentation de l'aquifère étant réalisée en partie par les précipitations sur les affleurements, il est nécessaire d'étudier en leur sein les zones les plus vulnérables, représentées par les zones associées aux phénomènes karstiques.

La méthodologie habituellement retenue pour ce type d'étude est dénommée Paprika. Ce travail a été réalisé par RFF sur une partie de la zone d'étude. Une convention a été passée entre l'AERMC et RFF pour pouvoir exploiter les résultats de ce travail dans le cadre de cette étude.

Sur le reste de la zone d'étude, l'approche retenue a consisté en une hiérarchisation des phénomènes karstiques sur la base des données collectées lors des recensements antérieurs.

### 4.2. Recensement des principaux phénomènes karstiques

Le recensement des phénomènes karstiques est un travail perpétuel venant progressivement alimenter différentes bases de données au fur et à mesure des études réalisées. Les principales sources d'information sur le secteur d'étude sont :

- La BD cavités (BRGM) ;
- L'inventaire du CG66, qui se base principalement sur le recensement disponible (BD cavités) ;
- L'étude menée par ANTEA pour le compte de RFF dans le cadre du projet LNMP (le recensement effectué n'a pas mis en évidence de nouveaux phénomènes dans le secteur d'étude concerné).

Les 2 cartes suivantes permettent de localiser ces phénomènes, à l'échelle de la zone d'étude RFF puis à l'échelle de la zone d'étude des zones de sauvegarde.

Les phénomènes karstiques principaux sont mis en évidence sur ces cartes. La plupart sont déjà intégrés dans des zones de sauvegarde. Une seule zone de sauvegarde complémentaire a donc été retenue. Il s'agit du bassin d'alimentation de la perte des Amandiers, qui draine la cuvette d'Opoul (14,6 km<sup>2</sup>) et participe activement à l'alimentation du système karstique. Ce secteur a d'ailleurs été considéré comme très vulnérable dans l'étude de vulnérabilité menée pour RFF (figure ci-après). La pertinence de la préservation de cette zone sera soumise à l'approbation du COFIL du fait de sa situation à l'amont immédiat du projet LNMP et de l'incertitude sur la qualité de l'eau entre cette perte et l'exutoire (limite de l'intrusion saline ?).

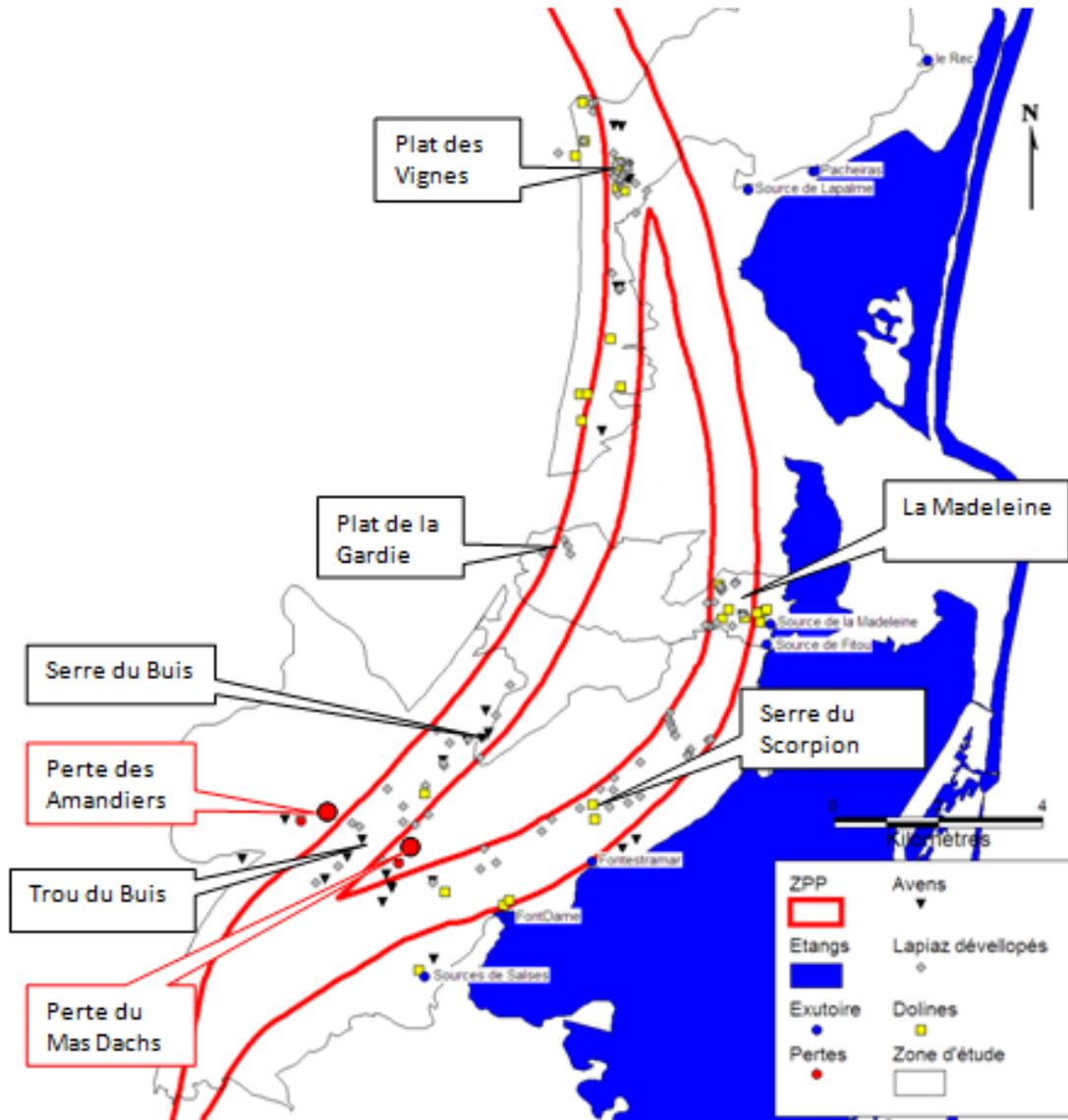


Figure 10 Recensement des phénomènes karstiques (Rapport ANTEA 66892)



