



PLAN REGIONAL D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DE LA RESSOURCE EN EAU

**Caractérisation de la vulnérabilité des
milieux aquatiques et des zones
humides de Provence Alpes Côte d'Azur
aux changements climatiques**

**Phase 2 : Caractérisation de la vulnérabilité des
cours d'eau**

JANVIER 2017



Région

Provence-Alpes-Côte d'Azur

Libellé de la mission : Caractérisation de la vulnérabilité des milieux aquatiques et des zones humides de Provence Alpes Côte d'Azur aux changements climatiques

Maîtres d'ouvrage : Maison Régionale de l'Eau et Tour du Valat

Partenaires financiers Agence de l'Eau et Région Provence Alpes Côte d'Azur

Rédacteur(s) : Christophe GARRONE

Vérificateurs : Georges OLIVARI (MRE), Bernard DUMONT (ex. IRSTEA), Christel FRANCART (Région), Robert GENTILI (Région), Cécile MONIERE (Agence de l'Eau), Thomas PELTE (Agence de l'Eau), Antoine NICHAULT (GREC PACA)

Date de rendu : Janvier 2017

SOMMAIRE

I.	Introduction	7
II.	Définitions	7
III.	Limites et difficultés	9
IV.	Description de la méthode proposée.....	10
1)	Les niveaux d'exposition.....	10
2)	La sensibilité exprimée	13
3)	Les bases de données utilisées	14
4)	Les niveaux de vulnérabilité.....	16
V.	Résultats.....	17
1)	Généralités	17
2)	L'exposition en région PACA	19
a.	Les températures	19
b.	Les précipitations	21
3)	Sensibilité des masses d'eau.....	23
a.	Température	26
b.	L'hydrologie.....	32
c.	L'adaptation aux changements.....	35
4)	Bilan des sensibilités	38
5)	Vulnérabilité des masses d'eau au changement climatique	40
a.	Vulnérabilité à la température.....	41
b.	Vulnérabilité à l'hydrologie.....	42
c.	Vulnérabilité à pouvoir s'adapter et se déplacer	43
d.	Vulnérabilité globale	44
VI.	Répartition de la vulnérabilité globale	46
VII.	Masses d'eau vulnérables et qualité de l'eau	47
VIII.	Des compléments à apporter	50
1)	La température de l'eau	50
2)	Les modifications du régime hydrologique	51
3)	Masses d'eau superficielles et souterraines.....	52
4)	Evolutions d'usages	55
IX.	Description de quelques territoires ou milieux.....	57
1)	Choix des territoires ou milieux	57
2)	Fiches descriptives	57
	La Durance et ses affluents	58

Sorgues, Nesque, Ouvèze vauclusienne, Meyne	60
Les petits cours d'eau côtiers	62
Cagne et Loup.....	64
Arc provençal et Touloubre	66
Les cours d'eau à écoulement temporaire	68
Les sources et têtes de bassin	70
ANNEXE 1 : Cartes d'exposition en région PACA (scénario RCP4.5)	72
ANNEXE 2 : Cartes d'exposition en région PACA (scénario RCP4.5) par sous bassin versant	76
ANNEXE 3 : Liste des masses d'eau potentiellement sensibles à la température (score supérieur à 17/30)	80
ANNEXE 4 : Liste des masses d'eau potentiellement sensibles à l'hydrologie (score supérieur à 8/15).....	82
ANNEXE 5 : Liste des masses d'eau potentiellement sensibles à la capacité à s'adapter (score supérieur à 6/10)	83
ANNEXE 6 : Liste des masses d'eau sensibles et très sensibles selon l'indice global de sensibilité (score supérieur à 30/55)	85
ANNEXE 7 : Liste des masses d'eau vulnérables et très vulnérables selon l'indice global de vulnérabilité (score supérieur à 40%) (classées par vulnérabilité décroissante)	87

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Extrait d'un questionnaire pour évaluer la sensibilité des milieux avoisinant l'entreprise X (Cikankowitz, 2008)	8
Figure 2 : Enjeux majeurs identifiés pour caractériser les vulnérabilités du bassin Rhône-Méditerranée aux incidences du changement climatiques (Agence de l'Eau, MEDDE, 2013).....	8
Figure 3 : Scénarios d'évolution climatique selon le modèle Aladin-Climat (météo-France, 2014).....	10
Figure 4 : Pourcentage de modification des débits d'étiage causé par le changement climatique (moyenne d'ensemble pour les années 2050) selon Schneider et al. (2013)	18
Figure 5 : Pourcentage de cellules ($\approx 6 \times 9 \text{ km}^2$) concernées par un changement en fonction des zones climatiques en Europe.	18
Figure 6 : Evolution de la température moyenne journalière ($^{\circ}\text{C}$) – Modèle Aladin-climat à l'horizon 2021 - 2050.....	19
Figure 7 : Evolution des précipitations moyennes journalières (mm/jour) – Modèle Aladin-climat à l'horizon 2021 - 2050	21
Figure 8 : Répartition des évolutions de la période de sécheresse (NORPXCDD) pour le scénario RCP4.5 et par sous bassins versant de la région PACA	22
Figure 9 : les 56 sous bassins versant de PACA selon le découpage Agence de l'Eau	24
Figure 10 : Thèmes et critères de sensibilité retenus	25
Figure 11 : Analyse en composante principale des moyennes de l'ensemble des paramètres physico-chimiques utilisés dans les réseaux de suivi (MRE, 2007)	28
Figure 12 : Sensibilité des masses d'eau PACA à la température de l'eau.....	30
Figure 13 : Sensibilité des masses d'eau PACA à l'hydrologie.....	34
Figure 14 : Sensibilité des masses d'eau PACA à la capacité de s'adapter.....	37
Figure 15 : Indice global de sensibilité des masses d'eau de la région PACA (température, hydrologie et capacités offertes pour s'adapter ou résister)	39
Figure 16 : Vulnérabilité des masses d'eau à la température	41
Figure 17 : Vulnérabilité des masses d'eau à l'hydrologie	42
Figure 18 : Vulnérabilité des masses d'eau à l'adaptation et aux déplacements	43
Figure 19 : Vulnérabilité moyenne globale	44
Figure 20 : Tableau des 16 masses d'eau les plus vulnérables et scores associés.....	45
Figure 21 : Vulnérabilité moyenne globale et hydroécorégions de rang 1	46
Figure 22 : Vulnérabilité moyenne par hydroécorégion	46
Figure 23 : Etat écologique des masses d'eau de PACA selon l'état des lieux du SDAGE de 2015 ...	48
Figure 24 : Carte de la vulnérabilité moyenne globale issue de la phase 2.....	48
Figure 25 : Etat chimique des masses d'eau d'après l'état des lieux SDAGE de 2015	49
Figure 26 : Carte des cours d'eau temporaire et des projections en termes de période de sécheresse (Scénario RCP4.5)	51
Figure 27 : Comparaison de différents régimes thermiques de cours d'eau sous climat méditerranéen (données du Réseau Hydrobiologique et Piscicole, 2010)	52
Figure 28 : Croisement entre principaux karsts de la région PACA et exposition à la température	53

Figure 29 : Evolution de l'influence des pollutions urbaines et industrielles (d'après les données Agence de l'Eau)..... 55

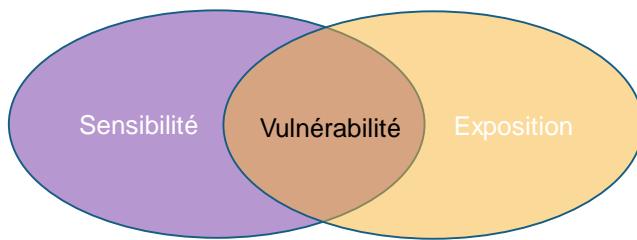
Figure 30 : Evolution de l'influence des prélèvements (d'après les données Agence de l'Eau)..... 56

I. INTRODUCTION

Pour rappel, la présente étude s'inscrit dans le Plan Régional d'Adaptation au Changement Climatique et a comme objectif de **caractériser la vulnérabilité des milieux aquatiques de la région PACA à ces changements**.

De nombreux auteurs s'entendent aujourd'hui pour définir la vulnérabilité comme le produit du niveau d'exposition, de la sensibilité et des capacités d'adaptation (Smit & Wandel, 2006). L'adaptation est difficile à intégrer dans la mesure où la notion de temps entre en jeu.

L'objectif de cette phase 2 est de caractériser la sensibilité des milieux lotiques pour la croiser aux données météorologiques prédictives (exposition et principalement température et pluie).



A l'issue de ce travail, nous devrions pouvoir affecter un degré de vulnérabilité (de très faible à très fort) à chaque masse d'eau sur la base des informations apportées par plusieurs bases de données existantes et les hiérarchiser.

II. DEFINITIONS

La Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité (2015) donne plusieurs définitions de la vulnérabilité, parfois désignant de manière « *purement comptable les pertes de la société en cas d'aléa* » (Dauphiné, 2001) ou élargie à « *l'ensemble des modalités d'atteinte et de réaction d'une société face à un ou des aléas* » (Hugonie et al., 2006). Les auteurs indiquent aussi que cette notion fait aujourd'hui « *l'objet d'un regain d'intérêt dans la littérature, notamment dans celle consacrée au changement climatique* ».

Ils s'accordent pour concevoir la vulnérabilité comme le **produit du degré d'exposition, de la sensibilité** (l'ensemble des facteurs déterminant les modalités d'atteinte d'une société) et des capacités d'adaptation (Smit & Wandel, 2006).

Cikankowitz et al. (2008) proposent un cadre méthodologique pour évaluer l'impact d'une activité et caractériser la sensibilité de son contexte local. Ils apportent une méthode d'évaluation de la sensibilité du milieu récepteur basée sur la définition de thèmes caractérisant cette sensibilité.

THEMES	Caractéristiques de l'environnement du site industriel	Oui	Non	Ne sait pas	Description de la sensibilité	Niveau de sensibilité	Niveau d'impact des activités de l'installation sur l'environnement
Eaux superficielles	<ul style="list-style-type: none"> - Présence de cours d'eau à proximité ? -> type d'usage ? -> présence et type de faune-flore aquatique ? -> distance de l'installation du cours d'eau le plus proche 				<ul style="list-style-type: none"> - Ruisseau de xx (bonne qualité, par défaut), en limite sud du site qui prend sa source à la fontaine de xx localisée à 350 mètres au nord-est du site. Ce ruisseau s'écoule vers - le ruisseau xx (bonne qualité par défaut) au lieu-dit xx, à 4 km en aval du site. Le ruisseau de xx prend sa source au lieu-dit "xx" et se jette: - dans xx (bonne qualité – 1B) au lieu-dit "xx", en amont du Moulin de xx, ce dernier rejoignant ensuite le golfe de xx. Débit du cours d'eau le plus proche (35 à 40m³/h) Usage du cours d'eau ? 	Très sensible	Impacts significatifs sur les eaux superficielles (rejet des effluents liquides sur le ruisseau de xx) -> les résultats de ANTEA (2006) montrent que les effluents de l'installation ont un impact sur la qualité de l'eau en aval immédiat du rejet pour les paramètres de fluorures, phosphore, nitrates, DCO, chrome total, nickel et zinc
Eaux souterraines	<ul style="list-style-type: none"> - Présence de nappe phréatique sous la site ? 	×			Existence d'une nappe d'eau souterraine sous le site -> profondeur environ 10m	Très sensible	Présence de piézomètres depuis 2000 -> pas de dépassement des valeurs guides pour les paramètres recherchés (composés organiques, minéraux, et éléments métalliques) sauf pour le zinc mais en 2006 pas de non-conformité aux VLE
	<ul style="list-style-type: none"> - Présence de captage d'eau à proximité du site ? 	×			Existence de 2 captages à proximité, en aval hydraulique du site : AEP, mais l'installation ne se trouve pas dans les périmètres de protection de ces captages AEP.	Moyennement sensible	La société de ne trouve pas dans les zones de protection des captages AEP, donc pas d'impacts significatifs sur les eaux souterraines
	<ul style="list-style-type: none"> - Autres ? 	×			Il y a 2 autres prises d'eau -> fontaine de xx (320m) en amont du site -> 2 forages dans la partie sud de la commune à xx (4km au sud/sud-ouest du site) -> lavoir de xx à 1km à l'ouest du site (usage domestique)	Moyennement sensible	

Figure 1 : Extrait d'un questionnaire pour évaluer la sensibilité des milieux avoisinant l'entreprise X (Cikankowitz, 2008)

Fabre J. et Pelte T. (2013) caractérisent les vulnérabilités à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée aux incidences du changement climatique dans le domaine de l'eau. Ils réalisent ce travail sur cinq thèmes dit enjeux :

Enjeu	Diagnostic à exprimer	Aléas associés
Disponibilité en eau	incidences du changement climatique sur les équilibres quantitatifs superficiels en situation d'étiage (compte tenu des aménagements actuels)	<ul style="list-style-type: none"> - hausse de la demande agricole - hausse de la demande pour le refroidissement des centrales - baisse de la ressource moyenne - renforcement des étiages
Bilan hydrique des sols	incidences du changement climatique sur le bilan hydrique des sols pour l'agriculture	Assèchement des sols et donc baisse de leur capacité à accueillir certaines cultures
Biodiversité des milieux aquatiques	incidences sur l'aptitude des territoires à conserver la biodiversité remarquable de leurs milieux aquatiques et humides	<ul style="list-style-type: none"> - modification des aires de répartition du fait des élévarions de température - baisse des débits - assèchement de certaines zones humides
Niveau trophique des eaux	incidences du changement climatique sur la capacité d'autoépuration des cours d'eau	<ul style="list-style-type: none"> - élévation de la température de l'eau - baisse des débits
Enneigement	incidences du changement climatique sur l'aptitude des territoires à accueillir des usages associés à la neige et aux régimes nivaux	<ul style="list-style-type: none"> - moindres chutes de neige - fonte précoce du manteau neigeux

Figure 2 : Enjeux majeurs identifiés pour caractériser les vulnérabilités du bassin Rhône-Méditerranée aux incidences du changement climatiques (Agence de l'Eau, MEDDE, 2013)

Globalement, cette phase 2 s'inspire grandement des définitions et principes de calcul élaborés pour cette caractérisation :

- **Evaluation de la sensibilité :**

« Pour évaluer la sensibilité d'un territoire, il s'agit de déterminer en quoi ce territoire serait plus ou moins affecté par une variation hydro-climatique donnée. Selon chaque enjeu traité, des paramètres influant sur la sensibilité du territoire sont définis. »

- - **Evaluation de l'exposition :**

« Pour chaque dimension, il s'agit de déterminer les variables climatiques à la source de l'impact prévisible et de quantifier leur évolution sous changement climatique. »

(Extrait du rapport Agence de l'Eau, MEDDE, 2013)

III. LIMITES ET DIFFICULTES

De nombreuses limites, lacunes ou difficultés sont apparues au cours de cette phase. Néanmoins, leur identification pourra servir, lors des phases 3 et 4, à proposer des actions et compléments à apporter.

Parmi elles :

- L'incertitude sur les données pluviométriques qui apparaît comme probablement très forte.
- L'incertitude des données prédictives à petite échelle (échelle régionale et sous bassin versant).
- Les bases de données à disposition dont une grande part sont issues de la caractérisation des masses d'eau ou des pressions exercées sur les masses d'eau.
- Des lacunes importantes ou des disparités sur des variables et critères très structurantes d'un point de vue de la faune aquatique comme la température de l'eau, les étiages ou la pérennité de l'écoulement.
- Des niveaux d'informations différents entre milieux lotiques et zones humides qui ont donné lieu à deux approches différentes mais complémentaires.
- Aucune reconstitution hydrologique n'a été réalisée. L'exposition ne se basera donc que sur les tendances climatiques.
- L'association des paramètres est forcément restrictive et incomplète, les aspects fonctionnels liés aux milieux lotiques étant, très souvent, assez mal décrits.
- Les bases de données ne sont pas homogènes et les codes des masses d'eau ont évolué d'années en années et notamment avec l'intégration des très petites masses d'eau qui sont encore assez mal renseignées.

IV. DESCRIPTION DE LA METHODE PROPOSEE

Il est proposé de travailler avec un système de scores et de classes, le niveau de vulnérabilité étant obtenu en multipliant la sensibilité par l'exposition.

