

ETUDE HYDROGÉOLOGIQUE DE DÉFINITION DE L'AIRE D'ALIMENTATION DES 8 CAPTAGES AEP DE LA VALLÉE DU RHÔNE - CANTON DE PÉLUSSIN

PHASE 3 : DÉFINITION DES ZONES
DE PLUS GRANDE VULNÉRABILITÉ



Ce dossier a été réalisé par : Sarah LEFEBVRE – Hydrogéologue, Chargée d'études

Sciences Environnement

Agence de Saint-Etienne

Pour le compte de : Communauté de Communes du Pilat Rhodanien.

SOMMAIRE

1 Note sommaire de présentation.....	9
2 Vulnérabilité du BAC.....	13
2.1 Choix de la méthode.....	14
2.2 Etude des différents paramètres.....	27
2.3 Conclusions sur la vulnérabilité.....	79
3 Analyses d'eau complémentaires.....	87
 ANNEXES.....	 89
Annexe 1 : Calcul de la Pluie Efficace.....	91
Annexe 2 : Sondages pédologiques.....	93
Annexe 3 : Carte de l'IDPR.....	95
Annexe 4 : Cartes de la conductivité électrique – CPGF Horizon.....	97
Annexe 5 : Carte forestière – Institut national de l'information géographique et forestière.....	99
Annexe 6 : Carte de l'occupation des sols – Corinne Land Cover.....	101

INDEX DES ILLUSTRATIONS

Figure 1: Plan de situation.....	11
Figure 2: Pluie efficace - P.....	29
Figure 3: Sol - S.....	33
Figure 4: Infiltration efficace - I.....	37
Figure 5: Epaisseur de la zone non saturée - H.....	41
Figure 6: Perméabilité de l'aquifère - K.....	45
Figure 7: Cartographie de la vulnérabilité intrinsèque sur les plaines alluviales.....	47
Figure 8: Proximité du réseau hydrographique.....	51
Figure 9: Nature de l'occupation du sol.....	53
Figure 10: Accessibilité du milieu aquatique - A.....	55
Figure 11: Sensibilité des sols à la battance.....	59
Figure 12: Capacité des sols à ruisseler en fonction du mode d'occupation du sol.....	61
Figure 13: Etat de la surface - E.....	63
Figure 14: Intensité de la pente - P.....	67
Figure 15: Substratum géologique.....	71
Figure 16: Sols.....	73
Figure 17: Substratum géologique et Sols - S.....	75
Figure 18: Cartographie de la vulnérabilité intrinsèque sur les coteaux magmatiques et métamorphiques	77
Figure 19: Cartographie de la vulnérabilité intrinsèque – Plaines Alluviales.....	81
Figure 20: Cartographie de la vulnérabilité intrinsèque – Coteaux Magmatiques et Métamorphiques.....	83

INDEX DES TABLES

Tableau 1: Indices de Vulnérabilité.....	15
Tableau 2: Indice P – Pluie efficace.....	16
Tableau 3: Nature du sol.....	16
Tableau 4: Indice S – Sol.....	17
Tableau 5: Indice S – Couverture protectrice.....	17
Tableau 6: Indice I – Infiltration efficace.....	18
Tableau 7: Indice H – Epaisseur de la zone non saturée.....	19
Tableau 8: Indice K – Perméabilité de l'aquifère.....	20
Tableau 9: Combinaison de deux facteurs.....	21
Tableau 10: Proximité du réseau hydrographique.....	22
Tableau 11: Nature de l'occupation du sol.....	22
Tableau 12: Indice 1 – Accessibilité du milieu aquatique.....	22
Tableau 13: Sensibilité des sols à la battance.....	23
Tableau 14: Capacité des sols à ruisseler en fonction du mode d'occupation du sol.....	23
Tableau 15: Indice 2 – Etat de la surface.....	23
Tableau 16: Indice 3 – Intensité de la pente.....	24
Tableau 17: Substratum géologique.....	24
Tableau 18: Nature du sol.....	25
Tableau 19: Sols.....	25
Tableau 20: Indice 4 – Substratum géologique et Sols.....	25

1 NOTE SOMMAIRE DE PRÉSENTATION

Les huit captages de la Vallée de Rhône / Canton de Pélussin (figure 1), exploités par le SI Rhône Pilat, le SI Fontaine de l'Oronge, le SI Bessey Roisey Mallevall, le SI Canton de Pélussin et la commune de Saint-Pierre-de-Boeuf, ont été classés comme prioritaires au titre du SDAGE Rhône Méditerranée pour le critère pesticides.

En effet, le dispositif réglementaire défini par la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006 a créé un nouvel outil de protection des ressources en eau utilisées pour l'alimentation en eau potable. Il permet la création de zones de protection des aires d'alimentation des captages, sur lesquelles doivent être mis en œuvre des programmes d'action visant à lutter contre les pollutions diffuses.

Le programme d'action visant à la délimitation des Bassins d'Alimentation des Captages (BAC) constitue en la réalisation d'une cartographie de vulnérabilité intrinsèque du BAC qui, croisée avec une cartographie des principales pressions polluantes, doit aboutir à la délimitation de zones à risques de pollutions diffuses.

Dès lors, la réalisation d'un diagnostic détaillé des pressions polluantes sur ces zones à risques doit permettre l'élaboration et la mise en œuvre d'un plan d'action de restauration de la qualité de la ressource en eau.

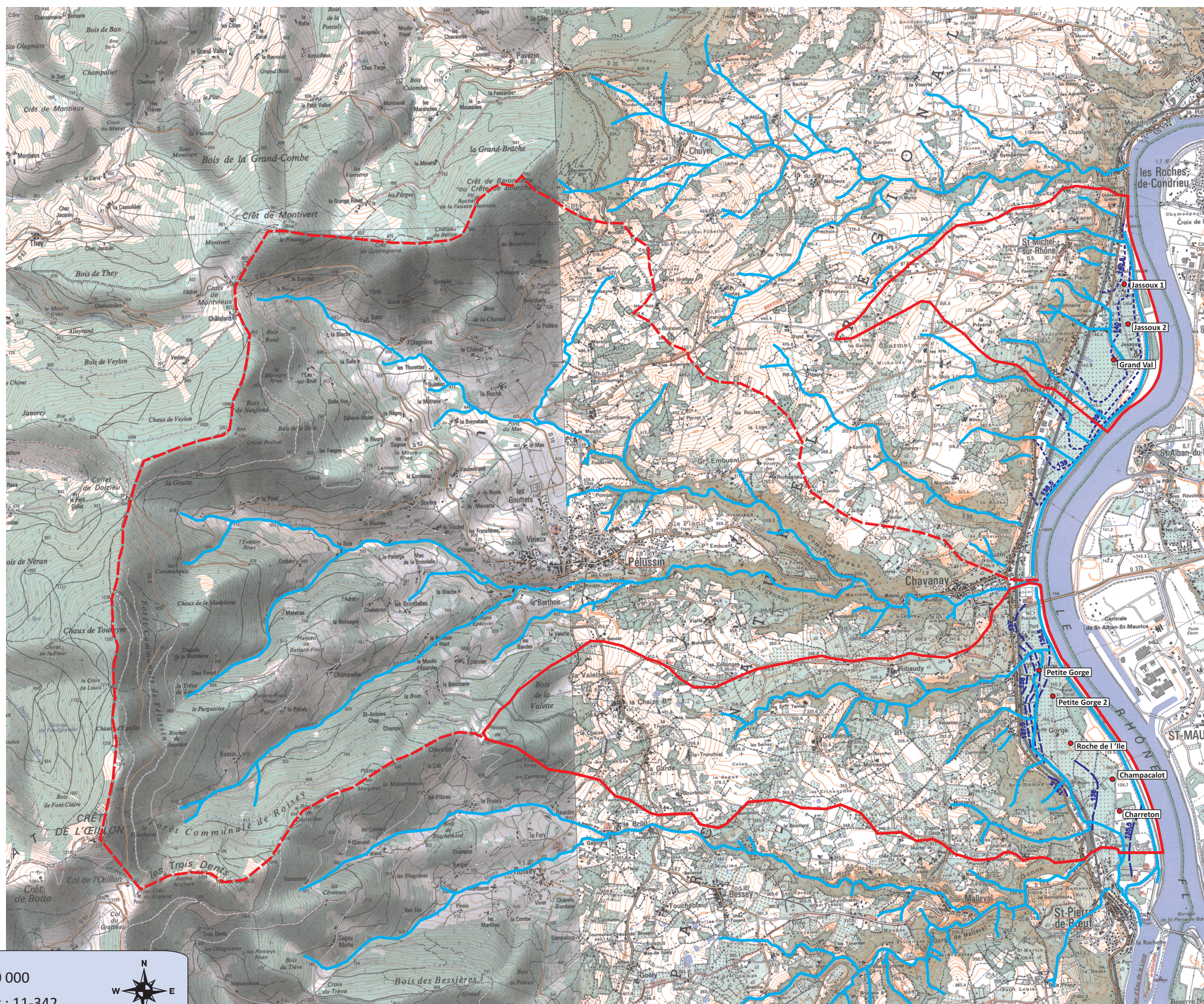
En effet, ces captages présentent des traces régulières de pesticides depuis plusieurs années.

Par ailleurs, le puits Jassoux 2 est, quant à lui, régulièrement impacté par des teneurs importantes en Piperonil butoxide.



Plan de situation

Figure 1



Échelle : 1 / 40 000
Réf. du dossier : 11-342



2 VULNÉRABILITÉ DU BAC

Dans le domaine de la qualité des eaux souterraines, la vulnérabilité d'un aquifère peut être définie, dans un sens large, comme sa plus ou moins grande capacité de défense face à un processus de contamination.

Il existe deux types particuliers de vulnérabilité, la vulnérabilité intrinsèque et la vulnérabilité spécifique.

La vulnérabilité intrinsèque est déterminée sans considération des attributs et du comportement de polluants particuliers alors que la vulnérabilité spécifique se réfère à un polluant particulier, une classe de contaminant ou une activité humaine particulière.

Dans notre cas, il s'agira donc d'une étude de la vulnérabilité intrinsèque, qui est le terme utilisé pour représenter les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques naturelles qui déterminent la sensibilité des eaux souterraines à la contamination par les activités humaines ou encore pour représenter les caractéristiques géologiques, hydrogéologiques, climatologiques et de végétation naturelles qui déterminent la sensibilité des eaux souterraines à la contamination par les activités humaines.

2.1 Choix de la méthode

Il existe différentes méthodes de réalisation de carte de vulnérabilité, celles-ci dépendent principalement des types d'aquifères rencontrés.

Dans le cadre de la réalisation de l'étude la vulnérabilité pour les Bassins d'Alimentation des Captages de la Vallée du Rhône – Canton de Pélussin, deux méthodes seront utilisées :

- Celle présentée dans le guide méthodologique du BRGM « Délimitation des bassins d'alimentation des captages et cartographie de leur vulnérabilité vis-à-vis des pollutions diffuses » de septembre 2007, s'adaptant particulièrement à la nappe se développant sur les plaines alluviales.
- Une combinaison de celle présentée dans le guide méthodologique du CEMAGREF « Délimitation des aires d'alimentation de captages en eaux de surface et caractérisation de leur vulnérabilité vis à vis des pollutions agricoles diffuses par les pesticides » version provisoire de 2011 avec la méthode SIRIS (Système d'Intégration des Risques par les Scores) fréquemment utilisée dans les études BAC dans les cas où entre en jeu le ruissellement, comme cela est le cas sur les coteaux alimentant les plaines alluviales.

2.1.1 *Plaines Alluviales*

Cette méthode permet d'évaluer la vulnérabilité intrinsèque en se basant sur plusieurs paramètres :

- Pluie efficace, P.
- Sol, S.
- Infiltration efficace, I.
- Epaisseur de la zone non saturée, H.
- Perméabilité de l'aquifère, K.

Chaque paramètre est cartographié avec un index. Un facteur de pondération est ensuite appliqué aux différents paramètres afin de relativiser leur importance respective en termes de vulnérabilité.

La formule de calcul utilisé est la suivante : **Vulnérabilité = 0,1 P + 0,25 S + 0,3 I + 0,2 H + 0,15 K**

Remarque : la formule utilisée a été modifiée de façon à donner une importance moindre au paramètre « Infiltration efficace », obtenu à partir de l'IDPR qui, dans le cas présent, est quelque peu faussé par l'anthropisation importante des plaines et leurs cours d'eau artificiels.

Nous avons donc ajusté la formule : **Vulnérabilité = 0,15 P + 0,3 S + 0,1 I + 0,25 H + 0,2 K**

La valeur finale de vulnérabilité varie entre 0 (vulnérabilité minimale) et 4 (vulnérabilité maximale).

Valeurs Indice	Classe	Vulnérabilité
3,2 – 4	4	Très élevée
2,4 – 3,19	3	Élevée
1,6 – 2,39	2	Modérée
0,8 – 1,59	1	Faible
0 – 0,79	0	Très faible

Tableau 1: Indices de Vulnérabilité

• Pluie efficace, P

Ce paramètre est à élaborer à partir de la pluviométrie, de l'évapotranspiration (ETP) et de la réserve utile (RU) des sols.

Sa discrétisation à l'échelle d'un bassin d'alimentation de quelques km² paraît difficile à réaliser, notamment du point de vue de l'ETP et probablement aussi de la pluviométrie.

L'existence d'une cartographie de la RU des sols semble être le facteur permettant le cas échéant de présenter des variations de la pluie efficace.

En l'absence d'éléments permettant une discrétisation de la pluie efficace, on pourra considérer sa valeur constante sur l'ensemble de la zone et la calculer à partir des données disponibles aux stations Météo France les plus représentatives du secteur.

Valeurs de l'indice	Pluies efficaces P (mm)
4	> 300
3	200 - 300
2	100 - 200
1	50 - 100
0	< 50

Tableau 2: Indice P – Pluie efficace

• Sol, S

Ce paramètre prend en compte la couverture pédologique et son comportement hydrodynamique.

La classification repose d'une part sur la distinction entre un sol sur roche saine ou un sol sur horizon géologique protecteur et sur la texture et le pourcentage de cailloux, sa nature ainsi que son épaisseur.

		Texture		
		Argile	Limon	Sable
% cailloux	0-15 %	1	1	2
	15-60 %	1	2	3
	> 60 %	2	3	3

Tableau 3: Nature du sol

		Nature du sol			
		inconnue	1	2	3
Épaisseur	> 100 cm	S1	S1	S2	S3
	20-100 cm	S2	S2	S3	S4
	0-20 cm	S3	S3	S4	S4
	nulle	S4	S4	S4	S4

Tableau 4: Indice S – Sol

Caractéristiques				Caractéristiques				Indice
Sol sur matrice nue ou avec un horizon géologique faiblement protecteur (éboulis, alluvions)				Sol sur horizon géologique important de faible conductivité hydraulique (argiles, argiles marneuses, conglomérats et brêches massifs)				
Nature de sol inconnue	Nature de sol connue			Nature de sol inconnue	Nature de sol connue			
	1	2	3		1	2	3	
	-	-	-	Couverture protectrice > 5 m (avec sol ou non)				S0
Épaisseur >100 cm	Épaisseur >100 cm	-	-	Couverture protectrice 1 à 5 m ou > 1 m avec un sol de texture inconnue ou de type 1 > 20 cm				S1
Épaisseur 20-100 cm	Épaisseur 20-100 cm	Épaisseur >100 cm	-	Épaisseur 0-20 cm	Épaisseur 0-20 cm	Épaisseur 20-100 cm	-	S2
Épaisseur 0-20 cm	Épaisseur 0-20 cm	Épaisseur 20-100 cm	Épaisseur >100 cm	Absence totale de sol	Absence totale de sol	Épaisseur 20-100 cm	Épaisseur 0-100 cm	S3
Absence totale de sol	Absence totale de sol	Épaisseur 0-20 cm	Épaisseur 0-100 cm	-	-	-	-	S4

Tableau 5: Indice S – Couverture protectrice

• Infiltration efficace, I

L'Indice de Développement et de Persistance des Réseaux (IDPR) permet de rendre compte de façon indirecte de la capacité intrinsèque des formations géologiques présentes en surface ou en sub-surface à laisser infiltrer ou ruisseler les eaux de pluie.

L'indice est constitué par comparaison du réseau hydrographique existant avec un réseau hydrographique reconstitué à partir des pentes. Il inclut donc l'impact de la topographie dans la partition de la pluie efficace.

Valeurs de l'indice	IDPR
4	0 - 400
3	400 - 800
2	800 - 1200
1	1200 - 1600
0	1600 - 2000

Tableau 6: Indice I – Infiltration efficace

• Epaisseur de la zone non saturée, H

Dans un milieu continu ou assimilé continu, la vulnérabilité de l'aquifère diminue avec la profondeur à laquelle il se trouve.

L'épaisseur de la zone non saturée est calculée comme étant la distance entre la surface du sol et le niveau de la nappe pour un aquifère libre. Dans un aquifère captif, c'est la distance entre la surface et le toit de l'aquifère qui est à considérer.

En présence de plusieurs cartes piézométriques, on utilisera de préférence les cartes de « hautes eaux » qui fourniront la vision la plus pessimiste du degré de protection de l'aquifère du point de vue de ce paramètre.

Valeurs de l'indice	Epaisseur ZNS H (m)
4	< 2
3	2 - 5
2	5 – 20
1	20 - 50
0	> 50

Tableau 7: Indice H – Epaisseur de la zone non saturée

• Perméabilité de l'aquifère, K

Ce paramètre prend en compte la capacité de l'aquifère à laisser circuler l'eau. Ce paramètre est intégré dans la mesure où l'enjeu considéré est la qualité de l'eau pompée au niveau de l'ouvrage.

De fait, cela suppose un écoulement dans l'aquifère.

En l'absence de valeurs de perméabilités disponibles sur la zone d'étude, celles-ci pourront être évaluées à partir de gammes théoriques proposées dans des ouvrages généralistes d'hydrogéologie. L'objectif consiste avant tout à mettre en évidence des zones plus perméables que d'autres : on est essentiellement sur une approche relative.

Les valeurs de perméabilité à privilégier sont celles issues des essais de pompage. Les perméabilités issues d'un modèle hydrodynamique sont à manier avec précaution car elles sont souvent utilisées comme paramètre de calage du modèle.

Valeurs de l'indice	Perméabilité K (m/s)
4	$> 10^{-3}$
3	$10^{-4} - 10^{-3}$
2	$10^{-5} - 10^{-4}$
1	$10^{-7} - 10^{-5}$
0	$< 10^{-7}$

Tableau 8: Indice K – Perméabilité de l'aquifère

2.1.2 Coteaux magmatiques et métamorphiques

Cette combinaison de méthodes permet d'évaluer la vulnérabilité intrinsèque en se basant sur plusieurs facteurs :

- Accessibilité du milieu aquatique, 1.
- Etat de la surface, 2.
- Intensité de la pente, 3.
- Substratum géologique et Sols, 4.

Des classes sont définies pour chaque facteur. Ces classes, définies sur 2, 3 ou 4 niveaux, sont notées :

o : non défavorable.

m : moyennement défavorable.

d : défavorable.

D : très défavorable.

Il sera possible de combiner deux facteurs de même nature ou de même effet.

		Facteur 1			
		o	m	d	D
Facteur 2	o	o	m	d	D
	d	d	md	2d	dD

Tableau 9: Combinaison de deux facteurs

Avec par ordre croissant de pénalisation : $o < m < d < D < md < 2d < dD$.

Cette méthode permet par la suite d'associer les différents facteurs, sans pondération.

Les résultats de cette cartographie sont ensuite classés en façon à pouvoir être comparés avec la première méthode de cartographie de la vulnérabilité intrinsèque, sur les plaines alluviales.

Ainsi, les valeurs vulnérabilité varieront entre 0 (vulnérabilité minimale) et 4 (vulnérabilité maximale).

• Accessibilité du milieu aquatique

La contamination des eaux de surface par les pesticides est très dépendante de la distance séparant le lieu d'application du ruisseau collecteur.

Cette classe combine deux critères « proximité du réseau hydrographique » et « existence d'une zone boisée ».

Ce dernier critère étant introduit afin de pondérer la proximité du milieu aquatique par l'effet tampon et parfois l'effet de phytoremédiation de la zone boisée.

Indice	Proximité du réseau hydrographique (m)
D	< 50
d	50 - 100
m	100 - 200
o	> 200

Tableau 10: Proximité du réseau hydrographique

Indice	Nature de l'occupation du sol
d	non boisée
o	boisée

Tableau 11: Nature de l'occupation du sol

Combinaison des modalités :

		Proximité du réseau hydrographique			
		o	m	d	D
Nature de l'occupation du sol	o	o	m	d	D
	d	d	md	2d	dD

Tableau 12: Indice 1 – Accessibilité du milieu aquatique

• Etat de la surface

Il s'agit de l'état de surface et de son aptitude à laisser ruisseler l'eau en surface.

L'évaluation de la sensibilité de la surface au ruissellement intègre deux critères : la sensibilité des sols au phénomène de battance et la traduction de l'occupation des sols en termes de coefficient de ruissellement.

Indice	IB
d	> 1,3 ou « zone de non sol »
m	1 – 1,3
o	< 1

Tableau 13: Sensibilité des sols à la battance

Indice	Cr
D	> 0,5
d	0,3 – 0,5
m	0,1 – 0,3
o	< 0,1

Tableau 14: Capacité des sols à ruisseler en fonction du mode d'occupation du sol

Combinaison des modalités :

		Capacité des sols à ruisseler en fonction du mode d'occupation du sol			
		o	m	d	D
Sensibilité des sols à la battance	o	o	m	d	D
	m	m	d	md	mD
	d	d	md	2d	dD

Tableau 15: Indice 2 – Etat de la surface

• Intensité de la pente

L'intensité des pentes influence directement les écoulements superficiels.