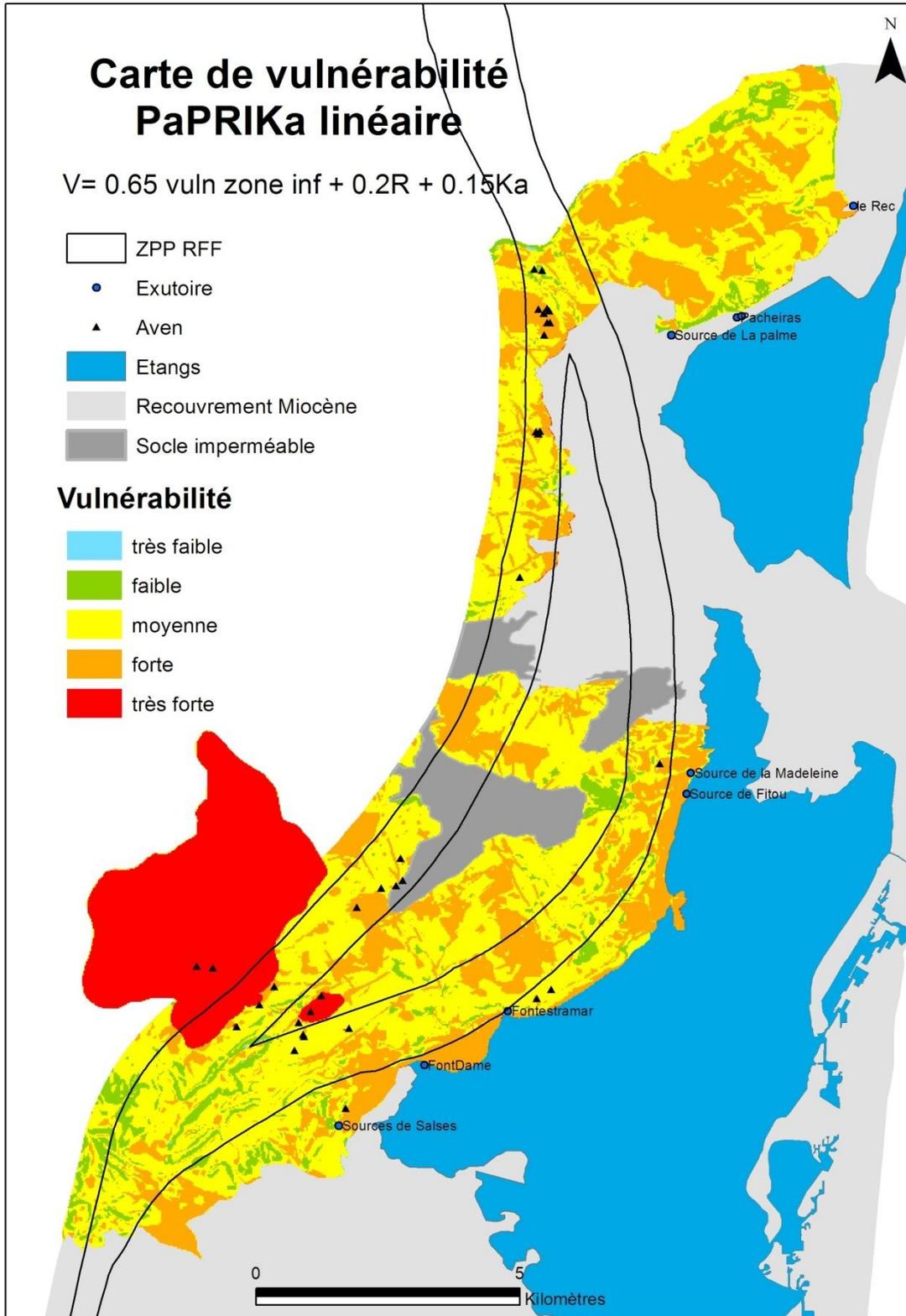


Figure 12 Carte de vulnérabilité de l'aquifère karstique des Corbières Orientales selon la méthode PaPRIKa adaptée (ANTEA 66982)

## 5. Synthèse

Treize zones de sauvegarde ont été retenues sur l'ensemble de la zone d'étude, que ce soit des zones de sauvegarde exploitées (ZSE) devant permettre la préservation de la qualité de l'eau des captages structurants retenus, ou des zones de sauvegarde non actuellement exploitées (ZSNAE) devant aboutir à la préservation de territoires pour l'exploitation future de la ressource.

La complexité du fonctionnement hydrogéologique des systèmes karstiques ne permet parfois pas de vérifier la justification des bassins d'alimentation actuellement retenus pour certains ouvrages existants. Dans ce cas là, les zones de sauvegarde ont été calées sur les zonages existants (périmètres de protection et/ou bassin d'alimentation), dans l'attente d'éventuelles études complémentaires pouvant permettre d'affiner la connaissance hydrogéologique locale.