1) Les niveaux d'exposition

Le modèle Aladin-Climat, développé à Météo-France comme modèle de climat régionalisé a été utilisé (www.drias.fr, Simulation CNRM, 2014). Le modèle se base sur trois scénarios d'évolution socio-économique dit RCP (Representative Concentration Pathways) ou profils représentatifs d'évolution de concentration de GES :

- Un scénario avec une politique climatique visant à faire baisser les concentrations en CO2 (scénario RCP2.6),
- Un scénario avec une politique climatique visant à stabiliser les concentrations en CO2 (scénario RCP4.5),
- Un scénario sans politique climatique (scénario RCP8.5).

Nom	Forçage radiatif	Concentration (ppm)	Trajectoire
RCP8.5	>8,5W.m ⁻² en 2100	>1370 eq-CO2 en 2100	croissante
RCP6.0	~6W.m ⁻² au niveau de stabilisation après 2100	~850 eq-CO2 au niveau de stabilisation après 2100	Stabilisation sans dépassement
RCP4.5	~4,5W.m ⁻² au niveau de stabilisation après 2100	~660 eq-CO2 au niveau de stabilisation après 2100	Stabilisation sans dépassement
RCP2.6	Pic à ~3W.m ⁻² avant 2100 puis déclin	Pic ~490 eq-CO2 avant 2100 puis déclin	Pic puis déclin

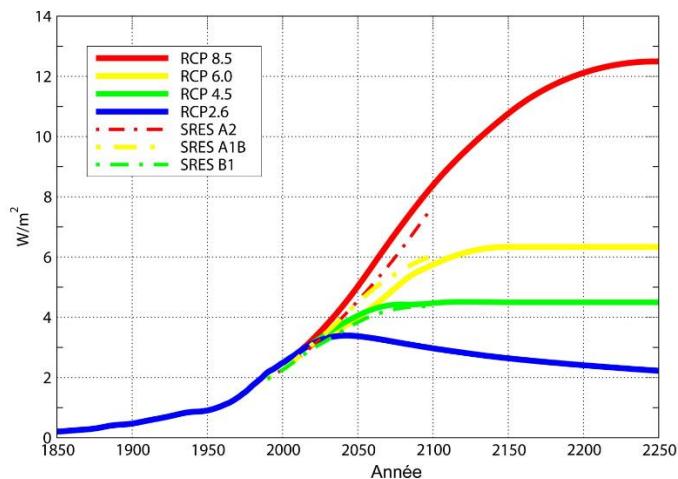


Figure 3 : Scénarios d'évolution climatique selon le modèle Aladin-Climat (météo-France, 2014)

Les données de référence couvrent la période 1976 – 2005. Les simulations portent sur des indices annuels et pour un horizon proche (H1, 2021 – 2050). Les différences entre scénarios n'étant significatives qu'à horizon moyen ou lointain, il a été choisi de ne travailler qu'avec le scénario médian (RCP 4.5).

Sept indices ont été récupérés et susceptibles d'influencer débit et température, deux paramètres qui apparaissent très structurants pour la faune aquatique :

- NORTAV : Température moyenne journalière (°C),
- NORTXAV : Température maximale journalière (°C),
- NORTRAV : Amplitude thermique journalière (°C),
- NORTXND : Nombre de jours anormalement chauds (jour),
- NORPAV : Précipitations journalières moyennes (mm/jour),
- NORPFL90 : Fraction des précipitations journalières intenses (%),
- NORPXCDD : Période de sécheresse (jour).

Aucune reconstitution hydrologique n'a été réalisée dans le cadre de cette étude.

Météo France fournit une série de points spatialisés et régionalisés et à résolution horizontale comprise entre 12 et 20 km. Une première analyse a été réalisée par colonne continue. Une deuxième analyse a été réalisée en calculant la moyenne des points inclus dans les sous bassins déterminés pour la Directive Cadre Européenne sur l'Eau.

Au final, seulement cinq indices ont été sélectionnés pour effectuer les évaluations de vulnérabilité :

- NORTAV : Température moyenne journalière (°C),
- NORTXAV : Température maximale journalière (°C),
- NORTRAV : Amplitude thermique journalière (°C),
- NORPFL90 : Fraction des précipitations journalières intenses (%),
- NORPXCDD : Période de sécheresse (jour).

Les résultats liés à la pluviométrie moyenne semblent très incertains et montrent des évolutions globalement positives pour le scénario RCP4.5, ce qui n'est pas le cas pour les autres scénarios.

Les évolutions du nombre de jours anormalement chaud sont assez proches de celles de la température maximale journalière ou celles de l'amplitude thermique journalière.

Les données ont été transformées en classes selon la méthode suivante :

- La médiane et les valeurs maximales et minimales ont été calculées pour chaque indice.
- L'étendue de la série de données est obtenue par différence entre la valeur maximale et minimale.
- La largeur des classes est obtenue en divisant l'étendue de la série par le nombre de classes souhaitées (en l'occurrence 3). L'étendue des données étant parfois très faible et certaines séries négatives, les classes ont aussi été construites pour être pertinentes et informatives et notamment pour la classe 1 qui exprime un faible changement, aucun changement ou un changement positif (valeur négative).

	Paramètres	Unité	1	2	3
NORTAV	Température moyenne journalière	°C	$\leq 1,2$	$> 1,2$	$\leq 1,3$
NORTXAV	Température maximale journalière	°C	$\leq 1,2$	$> 1,2$	$\leq 1,3$
NORTRAV	Amplitude thermique journalière	°C	≤ 0	> 0	$\leq 0,06$
NORPFL90	Précipitations intenses	%	≤ 0	> 0	$\leq 0,6$
NORPXCDD	Période de sécheresse	j.	≤ 0	> 0	≤ 2
					> 2

Une troisième analyse peut être produite par sous bassin et avec ces trois classes. Les croisements se feront ensuite avec deux types d'exposition, celle liée à la température et l'autre liée à la pluie.

Pour la température et à partir des indices nortav, nortxav et nortrav :

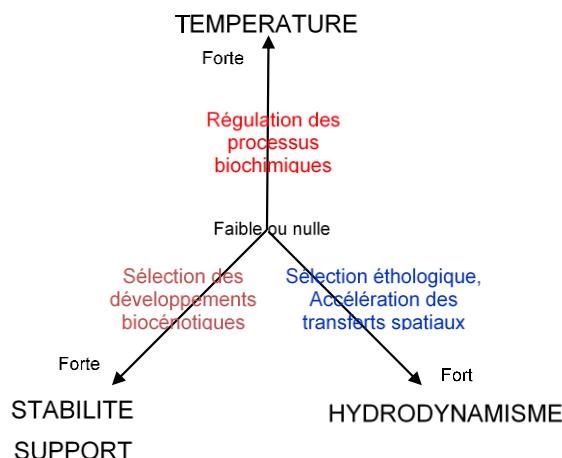
Classe affectée
si les 3 indices sont en classe 3
si au moins un indice en classe 3
si au moins un indice en classe 2
si les 3 indices sont en classe 2
si les 3 indices sont en classe 1

Pour la pluie et à partir des indices norpfl90, norpxcdd :

Classe affectée
si les 2 indices sont en classe 3
si au moins un indice en classe 3
si au moins un indice en classe 2
si les 2 indices sont en classe 2
si les 2 indices sont en classe 1

2) La sensibilité exprimée

Dumont et al. (2007) proposent le schéma conceptuel déjà montré dans le rapport de phase 1 et qui permet d'aborder le fonctionnement des assemblages faunistiques :



A l'heure actuelle et à l'échelle des masses d'eau, la quantification de l'influence de ces paramètres et leur variabilité dans le temps et dans l'espace (notion d'enveloppe de variabilité des systèmes) sont encore très peu étudiées. Un paramètre comme la température de l'eau, variable considérée par de nombreux auteurs comme structurante pour bon nombre d'espèces, n'est souvent mesurée que sur une courte période ou de manière disparate sur le territoire. On ne connaît pratiquement rien non plus des enveloppes de températures hivernales associées aux espèces psychrophiles.

Par ailleurs, l'approche par type de milieux proposée initialement n'a pas pu être réalisée dans la mesure où la typologie des cours d'eau méditerranéens, proposée en 2007, est très théorique et partielle et ne concerne pas l'ensemble des masses d'eau. De plus, elle ne peut être réalisée qu'à « dire d'expert ». Un exemple de lien type de milieux-climat est donné dans le tableau suivant :

Type de cours d'eau	Karstique	Temporaire	Alpin-médit.	Collines médit.	Plaines médit.	Cp. des sources
Influences						
Sévérité des étiages						
Risques d'assèches						
Intensité et/ou fréquence des crues						
Variabilité annuelle du débit						
Variabilité interannuelle du débit						
Variabilité du caractère lotique						
Influence de la température atmosphérique						
Risque de réchauffement estival (>20°C)						
Instabilité du substrat						

Influence forte
 Paramètre structurant

De même, certains milieux sont encore mal caractérisés et cartographiés et de nombreuses variables mal connues : cours d'eau à écoulement intermittent, durée de l'intermittence ou des assecs, début de l'intermittence, cours d'eau de très petites tailles malgré leur intégration récente à la Directive Cadre Européenne, place des sources et résurgences à l'interface entre milieux humides et cours d'eau.

Nous proposons donc de caractériser la sensibilité par une approche « milieux » semi-quantitative (fort/faible, oui/non, degrés de pression). L'approche « espèce » est difficilement applicable vu le peu d'informations disponibles actuellement sur la biodiversité aquatique. Les données sur le compartiment piscicole se structurent et couvrent une large part du territoire, hors petits cours d'eau, et notamment au travers de la base de données IMAGE de l'ONEMA et des suivis de la Directive Cadre Européenne. C'est loin d'être le cas pour le compartiment des invertébrés aquatiques où le niveau d'information générique reste le plus utilisé ce qui peut être considéré comme largement insuffisant pour caractériser les enjeux liés à la biodiversité. Le compartiment des invertébrés aquatiques reste, pour autant, le compartiment le plus diversifié et le plus dense, la zone méditerranéenne se caractérisant d'abord par son fort taux d'endémisme.

3) Les bases de données utilisées

Nous proposons, en première approche, de distinguer ce qui est lié à l'influence du climat, de la position géographique ou du type de milieu (influences naturelles), de l'influence des activités liées à l'homme (influences anthropiques). Considérant le premier type d'influence, la sensibilité s'exprimera quand l'enveloppe de variabilité actuelle du système sera modifiée et notamment au travers de l'hydrologie ou de la température.

Les champs sélectionnés sont des champs existants récupérés dans plusieurs bases de données :

- La cartographie des masses d'eau et champs associés.
- La cartographie des sous-bassins versants.
- La base de données SYRAH-CE (SYstème Relationnel d'Audit de l'Hydromorphologie des Cours d'Eau).
- La base de données « nappes » de l'Agence de l'Eau.
- La base de données « pressions » de l'Agence de l'Eau.

D'un point de vue de la description actuelle des masses d'eau, la plupart des champs à disposition ont été créés dans un autre objectif et ils peuvent paraître restrictifs, incomplets ou imprécis. Pour ce qui est des pressions exercées sur les milieux, l'état des lieux réalisé dans le cadre de la Directive Cadre Européenne apporte des informations plus précises.

Les influences naturelles, intrinsèques au type de cours d'eau ou à sa position géographique peuvent être rattachées aux champs et bases de données suivantes :

	Liens avec la biodiversité	Base de données utilisée	Champs retenu	Intitulé
Relation avec la nappe	zone refuge pour la faune	nappes (AE)	tous	perdant, drainant ou en équilibre
	influence sur la température			
	influence sur le soutien d'étiage			
Influence sur l'étiage	baisse capacité d'accueil	SYRAH (IRSTEA, AE)	étiage	hydrologie
	influence sur la température			
	renouvellement de l'eau			
	lenticité			
Isolément avec le bassin du Rhône	impossibilité de se déplacer	MDOrivière (IRSTEA, AE)	Littoral paca	code sous bassin
	pas de remplacement possible			
Cours d'eau exogène	influence de plusieurs climats	MDOrivière (IRSTEA, AE)	exogène (O/N)	exogene
	transfert de l'influence d'un climat sur l'HER aval			
Altitude du bassin versant	influence sur la température de l'eau	MDOrivière (IRSTEA, AE)	Alt_cat	catégorie d'altitude (low, mid, high)
	amplitude thermique			
Type de géologie	réserve du sol et nappe	MDOrivière (IRSTEA, AE)	Geol_cat (O/N)	type de géologie (C ou S)
	ruisselement			
Taille du bassin versant	influence sur les débits	MDOrivière (IRSTEA, AE)	Size_cat	taille du BV (S à XL)
	réseau hydrologique			
Largeur du cours d'eau	Influence directe sur la ripisylve ou la puissance des cours d'eau	MDOrivière (IRSTEA, AE)	Taille_fr	taille du cours d'eau (TP à G)
Rang de Strahler	capacité à trouver un refuge amont	MDOrivière (IRSTEA, AE)	Strahler_m	rang de Strahler (1 à 6)
Débouché dans la mer	influence de la mer	MDOrivière (IRSTEA, AE)	Mdoaval	champs vide
	capacité à trouver un refuge aval			

Si les étiages ont été rangés parmi les influences naturelles, il n'en demeure pas moins que l'évaluation de leur influence prend en compte uniquement la pression anthropique. L'identification des régimes intermittents ou temporaires est encore très partielle.

Les influences anthropiques sont presque toutes issues de la base de données « pression » de l'Agence de l'Eau :

Champs	Signification
sensibilité	Sensibilité à l'eutrophisation
urbain	Pollution urbaine et industrielle
nitrates	Pollutions par les nitrates
prelevements	Pressions des prélèvements
morphologie	Pression morphologie
continuite	Pression continuité
ripisylve	état de la ripisylve (base Syrah)

L'identification de la masse d'eau en masse d'eau fortement modifiée n'a pas été retenue dans la mesure où les champs pressions sont justement à l'origine de ce classement.

4) Les niveaux de vulnérabilité

Trois thèmes ont été abordés, déclinés en six sous-thèmes, chacun associé à un indice météorologique :

	Thèmes	Sous-thèmes	Exposition
Sensibilités	Température	Variabilité de la température	NORTAV/NORTXAV/NORTRAV = exposition à la température
		Risque d'échauffement	
	Hydrologie	Sévérité des étiages	NORPFL90/NORPXCDD = exposition aux variations de pluviométrie
		Hydrodynamisme	
	Adaptation	Déplacement des espèces	NORTAV/NORTXAV/NORTRAV = exposition à la température
		Zones refuges	

Chacun des thèmes est abordé en croisant les critères d'influence issus des bases de données disponibles. L'agencement des critères et les modes de calcul des sensibilités sont différents pour chaque thème abordé. Ils seront décrits au fil des résultats.

La sensibilité sera exprimée sous forme de score :

	Thèmes	Sous-thèmes	Score max	Exposition	Vulnérabilité
Sensibilités	Température	Variabilité de la température	30	5	150
		Risque de réchauffement estival			
Sensibilités	Hydrologie	Sévérité des étiages	15	5	75
		Hydrodynamisme			
Sensibilités	Adaptation	Déplacement des espèces	10	5	50
		Zones refuges			

La somme des scores de chaque thème permettra de calculer un indice global de sensibilité. La vulnérabilité de chaque thème sera ramenée à 100 points et une vulnérabilité moyenne globale sera calculée. Les degrés de vulnérabilité seront représentés selon cinq classes de même amplitude et leurs codes couleur :

Degré de vulnérabilité :



vulnérabilité très faible
vulnérabilité faible
vulnérabilité moyenne
vulnérabilité forte
vulnérabilité très forte

V. RESULTATS

1) Généralités

Pour rappel et à l'échelle de la métropole, à horizon proche (2021-2050), la synthèse réalisée par le GIEC, indique :

- Une hausse des températures moyennes, comprise entre 0,6°C et 1,3°C, toutes saisons confondues, par rapport à la moyenne calculée sur la période 1976-2005. Cette hausse devrait être plus importante dans le Sud-Est de la France en été, avec des écarts à la référence pouvant atteindre 1,5°C à 2°C.
- Une augmentation du nombre de jours de vagues de chaleur en été, comprise entre 0 et 5 jours sur l'ensemble du territoire, voire de 5 à 10 jours dans des régions du quart Sud-Est.
- Une diminution des jours anormalement froids en hiver sur l'ensemble de la France métropolitaine, entre 1 et 4 jours en moyenne, et jusqu'à 6 jours au Nord-Est du pays.
- Une légère hausse des précipitations moyennes, en été comme en hiver, avec une forte incertitude sur la distribution géographique de ce changement. Le GREC PACA (mai 2016) précise que « *le signal concernant l'évolution des précipitations en Provence-Alpes-Côte d'Azur n'est pas très net. Les projections climatiques fournies par les modèles montrent en effet dans notre région des évolutions contradictoires.* » Le scénario RCP 8.5, par exemple, semble confirmer une légère tendance à la baisse des pluies annuelles alors que le scénario RCP 4.5 amorce à la fin de siècle une hausse. Les modèles Aladin-Climat et WRF utilisés pour les projections climatiques simulent, en outre, de faibles changements des pourcentages de précipitations extrêmes.