Une pente abrupte favorise et accélère les écoulements superficiels et les phénomènes de ruissellement, tandis qu'une pente douce ou nulle donne à l'eau le temps d s'infiltrer entièrement ou pour partie dans les sols.

Indice	Intensité de la pente (°)
D	> 7
d	3 - 7
m	1,5 - 3
o	< 1,5

Tableau 16: Indice 3 – Intensité de la pente

• Substratum géologique et Sols

La nature du substratum géologique ainsi que les paramètres pédologiques des sols vont influencés l'infiltration et le ruissellement des eaux.

Indice	Substratum géologique
D	substratum schisteux
d	substratum granitique
m	substratum sédimentaire (hors alluvions)
o	alluvions

Tableau 17: Substratum géologique

		Texture		
		Argile	Limon	Sable
% cailloux	0-15 %	1	1	2
	15-60 %	1	2	3
	> 60 %	2	3	3

Tableau 18: Nature du sol

		Nature du sol			
		inconnue	1	2	3
Épaisseur	> 100 cm	o	o	m	d
	20-100 cm	m	m	d	D
	0-20 cm	d	d	D	D
	nulle	D	D	D	D

Tableau 19: Sols

Combinaison des modalités :

		Substratum géologique			
		o	m	d	D
Sols	o	o	m	d	D
	m	m	d	md	mD
	d	d	md	2d	dD
	D	D	mD	dD	2D

Tableau 20: Indice 4 – Substratum géologique et Sols

2.2 Etude des différents paramètres

2.2.1 *Plaines Alluviales*

- **Pluie efficace, P**

La recharge de l'aquifère dépend des conditions météorologiques, et plus particulièrement des précipitations et de l'évapotranspiration.

La recharge correspond aux pluies efficaces, et donc à la différence entre ces deux paramètres. La définition hydrologique précise qu'il s'agit de la fraction des précipitations génératrice d'écoulement, immédiat ou différé, superficiel ou souterrain. De ce point de vue, les précipitations efficaces incluent le ruissellement et l'infiltration contribuant à la recharge de l'aquifère.

A l'échelle de ce secteur, la recharge de l'aquifère varie évidemment selon les saisons, mais est identique sur toute la zone.

Les calculs ont été effectués à partir des données météorologiques des 5 dernières années (2007 à 2011) à la station Météo France de Bessey. La pluie efficace calculée est de 195,7 mm/an en moyenne, soit un indice de 2 (figure 2).

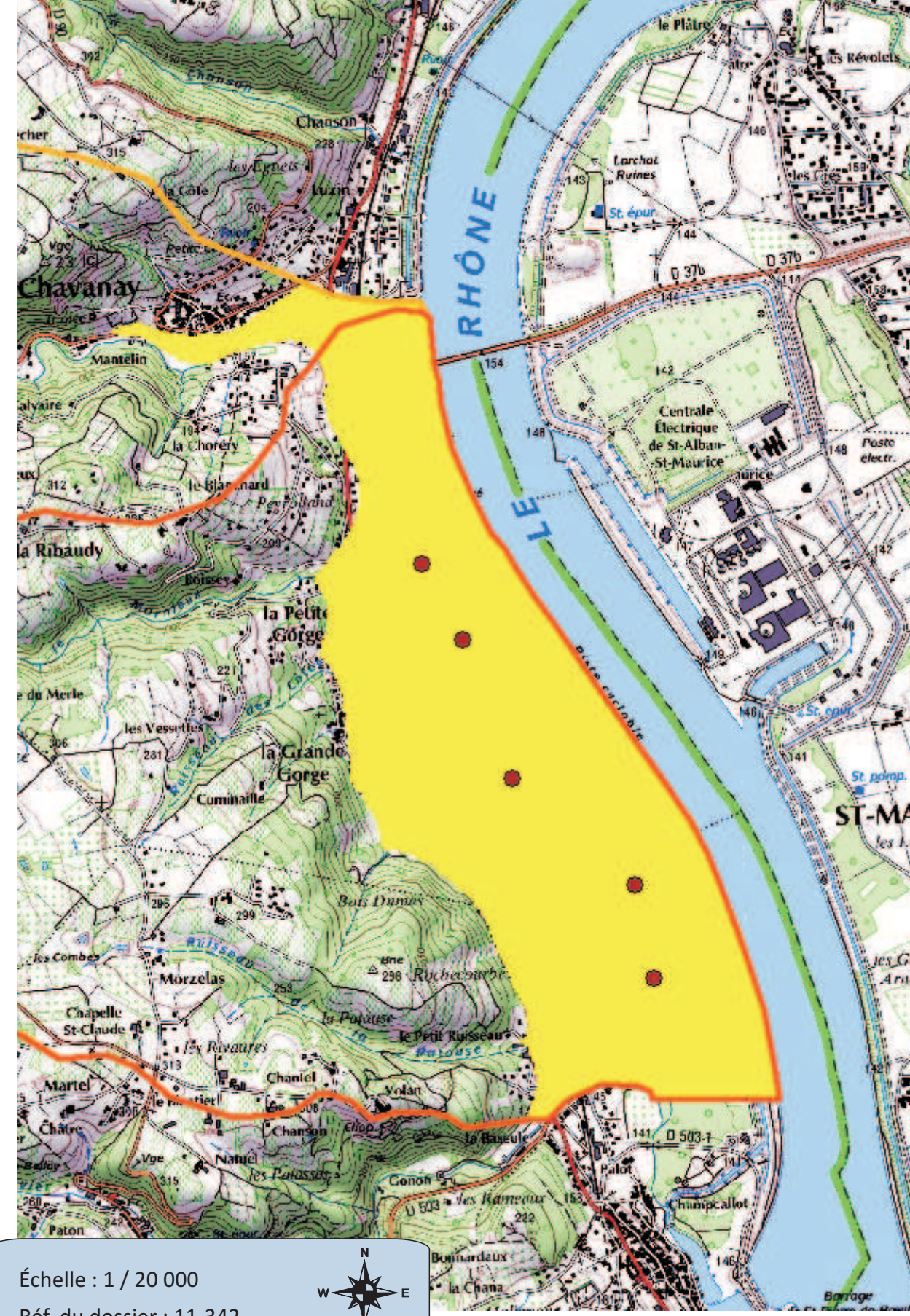
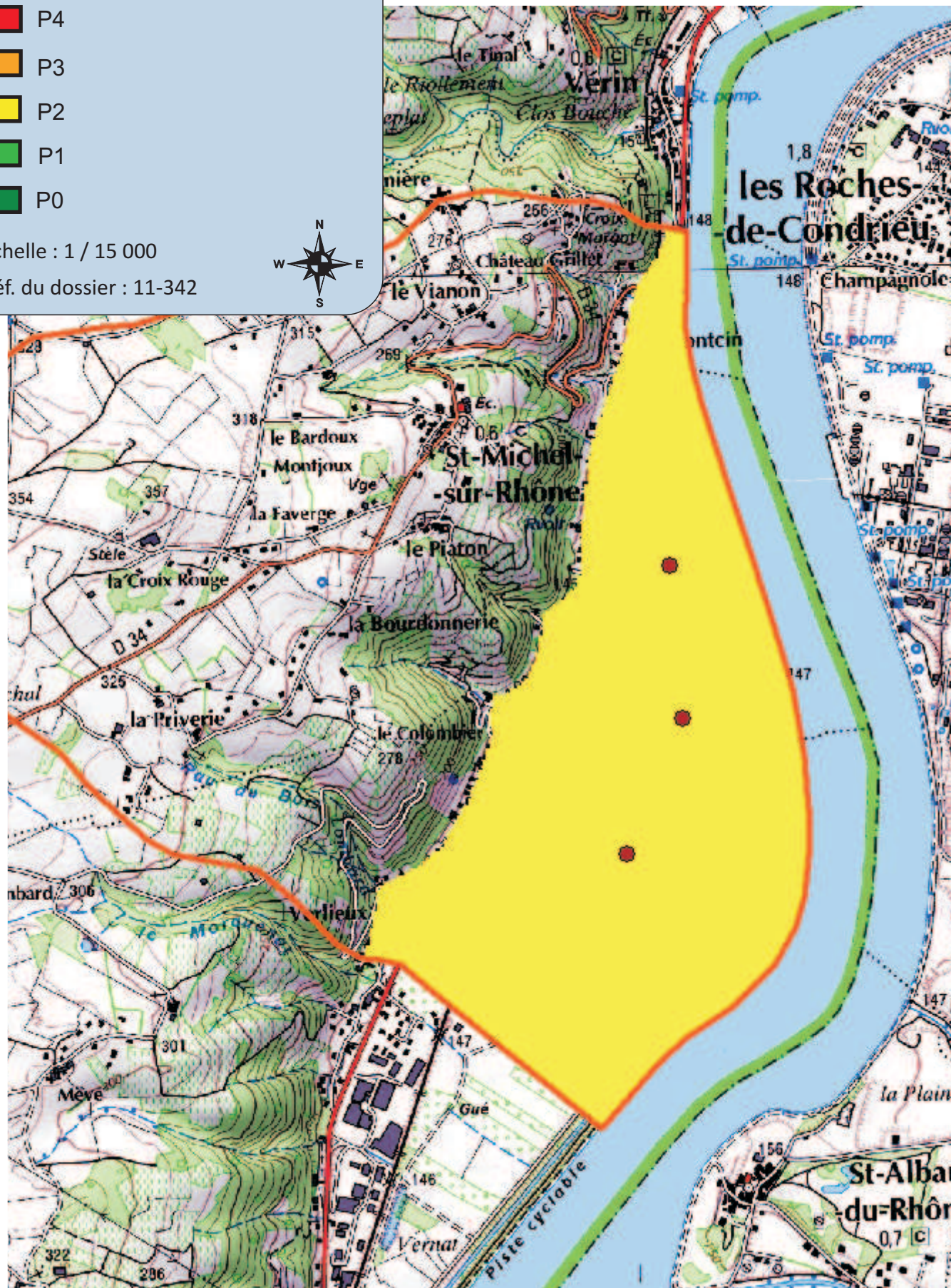


LEGENDE

- P4
- P3
- P2
- P1
- P0

Échelle : 1 / 15 000

Réf. du dossier : 11-342



Échelle : 1 / 20 000

Réf. du dossier : 11-342



• Sol, S

Ce paramètre permet d'inclure dans les calculs la nature de la couverture, qui est plus ou moins perméable à une pollution suivant les secteurs.

La carte pédologique du secteur a été reprise sur le site SIRA (Sol Info Rhône-Alpes) et complétée par des relevés pédologiques réalisés à la tarière à main et des informations pédologiques obtenues via le SIPANC du Plateau Pelussinois.

Ces informations ont ensuite été reclassées afin de définir les différents indices tels que décrit dans le précédent chapitre.

Ces éléments nous permettent de définir un indice de 3 sur la majorité des deux BACs avec quelles variations supplémentaires sur la plaine Sud (figure 3).

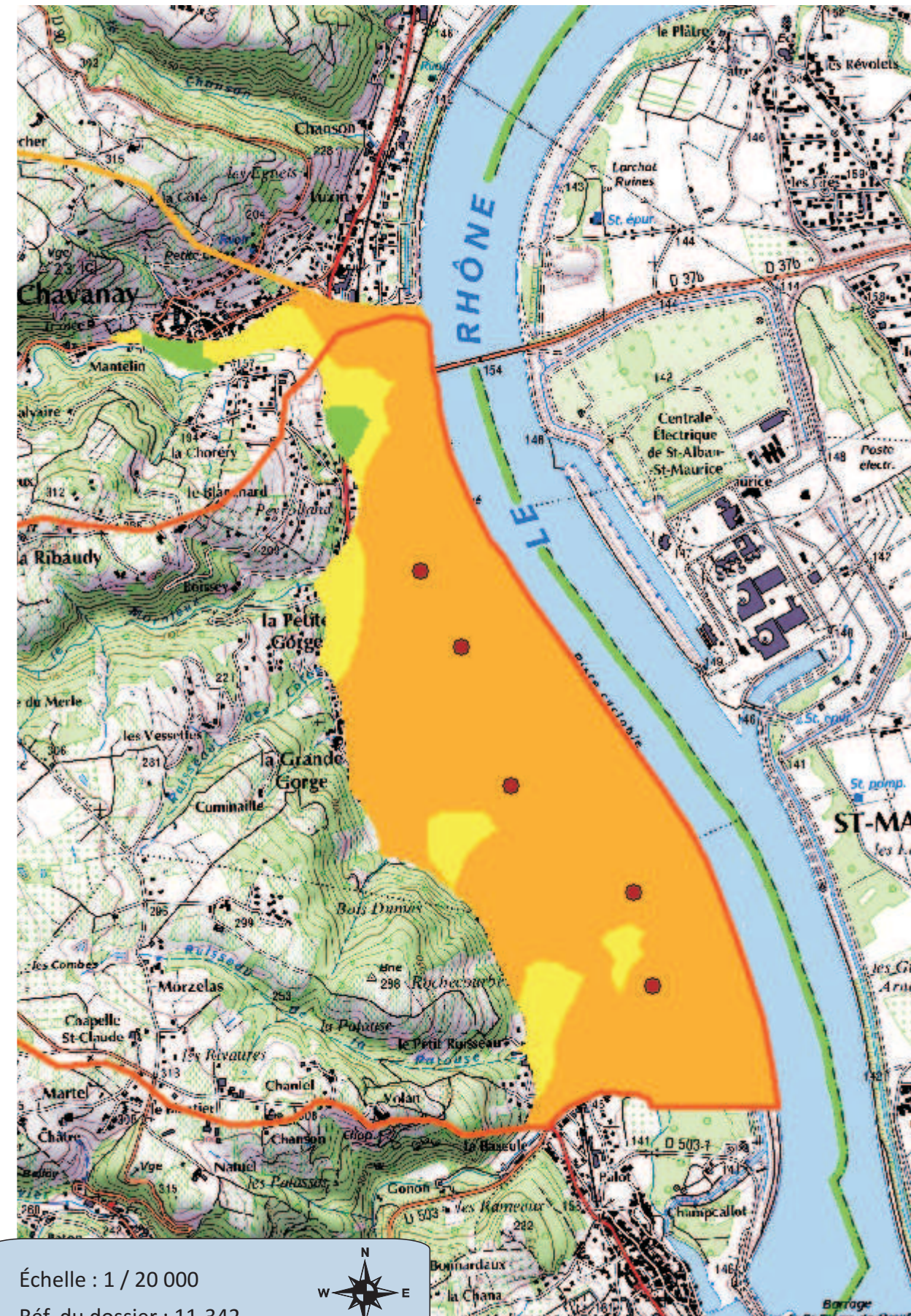
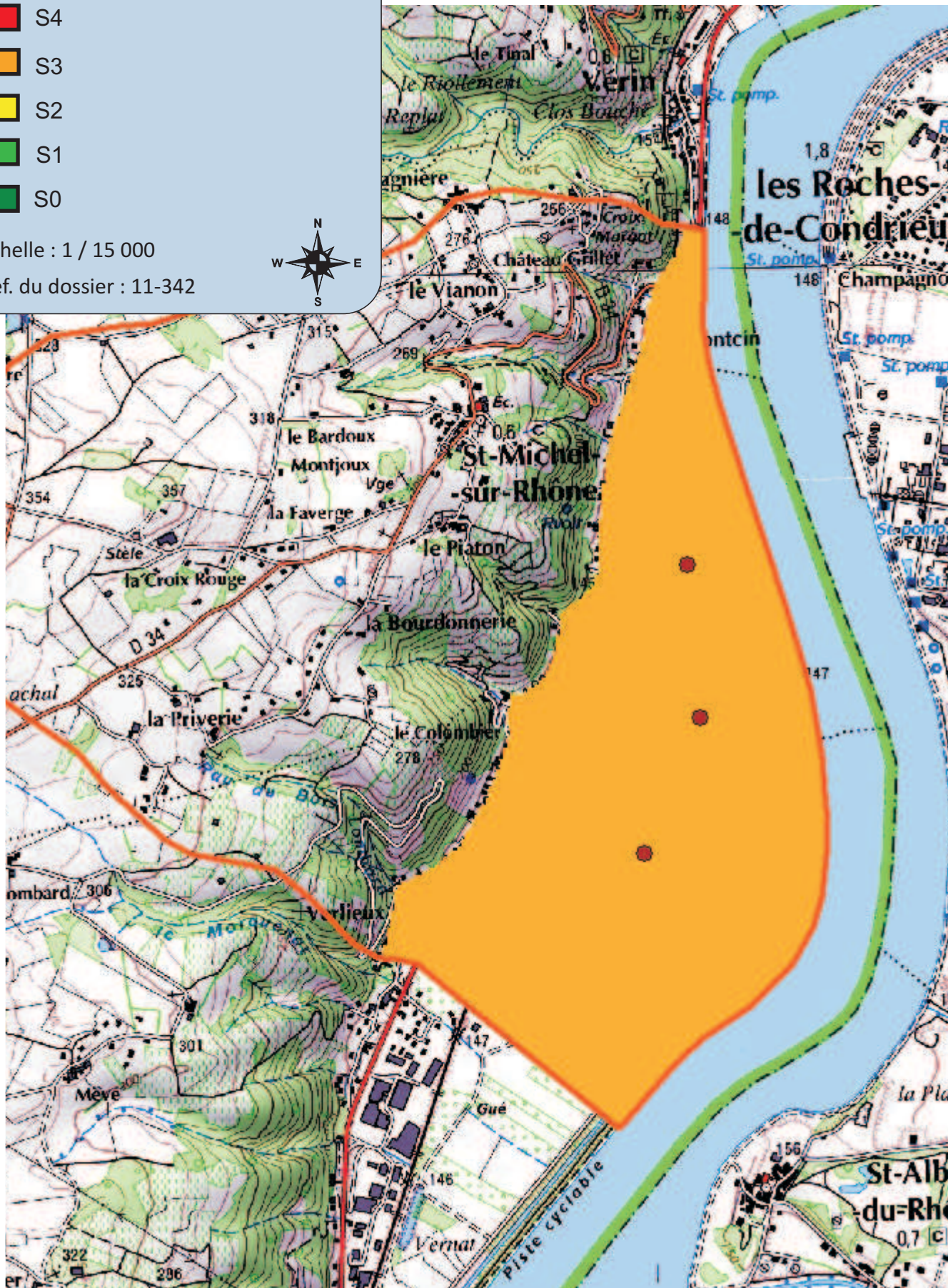