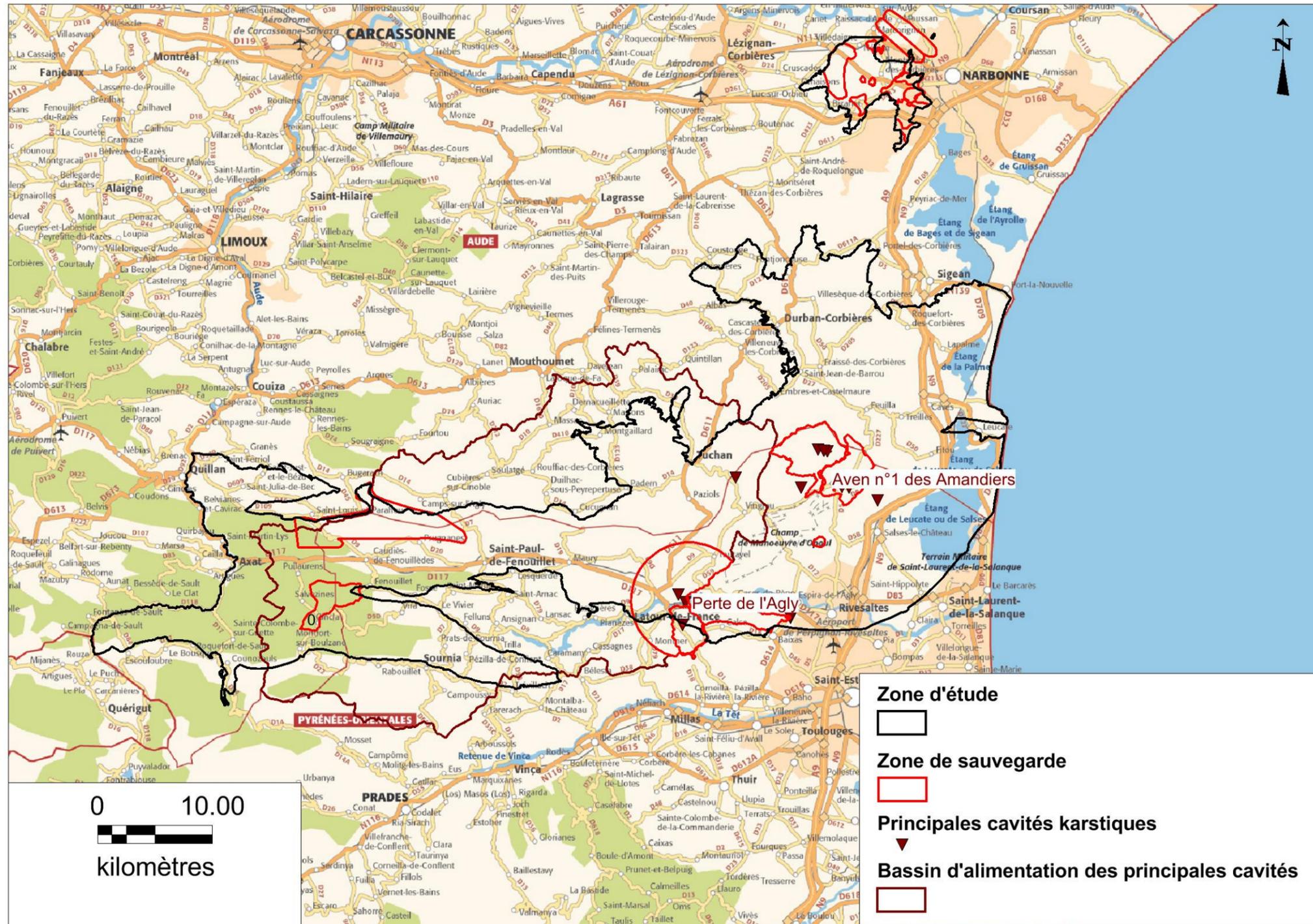
Certaines zones restent à soumettre à l'approbation du COPIL, sur leur pertinence et/ou sur leur délimitation. Chaque zone a fait l'objet de fiches de caractérisation reprises en annexe.

Il faut noter que certaines zones se chevauchent du fait de la méthodologie de délimitation. Le zonage final sera à adapter en fonction de la nécessité de dissocier les différents types de zone (ZSE, ZSNAE, zone 1, zone 2) ou de ne présenter qu'un zonage des zones de sauvegarde pour le futur (ZSF).

**Tableau 8 Récapitulatif des zones de sauvegarde**

	Nom	Objet	Type	Superficie (km <sup>2</sup> )	Contexte réglementaire
1	Mailloles	ZSE	1	0,8	PPR
2	Croix Blanche	ZSE	1	0,25	PPR
3	Le Ratier	ZSNAE	1	6	PPR
4	Affleurements Montlaurès	ZSE / ZSNAE	2	13,7	-
5	Amont Oeillal	ZSNAE	1	5 + 6	-
6	Pertes des Amandiers	ZSNAE	2	14,6	-
7	Courgranès	ZSE	1	20	PPR
8	Le Robol	ZSNAE	1	0,7	-
9	Cases de Pène	ZSE	1	18,3	PPE / BAC
10	BV de l'Agly	ZSE / ZSNAE	2	53,5	-
11	La Mouillère	ZSE	±	4	BAC provisoire
12	La Tirounère	ZSE	1	38,2	BAC provisoire
13	Les Adoux	ZSE	1	10,7	Zone d'étude HA

Figure 13 Délimitation des zones de sauvegarde pour le futur



---

ANTEA GROUP

**Agence de l'Eau**

Etude de l'aquifère jurassico-crétacé des Corbières Orientales  
Phase 2 - *Rapport 75140/A*

# ANNEXES

# **Annexe A**

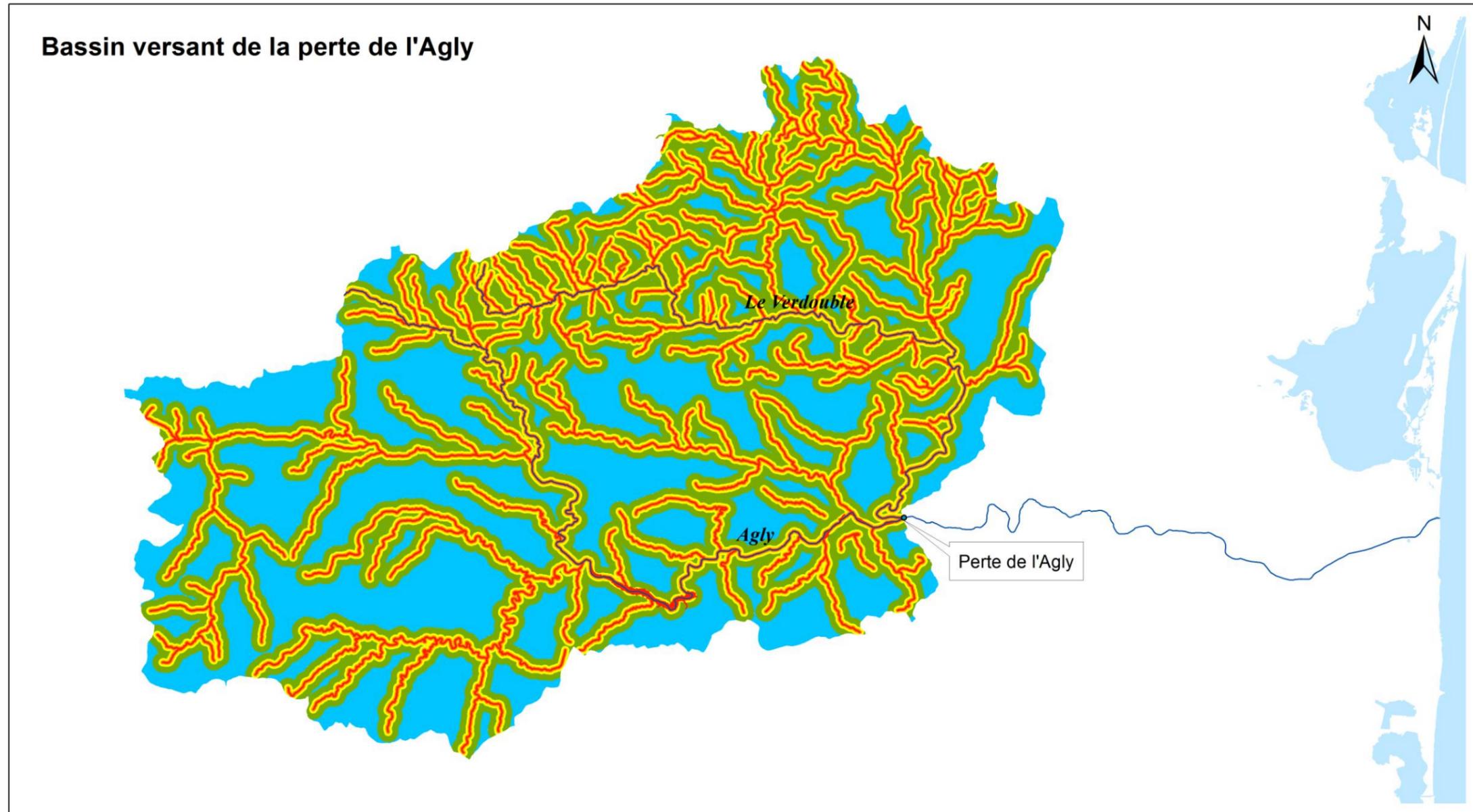
**Fiches descriptives des zones de sauvegarde**