D'un point de vue des milieux d'eau courante, plusieurs simulations ont été réalisées sur les écoulements. Dans le cadre du projet national Explore 2070 (Irstea – Météo France – BRLi), les modèles s'accordent sur une tendance à la baisse de la ressource en eau sur le bassin de la Durance : baisse des débits moyens annuels, des débits de mai-juin (onde de fonte), et des débits d'étiage. Le rapport signale toutefois de fortes incertitudes sur les données d'entrée.

Sur le bassin du Loup (06) et lors des réflexions portées aux déficits quantitatifs (étude EVP, phase 3, CD06, 2014), des simulations hydrologiques ont été réalisées montrant :

- Une diminution du 1/10^{ème} du module entre 45 % et 60 % et une diminution du QMNA5 entre 50 % et 58 % à l'horizon 2065.
- Une diminution du 1/10^{ème} du module de l'ordre de 75 % et une diminution du QMNA5 de l'ordre de 80 % à l'horizon 2100.

La même tendance est observée sur le bassin voisin de la Cagne (CD06, 2014) et les résultats font apparaître :

- Une diminution du 1/10^{ème} du module et du QMNA5 de l'ordre de 50 % à l'horizon 2065.
- Une diminution du 1/10^{ème} du module et du QMNA5 de l'ordre de 65 % à l'horizon 2100.

Schneider et al. (2013) fournissent une analyse plus large de la modification des régimes à l'échelle européenne. Les simulations hydrologiques pour la zone méditerranéenne se caractérisent par une forte réduction des précipitations en hiver et en été. En été, la prédiction de diminution atteint 23% à l'horizon 2050, plus forte diminution observée dans cette étude et sur l'ensemble des zones européennes étudiées.

D'après le modèle WaterGAP3, les débits des cours d'eau en Méditerranée devraient tendre vers plus d'intermittence : écoulement nul voir assèchement.

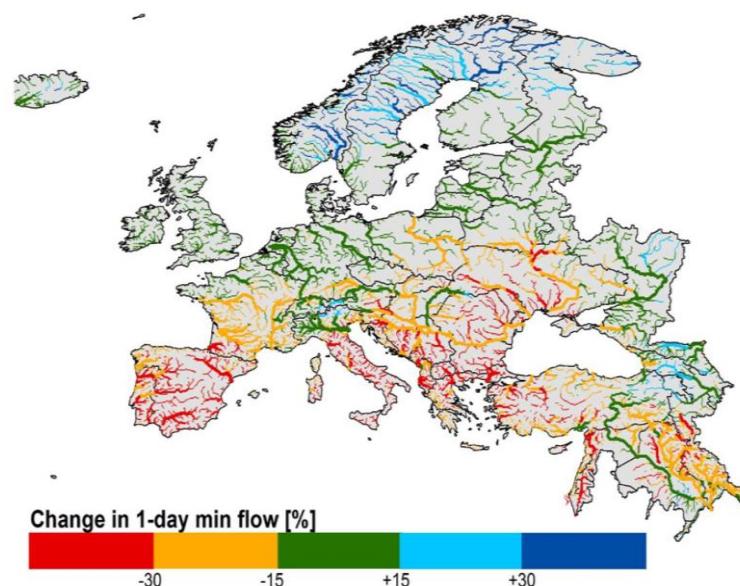


Figure 4 : Pourcentage de modification des débits d'étiage causé par le changement climatique (moyenne d'ensemble pour les années 2050) selon Schneider et al. (2013)

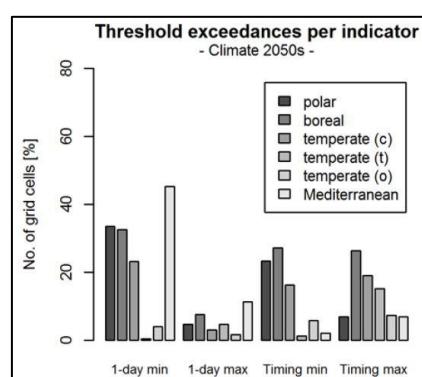


Figure 5 : Pourcentage de cellules ($\approx 6 \times 9 \text{ km}^2$) concernées par un changement en fonction des zones climatiques en Europe.

2) L'exposition en région PACA

L'ensemble des cartes produites pour tous les indices sélectionnés sont en **annexe 1**. Pour rappel, seul le scénario médian (RCP4.5) a été traité. L'**annexe 2** regroupe les cartes d'exposition réalisées par sous bassin versant.

a. Les températures

Les variations de températures moyennes journalières sont comprises entre +1 et +1,5°C à horizon proche. Ces évolutions peuvent être considérées comme relativement faibles mais de faibles variations peuvent parfois, et d'un point de vue écologique, avoir de lourdes conséquences.

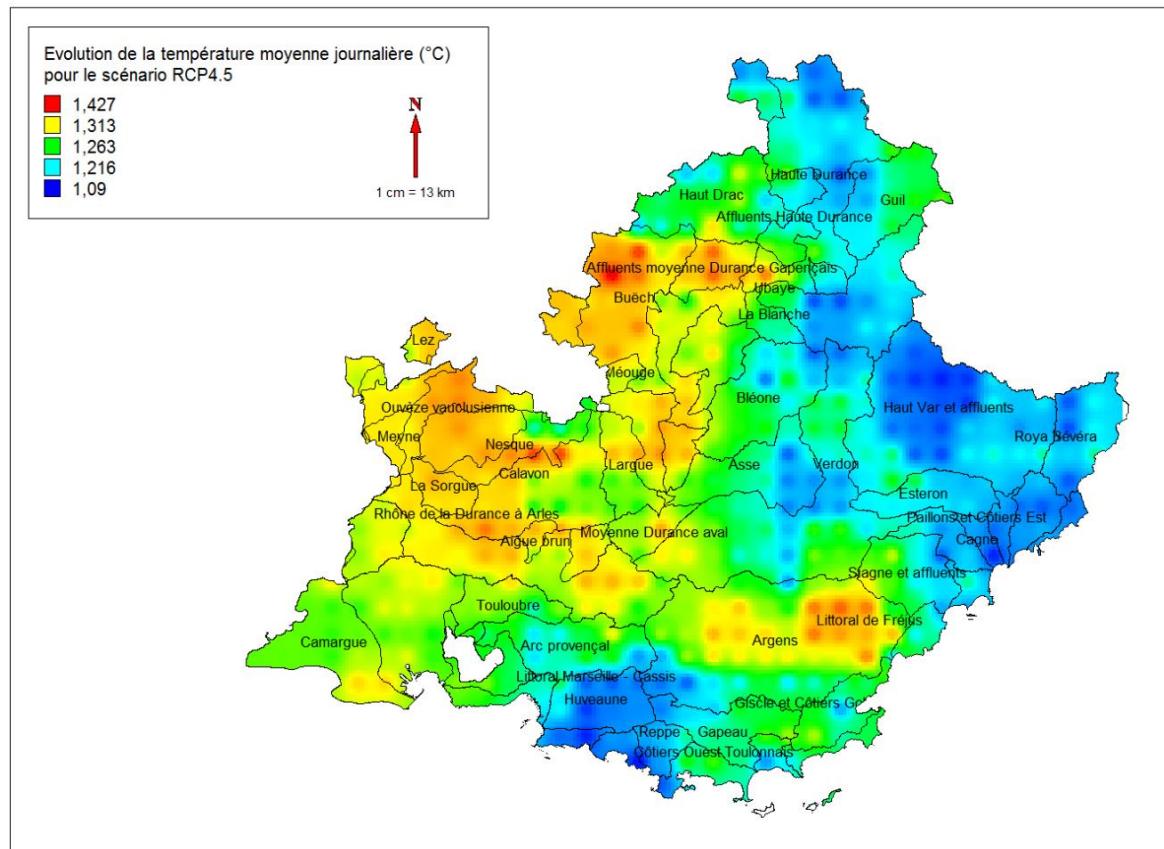


Figure 6 : Evolution de la température moyenne journalière (°C) – Modèle Aladin-climat à l'horizon 2021 - 2050

Quoiqu'il en soit, les évolutions sont, avant tout, informatives sur le rôle que peut jouer la Méditerranée et les plaines alluviales qui débouchent sur la Méditerranée. La carte montre en effet que le réchauffement affecte, en premier lieu, les vallées ouvertes des grands cours d'eau de la région comme l'Argens ou la Durance.

La pénétration dans la vallée de la Durance du réchauffement semble assez forte et significative et jusqu'en Moyenne et Haute Durance. Le réchauffement affecte fortement des bassins préalpins et alpins : **Buëch, Affluents moyenne Durance Gapençais, partie amont du sous bassin Ouvèze vauclusienne**. Les sous bassins de la rive droite de la Durance semblent plus affectés que ceux de la rive gauche

D'autres sous bassins hors bassin de la Durance mais à proximité du bassin du Rhône présenteraient de fortes évolutions : **Sorgues, Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux, Aigue Brun, Eze, partie aval du sous bassin Ouvèze vauclusienne**. Ils sont tous inclus de l'hydroécorégion Méditerranée.

La partie orientale et alpine de la région semblerait moins affectée, ainsi que les petits bassins côtiers des Bouches-du-Rhône et du Var.

Ces tendances se confirment avec les évolutions de la température maximale journalière mais les évolutions sont sensiblement du même ordre. Dans le cas des températures maximales journalières, seuls les sous bassins de l'Aigue Brun et de l'Eze se détachent légèrement mais globalement, les augmentations les plus significatives seraient observées dans les sous bassins de la Durance, du Buëch à la Basse Durance et particulièrement sur les bassins de la rive droite. Cette tendance se retrouve dans les évolutions du nombre de jours anormalement chauds. La partie haute du bassin du Buëch totaliserait par exemple plus de 38 jours supplémentaires anormalement chauds par rapport à la période de référence 1976 – 2005.

Les évolutions de l'amplitude thermique journalière sont aussi assez peu significatives et parfois se réduisent et d'après la simulation RCP4.5, pour certains territoires comme les territoires Alpes Maritimes et Alpes. L'amplitude thermique atteint 0,2 à 0,3 °C d'augmentation.

Néanmoins, une faible augmentation peut avoir de fortes conséquences à long terme sur les espèces présentes et notamment les espèces sténoèces. Comme le décrit Dumont, Pont & Carrel en 2007 : « *Au niveau des taxons, une augmentation de courte durée des maxima va générer des extinctions rapides et ciblées sur des cohortes d'individus en limite supérieure de tolérance. Ce processus peut initier l'évolution du système vers une nervosité fonctionnelle préjudiciable aux équilibres du peuplement restant* ».

A l'échelle régionale, l'amplitude thermique journalière semble surtout augmenter au centre de la région, toujours et probablement en lien avec l'axe durancien ouvert très largement sur le bassin du Rhône et sur la Méditerranée. Les sous bassins qui montreraient le plus d'augmentation seraient **l'Asse, le Calavon et la Méouge**, l'Asse se détachant assez nettement des autres sous bassins. 11 sous bassins sur les 56 bassins de PACA montrent des évolutions négatives soit une baisse de l'amplitude thermique journalière : Lez (DU_11_04), Meyne (DU_11_05), Littoral Alpes - Maritimes - Frontière Italienne (LP_15_07), Affluents Haute Durance (DU_12_01), Paillons et Côtiers Est (LP_15_11), Guil (DU_12_02), Haut Var et affluents (LP_15_05), Ubaye (DU_12_04), Littoral de Fréjus (LP_15_08), Haute Durance (DU_12_03) et Basse vallée du Var (LP_15_06).

b. Les précipitations

Comme évoqué plusieurs fois, les modèles liés à la pluie fournissent vraisemblablement des données comportant de fortes incertitudes. Les simulations de pluviométrie moyenne journalière pour le scénario RCP4.5 montrent des évolutions positives pour la plupart du territoire régional sauf une légère baisse des précipitations moyennes très localisée dans le haut bassin de la Vésubie (06), sous bassin du Haut Var et affluents.

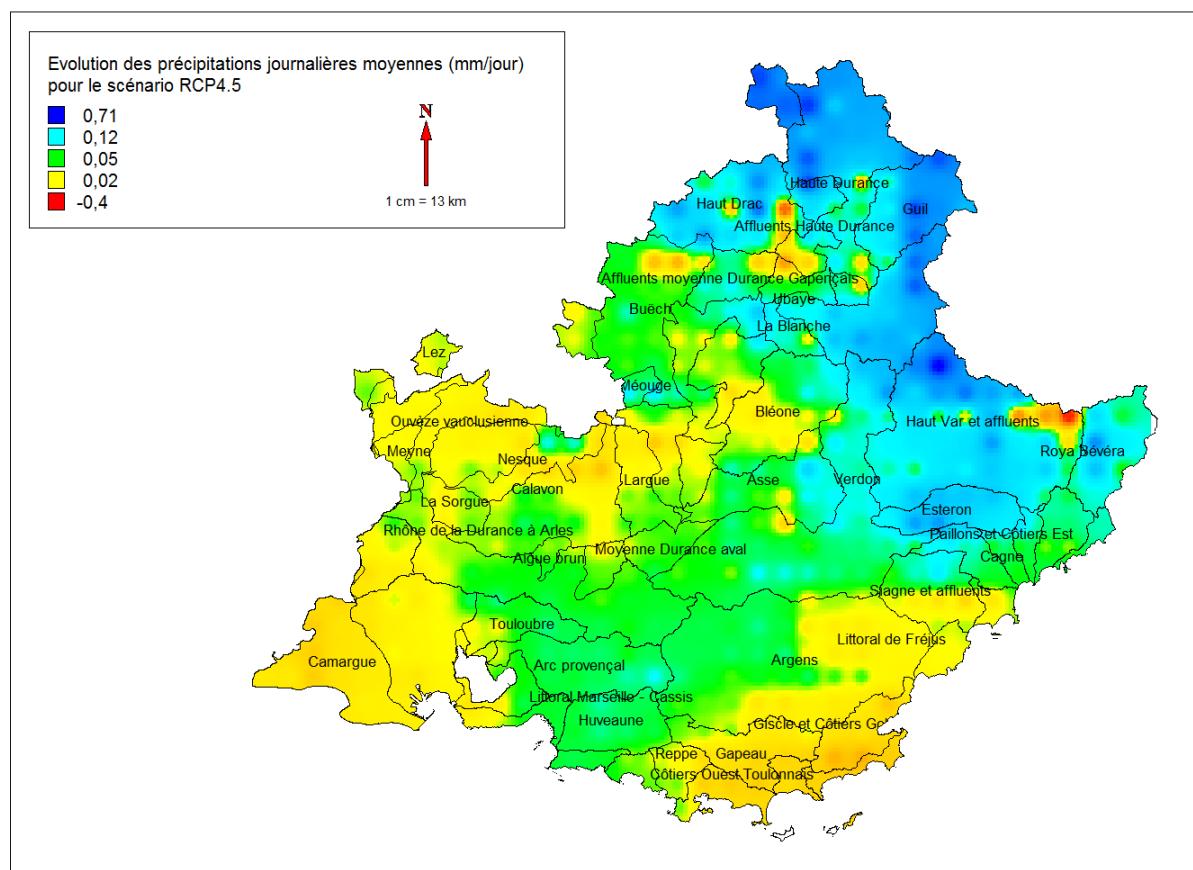


Figure 7 : Evolution des précipitations moyennes journalières (mm/jour) – Modèle Aladin-climat à l'horizon 2021 - 2050

Les moyennes calculées par sous bassin versant apportent un peu plus d'informations. Aucun sous bassin ne présente de très forte diminution des précipitations moyennes journalières. Par contre, de faibles diminutions seraient enregistrées sur les sous bassins varois et partie occidentale des Alpes Maritimes (de la Brague au littoral La Ciotat - Le Brusc, bassin versant de l'Argens compris), et sur les sous bassins versants longeant le Rhône et basse Durance. Il convient toutefois de relativiser puisque les diminutions ne dépassent pas 0,07 mm/j de pluie.