LEGENDE

- S4
- S3
- S2
- S1
- S0

Échelle : 1 / 15 000

Réf. du dossier : 11-342



Échelle : 1 / 20 000

Réf. du dossier : 11-342



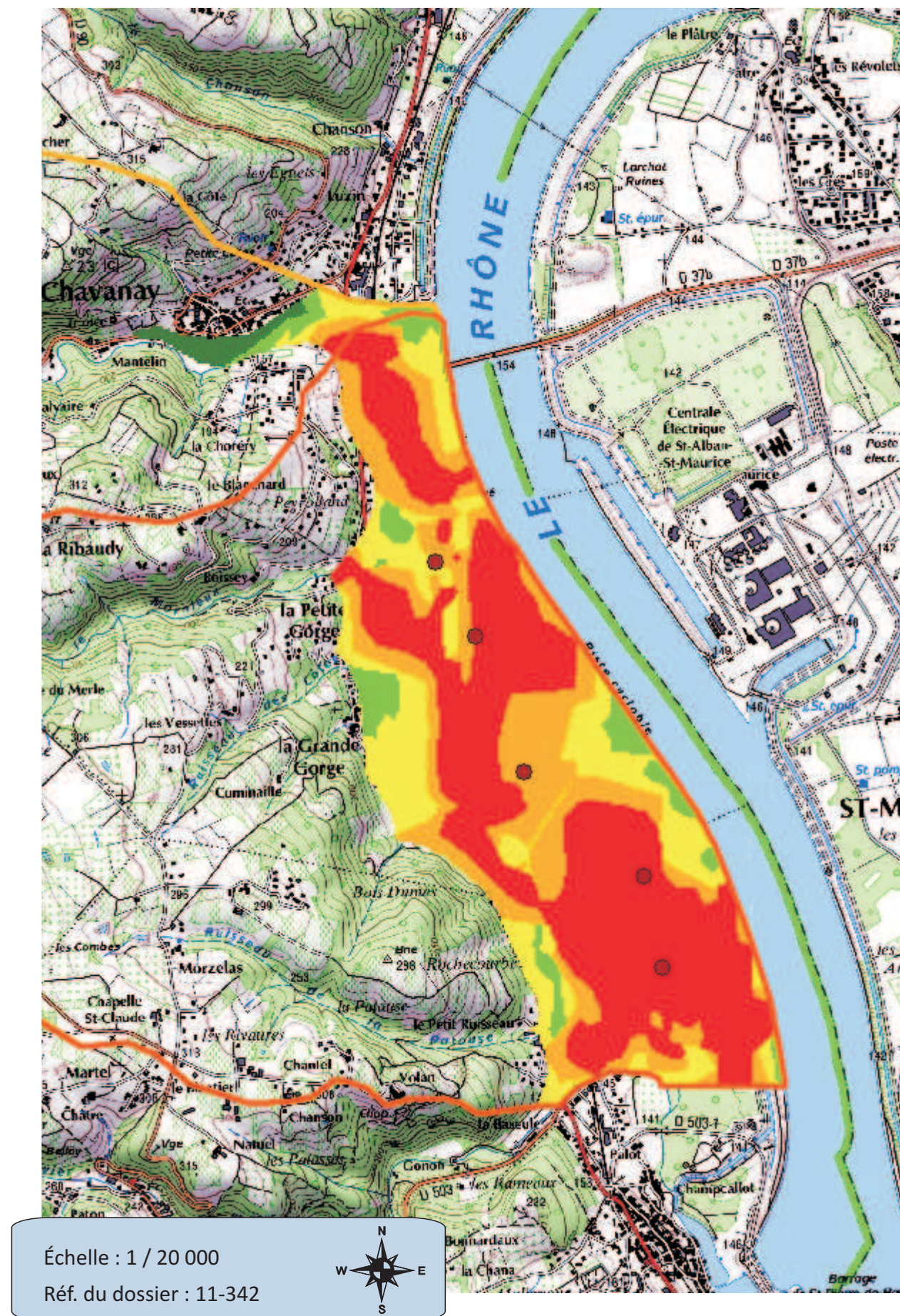
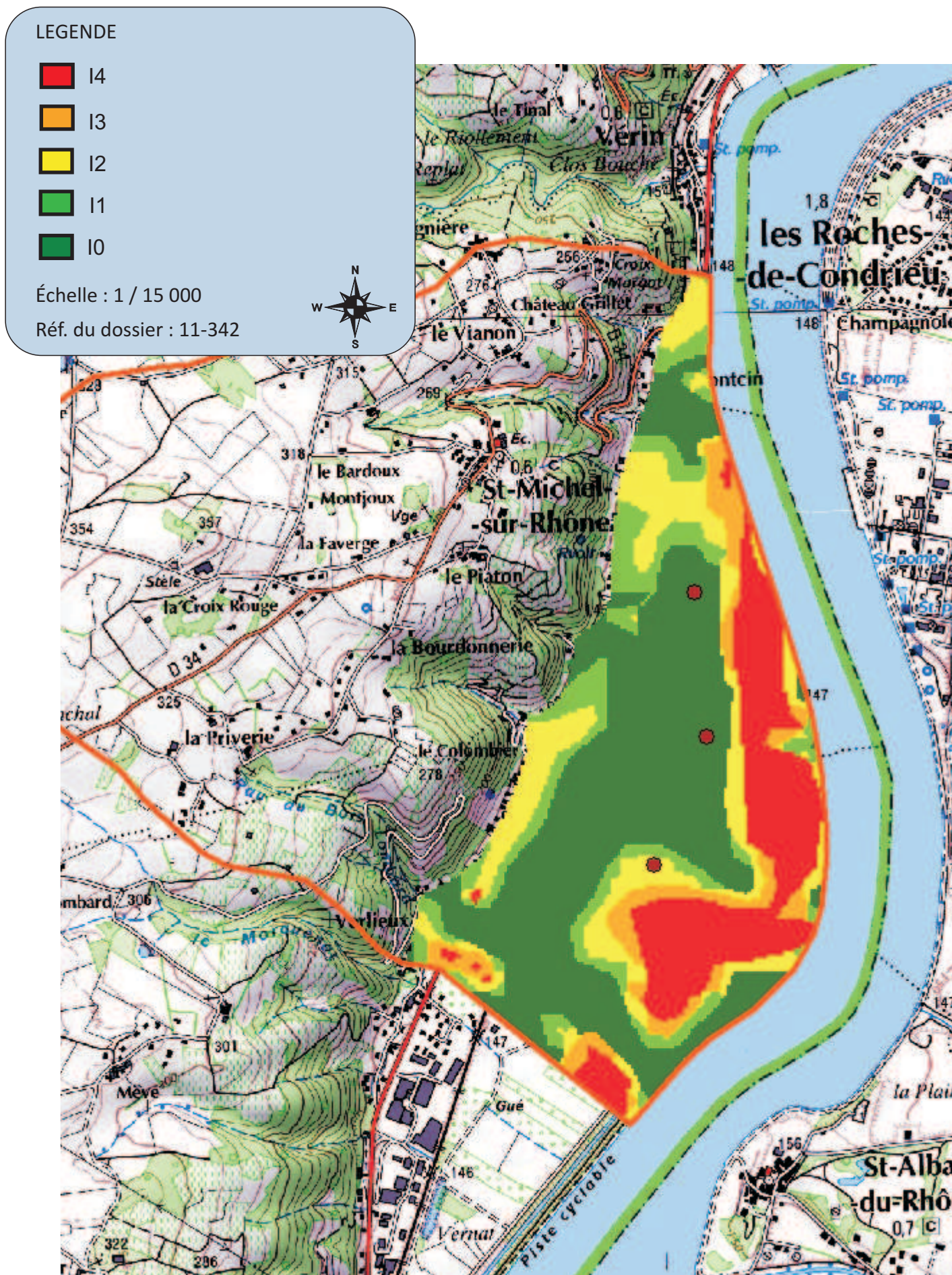
- **Infiltration efficace, I**

L'IDPR (Indice de Développement et de Persistance des Réseaux) a été repris à partir du site du BRGM Infoterre.

Les cinq classes ont ainsi été cartographiées (figure 4).

Globalement, la plaine Sud semble plus sensible à ce critère.

Rappel : la formule utilisée pour le calcul de la vulnérabilité intrinsèque a été modifiée de façon à donner une importance moindre à ce paramètre qui, dans le cas présent, est quelque peu faussé par l'anthropisation importante des plaines et leurs cours d'eau artificiels.



• **Epaisseur de la zone non saturée, H**

Pour ce paramètre, plus la profondeur de la nappe par rapport au niveau du sol est faible, plus l'indice est élevé et donc plus la vulnérabilité face aux pollutions est élevée.

Les données piézométriques ont été reprises dans la bibliographie.

Elles sont ensuite été soustraites au MNT topographique afin d'obtenir l'épaisseur de la zone non saturée.

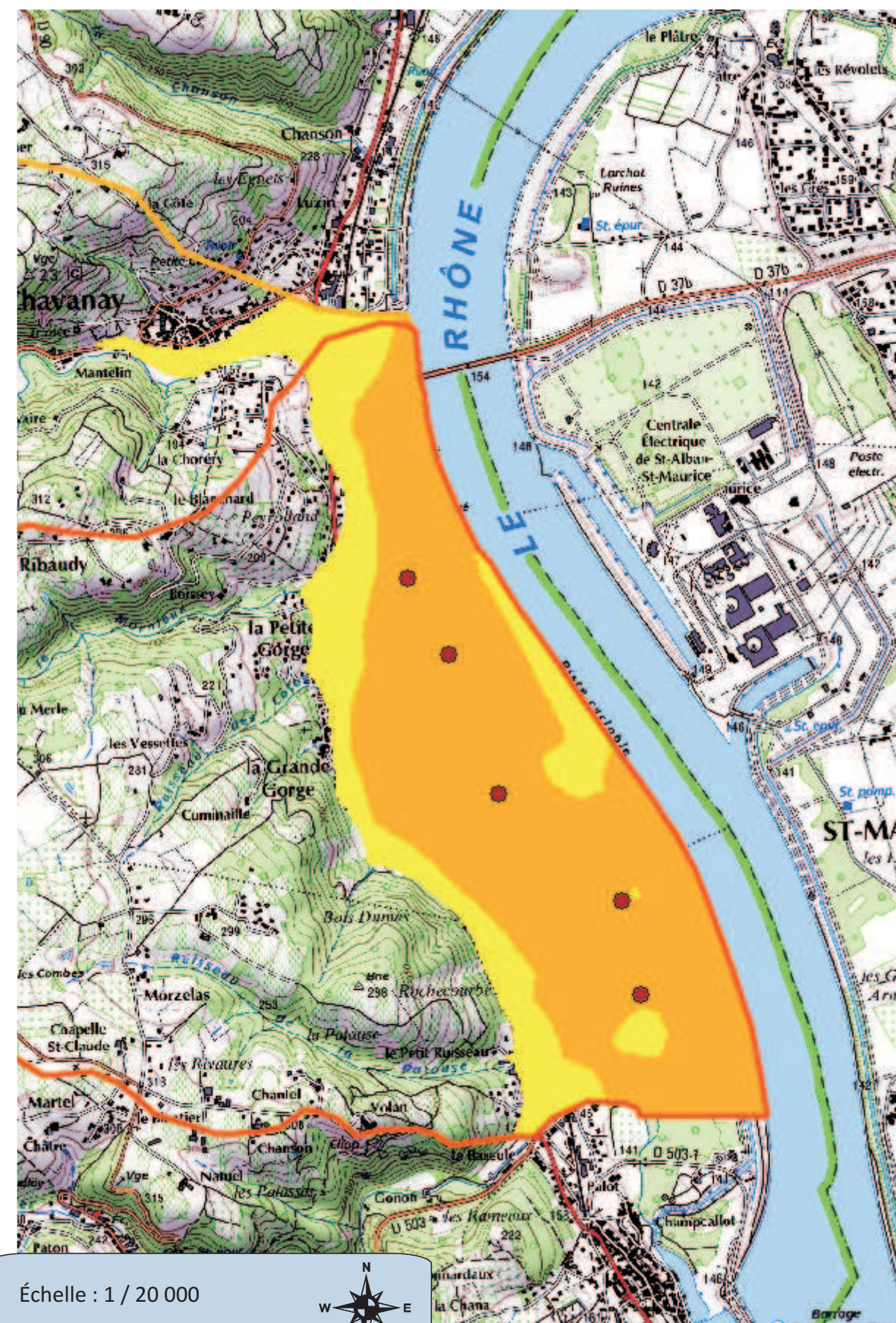
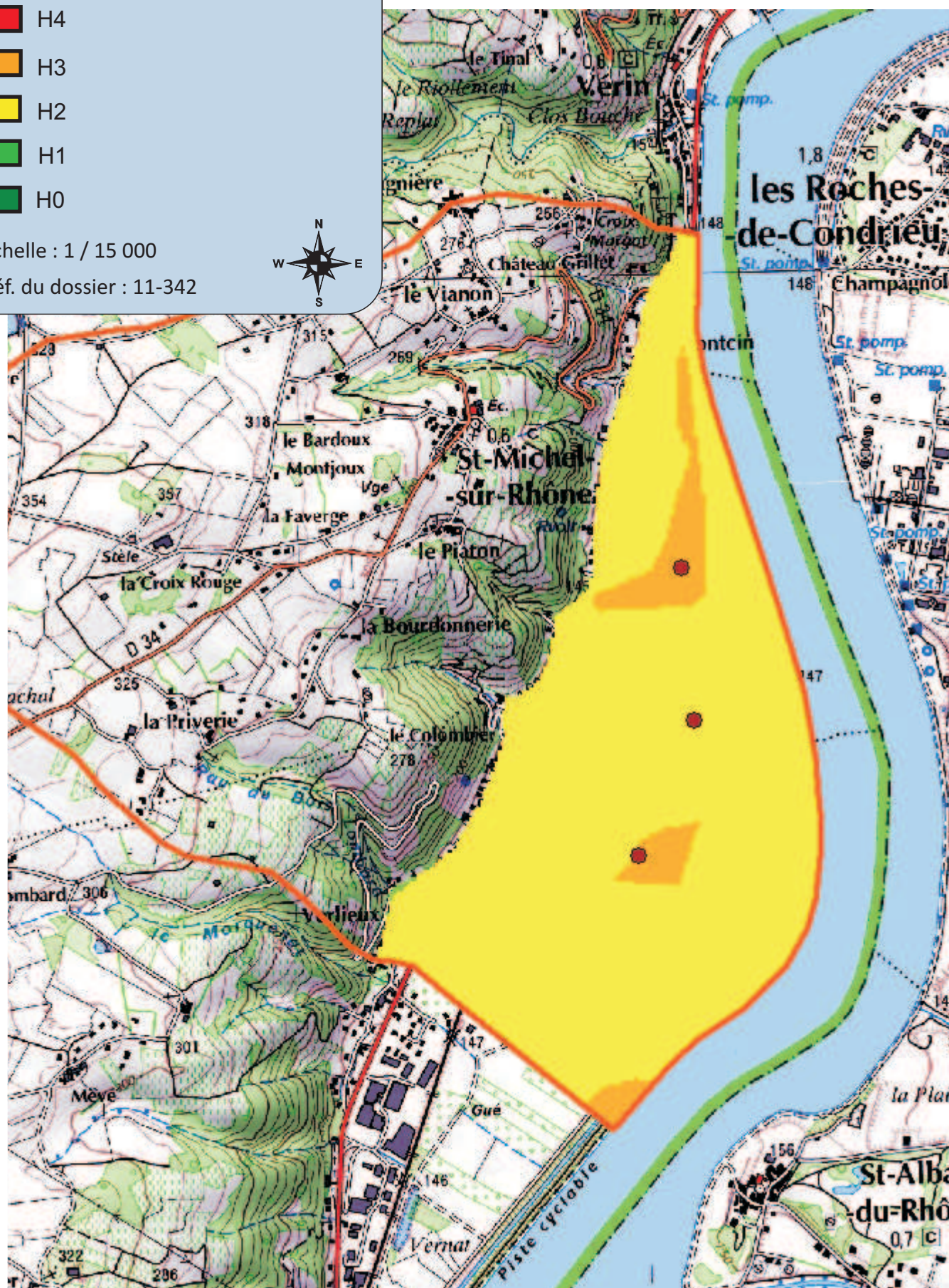
Seules deux des cinq classes sont ainsi représentées, indices 2 et 3 (figure 5).

LEGENDE

- H4
- H3
- H2
- H1
- H0

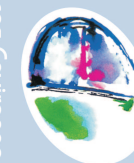
Échelle : 1 / 15 000

Réf. du dossier : 11-342



Échelle : 1 / 20 000

Réf. du dossier : 11-342



• Perméabilité de l'aquifère, K

Ce paramètre est fonction du contexte géologique.

Le milieu aquifère du secteur est principalement constitué de sable mais existent aussi des zones avec plus de graviers ou plus limoneuses et argileuses.

La cartographie de la perméabilité a été réalisée à partir des données de CPGF Horizon (figure 6).

Les conductivités électriques, obtenues via EM31 sur la majeure partie de la plaine, nous donnent des informations sur les matériaux constituant l'aquifère. Les zones les plus graveleuses ont été cartographiées : 4, sableuses : 3, limoneuses : 1, argileuses : 0, tout en laissant une majeure partie, sablo-argileuse, cartographiée : 2.

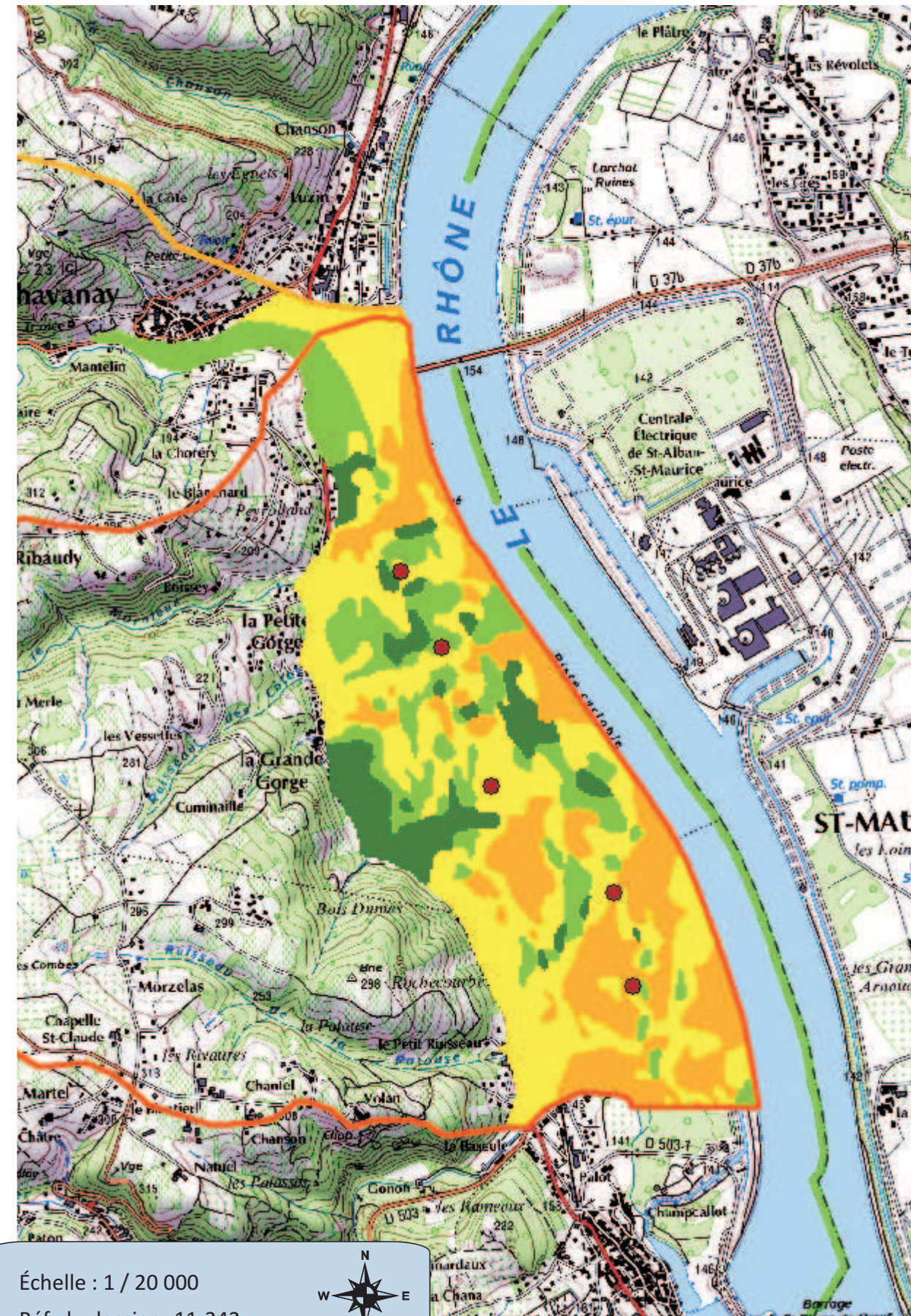
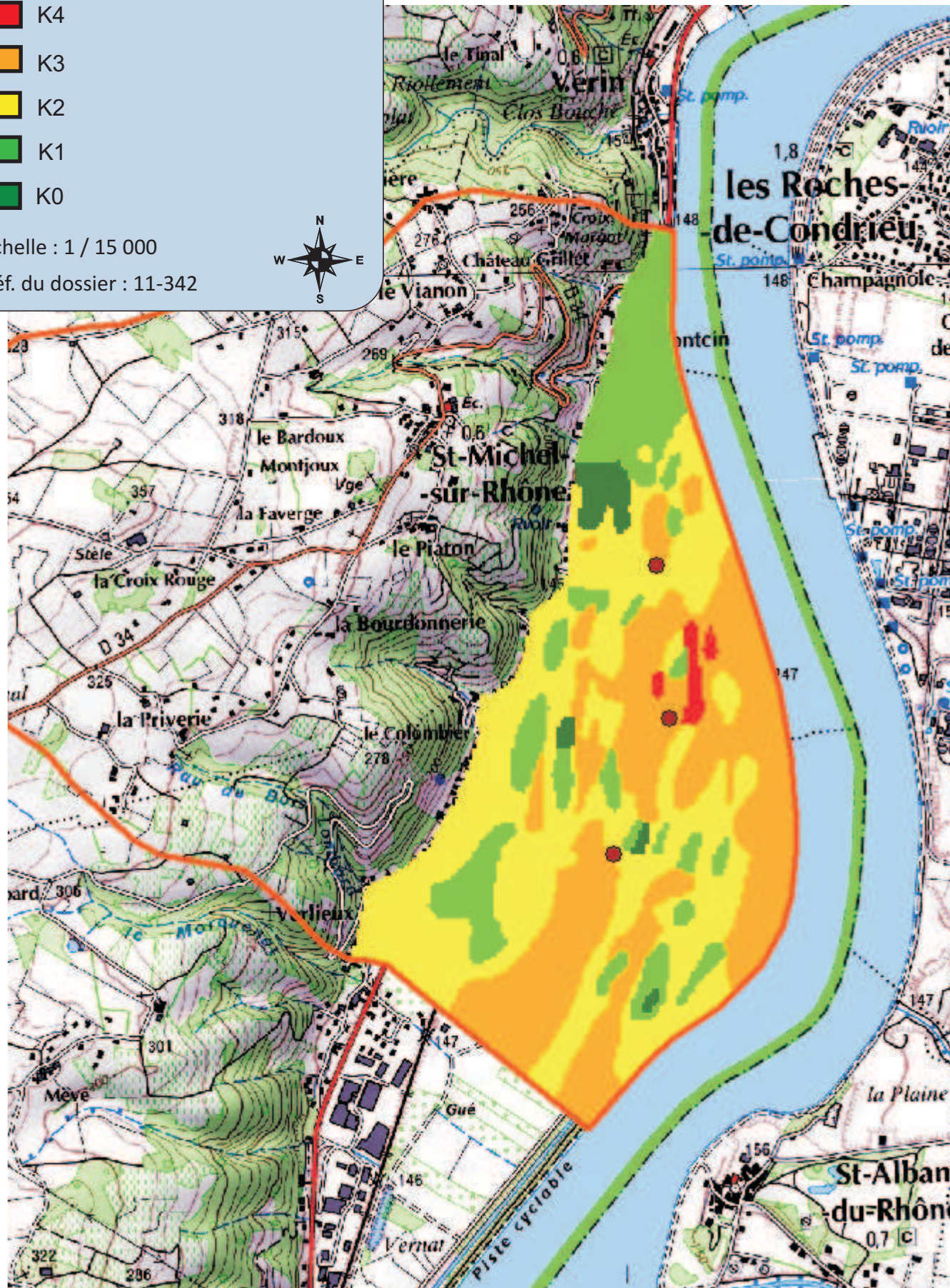
La combinaison de ces différents critères nous permet de définir des zones de plus ou moins forte vulnérabilité pour cette partie Est des BACs (figure 7).