**(28 pages)**

## **Annexe B**

**Etude de vulnérabilité – cartographie des différents critères**

**(8 pages)**

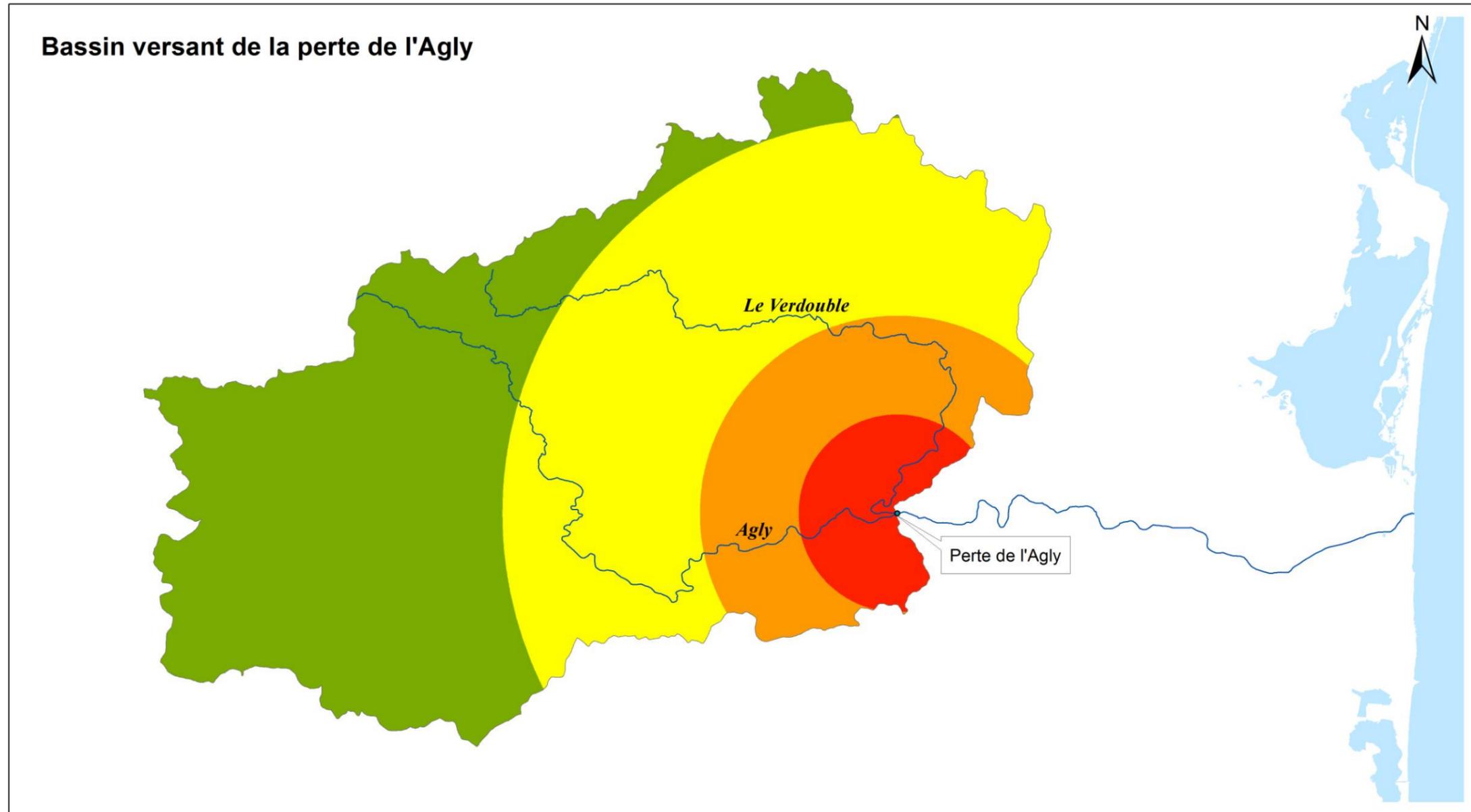


#### Vulnérabilité

- 0-50 m - Très élevée
- 50-100 m - Elevée
- 100-200 m - Modérée
- 200-500 m - Faible
- > 500 m - Très faible