L'indice lié aux précipitations intenses est tout aussi incertain, avec des pourcentages d'augmentation, là aussi, très faibles. L'analyse par sous bassin versant montre que les **territoires rive gauche du Rhône** sont un peu plus touchés ainsi que le **centre Var et les petits côtiers des Alpes Maritimes**, la plupart étant situés dans l'hydroécorégion Méditerranée. Parmi les bassins dont le pourcentage d'augmentation est supérieur à 1%, les bassins de la Cagne (+1,6%) et du Loup (+1,3%) apparaîtraient comme les plus affectés, et à une moindre mesure la basse vallée du Var, les côtiers ouest toulonnais et les tributaires de l'étang de Berre.

Enfin, l'indice lié à la période de sécheresse (exprimé en jour), montre une évolution positive (de 1 à 4 jours supplémentaires) principalement dans les Alpes Maritimes et pour seulement 18 sous bassins dont : Littoral La Ciotat Le Brusc (+4 j.) ; **Cagne, Estéron et Basse vallée du Var (+2,5 j.)** ; **Roya-Bévéra (+2,4 j.)** ; **Loup et Buëch (+1,6 j.)** ; **Haut Var et affluents (+1,4 j.)**.

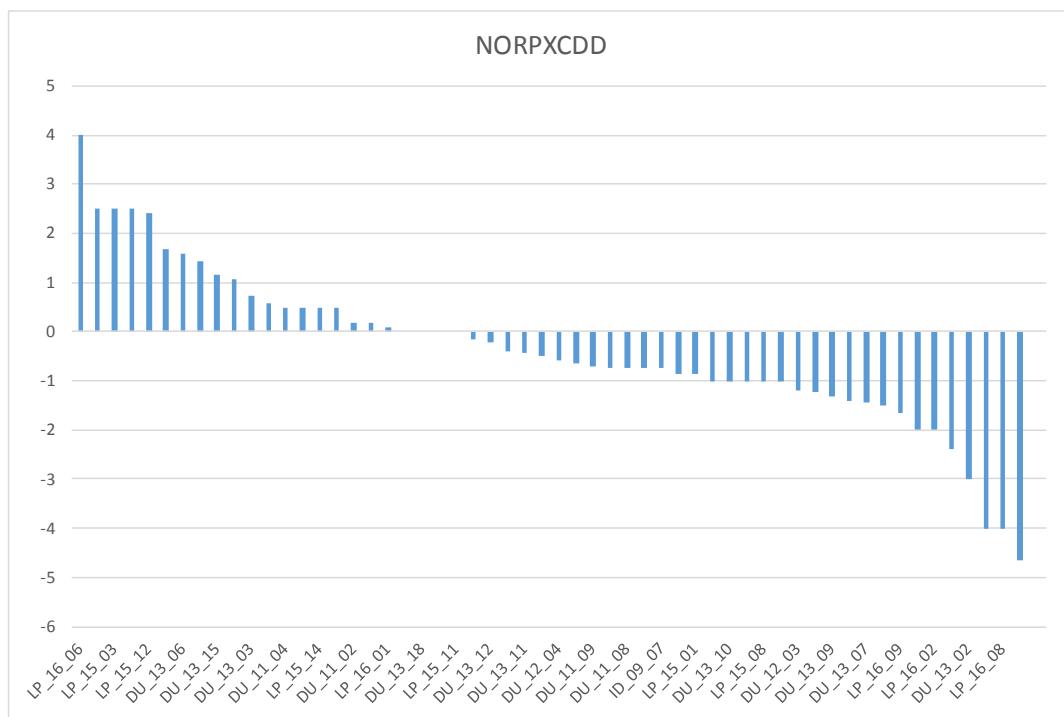


Figure 8 : Répartition des évolutions de la période de sécheresse (NORPXCDD) pour le scénario RCP4.5 et par sous bassins versant de la région PACA

33 sous bassins, soit un peu plus de 58% des sous bassins étudiés, montrent des évolutions négatives soit une réduction du nombre de jours de sécheresse.

Face à ces multiples incertitudes, les prévisions d'évolution des métriques hydrologiques font grandement défaut et les effets liés à la température sont amenés à dominer l'analyse. De multiples questions restent en suspens ou restent à approfondir vis-à-vis des écoulements : modifications engendrées par la fonte glaciaire, évolutions liées à l'influence nivale, distribution annuelle de la pluie, incidences sur les aquifères et les réserves d'eau, durée des étiages face aux cycles biologiques, évolutions sur la pérennité des écoulements, évolutions dans les phases d'assèchement de certains cours d'eau...

3) Sensibilité des masses d'eau

L'analyse a été produite à l'échelle des masses d'eau de la région PACA soit **658 masses d'eau toutes incluses dans la région administrative PACA** et regroupant trois hydroécorégions : Méditerranée, Préalpes du Sud et Alpes Internes. Près de 60% des masses d'eau traitées appartiennent au bassin de la Durance. 24 masses d'eau appartiennent au bassin de l'Isère et réparties entre les bassins de la Romanche et du Haut Drac, au nord de la région. Quelques masses d'eau ont été exclues de l'analyse :

- Le Rhône et ses annexes dont la caractérisation dépasse largement les limites de la région PACA : Le Rhône de Beaucaire au seuil de Terrin et au pont de Sylveréal (FRDR2009), Le Rhône d'Avignon à Beaucaire (FRDR2008), Bras d'Avignon et ses annexes (FRDR2008a), Lône de Caderousse et bras des Arméniers (FRDR2007f), Le Rhône de la confluence Isère à Avignon (FRDR2007), Rhône de Donzère (FRDR2007e).
- Des affluents du Rhône qui n'ont qu'un court linéaire en région PACA : Le Lauzon de sa source à la dérivation de Donzère-Mondragon (FRDR410), La Robine et les Echaravalles /Le Lauzon rive dr. dériv. Donzère-Mondragon /Mayre Girarde /le Rialet (FRDR409) et son affluent Mayre Girarde (FRDR11080), ruisseau le Rialet (FRDR11949), toutes ces masses d'eau étant associées au sous bassin Isère – Drôme.

Pour l'exposition et les données climatiques, l'analyse a été portée à l'échelle des sous-bassins associés aux masses d'eau, soit en tout **56 sous-bassins traités**. Cette analyse permet de hiérarchiser et cartographier à la fois les sensibilités et les vulnérabilités.

Afin d'évaluer les sensibilités, un classement par thème est proposé. Chaque thème comprend plusieurs critères censés influencer la faune et la flore présente. Chaque critère est caractérisé par le croisement de plusieurs facteurs d'influences complémentaires ou associatifs. D'autres facteurs interviendront comme autant de facteurs aggravants ou par absence de facteurs de résistance ou de résilience.

Le nombre de critères associés est différent pour chaque thème, tout comme leur agencement ou leur degré d'influence. Nous proposons ci-après, pour chaque thème et sous-thème abordé :

- Une description rapide des méthodes de calcul et des grilles de classement utilisées,
- Une carte régionale d'évaluation de la sensibilité de chaque thème traité,
- Un commentaire sur la carte de sensibilité produite.

Signalons enfin que les thèmes et critères retenus ont été identifiés comme autant de facteurs pouvant influencer la faune et la flore aquatique y compris la faune dite ordinaire. Ils ne sont, en aucun cas, retenus pour caractériser la vulnérabilité des milieux abritant une forte biodiversité aquatique.

Comme le rappelle Dumont et al. en 2007 : « les cours d'eau expérimentent depuis des milliers d'années le changement thermique, et en conséquence, la gamme des « produits taxonomiques associés », les espèces, est adaptée à la gamme des possibles, physiologiques et biochimiques, pour la vie aquatique aérobie. Il en résulte inévitablement, pour tout réseau aquatique, un stock d'espèces, façonnées continuellement par les fluctuations de leur environnement, utilisant (ou cantonnées dans) un territoire donné, dont les bornes peuvent être les limites d'une source ou d'une résurgence, celles d'une ligne de crête de bassin versant ou celles des continents. »

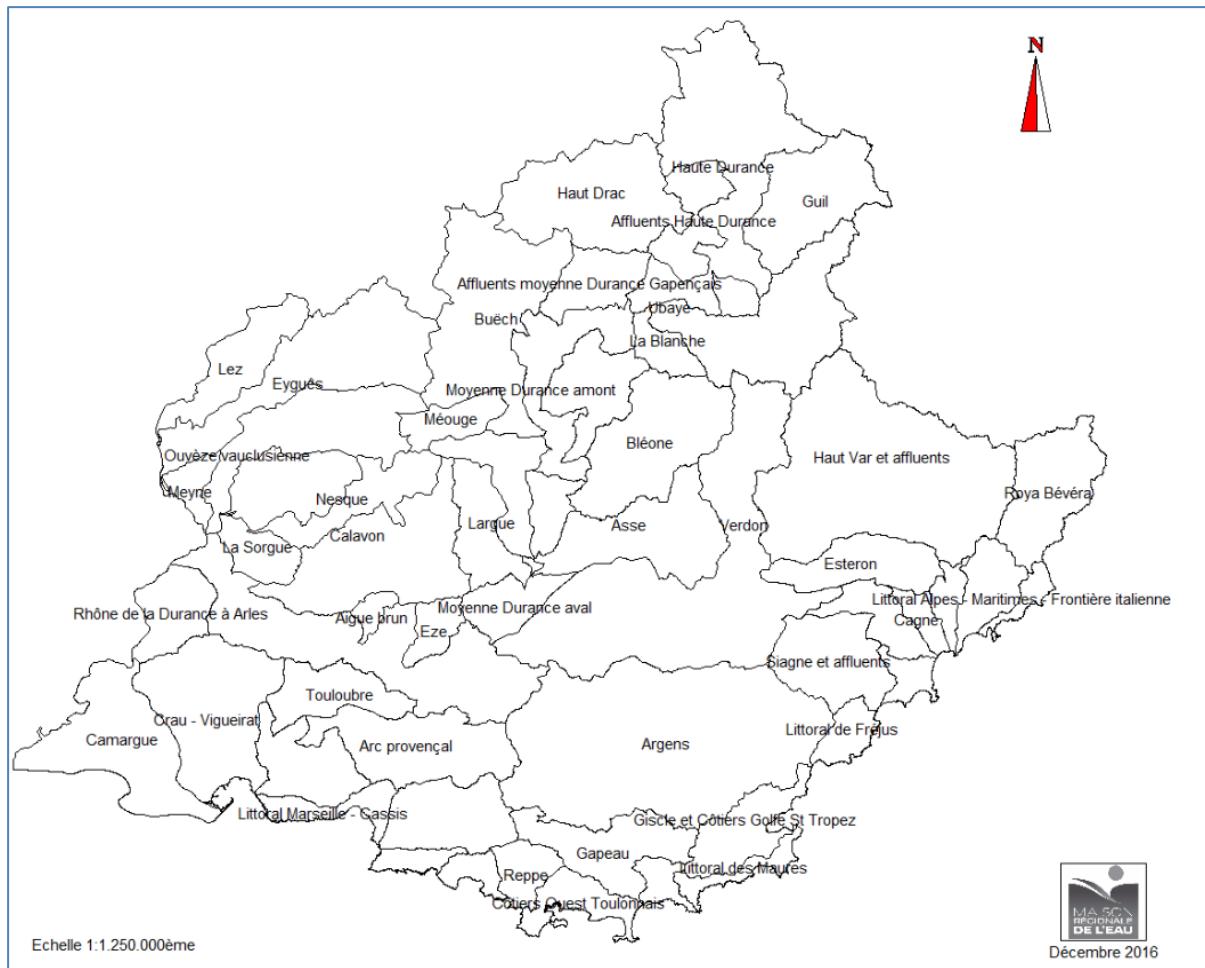


Figure 9 : les 56 sous bassins versant de PACA selon le découpage Agence de l'Eau

	Thèmes	Sous-thèmes	Critères		Facteurs influants, facteurs de résistance ou de résilience								
Sensibilités	Température	Variabilité de la température	Etiage	Altitude du bassin versant	Géologie	Relation avec la nappe	Etat de la ripisylve / largeur cours d'eau	Pression continuité	Pression morphologique				
		Risque d'échauffement estival	Etiage	Catégorie d'altitude	Géologie	Etat de la ripisylve / largeur cours d'eau	pression morphologique	Sensibilité à l'eutrophisation	Pollution urbaine	nitrates			
	Hydrologie	Sévérité des étiages	Etiage	Taille du bassin versant	Géologie	Relation avec la nappe	pressions des prélèvements						
		Hydrodynamisme	Pente	Taille du cours d'eau	Cours d'eau exogène	pression morphologique faible							
	Adaptation	Déplacement des espèces	Taille du bassin versant	Rang de Strahler	Non appartenance au bassin du Rhône	Pression continuité							
		Zones refuges	pression morphologique	pression continuité	Relations avec la nappe	Débouché dans la mer							

Figure 10 : Thèmes et critères de sensibilité retenus

a. Température

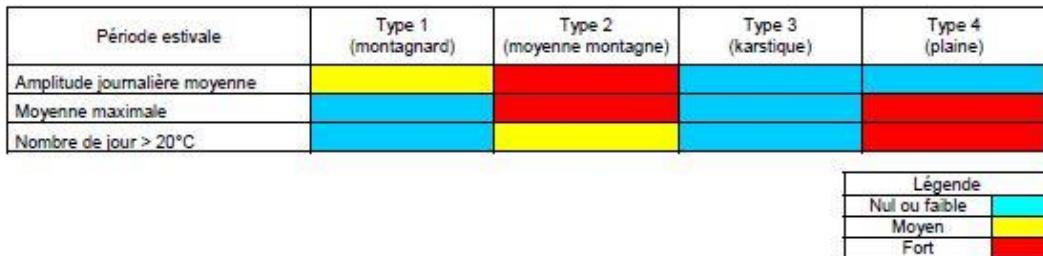
► Variabilité de la température

Les pressions liées à l'étiage et l'altitude du bassin versant ont été croisées à partir des deux tableaux suivants :

	Code degré	Signification
Pression liée à aux étiages	1	Influence faible
	2	Influence moyenne
	3	Influence forte

	Code degré	Signification
Altitude du bassin versant	1	LOW
	2	HIGH
	3	MID

Le tableau « Altitude du bassin versant » est issu des travaux de caractérisation des cours d'eau méditerranéens réalisés en 2007 qui avaient permis, en première approche, d'associer, à chaque type, un niveau variable d'influence sur plusieurs paramètres liés à la température de l'eau :



Les résultats montraient que l'échauffement de l'eau caractérise plutôt les secteurs de moyenne montagne et les secteurs de plaine, alors que l'amplitude thermique (variabilité) caractérise essentiellement les secteurs de moyenne montagne et dans une moindre mesure, les territoires de montagne.

Le croisement est réalisé de la manière suivante pour obtenir trois classes (faible, moyen, fort) - les variations étant amplifiées par l'étiage du cours d'eau et le faible renouvellement de l'eau :

		Altitude du bassin versant		
		1	2	3
Pression liée aux étiages	1	Faible	Faible	Moyen
	2	Faible	Moyen	Fort
	3	Moyen	Fort	Fort

La géologie intervient ensuite comme un facteur aggravant. La géologie siliceuse exprime de faibles apports liés aux aquifères souterrains et qui ont souvent un rôle tampon sur les variations de température :

géologie	siliceuse	+1
----------	-----------	----

Ce critère est toutefois assez réducteur sur les territoires de montagne à dominance siliceuse où les variations de température peuvent être tamponnées par la fonte de la glace ou de la neige ou grâce à des aquifères d'effondrement (pierriers et cônes de déjection).

Les relations qu'entretiennent le cours d'eau avec les nappes, et notamment l'accentuation des étiages et la réduction des vitesses d'écoulement, jouent aussi un rôle important sur la température et ses variations :

	Code degré	Signification
Relation avec la nappe	1	pérenne perdant
	2	temporaire perdant

La base de données exploitée est assez partielle et ne concerne pas la totalité des masses d'eau traitées, ce qui réduit artificiellement les scores des masses d'eau non traitées. Les très petites masses d'eau sont aussi et souvent très mal connues. De plus, une masse d'eau regroupe souvent plusieurs tronçons aux relations différentes avec la nappe. Nous avons choisi de caractériser la masse d'eau avec le degré qui occupe le plus long linéaire - les pertes de la rivière vers la nappe pouvant jouer un rôle indirect en amplifiant l'impact des étiages et donc du renouvellement de l'eau.