LEGENDE

- K4
- K3
- K2
- K1
- K0

Échelle : 1 / 15 000

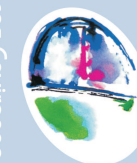
Réf. du dossier : 11-342



Échelle : 1 / 20 000

Réf. du dossier : 11-342



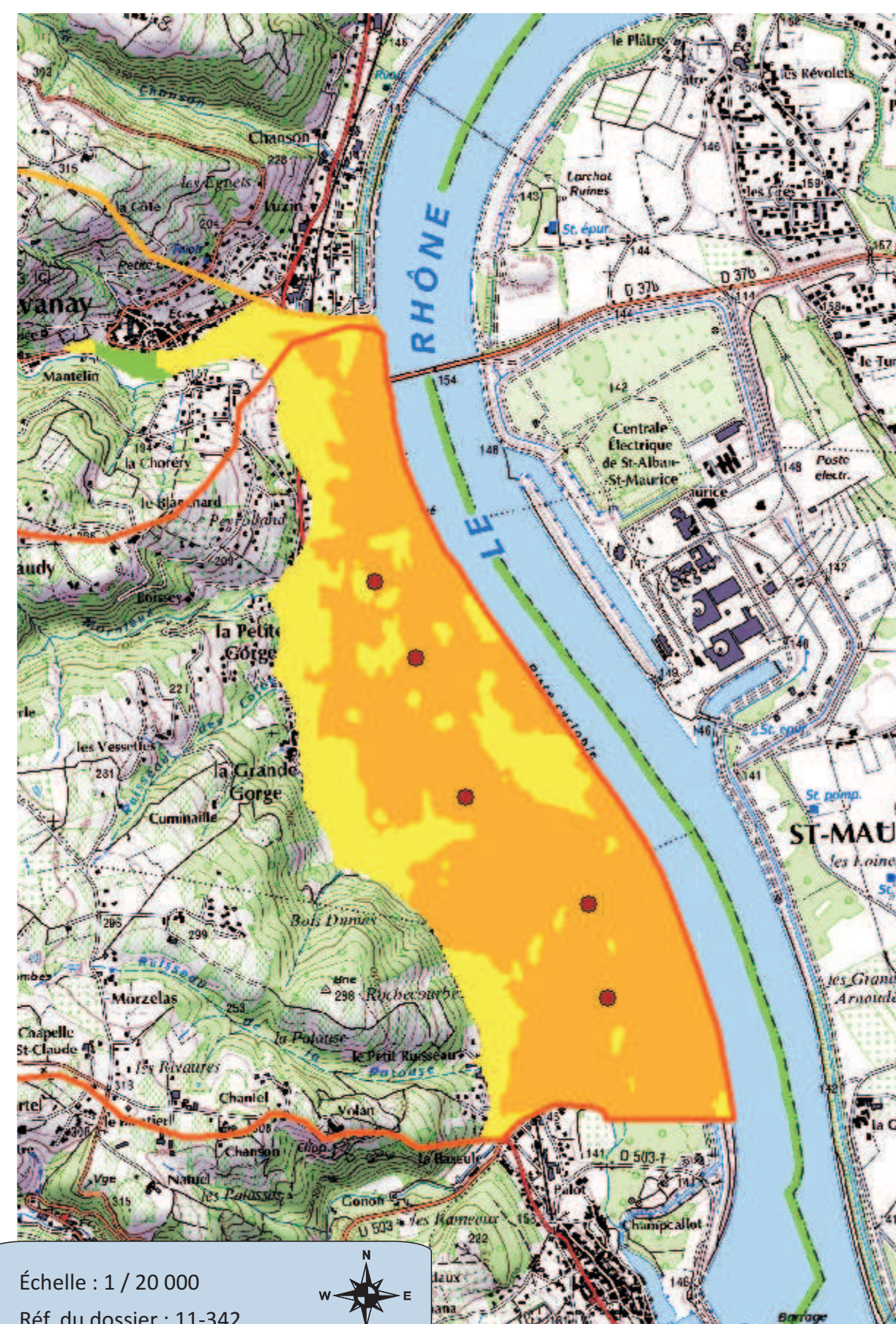
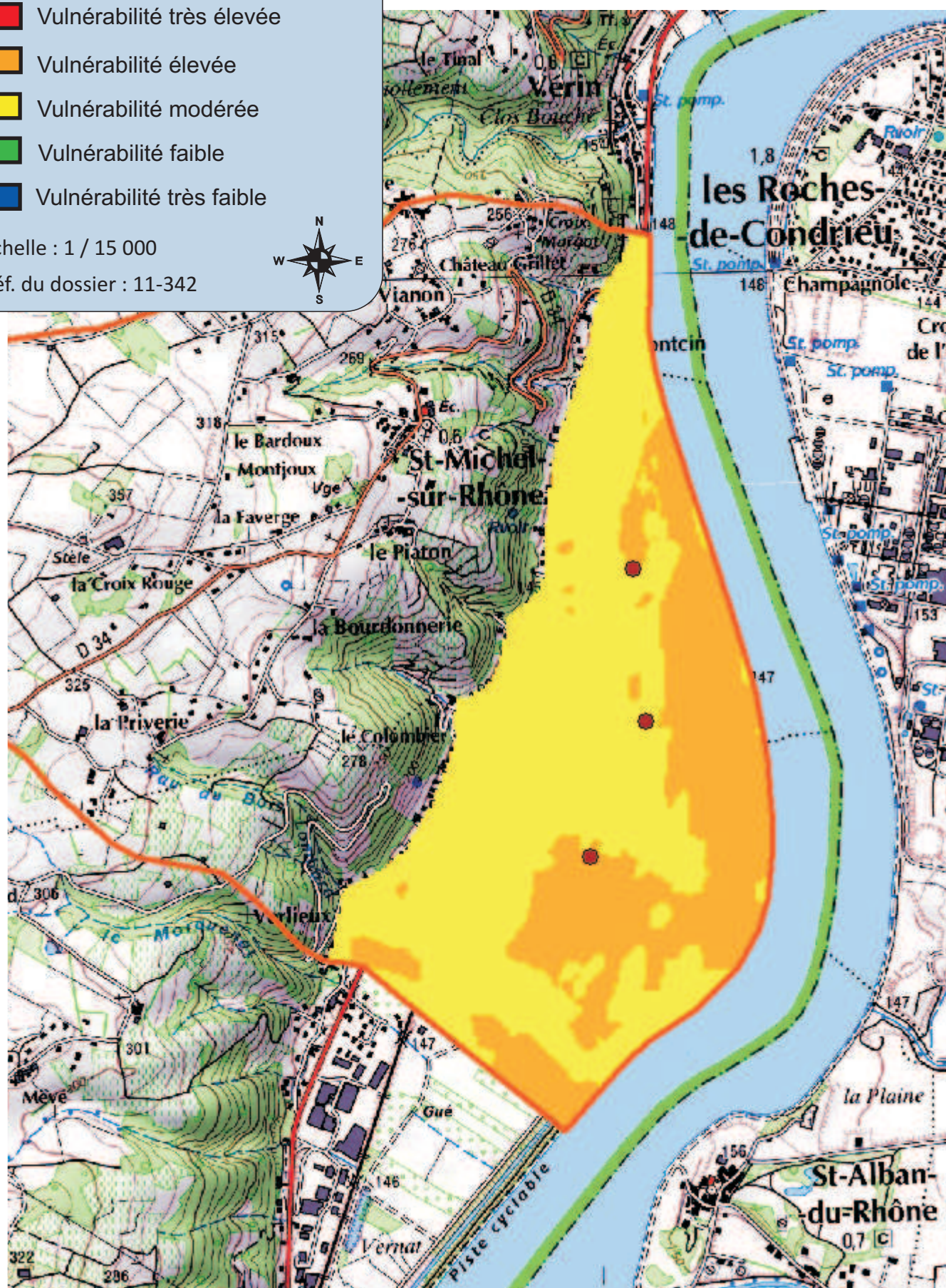


LEGENDE

- Vulnérabilité très élevée
- Vulnérabilité élevée
- Vulnérabilité modérée
- Vulnérabilité faible
- Vulnérabilité très faible

Échelle : 1 / 15 000

Réf. du dossier : 11-342



Échelle : 1 / 20 000

Réf. du dossier : 11-342



2.2.2 Coteaux magmatiques et métamorphiques

• Accessibilité du milieu aquatique

Le premier critère est donc la proximité du réseau hydrographique (figure 8).

Plus le réseau hydrographique est proche, plus les risques sont importants.

Le deuxième critère est l'occupation des sols, présence d'une zone boisée ou non (figure 9).

La cartographie des zones boisées a été réalisée à partir de la carte forestière de l'Institut national de l'information géographique et forestière, disponible sur Géoportail.

Plusieurs travaux ont montré que la contamination des eaux de surface, par des polluants comme les pesticides, est dépendante de la distance séparant le lieu d'application du cours d'eau collecteur.

L'existence d'une zone boisée permet de pondérer la proximité du milieu aquatique par l'effet tampon et parfois l'effet de phytoremédiation de la zone boisée.

La combinaison de ces deux paramètres nous permet d'obtenir une carte d'Accessibilité du milieu aquatique. Les zones les plus vulnérables se situent, logiquement, à proximité des cours d'eau (figure 10).

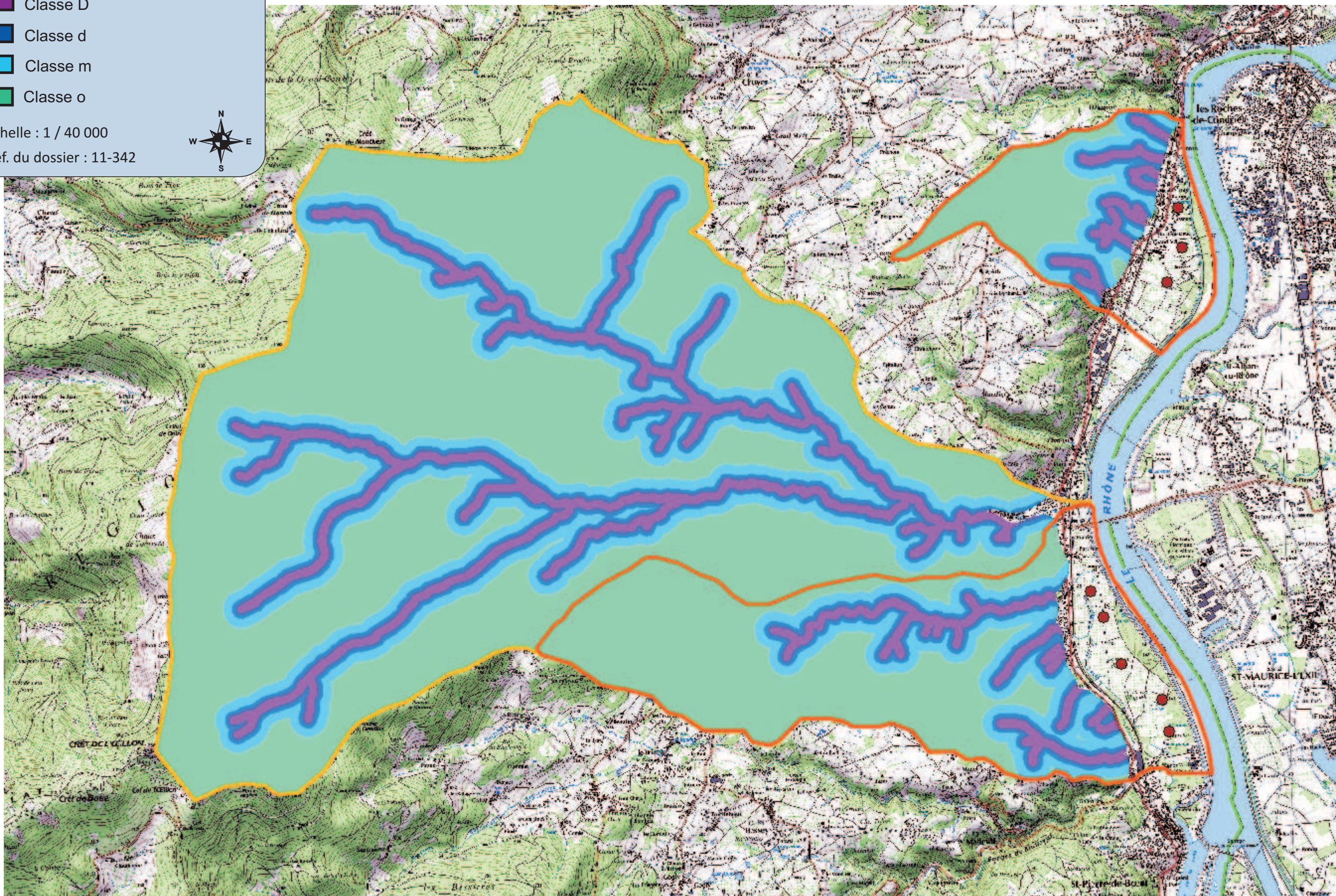


LEGENDE

- Classe D
- Classe d
- Classe m
- Classe o

Échelle : 1 / 40 000

Réf. du dossier : 11-342

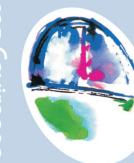
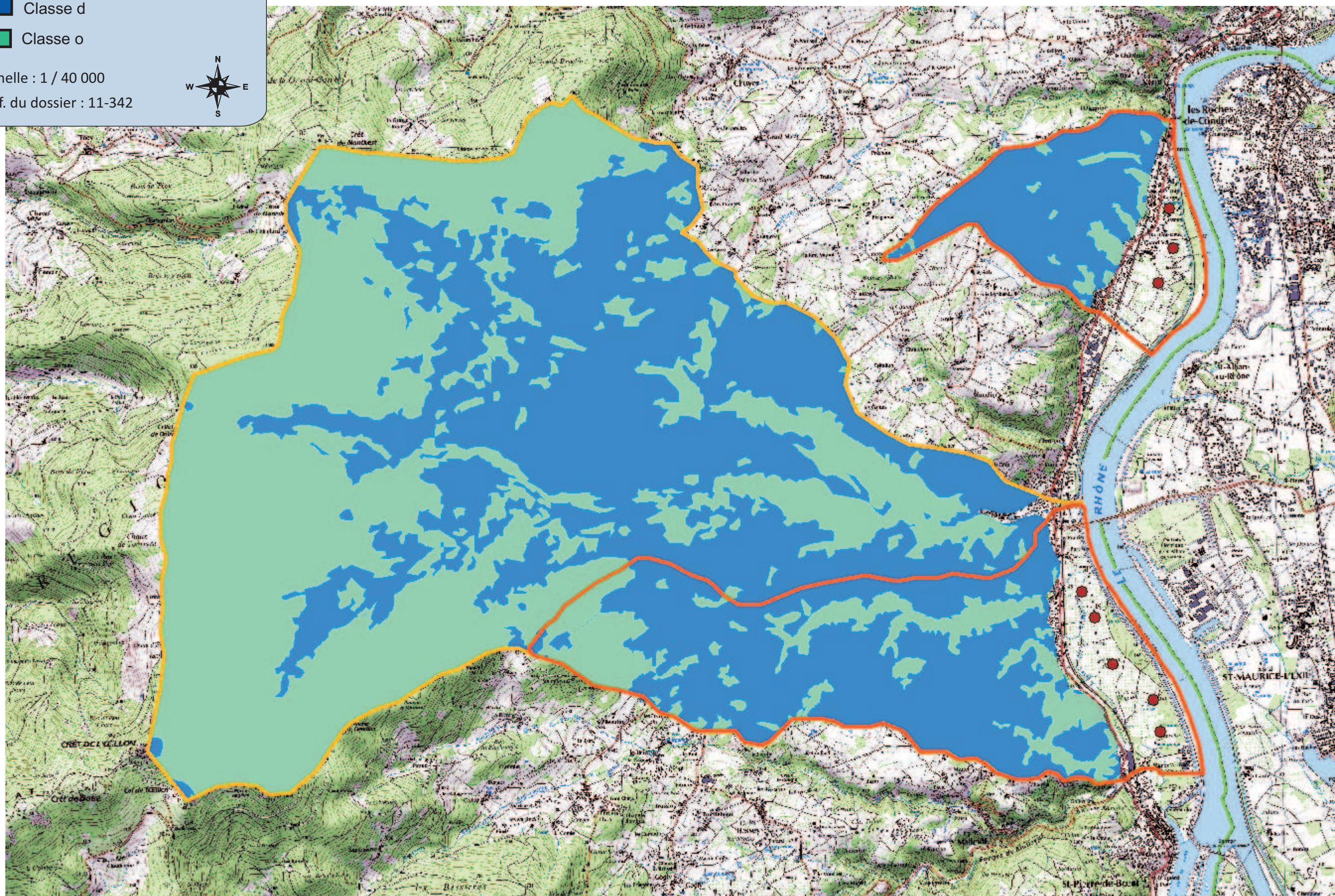


LEGENDE

- Classe d
- Classe o

Échelle : 1 / 40 000

Réf. du dossier : 11-342



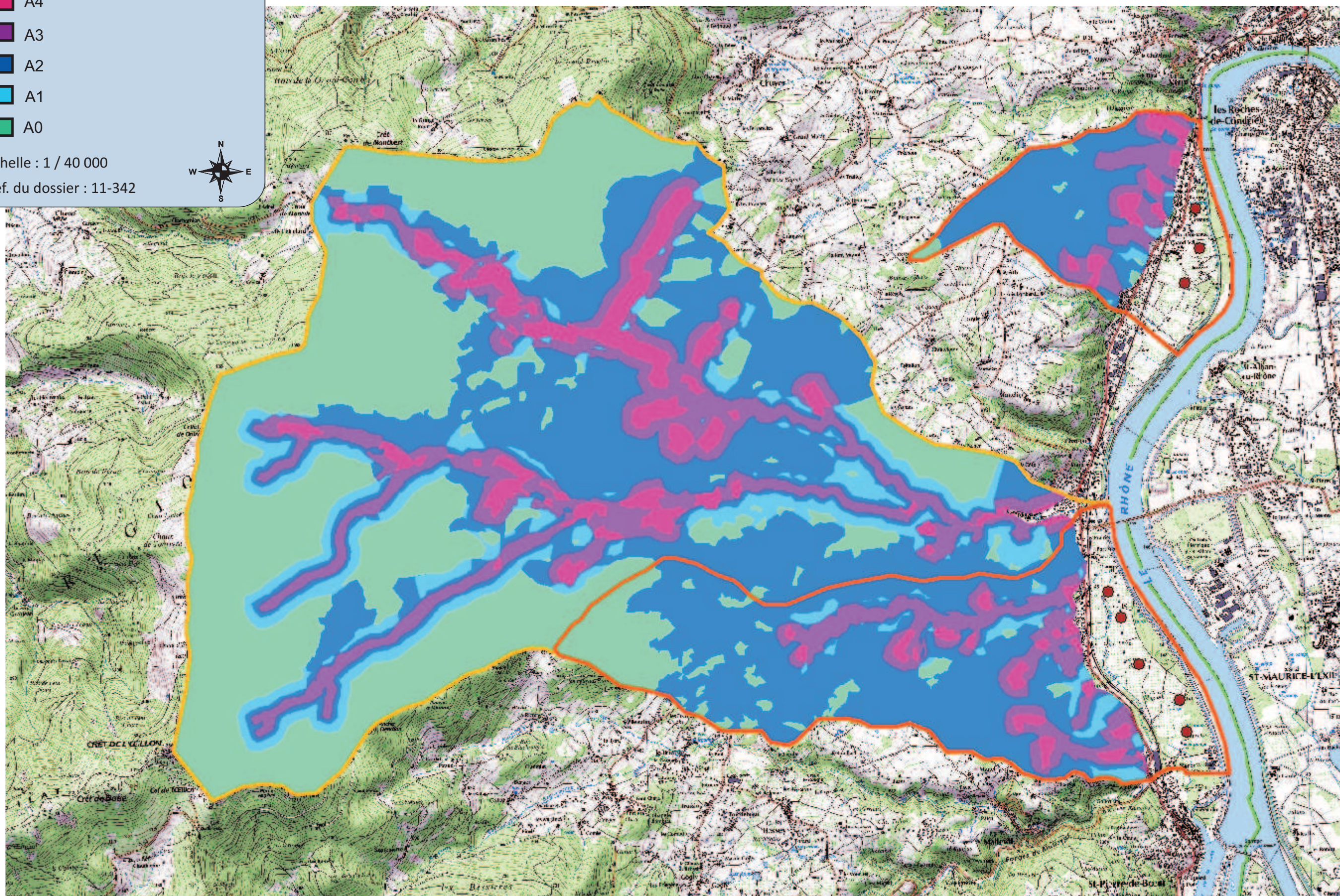


LEGENDE

- A4
- A3
- A2
- A1
- A0

Échelle : 1 / 40 000

Réf. du dossier : 11-342



• Etat de la surface

Il s'agit de l'état de la surface et de son aptitude à laisser ruisseler l'eau en surface.

L'évaluation de la sensibilité de la surface au ruissellement est réalisée par la lithologie des sols qui nous indique un indice de battance et la traduction de l'occupation des sols en termes de coefficients de ruissellement.

La cartographie de l'indice de battance a été réalisée à partir des données pédologiques (figure 11).

La cartographie du coefficient de ruissellement, fonction de l'occupation des sols, a été réalisée à partir de la cartographie Corinne Land Cover du Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie (figure 12).

Les zones urbanisées, présentant un coefficient de ruissellement généralement supérieur à 0,7, ont été classés 3 ; les vignobles et vergers, présentant un coefficient de ruissellement pouvant aller jusqu'à 0,5, ont été classés 2 ; les zones de culture, présentant un coefficient de ruissellement de l'ordre de 0,2, ont été classés 1 et les prairies et forêts, présentant un coefficient de ruissellement très faible, ont été classés 0.

La combinaison de ces deux paramètres nous permet d'obtenir une carte de l'état de la surface (figure 13).