#### Carte de vulnérabilité suivant le critère D : Distances aux cours d'eau

0 15  
Kilometers

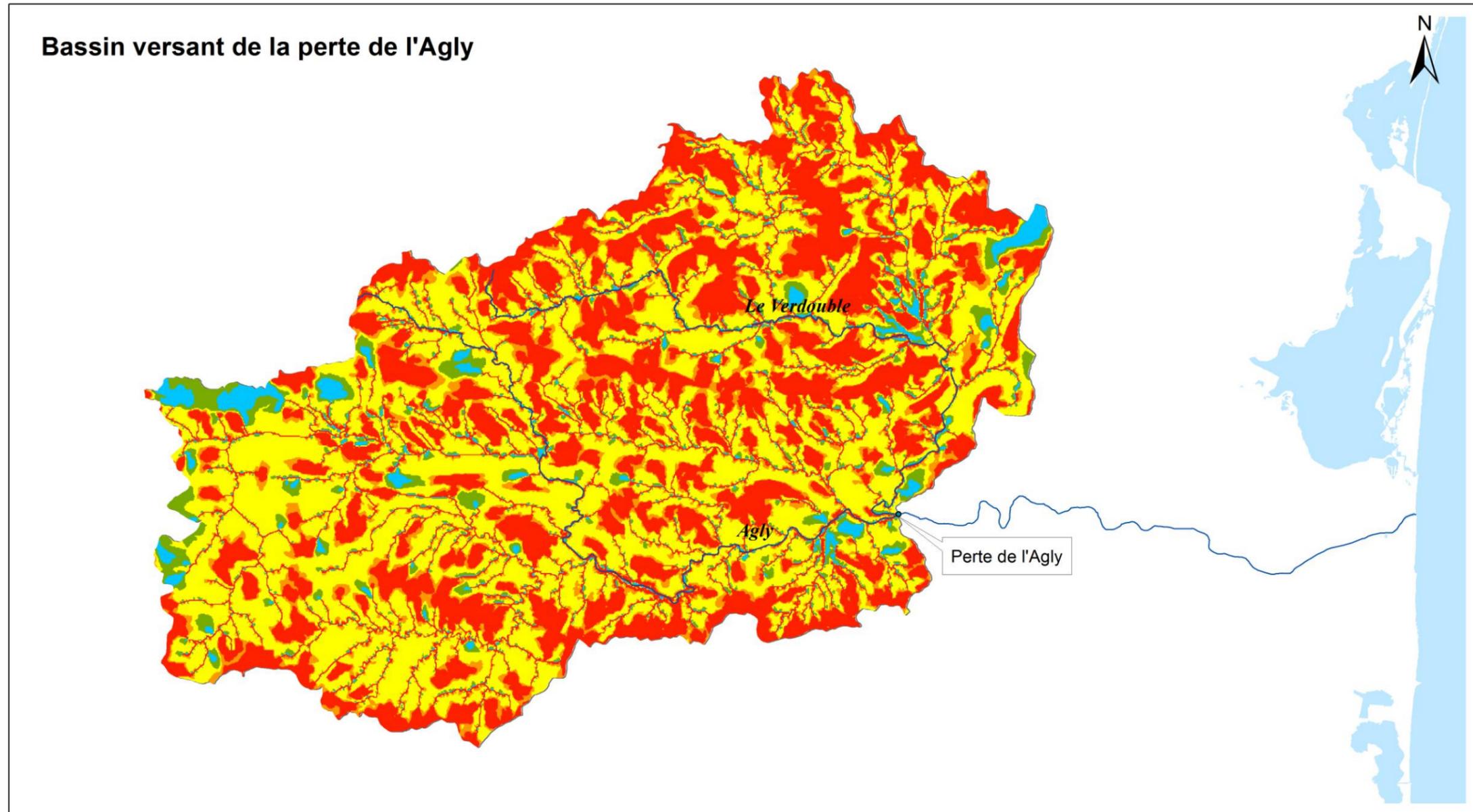


**Vulnérabilité**

-  0 - 5 km Très élevée
-  5 - 10 km Elevée
-  10 - 20 km Modérée
-  20 - 100 km Faible
-  > 100 km Très faible