Les quatre autres critères sont des critères aggravants liés aux pressions suivantes : état de la ripisylve et ombrage, continuité et ralentissement des écoulements, continuités latérales, et état morphologique (encaissement, faciès d'écoulement, qualité des fonds et des berges...). Leurs scores suivent le schéma suivant :

	Code degré	Signification
Pressions	1	Influence faible
	2	Influence moyenne
	3	Influence forte

L'état de la ripisylve a été croisé avec la largeur du cours d'eau pour améliorer la cohérence de cette métrique - La ripisylve n'a pas d'influence sur l'ombrage des très grands cours d'eau :

		Etat de la ripisylve		
		1	2	3
Largeur du cours d'eau	1	Moyen	Fort	Fort
	2	Moyen	Moyen	Fort
	3	Faible	Faible	Faible

Les tailles des cours d'eau ont été codifiées de la manière suivante (aucun cours d'eau médium en région PACA d'après la caractérisation des masses d'eau de 2010) :

Largeur du cours d'eau	1	Très petit et petit
	2	Grand
	3	Très grand

► Risque d'échauffement des eaux

L'analyse en composante principale réalisée en 2007 dans le cadre de la caractérisation des cours d'eau méditerranéens de PACA à partir des données du Réseau National de Bassin avait permis de montrer les corrélations entre indicateurs biologiques et quantités d'oxygène dissous dans l'eau (valeurs instantanées toutefois), elles-mêmes inversement corrélées aux fortes valeurs de températures de l'eau (sauf cas où la végétation est abondante). Cette analyse avait aussi permis de corrélérer les fortes températures à un certain nombre d'indicateurs de pollution : composés azotés (NO₃, NO₂, NH₄, NK, MNO₄), composés phosphorés (PO₄, Ptotal), altérations bactériennes (Coliformes, Streptocoques), indicateurs de consommation d'oxygène (COD, DBO).

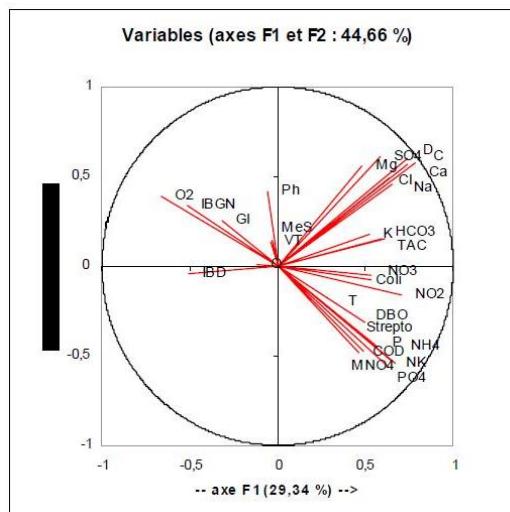


Figure 11 : Analyse en composante principale des moyennes de l'ensemble des paramètres physico-chimiques utilisés dans les réseaux de suivi (MRE, 2007)

La température de l'eau et son évolution de l'amont vers l'aval, dépend de nombreux paramètres :

- Présence / absence de ripisylve
- Relation nappe/rivière
- Encaissement du lit
- Origine de l'eau
- Renouvellement de l'eau...

Comme souligné en 2007, il est important de rappeler que la température de l'eau interagit avec de nombreux autres paramètres physico-chimiques et que les écosystèmes sont des réponses à ces interactions. Il convient aussi de signaler que l'échauffement se traduit par une modification de l'enveloppe thermique annuelle, qui détermine l'assemblage des espèces présentes, mais ne caractérise pas forcément les fortes températures.

Le sous-thème de l'échauffement de l'eau est lui aussi caractérisé par le croisement entre l'altitude du bassin et la pression sur les étiages, mais avec des coefficients différents affectés. Les degrés d'influence de la pression liée aux étiages ne changent pas :

	Code degré	Signification
Pression liée à aux étiages	1	Influence faible
	2	Influence moyenne
	3	Influence forte

Toutefois les degrés attribués aux altitudes du bassin versant sont inversés - l'ambiance thermique étant fonction de l'altitude, l'échauffement de la température de l'air est plus important dans les zones de basse altitude :

	Code degré	Signification
Altitude du bassin versant	1	HIGH
	2	MID
	3	LOW

Le croisement s'effectue de la manière suivante :

		Altitude du bassin versant		
		1	2	3
Pression liée aux étiages	1	Faible	Moyen	Moyen
	2	Faible	Moyen	Fort
	3	Moyen	Fort	Fort

Un poids un peu plus important est donné à l'altitude du bassin versant. Il faut noter que ce croisement ne prend pas en compte certains cas particuliers comme les tronçons encaissés, les secteurs de gorges, l'orientation du cours d'eau ou l'ensoleillement du lit.

Parmi les facteurs aggravants, la faiblesse des réserves souterraines en territoire cristallin rajoute un poids supplémentaire :

géologie	siliceuse	+1
----------	-----------	----

Les autres critères sont des pressions liées à l'apport de nutriments qui sont corrélées aux fortes températures d'après nos précédents résultats de 2007. L'état de la ripisylve est croisé avec la largeur du cours d'eau comme évoqué précédemment :

	Code degré	Signification
Etat de la ripisylve	1	Impact faible
	2	Impact moyen
	3	Impact fort
Pression morphologique	1	Influence faible
	2	Influence moyenne
	3	Influence forte
Nitrates	1	Impact faible
	2	Impact moyen
	3	Impact fort
Sensibilité à l'eutrophisation	1	oui
	0	non
Pollutions urbaines	1	oui
	0	non

► **Evaluation de la sensibilité à la température**

Le score affecté au thème totalise 30 points dont 15 points par sous-thèmes (variabilité de température et échauffement).

L'analyse constitue une première approche permettant de hiérarchiser les masses d'eau ou les territoires entre eux mais peut s'avérer restrictive par rapport à certaines influences qui pourraient être sous-estimées : influence karstique, relation avec la nappe, orientation du cours d'eau, zones de gorges, influence des barrages hydroélectriques, influences des retours d'irrigation, etc...

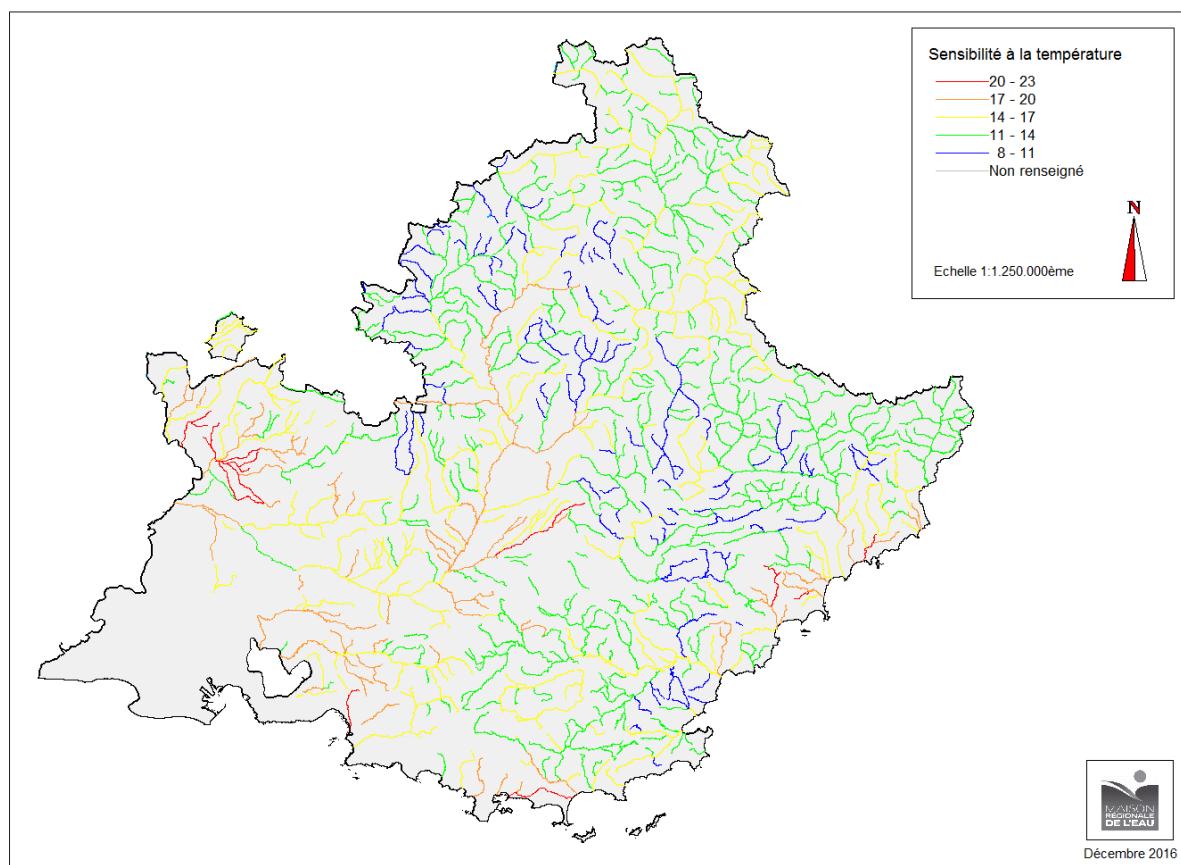


Figure 12 : Sensibilité des masses d'eau PACA à la température de l'eau

Un score maximal de 23 points est obtenu pour une seule masse d'eau qui est *La Meyne / Mayre de Raphelis / Mayre de Merderic* (FRDR1251).

6 autres masses d'eau atteignent le score de 21 points dont une majorité située sur le territoire des Sorgues, de l'Ouvèze vauclusienne et du Sud Est Mont Ventoux. Les autres masses d'eau sont des petits cours d'eau côtiers :

FRDR11034	ruisseau des aygalades	LP_16_07	Littoral Marseille - Cassis
FRDR115	L'Eygoutier	LP_16_02	Côtiers Ouest Toulonnais
FRDR11419	rivière la seille	DU_11_08	Ouvèze vauclusienne
FRDR10243	rivière la sorguette	DU_11_03	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux
FRDR384c	Sorgue de Velleron, du Partage des Eaux à la confluence avec l'Ouvèze	DU_11_03	La Sorgue
FRDR384d	Grande Sorgue et Sorgue d'Entraigues, du Partage des eaux à la confluence avec la Sorgue de Velleron	DU_11_03	La Sorgue

6 masses d'eau atteignent le score de 20 points :

FRDR10531	ruisseau la bouillide	LP_15_14	Brague
FRDR251	Le Colostre de sa source à la confluence avec le Verdon	DU_13_15	Verdon
FRDR76b	Le Paillons de Nice (du Paillons des Contes à la mer)	LP_15_11	Paillons et Côtiers Est
FRDR11445	ruisseau le roubaud	LP_16_02	Côtiers Ouest Toulonnais
FRDR11997	rivière la mourachonne	LP_15_13	Siagne et affluents
FRDR387b	L'Auzon du pont de la RD 974 à la confluence avec la Sorgue de Velleron	DU_11_09	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux

Les petits cours d'eau côtiers sont là aussi assez bien représentés. Ils sont nombreux parmi les cours d'eau à score élevé. Les tributaires de l'étang de Berre (Arc et Touloubre) montrent aussi une certaine sensibilité à la température.

Plusieurs masses d'eau de la Durance présentent aussi des scores relativement élevés et notamment en Moyenne Durance y compris quelques cours d'eau de son bassin comme le Colostre (affluent du Verdon), le Bas Verdon, la basse vallée de la Bléone, le Jabron et le Largue.

La liste des masses d'eau dont le score est supérieur à 17/30 est consultable en **annexe 3**.

b. L'hydrologie

► L'influence des étiages

Les étiages sont directement caractérisés dans la base de données SYRAH et au travers de trois degrés de pression :

	Code degré	Signification
Pression liée aux étiages	1	Influence faible
	2	Influence moyenne
	3	Influence forte

Ce critère a été croisé avec la taille du bassin versant qui influe sur la pluie récoltée et le volume d'eau transitant par le cours d'eau :

	Code degré	Signification
Taille du bassin versant	1	L et XL
	2	M
	3	S

Le croisement donne un poids légèrement plus important à la pression liée à l'étiage qui caractérise directement le sous-thème :

		Etiage		
		1	2	3
Taille du bassin versant	1	Faible	Moyen	Fort
	2	Faible	Moyen	Fort
	3	Moyen	Fort	Fort

La géologie siliceuse, et donc les faibles réserves d'eau souterraines, intervient comme un paramètre aggravant :

géologie	siliceuse	+1
----------	-----------	----

Les relations avec la nappe sont codées de la manière suivante :

	Code degré	Signification
Taille du bassin versant	0	pérenne drainant
	1	temporaire drainant
	2	pérenne perdant
	3	temporaire perdant
	0	en équilibre
	0	indépendant de la nappe
	Non renseigné (NR)	pas d'information / non qualifiable

Le caractère *perdant* amplifie bien évidemment l'étiage. La base de données permet aussi de caractériser le caractère temporaire des écoulements, typologie rarement décrite mais qui pourtant, influence fortement la richesse taxonomique des milieux lotiques.

Enfin, la pression des prélèvements agit comme un facteur aggravant de l'étiage, même si elle devrait jouer aussi et probablement un rôle dans la caractérisation du niveau de l'étiage.

Elle est codifiée de la manière suivante :

	Code degré	Signification
Pression des prélèvements	1	Influence faible
	2	Influence moyenne
	3	Influence forte

► **Le caractère hydrodynamique**

Ce sous-thème, difficile à caractériser par défaut de connaissances des pentes locales et des faciès d'écoulement associés, a été approché par les paramètres SYRAH connus. Nous avons utilisé la pente des masses d'eau en calculant la moyenne des pentes de chaque tronçon SYRAH de la masse d'eau. Les valeurs de pente moyenne obtenue ont été rangées dans trois catégories :

	Code degré	Signification
Pente du lit (%)	1	$p < 4\%$
	2	$4\% \leq p < 10\%$
	3	$p \geq 10\%$

La pente est ensuite associée à la taille (= largeur) du cours d'eau pour approcher la notion de puissance de cours d'eau. La largeur, issue de la cartographie des masses d'eau (2010), est codifiée selon trois degrés :

Largeur du cours d'eau	1	Très grand
	2	Grand
	3	Très petit et petit

Le croisement des deux critères donne l'avantage à la pente. Si elle est faible à très faible, la sensibilité sera faible, quel que soit le type de cours d'eau :

		Pente		
		1	2	3
Largeur du cours d'eau	1	Faible	Moyen	Moyen
	2	Faible	Moyen	Fort
	3	Faible	Fort	Fort

Le caractère exogène d'une masse d'eau rajoute un critère aggravant. En effet, une masse d'eau exogène c'est-à-dire provenant d'une hydroécorégion voisine, transfère les caractères de cette hydroécorégion à l'hydroécorégion qu'elle traverse, et notamment des caractères liés à l'hydrodynamisme. Un coefficient +1 sera attribué pour les cours d'eau dit exogène.

La pression morphologique se traduit aussi souvent par une réduction de l'hydrodynamisme du cours d'eau et notamment par les contraintes imposées au lit du cours d'eau. Un coefficient +1 sera attribué pour les cours d'eau subissant une faible pression morphologique.