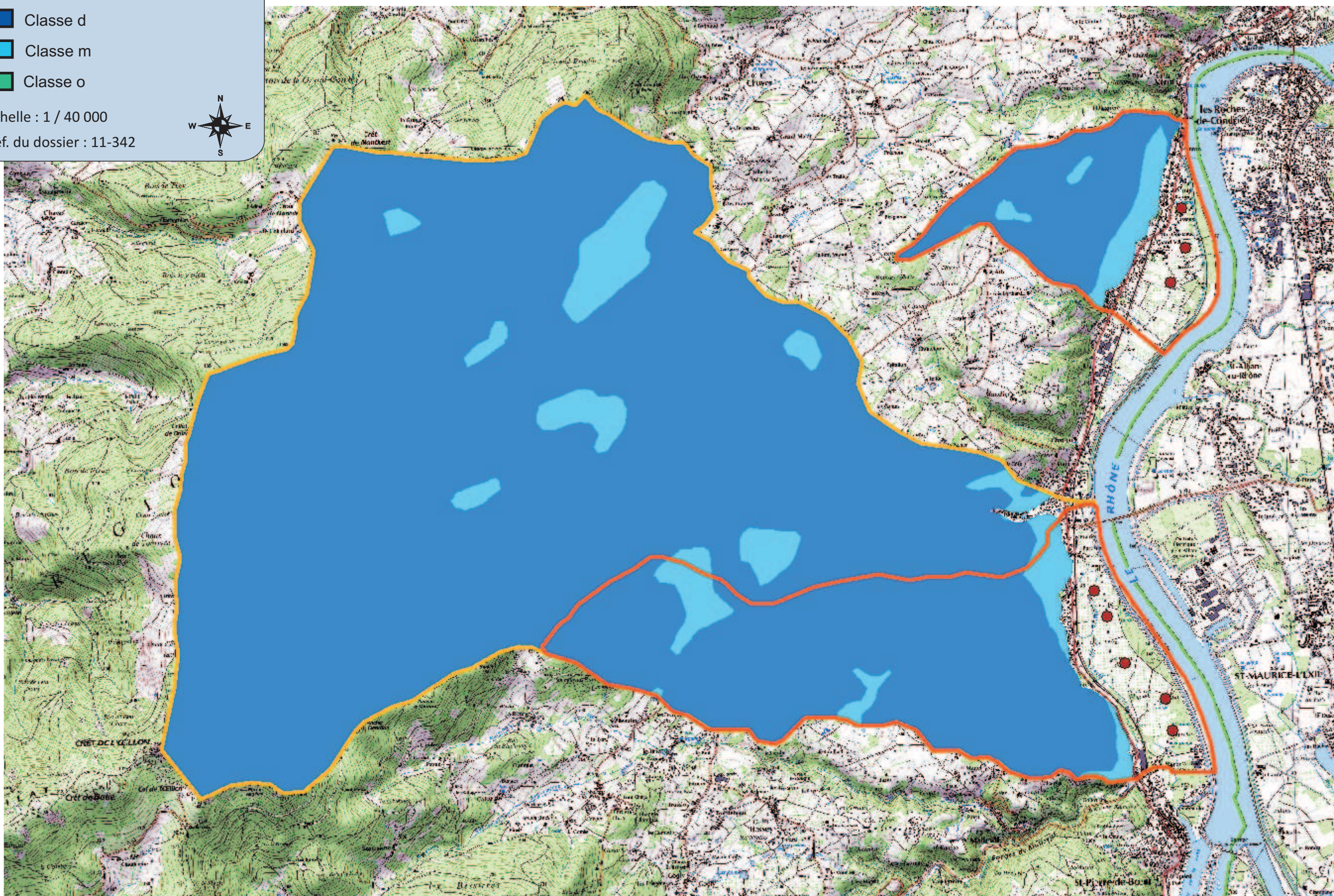


LEGENDE

- Classe d
- Classe m
- Classe o

Échelle : 1 / 40 000

Réf. du dossier : 11-342



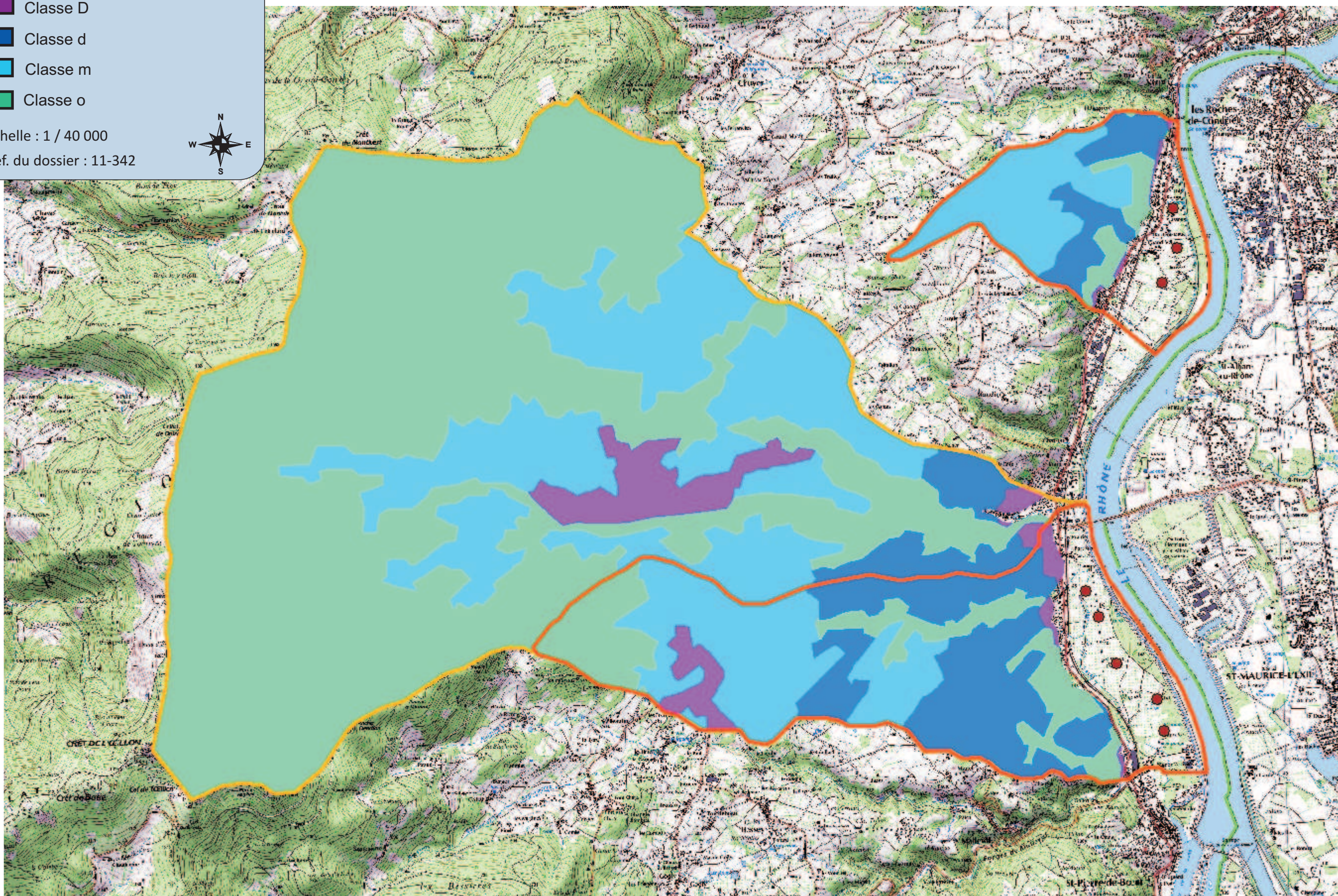


LEGENDE

- Classe D
- Classe d
- Classe m
- Classe o

Échelle : 1 / 40 000

Réf. du dossier : 11-342



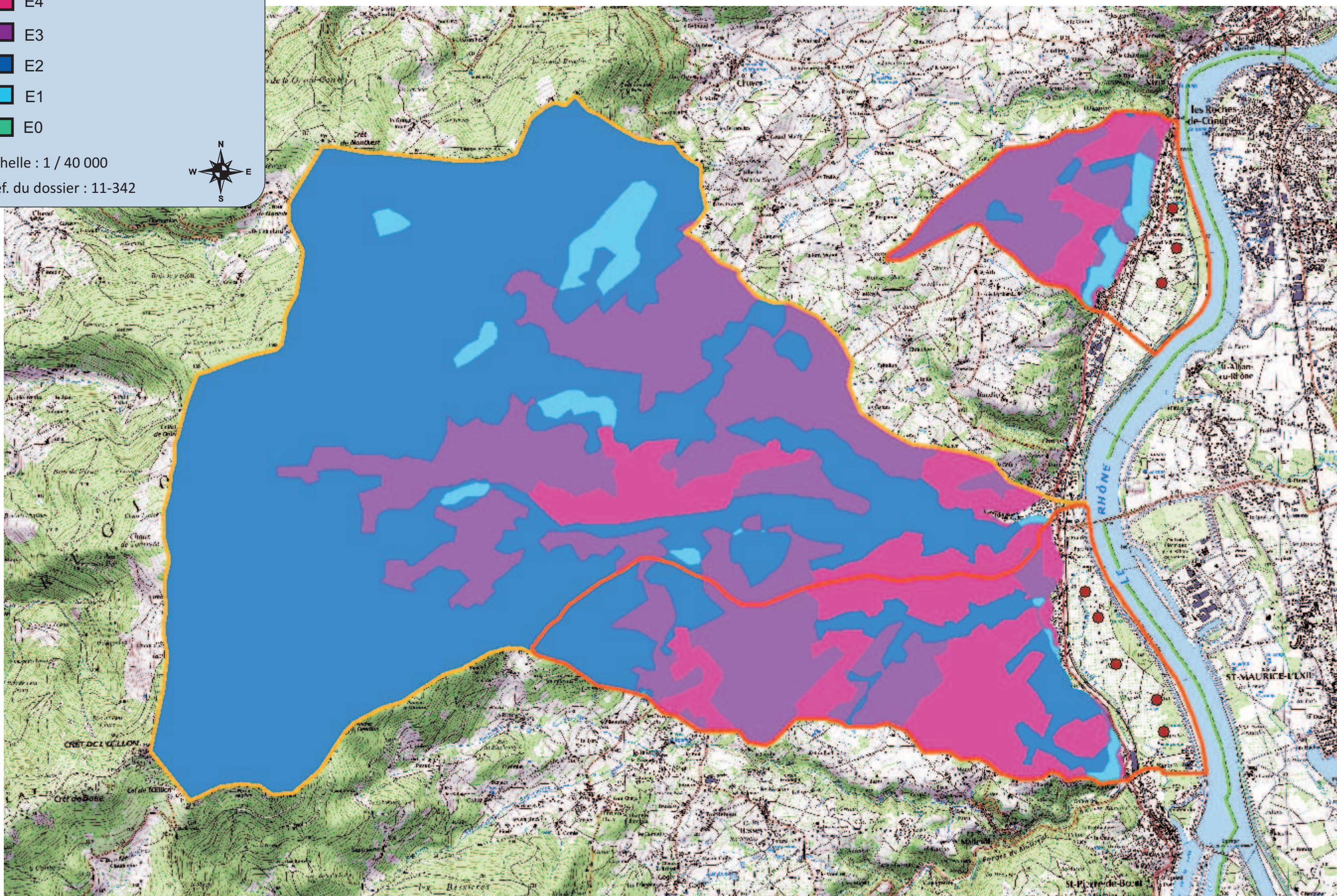


LEGENDE

- E4
- E3
- E2
- E1
- E0

Échelle : 1 / 40 000

Réf. du dossier : 11-342



• Intensité de la pente

L'intensité des pentes influence directement les écoulements superficiels.

Une pente abrupte favorise et accélère les écoulements superficiels et les phénomènes de ruissellement, tandis qu'une pente douce ou nulle donne à l'eau le temps de s'infiltrer entièrement ou pour partie dans les sols.

Ce paramètre dépend uniquement de la topographie du secteur.

Ce paramètre est en lien direct avec les conditions météorologiques, et plus particulièrement avec les phénomènes d'infiltration et de ruissellement.

La cartographie des pentes a été réalisée à partir du MNT topographique qui nous a été fourni par les services de la DDT.

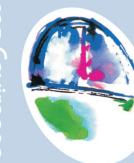
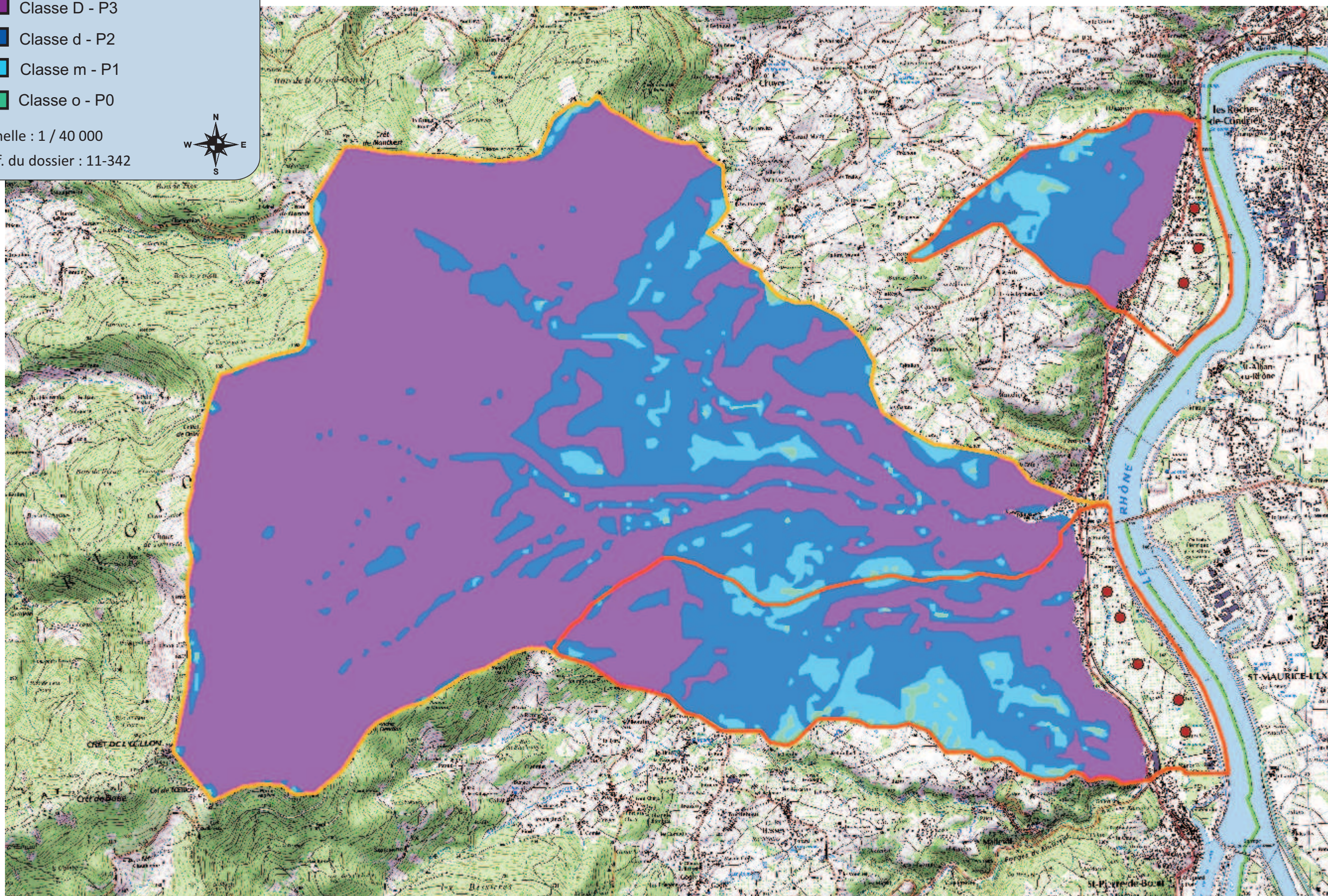
La majeure partie des BACs présentent des pentes importantes, majoritairement en se rapprochant de la crête, le long des cours d'eau ou à proximité de la plaine alluviale (figure 14).

LEGENDE

- Classe D - P3
- Classe d - P2
- Classe m - P1
- Classe o - P0

Échelle : 1 / 40 000

Réf. du dossier : 11-342



• Substratum géologique et Sols

Le contexte géologique est également important dans les phénomènes de ruissellement.

Le secteur est marqué par des granites et des anatexites.

L'ensemble a été cartographié comme substratum granitique, d'indice 2 (figure 15).

La pédologie a également été utilisée (cf. chapitre précédent et figure 16).

La combinaison de ces deux paramètres nous permet d'obtenir notre dernière couche (figure 17).

La combinaison de ces différents critères nous permet de définir des zones de plus ou moins forte vulnérabilité pour cette partie Ouest des BACs (figure 18).



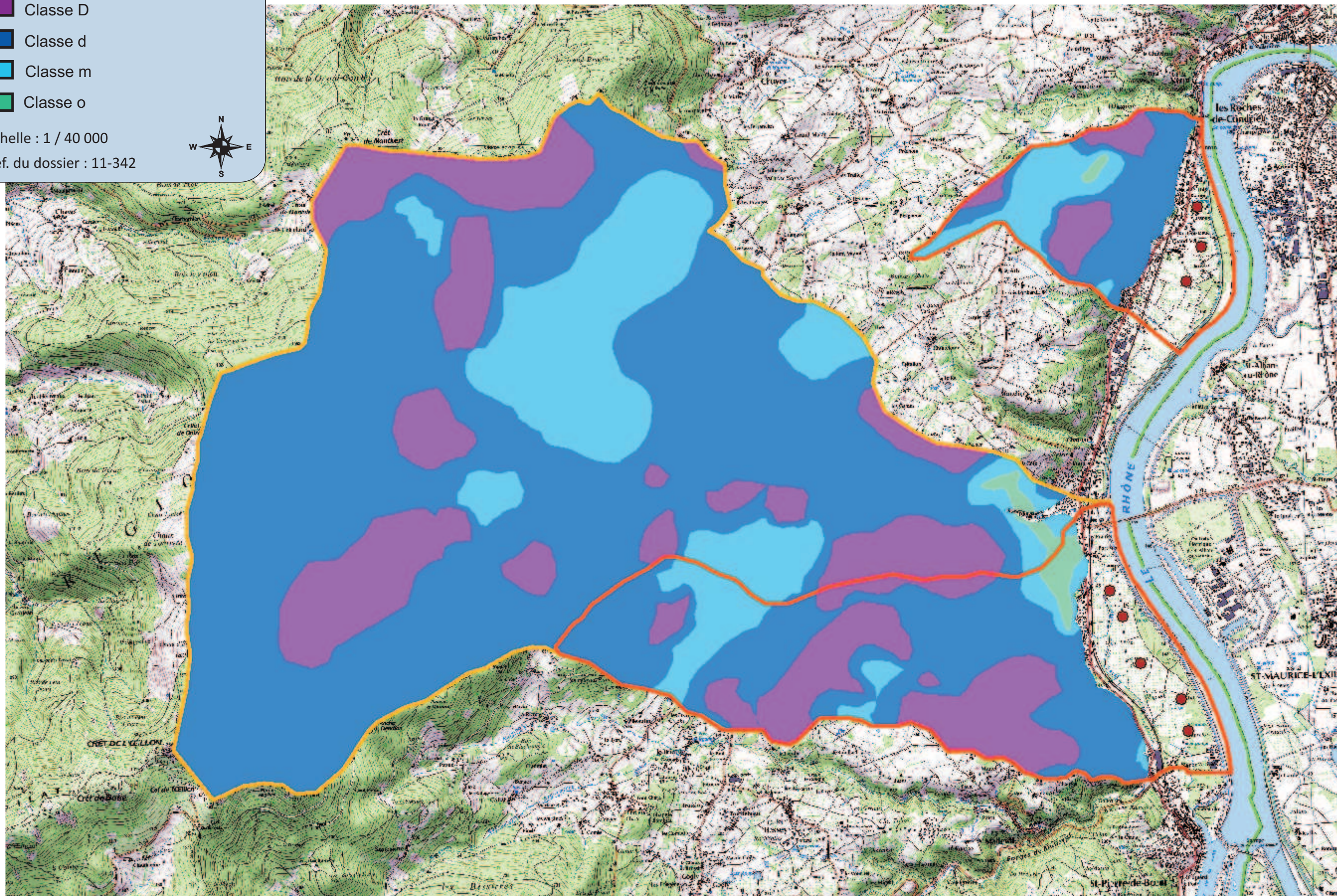


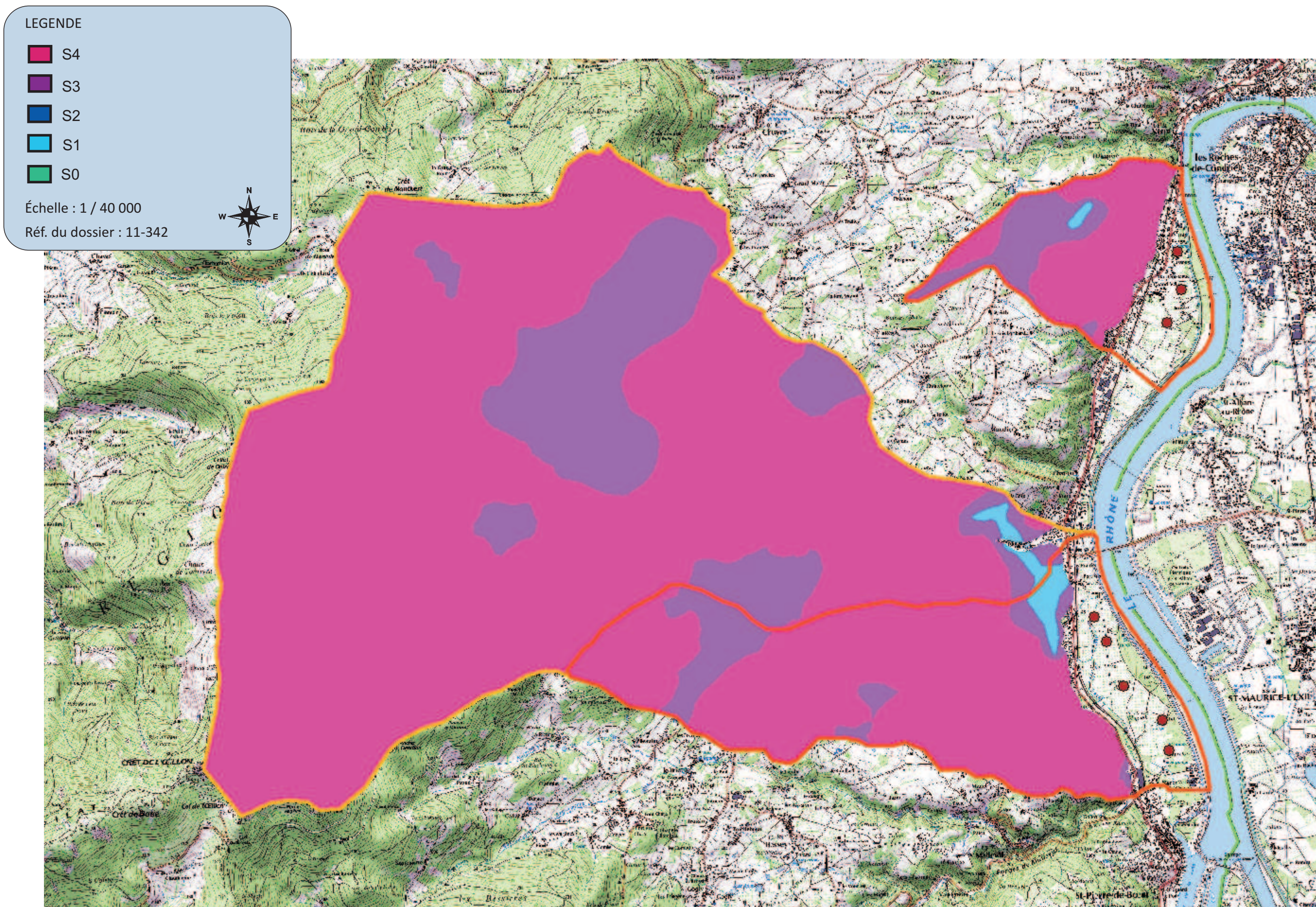
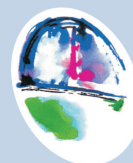
LEGENDE