**Carte de vulnérabilité suivant le critère Dc  
Distance à la perte de l'Agly**





**Vulnérabilité**

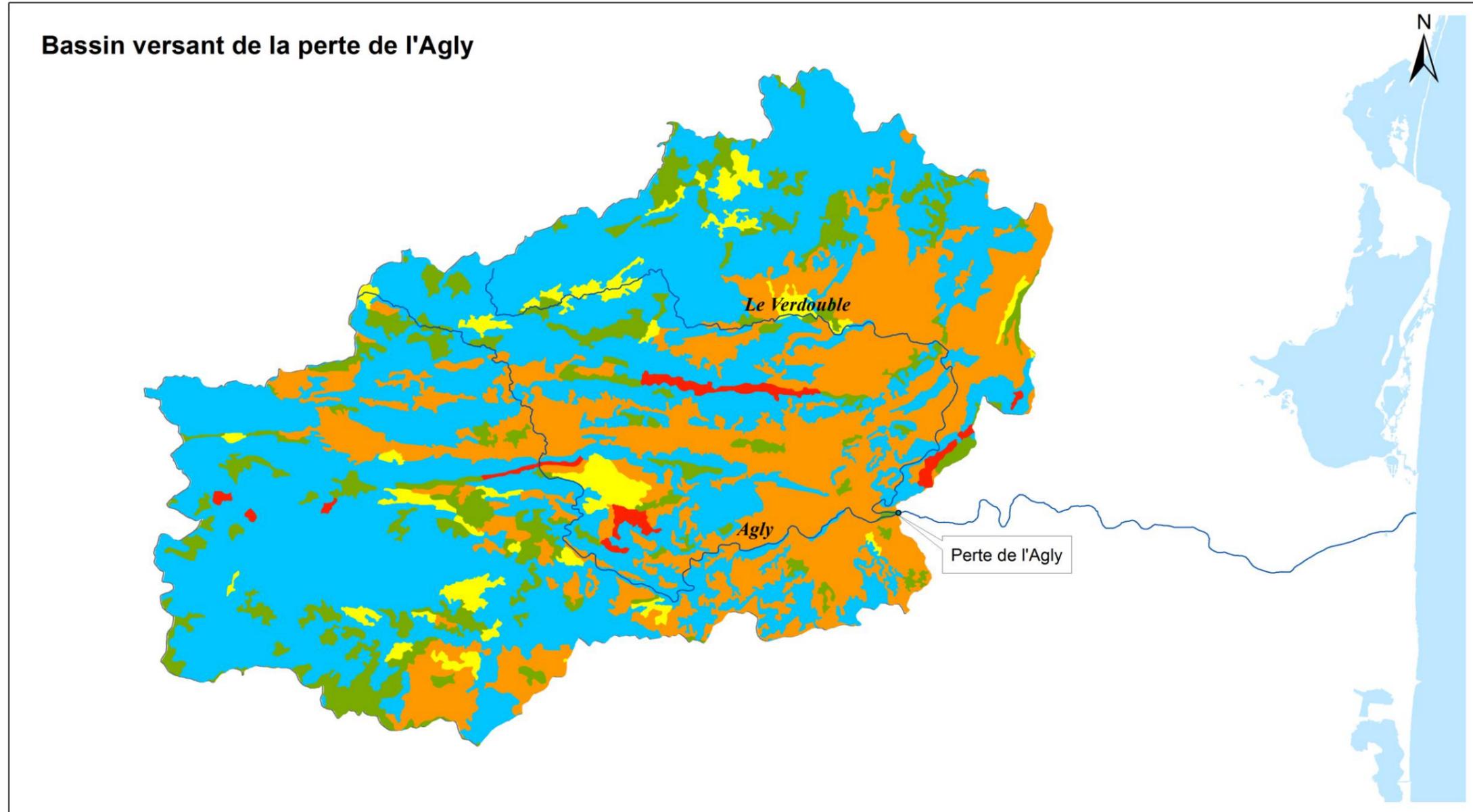
**IDPR**

-  > 2000 Fort ruissellement
-  1500 - 2000 Ruissellement majoritaire
-  1000 - 1500 Infiltration et ruissellement
-  500 - 1000 Infiltration majoritaire
-  < 500 Forte infiltration

**Carte de vulnérabilité suivant le critère IDPR :**

**Indice de Développement  
et de Persistance des Réseaux**



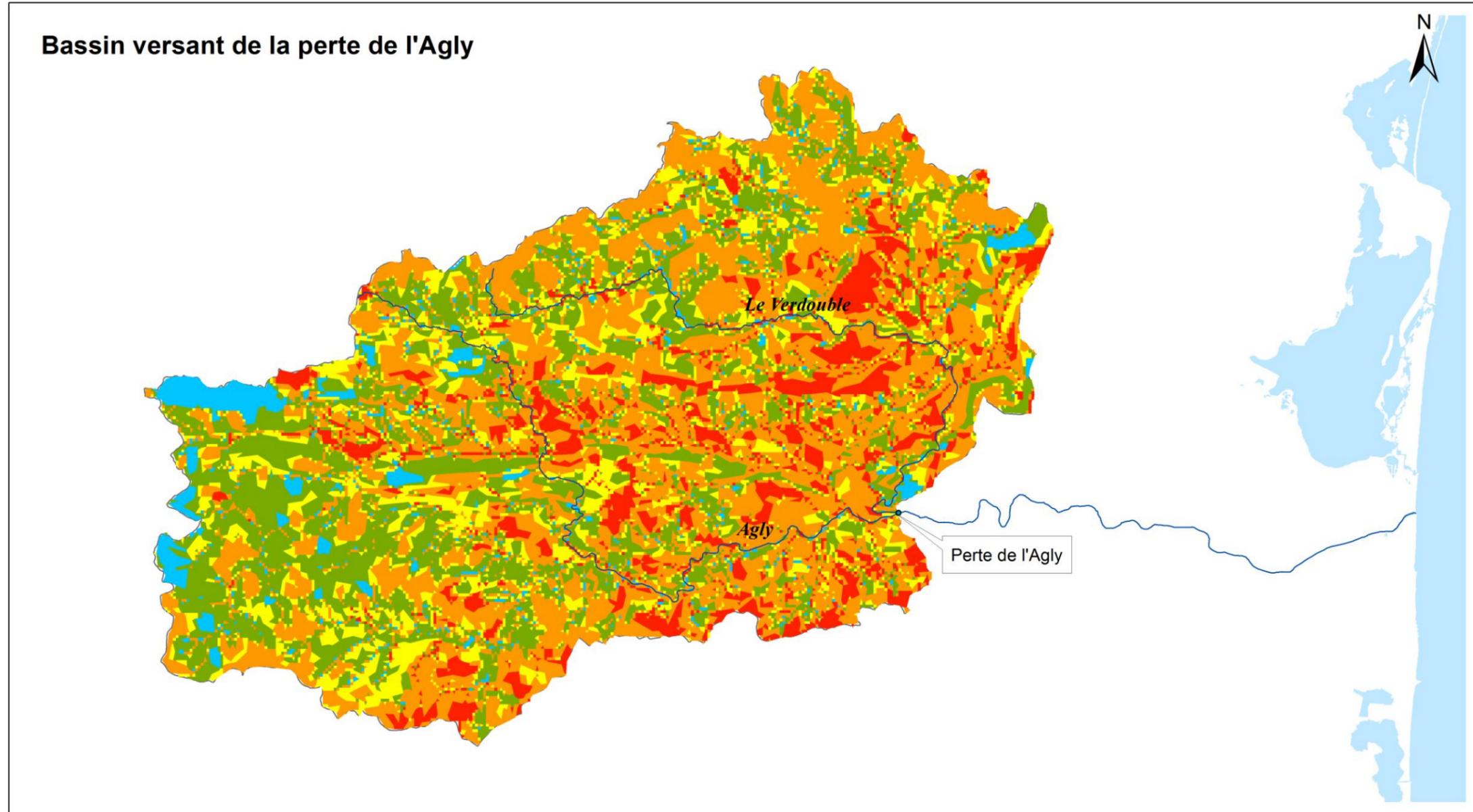


- Vulnérabilité**
- Très élevée
  - Elevée
  - Modérée
  - Faible
  - Très faible