► **Evaluation de la sensibilité à l'hydrologie**

Le score total attribué est de 15 points dont 10 points attribués aux étiages qui ont un poids plus important dans la sélection des espèces. L'attribution de ces coefficients peut être représentée sur une carte :

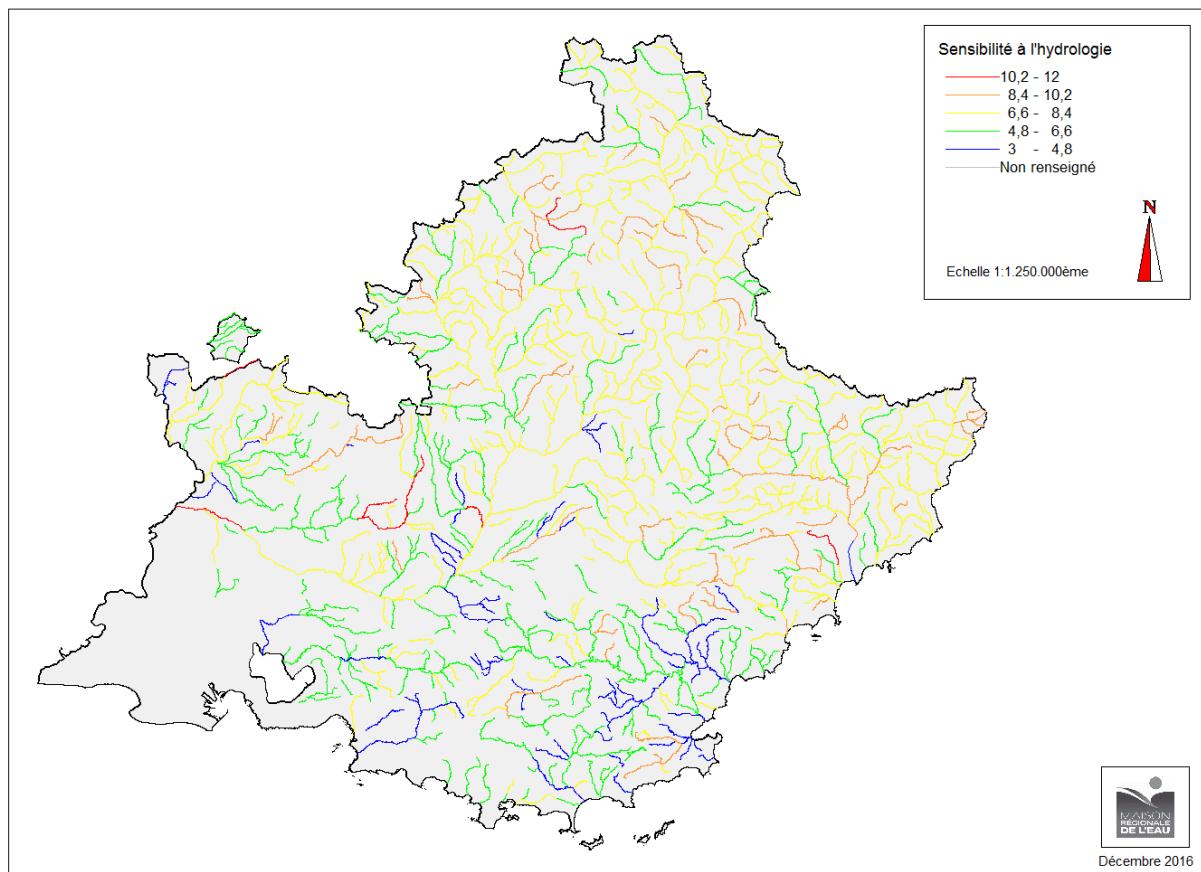


Figure 13 : Sensibilité des masses d'eau PACA à l'hydrologie

Seules 7 masses d'eau ont un score supérieur à 10. **Le Largue de la Laye à la confluence avec la Durance (FRDR268) et La Cagne amont (FRDR92a)** ont un score maximal de 12.

La Durance du Coulon à la confluence avec le Rhône (FRDR244), L'Aigue de la Sauve (aval Nyons) à la limite du département de la Drôme (FRDR401c), Le Coulon de sa source à Apt et la Doa (FRDR245a), le Torrent d'Ancelle (FRDR353c) et le ruisseau des granges (FRDR10390) ont un score égal à 11.

La plupart des masses d'eau possèdent des scores élevés à cause de la sévérité des étiages mais cumulent aussi avec des scores élevés liés à l'hydrodynamisme du cours d'eau comme le Coulon amont, le torrent d'Ancelle, le ruisseau des Granges ou la Cagne Amont. C'est le cas aussi d'une majorité de masses d'eau dont le score est compris entre 8 et 10 et qui se situent souvent en territoire montagnard : Ubaye, Guil, affluents haute et moyenne Durance, Haut Var.

Les scores de La Durance, du Coulon à la confluence avec le Rhône (11/15) et du Verdon du barrage de Chaudanne au Jabron (10/15) sont probablement surestimés et ne prennent pas en compte l'influence des grands barrages sur le débit ou le transport solide.

La liste des masses d'eau dont le score est supérieur à 8/15 est consultable en **annexe 4**.

c. L'adaptation aux changements

► Le déplacement des espèces

Les travaux les plus récents sur les espèces aquatiques et notamment sur les poissons montrent que des glissements biotypologiques¹ allaient probablement s'opérer (les espèces sténothermes d'eau froide ayant tendance à se déplacer vers l'amont). Le sous-thème propose de quantifier cette possibilité, certaines masses d'eau étant isolées notamment du grand réseau hydrographique du Rhône (Littoral PACA).

Un rang de Strahler bas indique une position apicale (tête de bassin versant ou de réseau) et/ou un réseau hydrographique peu étendu :

	Code degré	Signification
Rang de Strahler	1	rang 5 ou 6
	2	rang 3 ou 4
	3	rang 1 ou 2

¹ Glissement biotypologique : modification de l'appartenance d'une zone géographique à un des types écologiques définis dans un schéma d'organisation statistique de la biodiversité.

Le paramètre est croisé avec la taille du bassin versant qui peut permettre, en première approximation, d'approcher la densité du réseau hydrographique. La taille du bassin versant est codifiée de la manière suivante :

	Code degré	Signification
Taille du bassin versant	1	L et XL
	2	M
	3	S

Le croisement s'effectue avec la grille suivante laissant un léger avantage au rang de Strahler par rapport à la taille du bassin versant :

		Rang de Strahler		
		1	2	3
Taille du bassin versant	1	Faible	Faible	Moyen
	2	Faible	Moyen	Fort
	3	Faible	Moyen	Fort

Le score est ensuite complété par l'appartenance aux bassins Littoral PACA ou l'isolement de l'axe Durance – Rhône (+1) et la pression liée aux continuités écologiques notamment longitudinales. Un score de +1 sera attribué aux masses d'eau qui subissent une forte altération de leur continuité, selon les informations données par la base de données SYRAH.

► **Les zones refuge**

Ce sous-thème se propose de déterminer les possibilités offertes aux espèces à trouver une zone refuge temporaire :

- Hyporhéos, berges et sous berges, annexes fluviales et zones humides pour la température de l'eau.
- Milieux alluviaux, terrasses inondées, ripisylve, accès aux affluents pour les crues.

Un croisement équilibré est réalisé entre deux pressions essentielles pour caractériser les zones refuges : la pression liée à la continuité et notamment latérale (accès aux berges, accès à la zone alluviale, libre circulation...) et celle liée à la morphologie (qualité des fonds et colmatage, qualité des berges, intégrité des milieux alluviaux...). Ce sous-thème caractérise donc aussi les zones humides alluviales et les relations qu'elles entretiennent avec le cours d'eau.

Chacun des critères est codifié selon trois degrés d'influence (faible, moyenne et forte) :

		Pression continuité		
		1	2	3
Pression morphologie	1	Faible	Moyen	Fort
	2	Moyen	Moyen	Fort
	3	Fort	Fort	Fort

Les autres critères sont liés à la nappe alluviale et la possibilité offerte aux espèces de se réfugier dans le sous-écoulement : indépendance avec la nappe (+1) et risque d'augmentation de la salinité au travers du débouché de la masse d'eau dans la mer (+1).

► ***Evaluation de la sensibilité à la capacité d'adaptation et de déplacements***

Le score total est de 10 dont 5 points pour chaque sous-thème. Les résultats peuvent être représentés sur une carte de sensibilité :

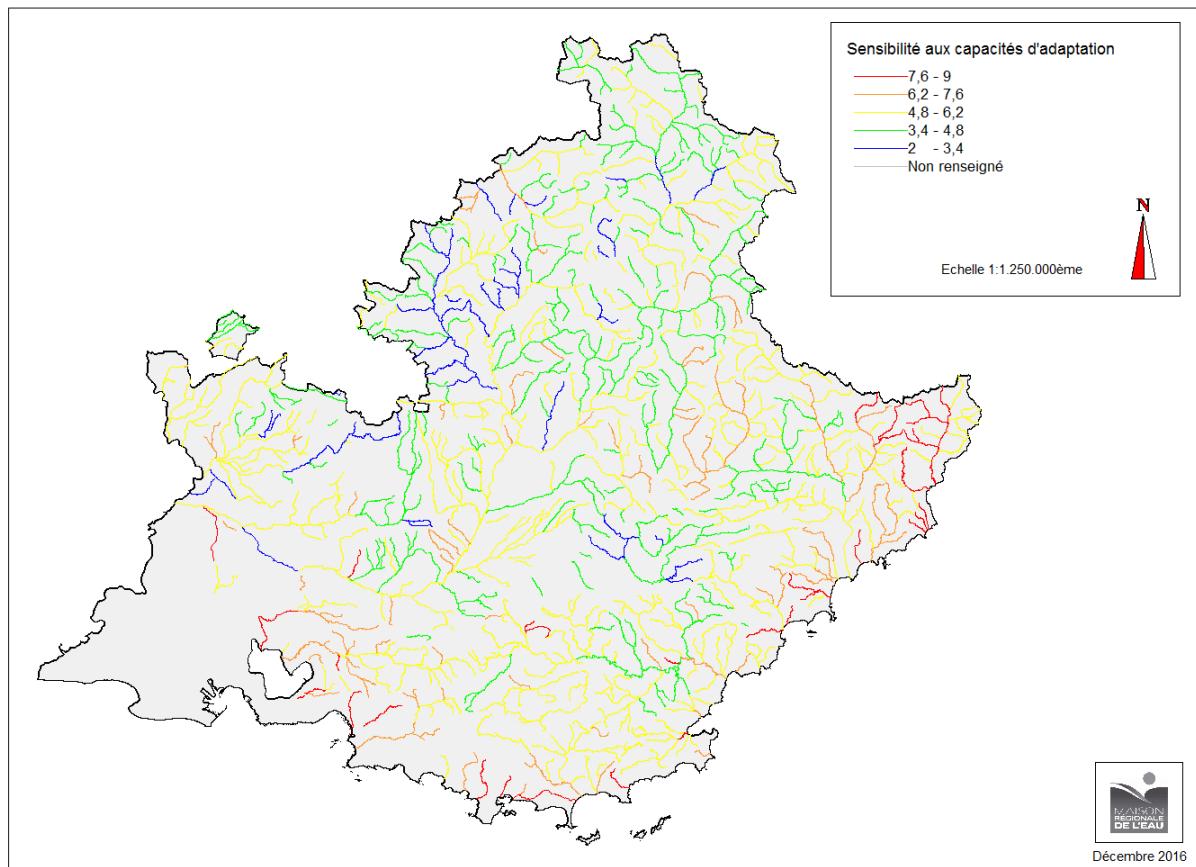


Figure 14 : Sensibilité des masses d'eau PACA à la capacité de s'adapter

Les petits cours d'eau côtiers apparaissent très nettement parmi les plus sensibles et notamment à cause des altérations morphologiques fréquentes et des continuités. Le département des Alpes Maritimes présente globalement de fortes sensibilités. Trois des quatre masses d'eau présentant le plus haut score (9/10) se situent dans les Alpes Maritimes et sur le littoral :

Eu_cd	Name	Ssbv	Lib_ssbype
FRDR11034	ruisseau des ayalades	LP_16_07	Littoral Marseille - Cassis
FRDR77	Magnan	LP_15_11	Paillons et Côtiers Est
FRDR11379	torrent le borrigo	LP_15_07	Littoral Alpes - Maritimes - Frontière italienne
FRDR11660	torrent de gorbio	LP_15_07	Littoral Alpes - Maritimes - Frontière italienne

26 masses d'eau présentent un score de 8/10 dont une majorité de petits cours d'eau côtiers qui ont souvent de petits bassins versants et un réseau hydrographique assez peu étendu.

La liste des masses d'eau dont le score est supérieur à 6/10 est consultable en **annexe 5**.

4) Bilan des sensibilités

Il est possible de caractériser la sensibilité des masses d'eau en leur affectant un score global pour l'ensemble des thèmes et sous-thèmes traités. Pour rappel, les thèmes et sous-thèmes n'ont pas le même score, donnant plus de poids au thème de la température de l'eau et à moindre mesure au sous-thème des étiages :

	Thèmes	Sous-thèmes	Score max	Exposition	Vulnérabilité
Sensibilités	Température	Variabilité de la température	30	5	150
		Risque de réchauffement estival			
	Hydrologie	Sévérité des étiages	15	5	75
	Adaptation	Hydrodynamisme			
		Déplacement des espèces	10	5	50
		Zones refuges			

Le score global est de 55 points qui peut donner lieu à un indice global de sensibilité et qui permet d'établir la carte de sensibilités suivante :

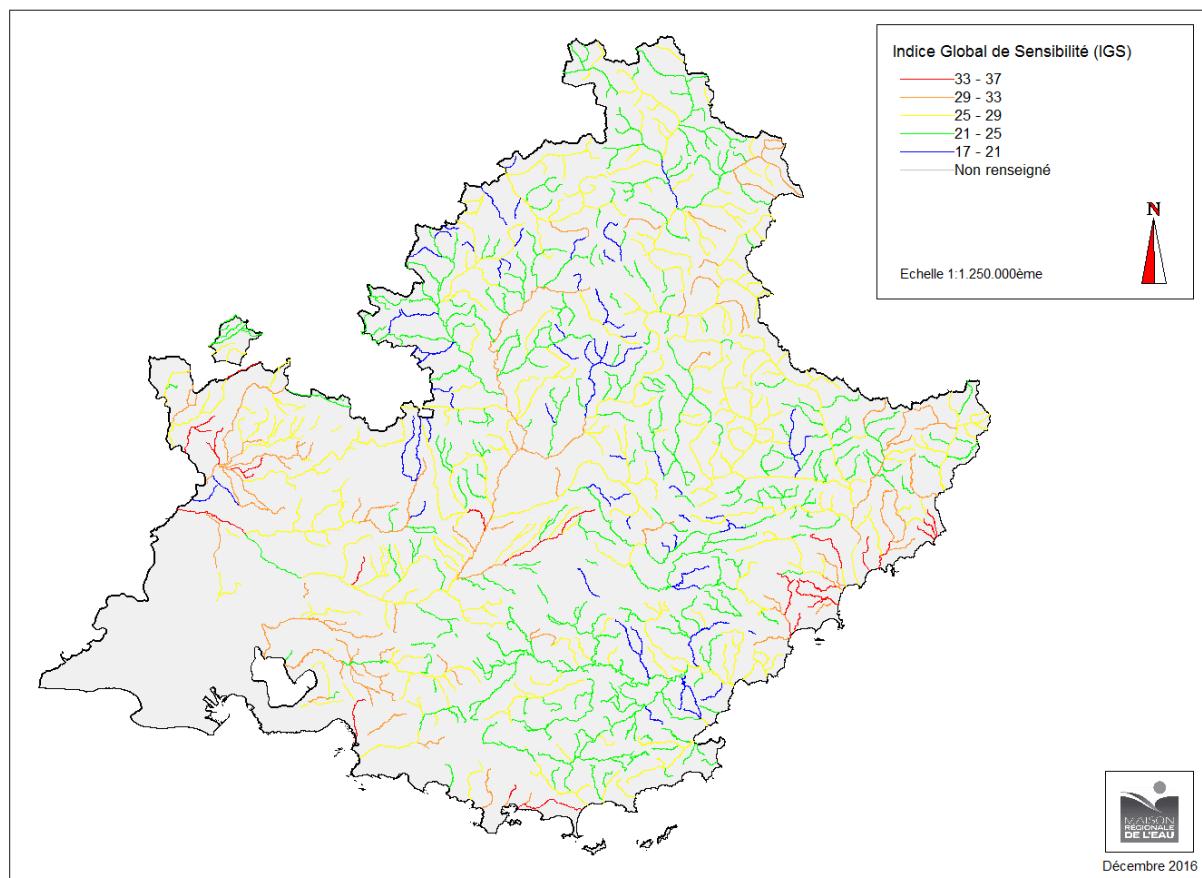


Figure 15 : Indice global de sensibilité des masses d'eau de la région PACA (température, hydrologie et capacités offertes pour s'adapter ou résister)

Deux masses d'eau seulement seraient considérées comme très sensibles et obtiennent un score maximal de 37 points. Il s'agit du **ruisseau des Aygalades (FRDR11034)** et **l'Eygoutier (FRDR115)**. Ces deux petits cours d'eau côtiers sont assez isolés et accumulent de multiples altérations dont de fortes altérations morphologiques dans les traversées des agglomérations de Marseille (13) et Toulon (83). Ils seraient sensibles à la température, à l'isolement de leur bassin versant et au faible nombre de zones refuge offertes.

Le ruisseau la Bouillide (FRDR10531), situé dans les Alpes Maritimes, est lui aussi très altéré et traverse la zone de Sophia Antipolis, au Nord d'Antibes. Son indice global de sensibilité atteint 36 points.