- Classe D
- Classe d
- Classe m
- Classe o

Échelle : 1 / 40 000

Réf. du dossier : 11-342





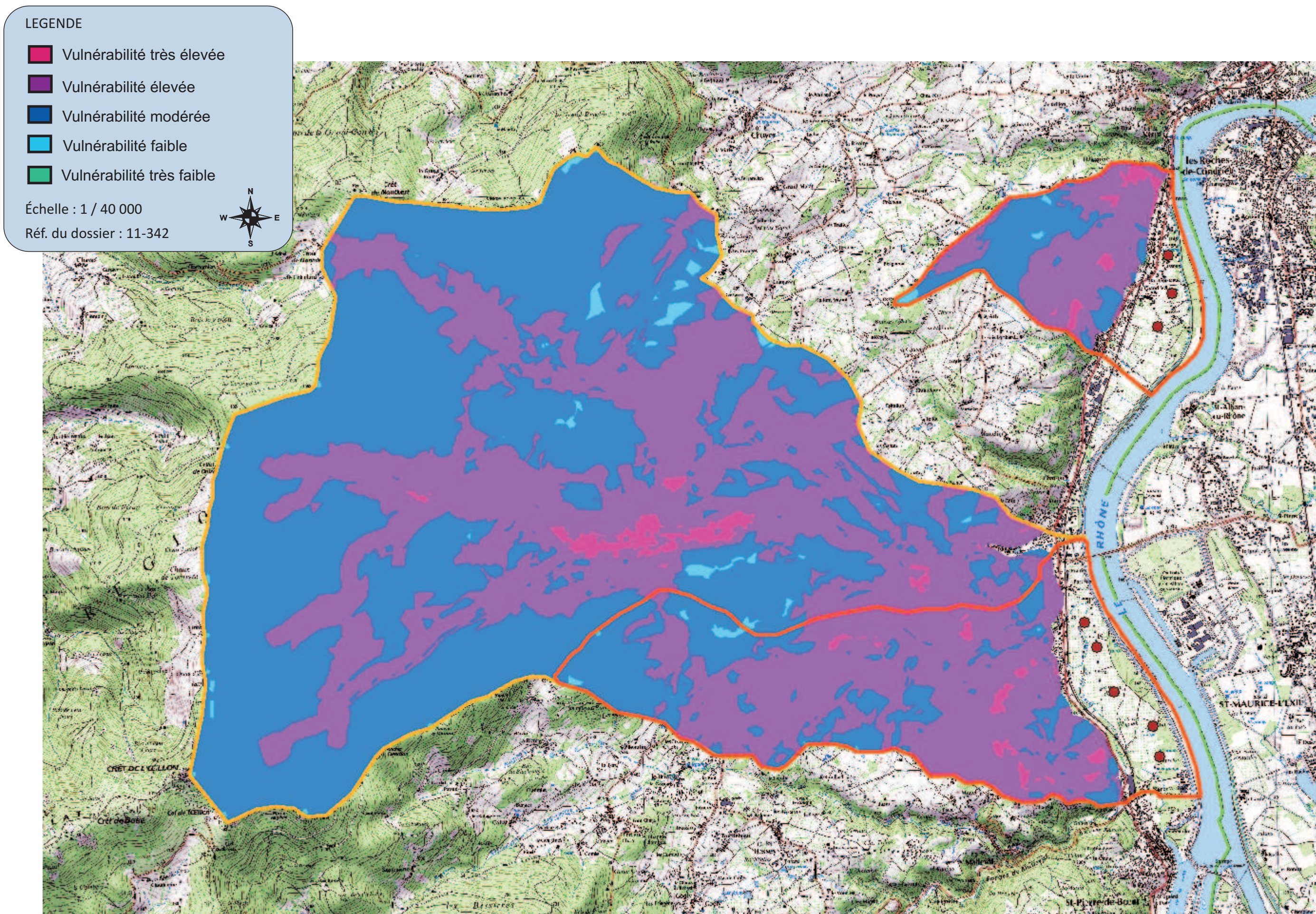


Figure 18

2.3 Conclusions sur la vulnérabilité

La superposition des différentes cartes établies précédemment permet d'obtenir deux cartes de la vulnérabilité intrinsèque au sein des BACs, d'une part sur les plaines alluviales (figure 7) et d'autre part sur les coteaux magmatiques et métamorphiques (figure 18).

La vulnérabilité intrinsèque a été réduite d'un niveau sur la partie Nord-Ouest du bac Sud (figures 19 et 20) afin de marquer la moindre importance de l'alimentation de la plaine Sud par cette partie du BAC et le tout a été mis en transparence pour un meilleur aperçu.

Les cartes obtenues permettent de distinguer cinq niveaux de vulnérabilité.

Les cartes obtenues montrent une vulnérabilité globalement modérée à élevée et plus faible dans la partie la plus éloignée du BAC Sud.

D'une manière générale, les secteurs les plus vulnérables sont une grande partie des plaines alluviales, ainsi que les zones situées à proximité des cours d'eau.

L'inventaire des activités à risque, qui sera réalisé dans un second temps, permettra, en le superposant à la carte de vulnérabilité, de cerner encore plus précisément les zones à risque au sein des BACs.

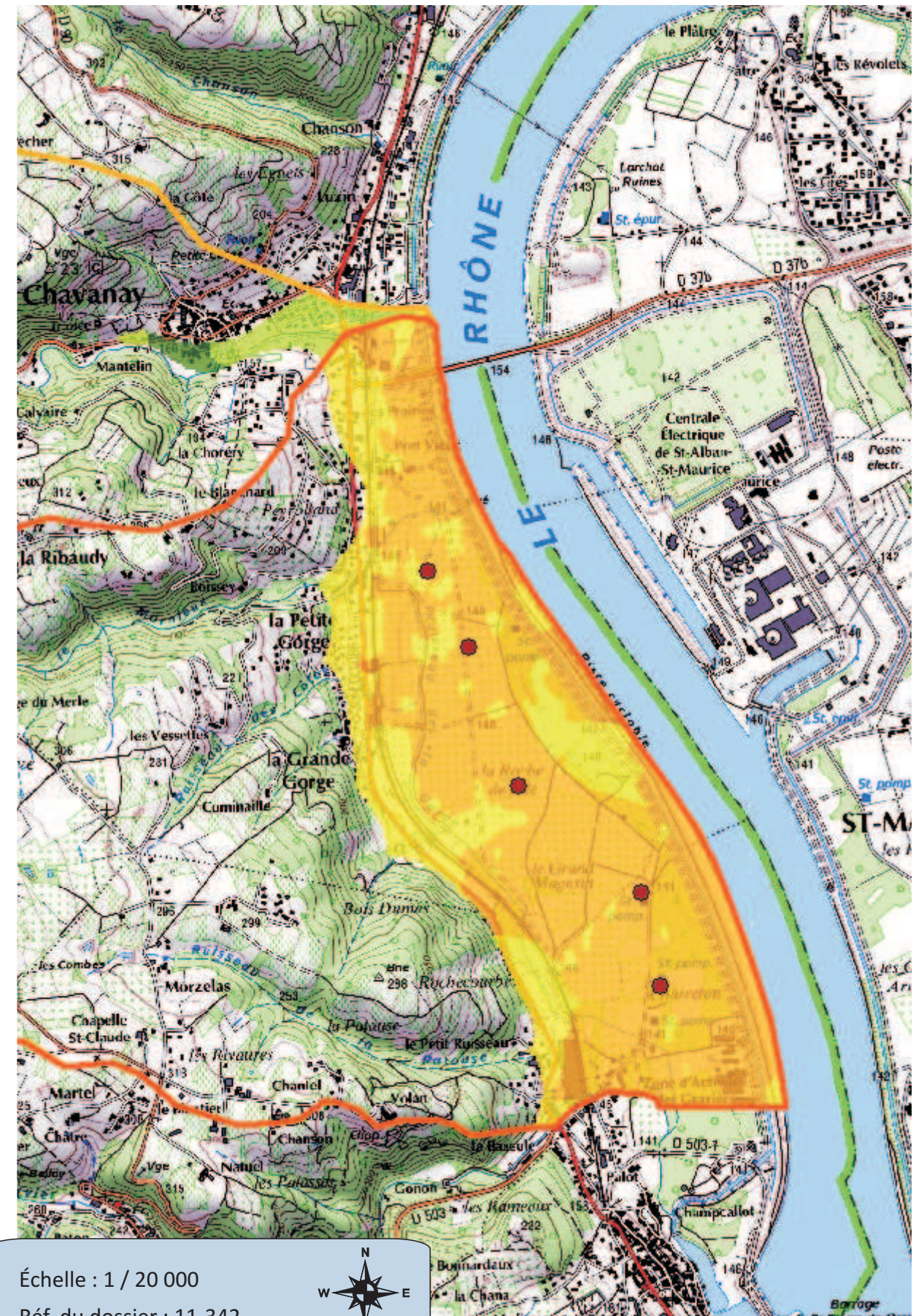
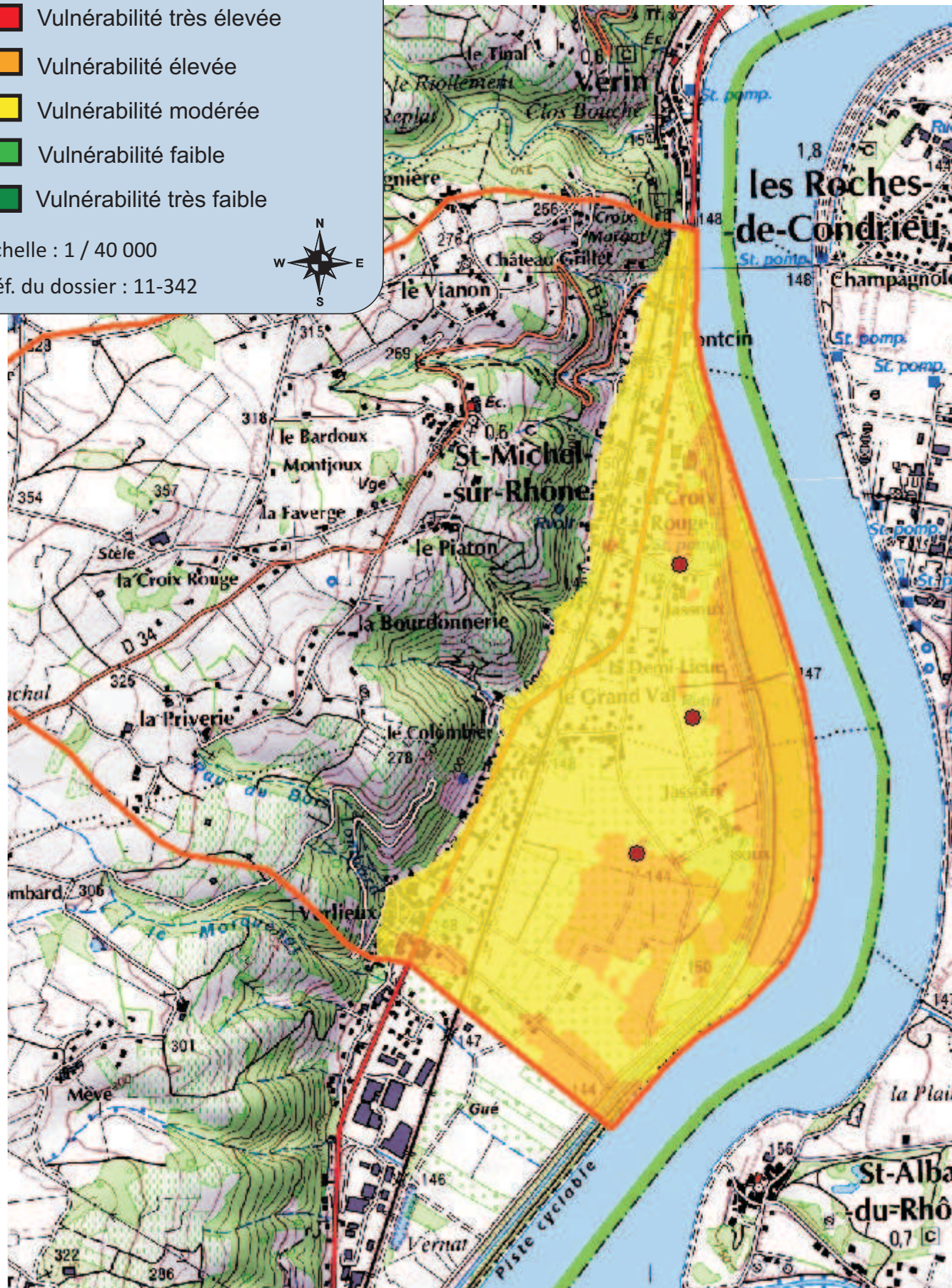


LEGENDE

- Vulnérabilité très élevée
- Vulnérabilité élevée
- Vulnérabilité modérée
- Vulnérabilité faible
- Vulnérabilité très faible

Échelle : 1 / 40 000

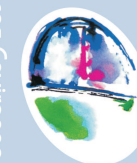
Réf. du dossier : 11-342



Échelle : 1 / 20 000

Réf. du dossier : 11-342



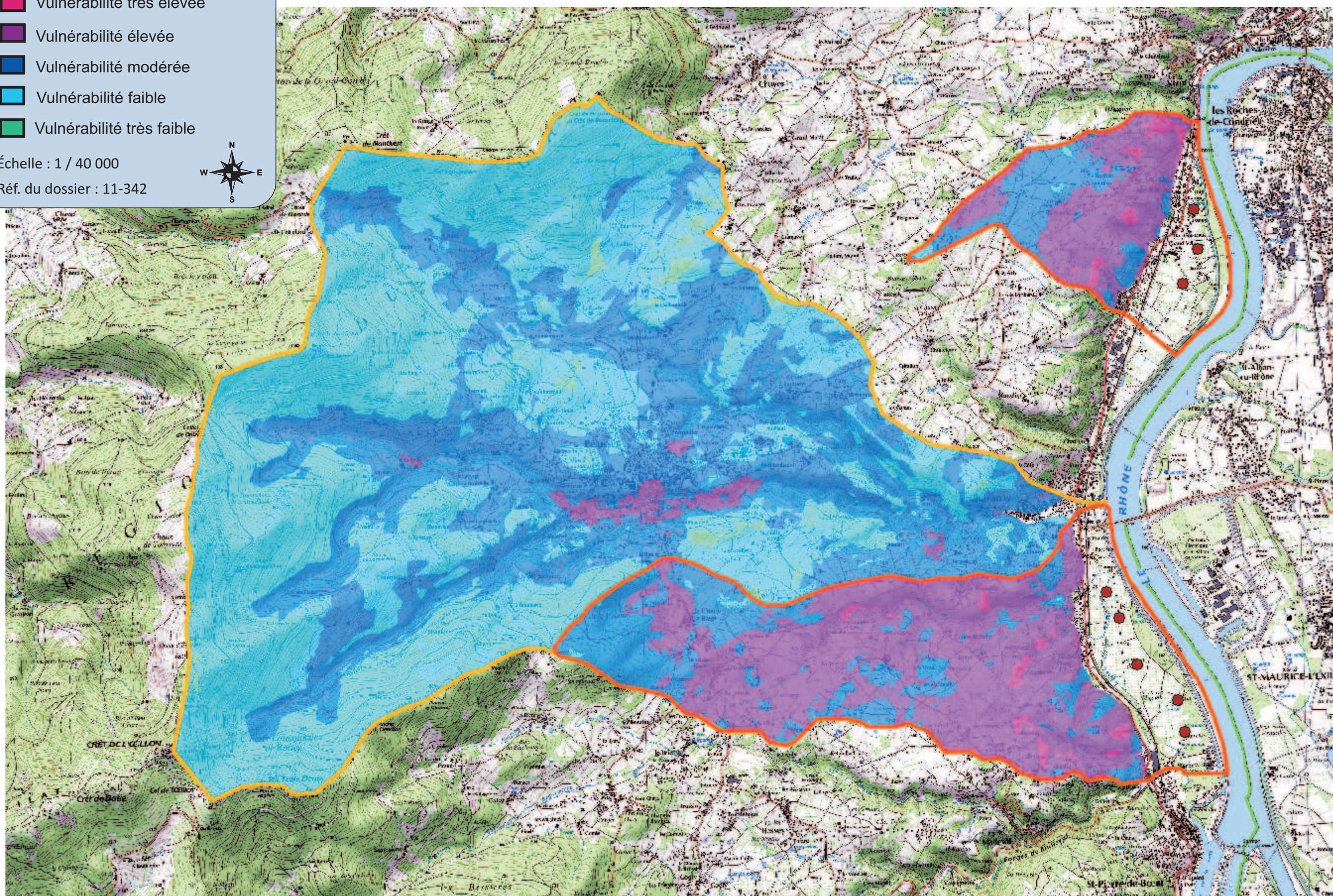


LEGENDE

- Vulnérabilité très élevée
- Vulnérabilité élevée
- Vulnérabilité modérée
- Vulnérabilité faible
- Vulnérabilité très faible

Échelle : 1 / 40 000

Réf. du dossier : 11-342



3 ANALYSES D'EAU COMPLÉMENTAIRES

Une première campagne d'analyses complémentaires a été réalisée sur l'ensemble des puits. Les prélèvements ont eu lieu le 25 octobre 2012.

Les deux puits de la Plaine Nord (Jassoux 1 et Jassoux 2) ont révélés la présence de pesticides, tandis qu'un seul des cinq puits de la Plaine Sud était impacté (Roche de l'Isle).

Le puits Jassoux 1 a révélé un nombre relativement important de pesticides différents :

- 0,007 µg/L d'atrazine.
- 0,006 µg/L d'atrazine déséthyl.
- 0,007 µg/L d'atrazine-2-hydroxy.
- 0,005 µg/L d'hydroxy-terbutylazine.
- 0,007 µg/L de métolachlore.
- 0,006 µg/L de chlortoluron.

La somme des pesticides valait 0,038 µg/L.

Le puits Jassoux n'a montré que 0,005 µg/L de simazine et le puits Roche de l'Isle, 0,008 µg/L de triclopyr.

Aucun des puits n'a révélé la présence de piperonil butoxide.

Une seconde campagne de prélèvement a également eu lieu sur Jassoux 2, le 3 décembre 2012.

Le puits Jassoux 2 a cette fois montré différents pesticides :

- 0,006 µg/L d'atrazine.
- 0,009 µg/L d'atrazine déséthyl.
- 0,009 µg/L de 3-kétocarbofuran.

La somme des pesticides valait 0,024 µg/L.

Des analyses complémentaires sont encore à réaliser, trimestriellement sur l'ensemble des puits et mensuellement sur Jassoux 2.

ANNEXES

ANNEXE 1 : CALCUL DE LA PLUIE EFFICACE

Les apports d'eaux ont pour principale origine les précipitations efficaces sur l'impluvium de la zone d'alimentation.

Généralement, seules les précipitations de début et de fin d'année (novembre à mars) ont une importance dans la recharge des aquifères. Les précipitations subvenant durant le reste de l'année jouent un rôle tout aussi important mais ne rechargent pas la nappe.

En effet, les précipitations (P) sont atténuées par l'évapotranspiration de la végétation (ETR) en particulier durant la période d'avril à octobre. Ainsi seules les précipitations efficaces (PE) sont prises en compte dans l'apport d'eau de la nappe.