**Carte de vulnérabilité suivant le critère Os :  
Occupation du sol**

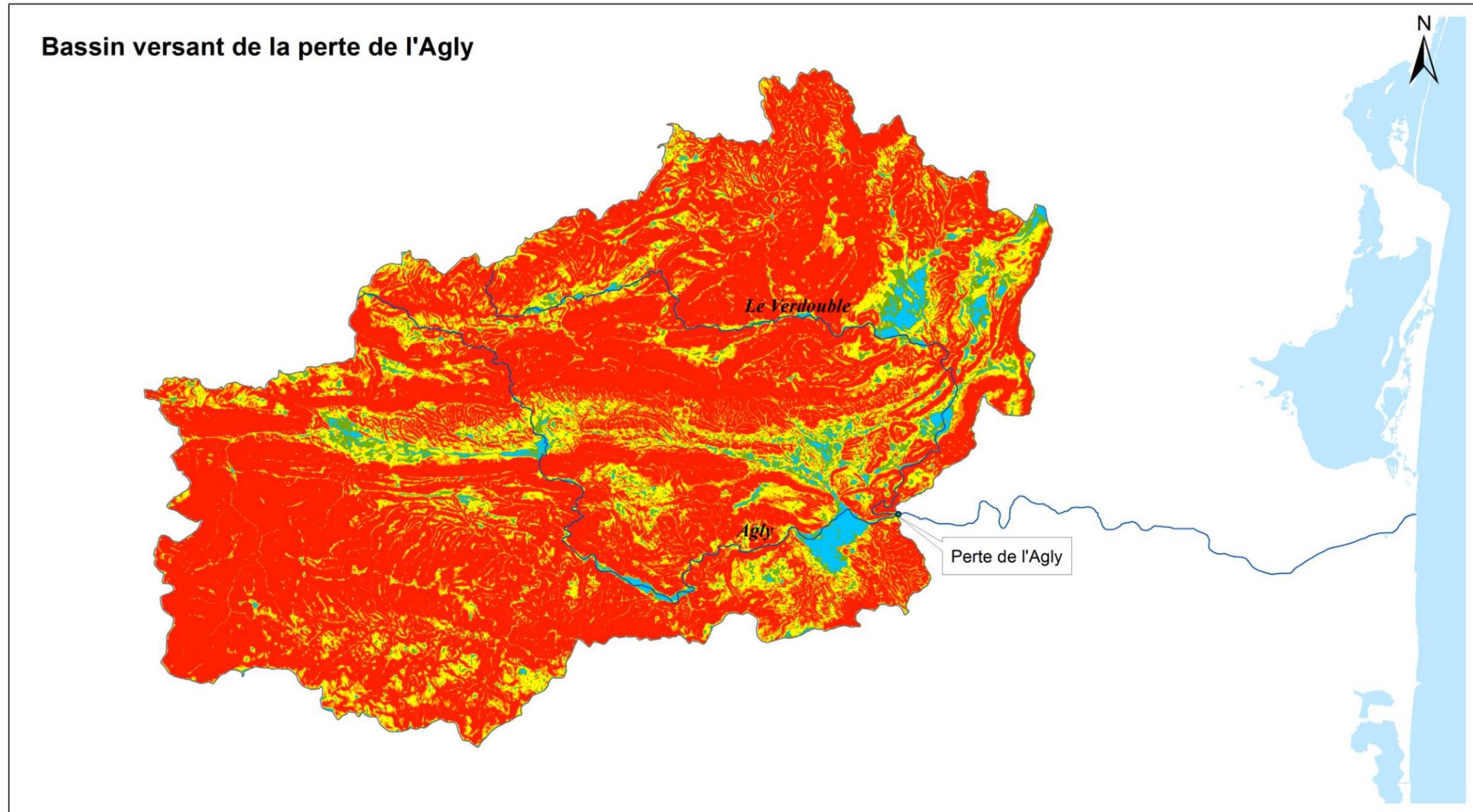
0 15 Kilometers





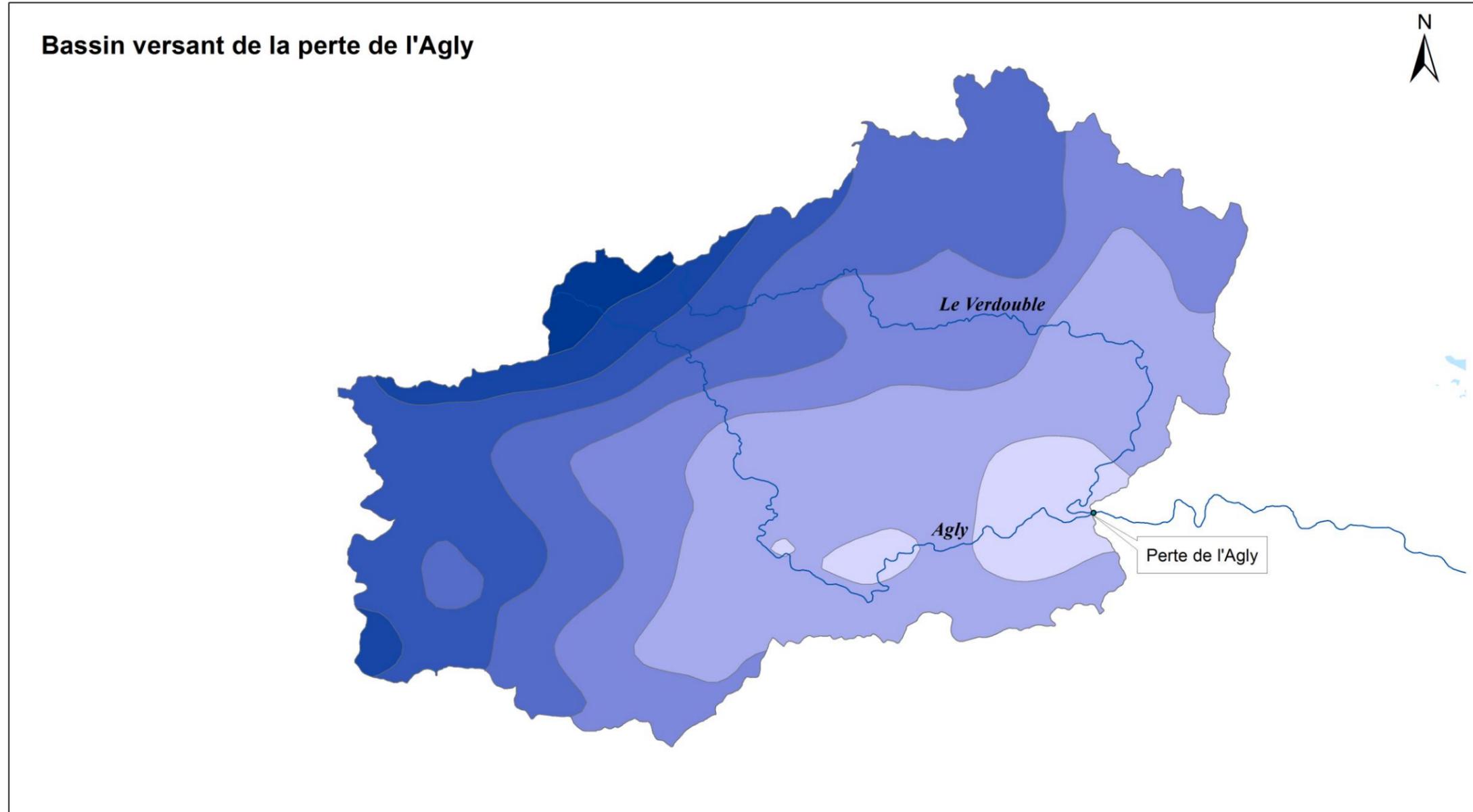
**Carte de vulnérabilité suivant le critère k :**  
**Fonctionnement hydrique du sol et du sous-sol**  
 **$k = 0,6 \text{ IDPR} + 0,4 \text{ Os}$**