6 autres masses d'eau atteignent le score de 35 points :

FRDR11379	torrent le borrigo	LP_15_07	Littoral Alpes - Maritimes - Frontière italienne
FRDR10085	rivière la grande frayère	LP_15_13	Siagne et affluents
FRDR11419	rivière la seille	DU_11_08	Ouvèze vauclusienne
FRDR268	Le Largue de la Laye à la confluence avec la Durance	DU_13_11	Largue
FRDR251	Le Colostre de sa source à la confluence avec le Verdon	DU_13_15	Verdon
FRDR1251	La Meyne / Mayre de Raphelis / Mayre de Merderic	DU_11_05	Meyne

Enfin, les masses d'eau suivantes atteignent un score de 34 points et complètent la liste des cours d'eau identifiés en sensibilité très forte (classe rouge) sur la carte précédente :

FRDR94	La Brague	LP_15_14	Brague
FRDR116a	Amont du Las	LP_16_02	Côtiers Ouest Toulonnais
FRDR11845	torrent de laval	DU_13_04	Basse Durance
FRDR92a	La Cagne amont	LP_15_02	Cagne
FRDR76b	Le Paillons de Nice (du Paillons des Contes à la mer)	LP_15_11	Paillons et Côtiers Est
FRDR95b	La Siagne du parc d'activité de la Siagne à la mer	LP_15_13	Siagne et affluents
FRDR10243	rivière la sorguette	DU_11_03	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux

Globalement et à l'échelle de la région PACA, trois territoires s'individualisent parmi les masses d'eau les plus sensibles :

- La région du réseau des Sorgues et Sud du Mont Ventoux et jusqu'en basse Durance accumulant de nombreuses masses d'eau en sensibilité forte à très forte.
- La Moyenne Durance jusqu'au barrage de Serre-Ponçon et quelques affluents comme le Largue, la basse Bléone, le Colostre et le bas Verdon ou le Grand Anguillon.
- Plusieurs petits côtiers et notamment dans les Alpes Maritimes ainsi que les tributaires de l'étang de Berre.

Comme pour chaque thème, la liste des masses d'eau dont le score est supérieur à 30/55 est consultable en **annexe 6**.

5) Vulnérabilité des masses d'eau au changement climatique

La vulnérabilité globale sera obtenue par agrégation de trois sous-dimensions de vulnérabilité :

- Une vulnérabilité « température » qui croise les métriques de sensibilité à l'ensemble des trois métriques d'exposition thermique (température moyenne journalière, amplitude thermique journalière et température maximale journalière).
- Une vulnérabilité « hydrologie » qui croise les métriques de sensibilité à l'ensemble des deux métriques d'exposition liées à la pluie (période sécheresse et fraction précipitations intenses).
- Une vulnérabilité « adaptation » qui croise les métriques de sensibilité à l'ensemble des trois métriques d'exposition thermique (température moyenne journalière, amplitude thermique journalière et température maximale journalière).

La vulnérabilité globale sera la moyenne obtenue entre vulnérabilité « température », vulnérabilité « hydrologie » et vulnérabilité « adaptation », tous les scores étant ramenés à 100 points pour les trois sous-dimensions.

a. Vulnérabilité à la température

La vulnérabilité à la température est obtenue en multipliant l'indice de sensibilité de chaque masse d'eau à la classe d'exposition du sous bassin (NORTAV, NORTXAV, NORTRAV). On obtient des scores compris entre 1 et 150 qui peuvent être représentés sur la carte suivante et selon 5 classes de même amplitude :

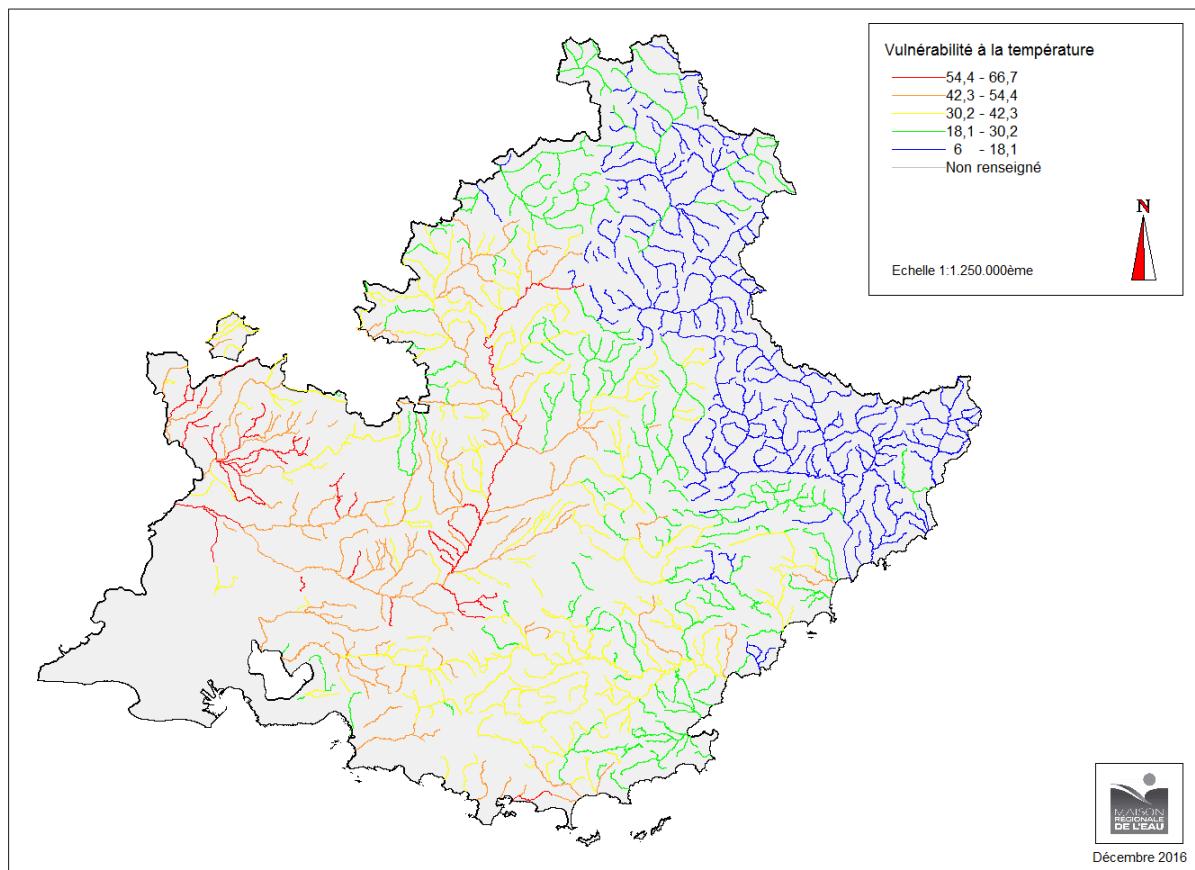


Figure 16 : Vulnérabilité des masses d'eau à la température

Le croisement montre globalement une augmentation de la vulnérabilité du Nord-Est vers le Sud-Ouest. La partie alpine de la région est assez préservée à cause du relief et d'une exposition moins importante. Les masses d'eau sont moins vulnérables, ce qui ne veut pas dire pour autant qu'aucun changement n'interviendra. A l'inverse, le plus haut score (66,7%) est obtenu pour **L'Auzon du pont de la RD 974 à la confluence avec la Sorgue de Velleron (FRDR387b)**.

Les territoires qui apparaissent les plus vulnérables sont :

- Les masses d'eau de la Durance, de Serre-Ponçon au Rhône et des affluents comme le Buech, le Jabron, le Largue, la basse vallée de la Bléone et de l'Asse, le Coulon. Bon nombre de masses d'eau présentaient déjà une sensibilité moyenne à forte sur ce territoire qui semblerait le plus exposé aux changements liés à la température.

- Le réseau du bassin des Sorgues et la partie Sud du Mont Ventoux dont les masses d'eau sont à la fois sensibles et exposées.
- Les tributaires de l'étang de Berre et les petits côtiers des Bouches du Rhône et du Var qui sont aussi sensibles et exposés. Les cours d'eau côtiers des Alpes Maritimes, malgré leur sensibilité, seraient moins exposés.
- A signaler une large part des masses d'eau du bassin versant de l'Argens qui présente une vulnérabilité moyenne car elles sont exposées.

b. Vulnérabilité à l'hydrologie

Le croisement est réalisé avec l'exposition aux pluies intenses et à la sécheresse. Les résultats sont les suivants :

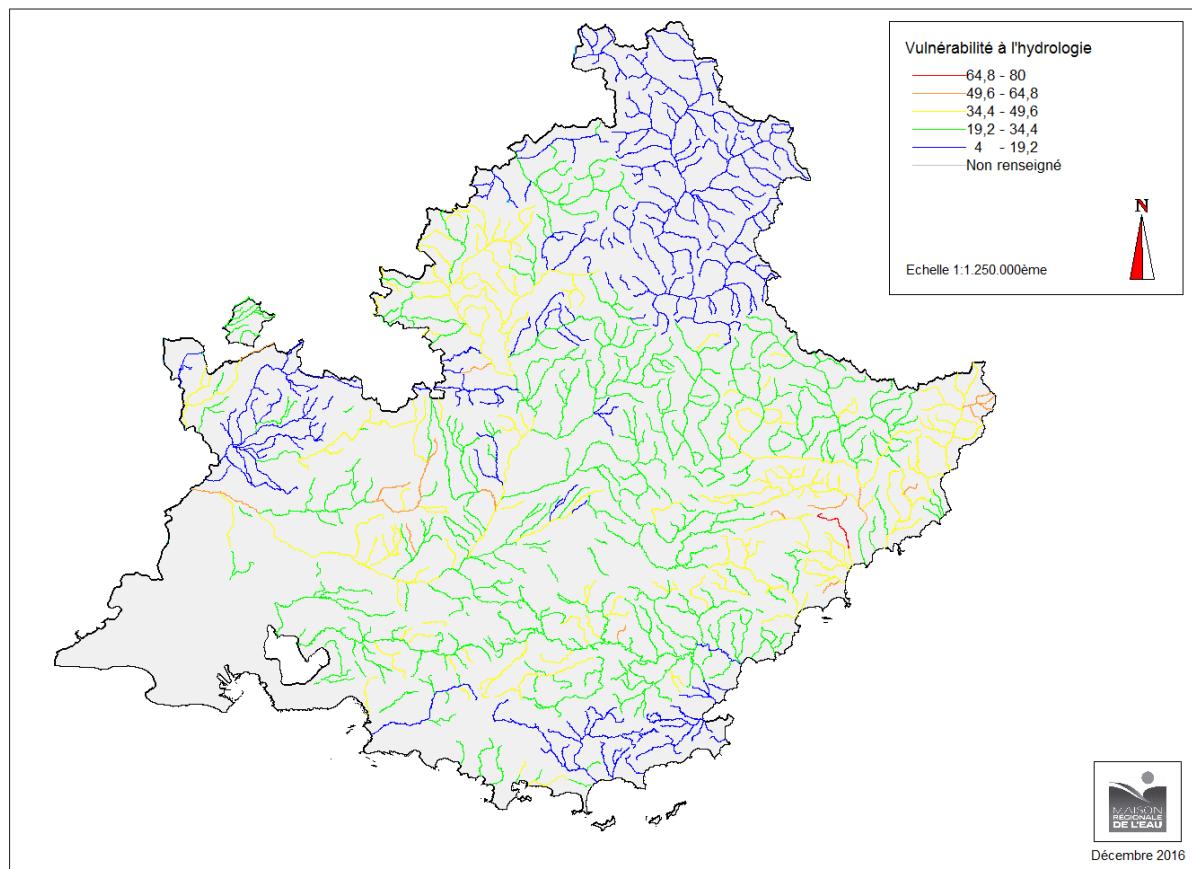


Figure 17 : Vulnérabilité des masses d'eau à l'hydrologie

Une seule masse d'eau présente un score élevé (80%). Il s'agit de la **Cagne amont (FRDR92a)** qui possède une assez forte pente et qui est exposée aux pluies intenses.

La masse d'eau subit aussi des étiages très sévères dans un territoire qui sera exposé à la sécheresse.

Le Largue, de la Laye à la confluence avec la Durance (FRDR268), déjà identifié parmi les bassins en déficit quantitatif, comme la Cagne, possède le deuxième plus haut score (64%).

12 autres masses d'eau et parmi les plus grands cours d'eau, peuvent être considérées comme vulnérables : Le Var de la Vésubie à Colomars (FRDR78a), la Durance du Coulon à la confluence avec le Rhône (FRDR244), l'Aigue de la Sauve (aval Nyons) à la limite du département de la Drôme (FRDR401c) ou le Coulon de sa source à Apt et la Doa (FRDR245a).

Les autres scores sont inférieurs à 50% (vulnérabilité moyenne), dont une part importante dans les Alpes Maritimes et dans le bassin du Buëch à cause de l'exposition à la sécheresse.

c. Vulnérabilité à pouvoir s'adapter et se déplacer

Le croisement est là aussi réalisé avec l'exposition à la température en multipliant l'indice de sensibilité de chaque masse d'eau par la classe d'exposition du sous bassin (NORTAV-NORTXAV-NORTRAV).

Les résultats sont représentés sur la carte suivante :

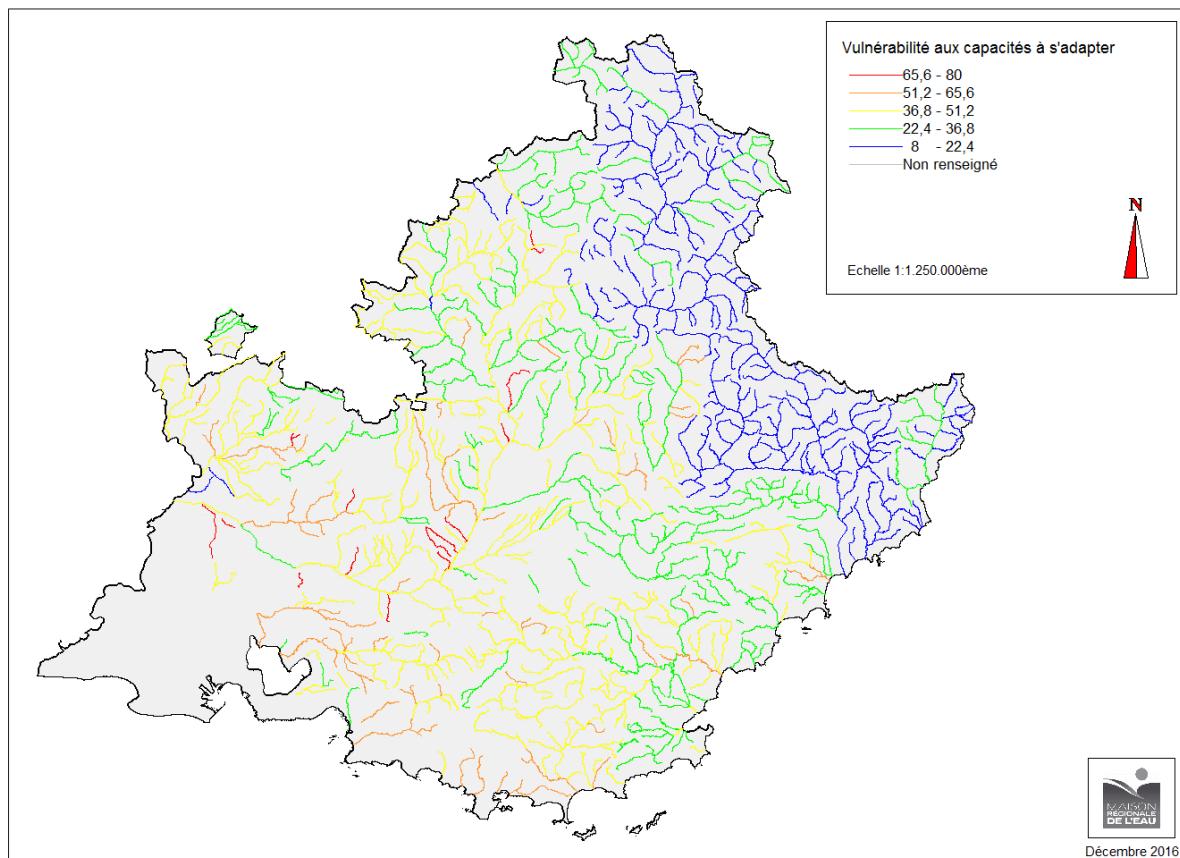


Figure 18 : Vulnérabilité des masses d'eau à l'adaptation et aux déplacements

Malgré l'isolement d'une majeure partie des bassins des Alpes Maritimes, la vulnérabilité des masses d'eau de ce territoire est faible grâce à une plus faible exposition.

Le plus haut score (80%) est obtenu pour le torrent de Laval et l'Anguillon, deux affluents de la Basse Durance. 12 autres masses d'eau sont identifiées très vulnérables dont trois petites masses d'eau du même territoire, deux masses d'eau d'un territoire voisin (Sud-Est Mont Ventoux et Calavon) et le reste appartenant au territoire de la moyenne Durance. Ce sont en général de très petites masses d'eau et qui seront exposées aux changements de température.