	Cumul de précipitations (mm)	Température moyenne (°C)
Janvier	36,8	2,9
Février	50	4,8
Mars	33,8	7,1
Avril	35,4	12,4
Mai	78	15,8
Juin	67,1	18,4
Juillet	62,3	20,3
Août	62,2	20,2
Septembre	63,1	16,2
Octobre	64,6	11,8
Novembre	85,3	7,5
Décembre	50,6	3,1

Précipitations et températures – Données Météo France - Station de Bessey – Années 2007 à 2011

$$PE = P - ETR$$

Avec $P = 689,4 \text{ mm/an}$

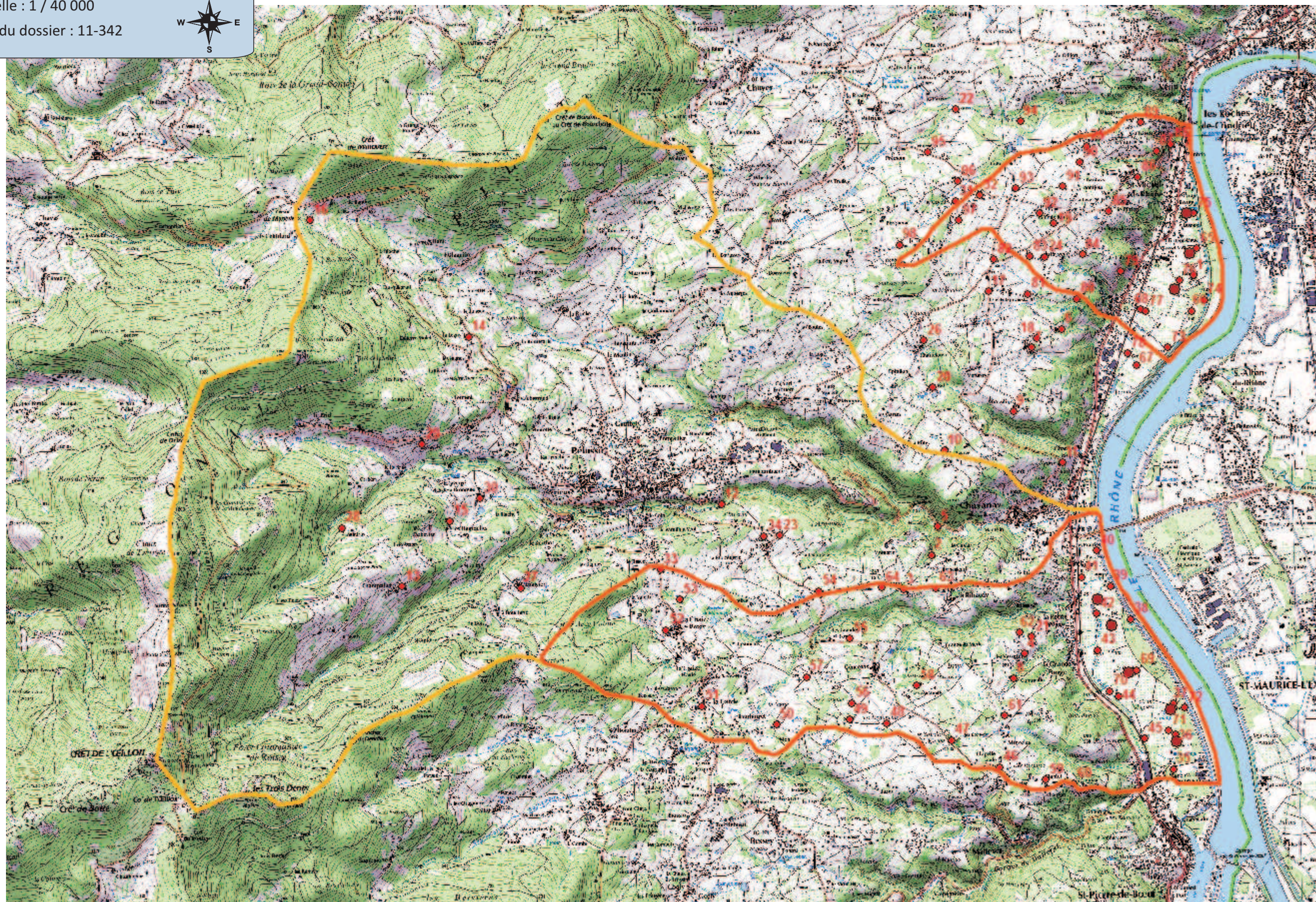
$ETR = P / \sqrt{0,9 + (P^2/L^2)}$ avec $L = 300 + 25 T + 0,05 T^3$ (Formule de Turc)

$T = \text{température moyenne annuelle} = 11,7^\circ\text{C}$

$$PE = 195,7 \text{ mm/an}$$

ANNEXE 2 : SONDAGES PÉDOLOGIQUES

Échelle : 1 / 40 000
Réf. du dossier : 11-342

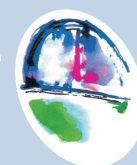
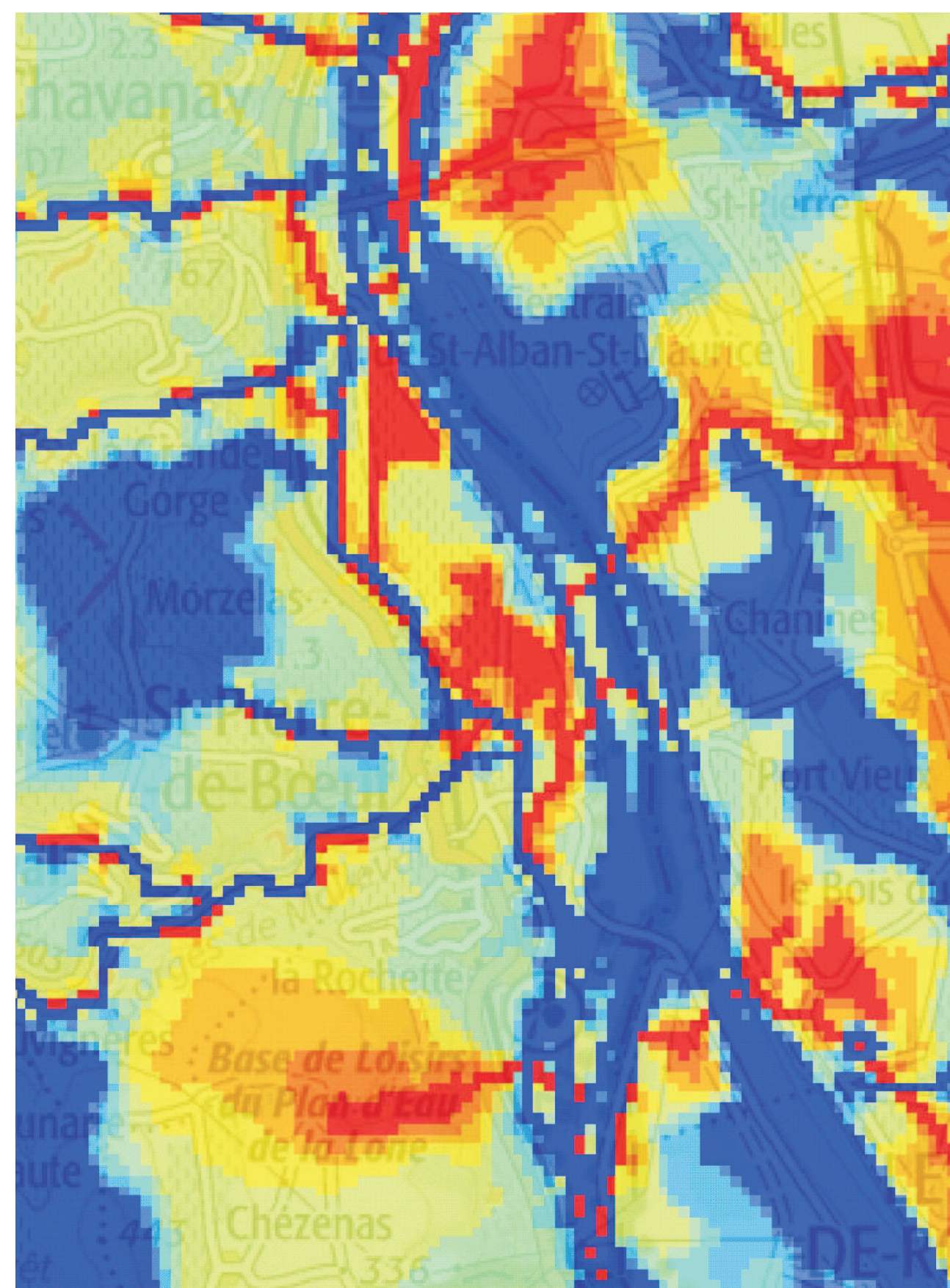
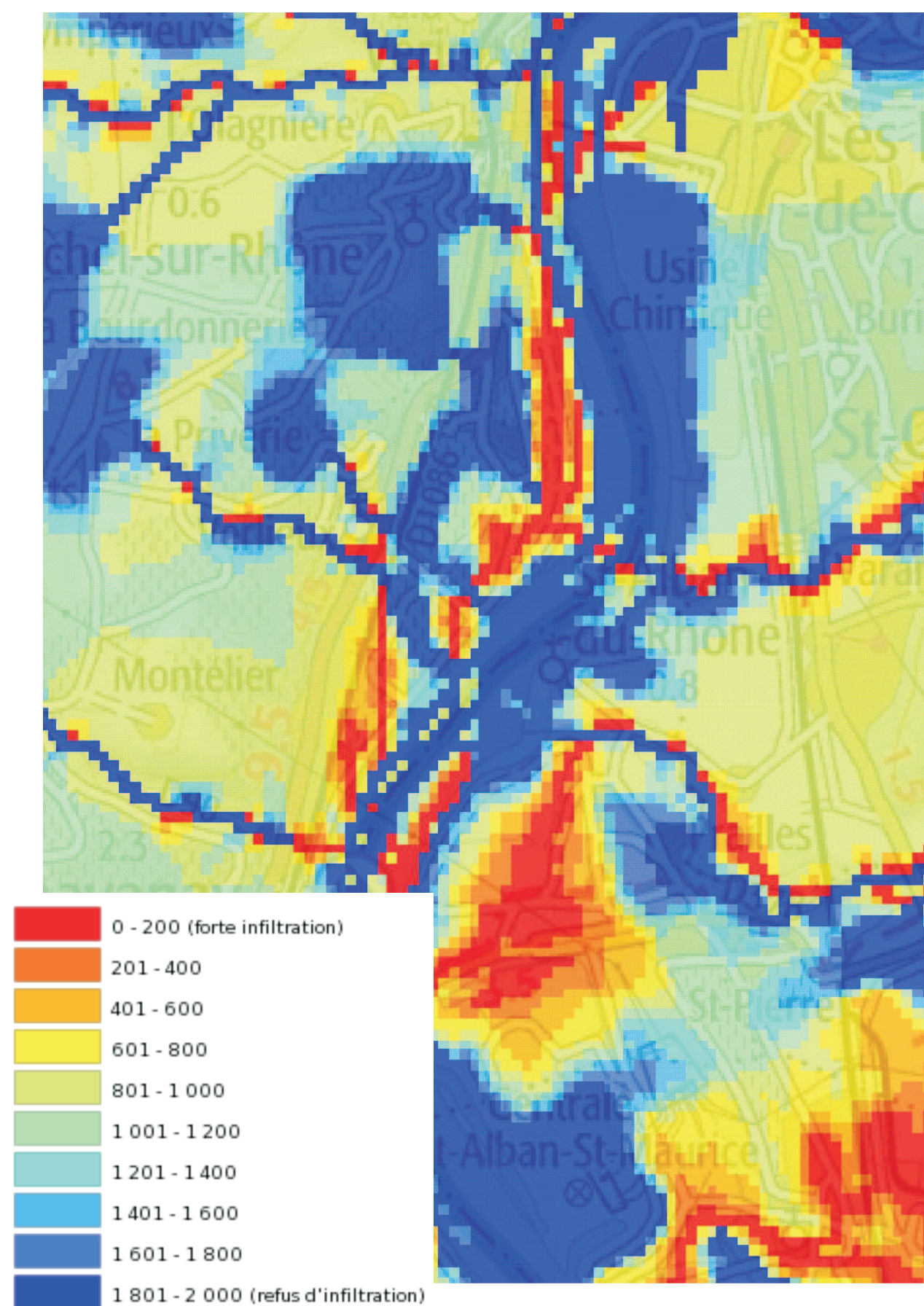


Points	Coordonnées GPS		Texture			% Cailloux			Epaisseur				Indice
	X	Y	Argile	Limon	Sable	0-15 %	15-60 %	> 60 %	> 100 cm	20-100 cm	0-20 cm	nulle	
1	45,26124	4,45140		x	x		x		x				2/3
2	45,24400	4,43064			x		x			x			4
3	45,24269	4,42504			x		x			x			4
4	45,24040	4,43478		x	x		x		x	x			3
5	45,24479	4,43068		x	x		x			x			3/4
6	45,25545	4,44098		x	x		x		x	x			3
7	45,25488	4,43545			x		x			x			4
8	45,23566	4,43420			x		x			x			4
9	45,25258	4,43436			x		x			x			4
10	45,25137	4,43107			x		x			x			4
11	45,25083	4,44075			x		x		x	x			3/4
12	45,24576	4,41222			x			x		x			4
13	45,24310	4,38447			x		x			x			4
14	45,25563	4,39200		x			x			x			3
15	45,24529	4,39098			x		x			x			4
16	45,26374	4,38040	x				x			x			2
17	45,26086	4,43339			x		x			x			4
18	45,25514	4,43575			x		x			x			4
19	45,26306	4,44069			x		x			x			4
20	45,25356	4,43048		x	x	x				x			3
21	45,24093	4,43509			x		x			x			4
22	45,27109	4,43204		x			x		x				2/3
23	45,24460	4,41488		x			x		x				2/3
24	45,26195	4,44016	x			x			x	x			1/2
25	45,26565	4,44227			x		x			x			4
26	45,25525	4,43027		x			x		x				2/3
27	45,24299	4,39441		x			x			x			3
28	45,24511	4,38168		x			x			x			3
29	45,25200	4,3855,9		x	x		x			x			3/4
30	45,25004	4,39245	x	x			x			x			2/3
31	45,26392	4,43179			x	x	x			x			3/4
32	45,26412	4,43303		x			x		x	x			2/3
33	45,24351	4,40526		x	x	x				x			2/3
34	45,24461	4,41418		x	x		x			x			3/4
35	45,23238	4,44586		x		x	x			x			2/3
36	45,23345	4,44594	x	x		x				x			1/2
37	45,23450	4,45002	x	x		x				x			1/2
38	45,24152	4,44391		x	x	x	x			x			2/3
39	45,24263	4,44308	x	x		x	x		x	x			2

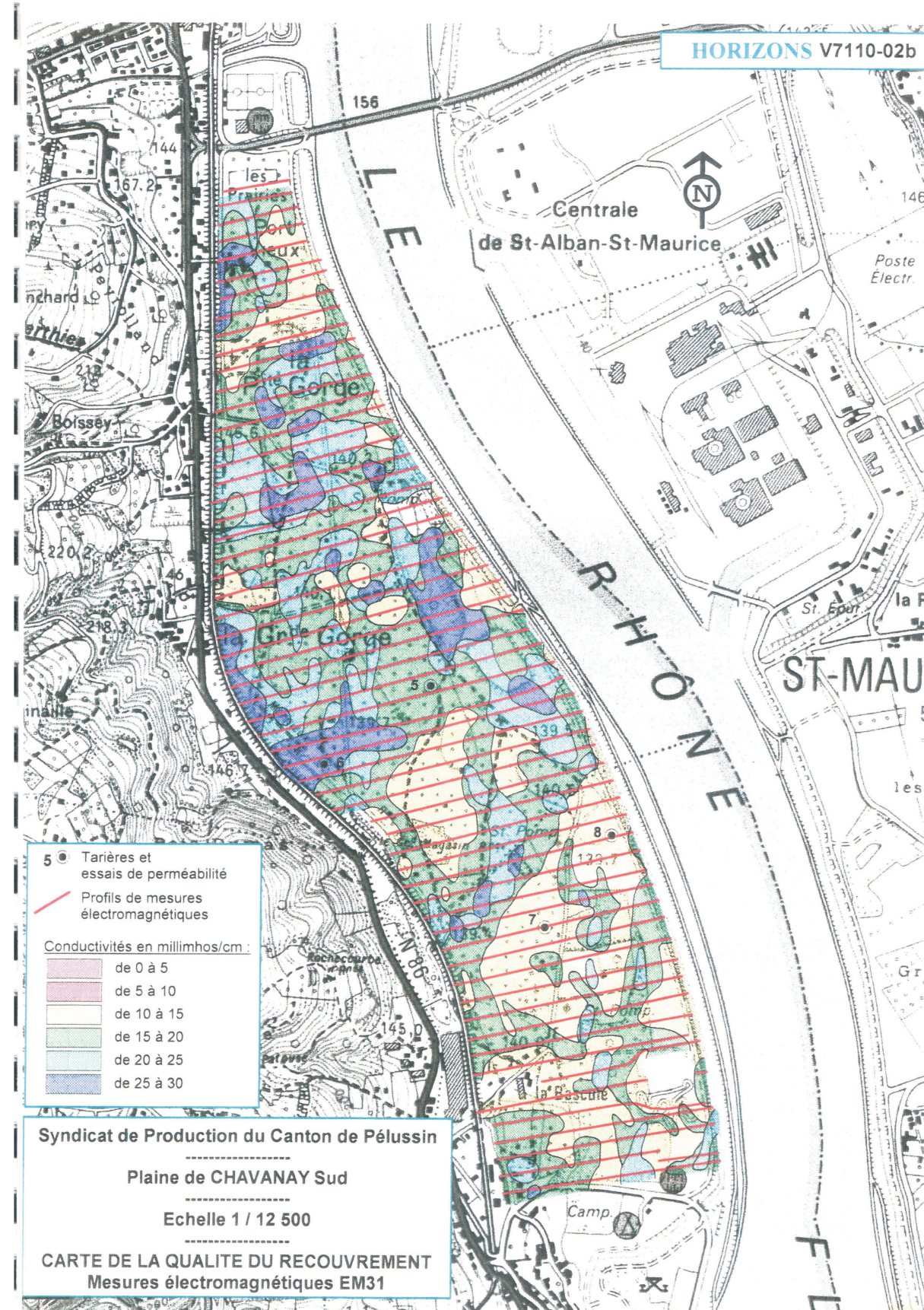
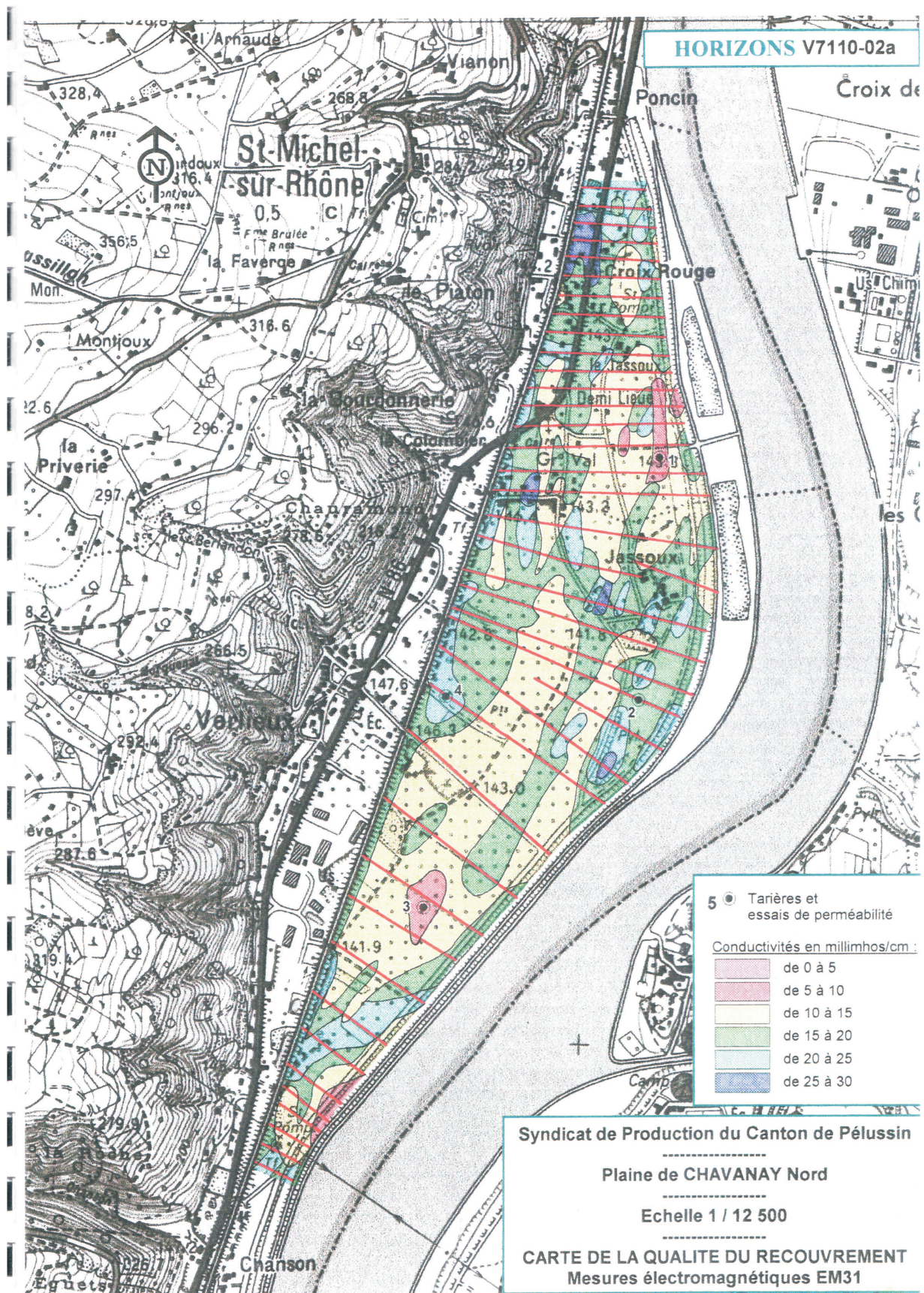
Points	Coordonnées GPS		Texture			% Cailloux			Epaisseur				Indice
	X	Y	Argile	Limon	Sable	0-15 %	15-60 %	> 60 %	> 100 cm	20-100 cm	0-20 cm	nulle	
40	45,24380	4,44243		x	x		x		x	x			2/3
41	45,24286	4,44153		x		x			x	x			1/2
42	45,24183	4,44222			x	x			x	x			2/3
43	45,24404	4,44228		x		x			x	x			1/2
44	45,23469	4,44332		x		x			x	x			1/2
45	45,23343	4,44445		x		x			x	x			1/2
46	45,23242	4,43348			x		x			x	x		4
47	45,23337	4,43105			x	x				x	x		3/4
48	45,23392	4,42402			x	x				x	x		3/4
49	45,23416	4,42226			x	x					x	x	4
50	45,23398	4,41493		x		x				x	x		2/3
51	45,23445	4,41109			x	x				x	x		3/4
52	45,24147	4,40545		x	x	x				x	x		3
53	45,24285	4,41167		x		x				x			2
54	45,24259	4,42083	x	x			x			x	x		3
55	45,24095	4,42212		x	x	x				x	x		3
56	45,23482	4,42241	x	x		x				x	x		2/3
57	45,23580	4,42011		x		x				x	x		2/3
58	45,23518	4,42324			x	x					x	x	4
59	45,23199	4,43558			x		x			x	x		4
60	45,23190	4,44084			x		x				x		4
61	45,23435	4,43369		x	x		x			x	x		4
62	45,24119	4,43452			x		x			x	x		4
63	45,24267	4,43034	x	x			x			x	x		3
64	45,24265	4,44241		x	x	x	x			x	x		3
65	45,26220	4,45156			x	x			x				2
66	45,25594	4,45124			x	x			x				2
67	45,25415	4,44458			x			x		x			4
68	45,26007	4,44486		x			x		x				2
69	45,23566	4,44416		x	x	x			x				1
70	45,23498	4,44292			x		x		x				3
71	45,23325	4,44563			x			x		x			4
72	45,23442	4,45040			x		x			x			4
73	45,25474	4,45001			x	x	x		x	x			3
74	45,26034	4,45180			x	x	x		x	x			3
75	45,26335	4,45141			x	x	x		x	x			3
76	45,26104	4,45065			x	x	x		x	x			3
77	45,26000	4,44494			x	x	x		x	x			3
78	45,25459	4,44416			x	x	x		x	x			3