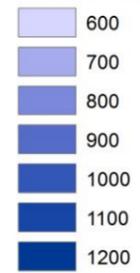


**Carte de vulnérabilité suivant le critère P :**  
**Pente = 0,8 intensité des pentes + 0,2 courbure des pentes**



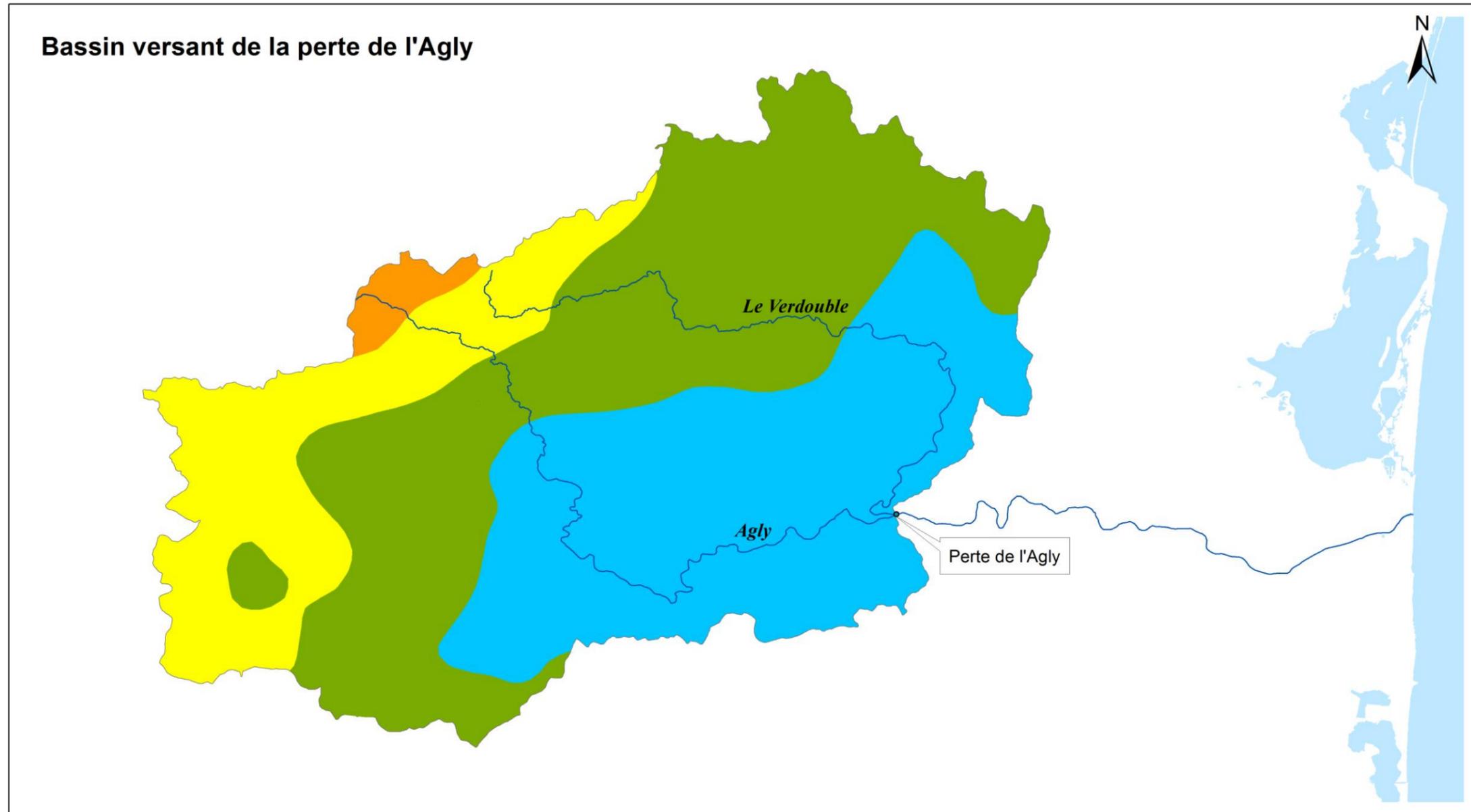


Hauteur de pluie (mm)



Hauteur de pluie annuelle moyenne (mm)





**Carte de vulnérabilité suivant le critère R :**  
**Erosivité des pluies**



---

ANTEA GROUP

**Agence de l'Eau**

Etude de l'aquifère jurassico-crétacé des Corbières Orientales  
Phase 2 - *Rapport 75140/A*

### **Rapport**

---

Titre : **Etude des zones de sauvegarde - Aquifère jurassico-crétacé des Corbières Orientales - Phase 2**

Numéro et indice de version : 75140/A

Date d'envoi : Juin 2014

Nombre de pages : 38

Diffusion (nombre et destinataires) : 9

Nombre d'annexes dans le texte : 2

Nombre d'annexes en volume séparé : /

*7 ex. client dont 1 reproductible*

*1 ex. ANTEA*

*1 ex. chef de projet*

### **Client**

---

Coordonnées complètes : **Agence de l'eau Rhône-Méditerranée & Corse**  
2-4, allée de Lodz  
69363 LYON CEDEX 07

Nom et fonction des interlocuteurs :

Evelyne LACOMBE - Chargée d'Etudes Eaux Souterraines

Laurent CADILHAC - Expert eaux souterraines

### **ANTEA Group**

---

Unité réalisatrice : Agence RHONE-ALPES

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

*Jérôme LACROIX*, interlocuteur commercial, responsable de projet et auteur

Secrétariat :

### **Qualité**

---

Contrôlé par : Christophe SUBIAS

Date : Juin 2014

N° du projet : LRO P 13 0095

Références et date de la commande :

**Mots-clés : Etude documentaire, hydrogéologie, nappe**