Points	Coordonnées GPS		Texture			% Cailloux			Epaisseur				Indice
	X	Y	Argile	Limon	Sable	0-15 %	15-60 %	> 60 %	> 100 cm	20-100 cm	0-20 cm	nulle	
79	45,26141	4,44381			x	x	x		x				2/3
80	45,26051	4,44167			x			x	x	x			3/4
81	45,26069	4,43527			x	x	x			x	x		4
82	45,26189	4,43365		x	x	x	x		x				2
83	45,26197	4,43547			x	x	x			x	x		4
84	45,26201	4,44197			x	x	x			x	x		4
85	45,26350	4,44332			x	x	x			x	x		4
86	45,26464	4,44470			x			x	x	x			3/4
87	45,26557	4,44571			x	x	x		x				2/3
88	45,26575	4,45041			x	x	x		x	x			3
89	45,27050	4,44497			x	x	x			x	x		4
90	45,26517	4,44197			x	x	x			x	x		4
91	45,26433	4,44113			x	x	x			x	x		4
92	45,26345	4,44004			x	x	x			x	x		4
93	45,26430	4,43477			x	x	x			x	x		4
94	45,27063	4,43509			x			x	x	x			3/4
95	45,26564	4,43055			x	x	x			x	x		4
96	45,26464	4,43195			x	x	x			x	x		4
97	45,26329	4,43196			x	x	x			x	x		4
98	45,26250	4,42506			x	x	x			x	x		4

ANNEXE 3 : CARTE DE L'IDPR



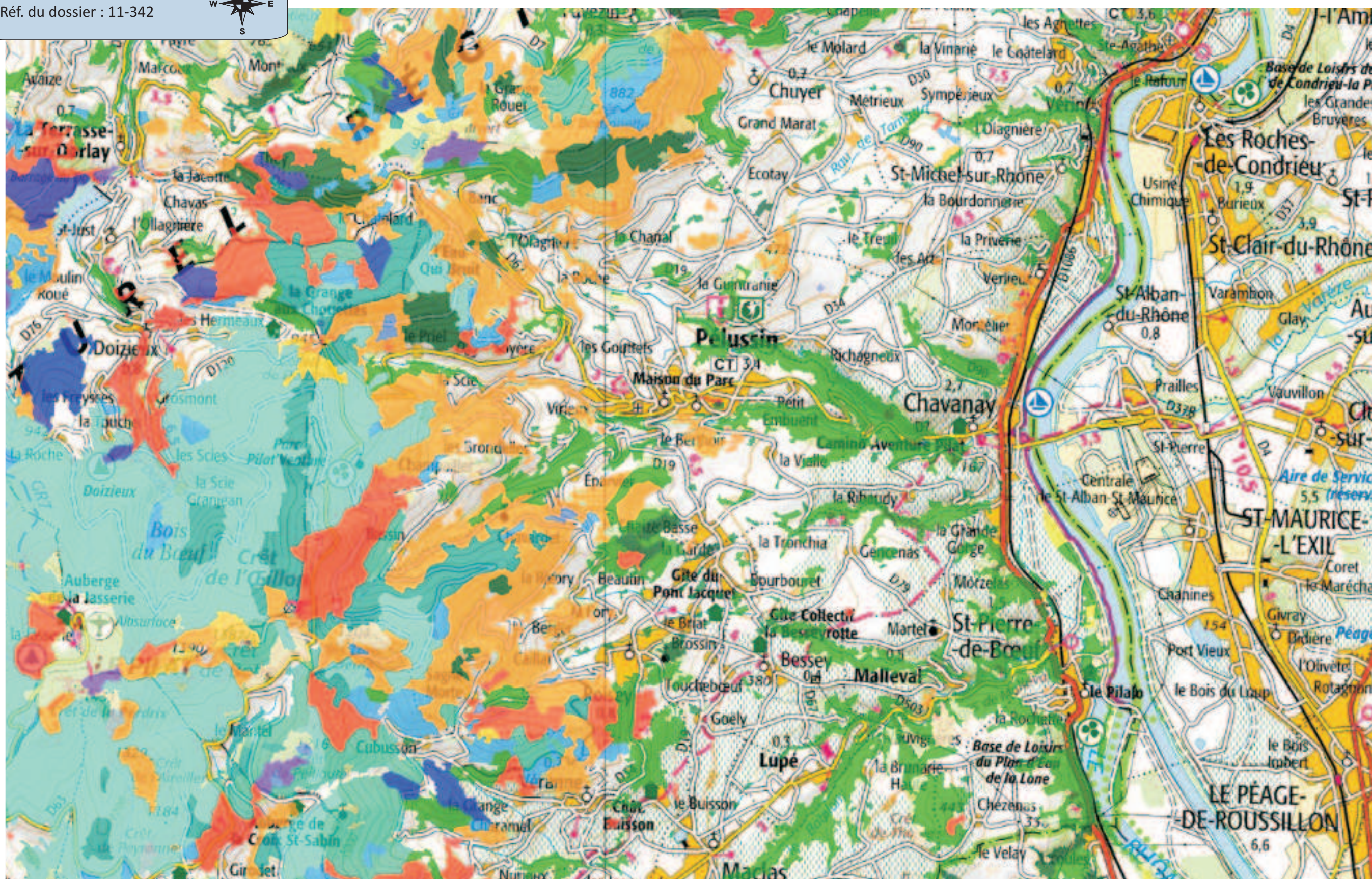
ANNEXE 4 : CARTES DE LA CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE – CPGF HORIZON



ANNEXE 5 : CARTE FORESTIÈRE – INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE

Échelle : 1 / 75 000

Réf. du dossier : 11-342



Forêt fermée de feuillus

	Feuillus en îlots
	Chênes décidus
	Chênes sempervirents
	Hêtre
	Chataignier
	Robinier
	Autre feuillu
	Mélange de feuillus

Forêt fermée de conifères

	Conifères en îlots
	Pin maritime
	Pin sylvestre
	Pin laricio ou pin noir
	Pin d'Alep
	Pin à crochets ou pin cembro
	Autre pin
	Sapin ou épicéa
	Mélèze
	Douglas
	Autre conifères autre que pin
	Mélange d'autre conifères
	Mélange de conifères

Forêt fermée mixte

	Mélange de feuillus et conifères
	Mélange de conifères et feuillus

Forêt fermée non discriminée

	Jeunes peuplements, coups rases ou incidents
---	--

Forêt ouverte

	Incident en forêt ouverte
	Forêt ouverte de feuillus
	Forêt ouverte de conifères
	Forêt ouverte à mélange de conifères et feuillus

Peupleraie

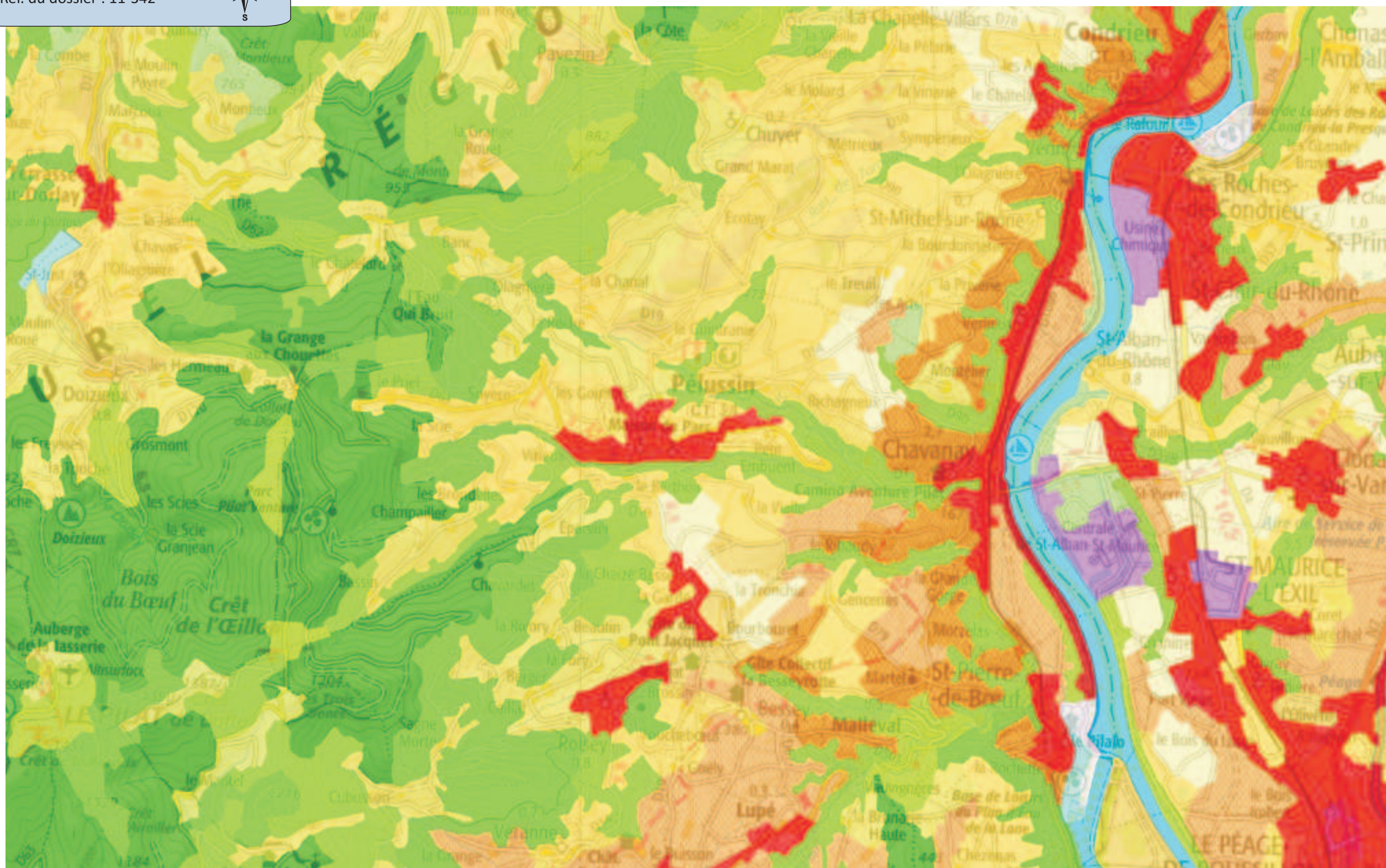
	Peupleraie
---	------------

Landes

	Lande ligneuse
	Formation herbacée

ANNEXE 6 : CARTE DE L'OCCUPATION DES SOLS – CORINNE LAND COVER

Échelle : 1 / 75 000
Réf. du dossier : 11-342



1 Territoires artificialisés

1.1 Zones urbanisées

-  Tissu urbain continu
-  1.1.1 Espaces structurés par des bâtiments. Les bâtiments, la voirie et les surfaces artificiellement recouvertes couvrent la quasi-totalité du sol. La végétation non linéaire et le sol nu sont exceptionnels.
-  1.1.2 Tissu urbain discontinu
Espaces structurés par des bâtiments. Les bâtiments, la voirie et les surfaces artificiellement recouvertes coexistent avec des surfaces végétalisées et du sol nu, qui occupent de manière discontinue des surfaces non négligeables.

1.2 Zones industrielles ou commerciales et réseaux de communication

-  Zones industrielles ou commerciales
-  1.2.1 Zones recouvertes artificiellement (zones cimentées, goudronnées, asphaltées ou stabilisées : terre battue, par exemple), sans végétation occupant la majeure partie du sol. Ces zones comprennent aussi des bâtiments et / ou de la végétation.
-  Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés
-  1.2.2 Autoroutes, voies ferrées, y compris les surfaces annexes (gares, quais, remblais).
Largeur minimale prise en compte : 100 m.
-  Zones portuaires
-  1.2.3 Infrastructures des zones portuaires, y compris les quais, les chantiers navals et les ports de plaisance.
-  Aéroports
-  1.2.4 Infrastructures des aéroports : pistes, bâtiments et surfaces associées.

1.3 Mines, décharges et chantiers

-  Extraction de matériaux
-  1.3.1 Extraction de matériaux à ciel ouvert (sablières, carrières) ou d'autres matériaux (mines à ciel ouvert). Y compris gravières sous eau, à l'exception toutefois des extractions dans le lit des rivières.
-  1.3.2 Décharges
Décharges et dépôts des mines, des industries ou des collectivités publiques.
-  Chantiers
-  1.3.3 Espaces en construction, excavations et sols remaniés.

1.4 Espaces verts artificialisés, non agricoles

-  Espaces verts urbains
-  1.4.1 Espaces végétalisés inclus dans le tissu urbain. Y compris parcs urbains et cimetières avec végétation.
-  Equipements sportifs et de loisirs
-  1.4.2 Infrastructures des terrains de camping, des terrains de sport, des parcs de loisirs, des golfs, des hippodromes... y compris les parcs aménagés non inclus dans le tissu urbain.

2 Territoires agricoles

2.1 Terres arables

Terres arables hors périmètres d'irrigation

Céréales, légumineuses de plein champ, cultures fourragères, plantes sarclées et

- 2.1.1 jachères. Y compris les cultures florales, forestières (pépinières) et légumières (maraîchage) de plein champ, sous serre et sous plastique, ainsi que les plantes médicinales, aromatiques et condimentaires. Non compris les prairies.

Périmètres irrigués en permanence

Cultures irriguées en permanence ou périodiquement, grâce à une infrastructure

- 2.1.2 permanente (canal d'irrigation). Une grande partie de ces cultures ne pourrait pas être cultivée sans l'apport artificiel d'eau. Non compris les surfaces irriguées occasionnellement.

Rizières

- 2.1.3 Surfaces aménagées pour la culture du riz. Terrains plats avec canaux d'irrigation. Surfaces régulièrement recouvertes d'eau.

2.2 Cultures permanentes

Vignobles

- 2.2.1 Surfaces plantées de vignes.

Vergers et petits fruits

- 2.2.2 Parcelles plantées d'arbres fruitiers ou d'arbustes fruitiers : cultures pures ou mélange d'espèces fruitières, arbres fruitiers en association avec des surfaces toujours en herbe. Y compris les châtaigneraies et les noiseraies.

Oliveraies

- 2.2.3 Surfaces plantées d'oliviers, y compris oliviers et vignes sur la même parcelle.

2.3 Prairies

Prairies

- 2.3.1 Surfaces enherbées denses de composition floristique composées principalement de graminacées, non incluses dans un assolement. Principalement pâturées, mais dont le fourrage peut être récolté mécaniquement. Y compris des zones avec haies (bocages).

2.4 Zones agricoles hétérogènes

Cultures annuelles associées aux cultures permanentes

- 2.4.1 Cultures temporaires (terres arables ou prairies) en association avec des cultures permanentes sur les mêmes parcelles.

Systèmes cultureux et parcellaires complexes

- 2.4.2 Juxtaposition de petites parcelles de cultures annuelles diversifiées, de prairies et / ou de cultures permanentes complexes.

- 2.4.3 Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants
Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par de la végétation naturelle.

Territoires agroforestiers

- 2.4.4 Cultures annuelles ou pâturages sous couvert arboré composé d'espèces forestières.

3 Forêts et milieux semi-naturels

3.1 Forêts

Forêts de feuillus

- 3.1.1 Formations végétales principalement constituées par des arbres, mais aussi par des buissons et arbustes, où dominent les espèces forestières feuillues.

Forêts de conifères

- 3.1.2 Formations végétales principalement constituées par des arbres, mais aussi par des buissons et arbustes, où dominent les espèces forestières de conifères.

Forêts mélangées

- 3.1.3 Formations végétales principalement constituées par des arbres, mais aussi par des buissons et arbustes, où ni les feuillus ni les conifères ne dominent.

3.2 Milieux à végétation arbustive et/ou herbacée

Pelouses et pâturages naturels

- 3.2.1 Herbages de faible productivité. Souvent situés dans des zones accidentées. Peuvent comporter des surfaces rocheuses, des ronces et des broussailles.

Landes et broussailles

- 3.2.2 Formations végétales basses et fermées, composées principalement de buissons, d'arbustes et de plantes herbacées (bruyères, ronces, genêts, ajoncs, cytises, etc.)

Végétation sclérophylle

- 3.2.3 Végétation arbustive persistante, aux feuilles relativement petites, coriaces et épaisses. Y compris maquis et garrigues. Maquis: associations végétales denses composées de nombreux arbrisseaux qui couvrent les terrains siliceux acides en milieu méditerranéen. Garrigues : associations buissonnantes discontinues des plateaux calcaires méditerranéens. Elles sont souvent composées de chênes kermès, d'arbusiers, de lavande, de thym et de cistes blancs. Quelques arbres isolés peuvent être présents.

Forêts et végétation arbustive en mutation

- 3.2.4 Végétation arbustive ou herbacée avec arbres épars. Formations pouvant résulter de la dégradation de la forêt ou d'une re-colonisation / régénération par la forêt.

3.3 Espaces ouverts, sans ou avec peu de végétation

Plages, dunes et sables

- 3.3.1 Les plages, les dunes et les étendues de sable ou de galets du milieu littoral et continental, y compris les lits mineurs des rivières à régime torrentiel.

Roches nues

- 3.3.2 Éboulis, falaises, rochers, affleurements.

Végétation clairsemée

- 3.3.3. Comprend les steppes, toundras et "bad lands" (zones sèches avec peu de végétation et présence de roches nues). Végétation éparse de haute altitude.

Zones incendiées

- 3.3.4. Zones affectées par des incendies récents. Les matériaux carbonisés étant encore présents.

Glaciers et neiges éternelles

- 3.3.5. Surfaces couvertes par des glaciers ou des neiges éternelles.

4 Zones Humides

4.1 Zones humides intérieures

Marais intérieurs

- 4.1.1. Terres basses généralement inondées en hiver et plus ou moins saturées d'eau en toutes saisons.

Tourbières

- 4.1.2. Terrains spongieux humides dont le sol est constitué principalement de mousses et de matières végétales décomposées. Tourbières exploitées ou non.

4.2 Zones humides maritimes

Marais maritimes

- 4.2.1. Terres basses avec végétation, situées au-dessus du niveau de marée haute, susceptibles cependant d'être inondées par les eaux de mer. Souvent en voie de colmatage, colonisées petit à petit par des plantes halophiles (vivant en milieu salé).

Marais salants

- 4.2.2. Salines actives ou en voie d'abandon. Parties des marais maritimes mises en exploitation pour la production de sel par évaporation. Les marais salants se distinguent nettement du reste des marais par leurs parcelles d'exploitation et leur système de digues.

Zones intertidales

- 4.2.3. Étendues de vase, de sable ou de rochers généralement sans végétation, comprises entre le niveau des hautes et des basses eaux.

5 Surfaces en eau

5.1 Eaux continentales

Cours et voies d'eau

- 5.1.1. Cours d'eau naturels ou artificiels qui servent de chenal d'écoulement des eaux. Y compris les canaux. Largeur minimale de prise en compte : 100 m.

Plans d'eau

- 5.1.2. Étendues d'eau, naturelles ou artificielles, de plus de 25 hectares.

5.2 Eaux maritimes

Lagunes littorales

- 5.2.1. Étendues d'eau salée ou saumâtre sans végétation, séparées de la mer par des avancées de terre ou autres topographies similaires. Ces surfaces en eau peuvent être mises en communication avec la mer à certains endroits ponctuels, soit de façon permanente, soit de façon périodique à certains moments de l'année.

Estuaires

- 5.2.2. Parties terminales à l'embouchure des fleuves, subissant l'influence des eaux marines.

Mers et océans

- 5.2.3. Zones au-delà de la limite des plus basses marées.