Les autres scores sont inférieurs à 65% dont bon nombre de petits cours d'eau côtiers des Bouches du Rhône et du Var, ainsi que les masses d'eau du bassin versant de l'Argens.

d. Vulnérabilité globale

La moyenne des trois sous-dimensions (température, hydrologie et adaptation) permet de calculer le niveau de vulnérabilité global et d'établir la carte suivante, toujours selon cinq classes de même amplitude :

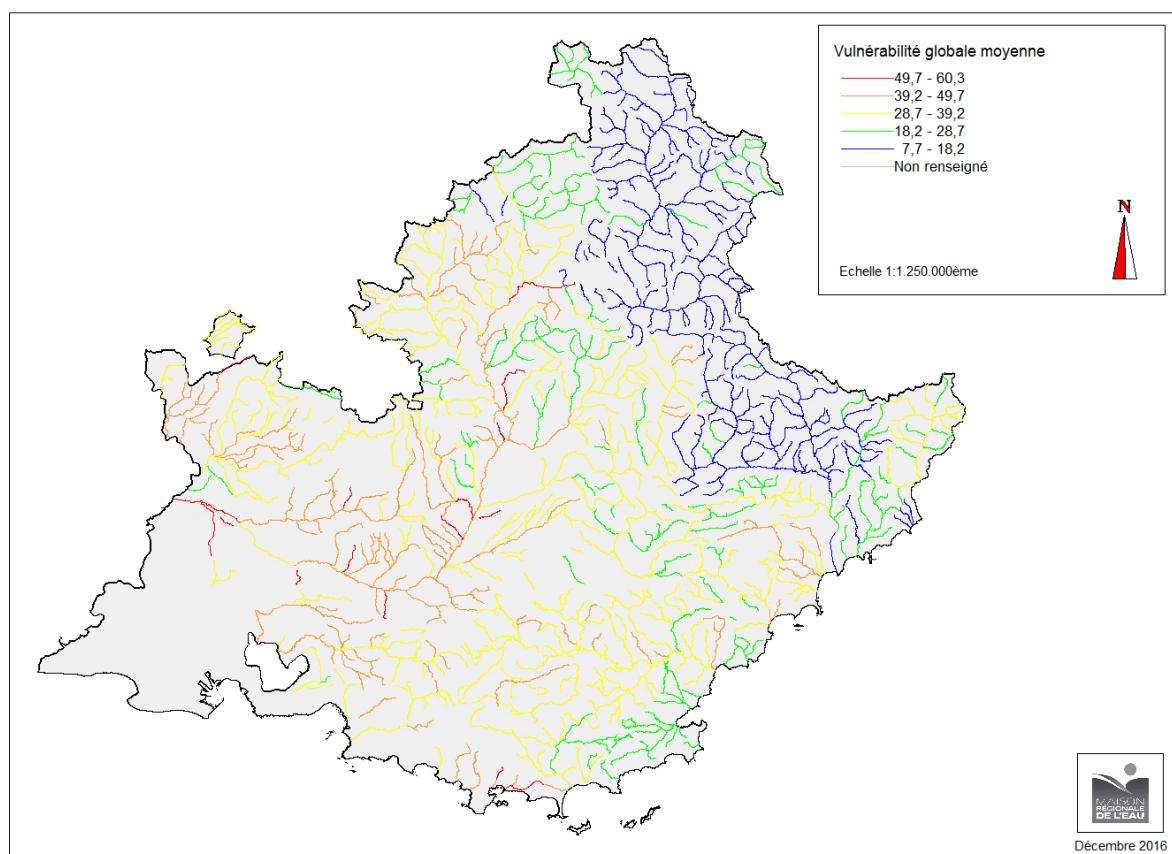


Figure 19 : Vulnérabilité moyenne globale

16 masses d'eau possèdent une vulnérabilité globale supérieure à 50%. Seulement deux masses d'eau possèdent une vulnérabilité légèrement supérieure à 60% :

- Le torrent de Laval (FRDR11845), petit affluent de la basse Durance qui est surtout vulnérable à cause de sa faible capacité à s'adapter aux changements et en second lieu de la température. La conjonction de ces deux vulnérabilités, couplée à une forte exposition aux changements liés à la température, explique ce plus haut score.
- Le Largue de la Laye à la confluence avec la Durance (FRDR268) est aussi un affluent de la Moyenne Durance vulnérable par son hydrologie et notamment ses étiages.

La liste des 16 masses d'eau identifiées comme très vulnérables est donnée dans le tableau suivant. Les codes couleur permettent d'identifier les vulnérabilités de premier rang (rouge) et de deuxième rang (orange) :

Eu_cd	Name	Lib_ssbype	vuln_temp%	vuln_hydro%	vuln_adapt%	vuln_globale %
FRDR11845	torrent de laval	Basse Durance	63,3	37,3	80,0	60,2
FRDR268	Le Largue de la Laye à la confluence avec la Durance	Largue	56,7	64,0	60,0	60,2
FRDR10291	le grand anguillon	Basse Durance	56,7	37,3	80,0	58,0
FRDR244	La Durance du Coulon à la confluence avec le Rhône	Basse Durance	56,7	58,7	50,0	55,1
FRDR401c	L'Aigue de la Sauve (aval Nyons) à la limite du département de la Drôme	Eygues	56,7	58,7	50,0	55,1
FRDR115	L'Eygoutier	Côtiers Ouest Toulonnais	56,0	42,7	64,0	54,2
FRDR11135	ravin de drouye	Moyenne Durance aval	60,0	32,0	70,0	54,0
FRDR10989	la valsette	Moyenne Durance aval	53,3	37,3	70,0	53,6
FRDR10636	torrent le grand vallat	Basse Durance	63,3	26,7	70,0	53,3
FRDR11003	rivière la riaille	Calavon	60,0	26,7	70,0	52,2
FRDR10548	ruisseau des carlats*	Basse Durance	56,7	26,7	70,0	51,1
FRDR10598	ravin de la combe	Moyenne Durance aval	50,0	42,7	60,0	50,9
FRDR11276	grand vallat de l'agoutadou*	Basse Durance	50,0	32,0	70,0	50,7
FRDR116a	Amont du Las	Côtiers Ouest Toulonnais	50,7	37,3	64,0	50,7
FRDR11749	riou de jabron	Moyenne Durance amont	53,3	26,7	70,0	50,0
FRDR11455	ruisseau la gaude	Eygues	63,3	26,7	60,0	50,0

Figure 20 : Tableau des 16 masses d'eau les plus vulnérables et scores associés

Sur les 16 masses d'eau, 12 d'entre elles possèdent une vulnérabilité forte pour ses faibles capacités à s'adapter face aux changements climatiques. La température de l'eau joue aussi un rôle important mais souvent secondaire.

Plusieurs masses d'eau appartiennent aux bassins de la Moyenne et Basse Durance qui sembleraient particulièrement exposés aux températures.

Les territoires de haute montagne sembleraient moins vulnérables. Néanmoins, de faibles changements peuvent initier de fortes incidences, notamment sur les taxons sténotermes d'eau froide, c'est-à-dire ne supportant que de faibles variations de température.

La liste des masses d'eau identifiées comme vulnérables est donnée en **annexe 7**.

VI. REPARTITION DE LA VULNERABILITE GLOBALE

La carte suivante donne la répartition des niveaux de vulnérabilité dans les trois hydroécorégions (HER) de PACA :

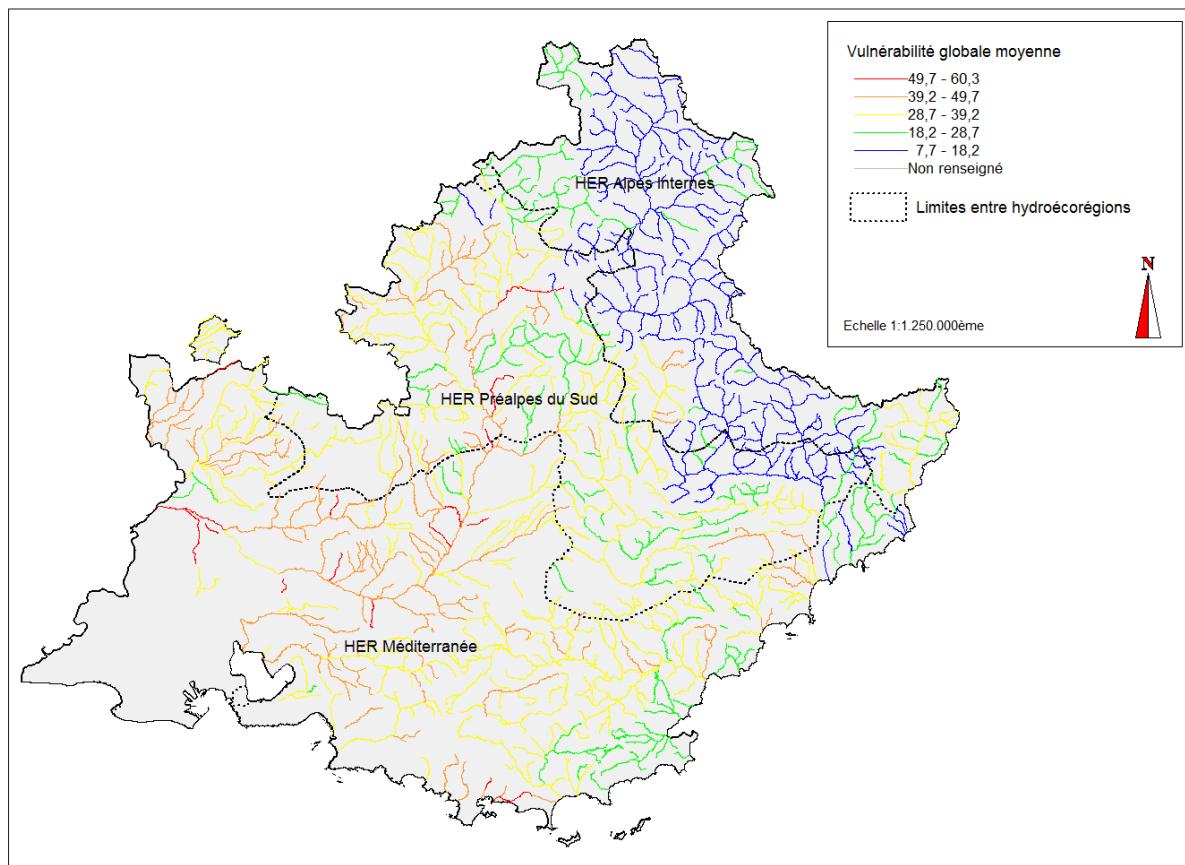
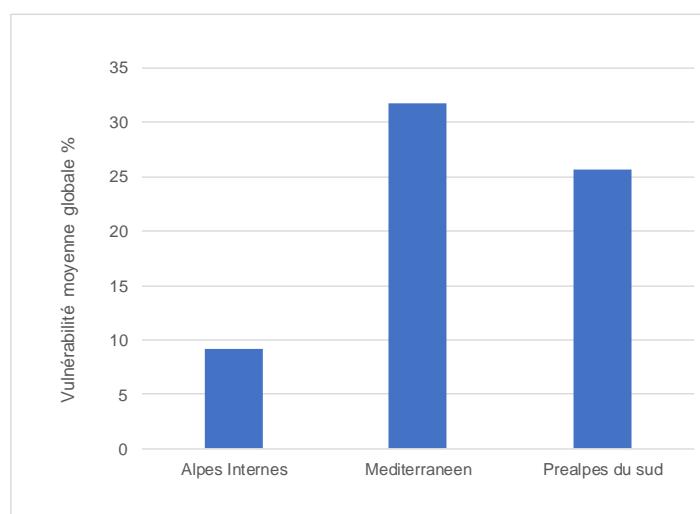


Figure 21 : Vulnérabilité moyenne globale et hydroécorégions de rang 1



Comme le montre le graphique ci-contre, la vulnérabilité moyenne des masses d'eau incluses dans l'HER Alpes Internes est assez faible et inférieure à 10%.

L'hydroécorégion Méditerranée présente la moyenne la plus élevée mais elle est assez proche de celle des Préalpes du Sud.

Figure 22 : Vulnérabilité moyenne par hydroécorégion

Dans l'HER Alpes Internes, les niveaux de vulnérabilité sont globalement faibles. Seuls les bassins de la Roya et du Haut Verdon s'individualisent et présentent une vulnérabilité moyenne. Quatre affluents du Haut Verdon présentent une vulnérabilité forte :

- Torrent le bouchier FRDR11976
- Torrent le chadoulin FRDR10444
- Riou d'ondres FRDR10662
- Ravin de saint-pierre FRDR11824

Dans l'HER Préalpes du Sud, seules deux masses d'eau présentent une très forte vulnérabilité (>50%) :

- La Valsette (FRDR10989) appartenant au sous bassin de la Moyenne Durance aval.
- Le Riou de Jabron (FRDR11749) appartenant au sous bassin de la Moyenne Durance amont.

Les masses d'eau de la Durance incluses dans cette hydroécorégion ont aussi des scores élevés proches de 50% mais toutes ces masses d'eau sont fortement modifiées et notamment par la présence des aménagements hydroélectriques.

De nombreux cours d'eau du sous bassin du Buech dont le Petit Buech, présentent de fortes vulnérabilités.

Le bassin du Var est le seul territoire qui serait relativement épargné en présentant de très faibles vulnérabilités.

L'HER Méditerranée regroupe un nombre important de masses d'eau à forte et très forte vulnérabilité. Presque 80% des masses d'eau à forte ou très forte vulnérabilité sont des très petites masses d'eau.

VII. MASSES D'EAU VULNERABLES ET QUALITE DE L'EAU

La reconquête de la qualité de l'eau et des milieux est l'objectif principal de la Directive Cadre Européenne sur l'eau. Elle est garante d'une capacité de résistance plus forte face aux changements climatiques à venir.

La comparaison des cartes suivantes permet de montrer l'état écologique actuel des masses d'eau identifiées comme vulnérables :

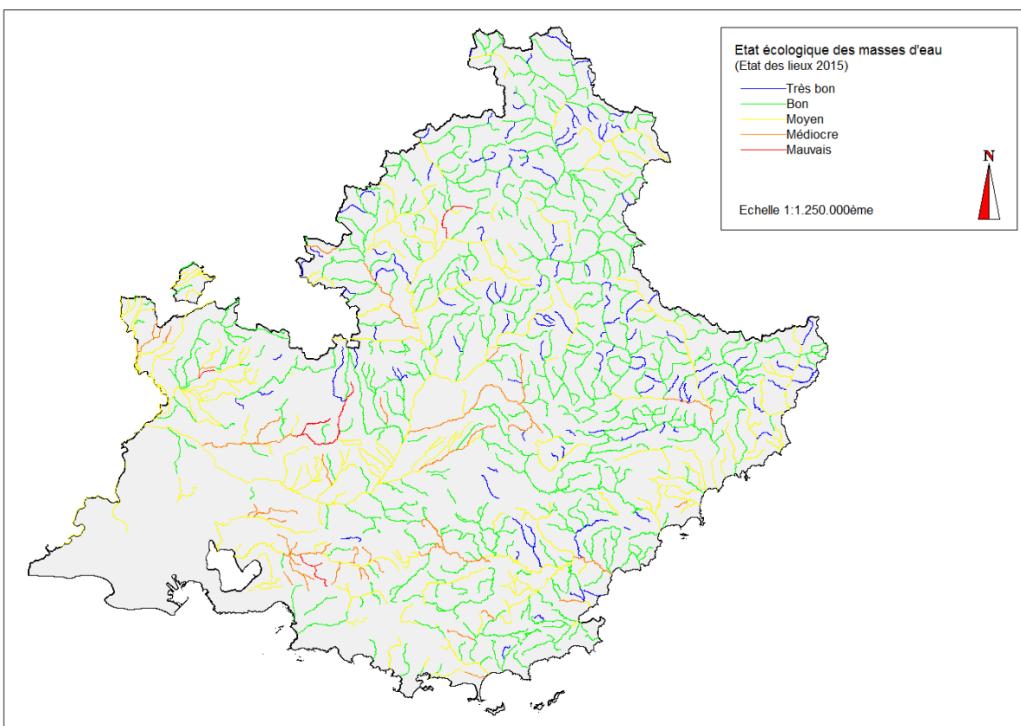


Figure 23 : Etat écologique des masses d'eau de PACA selon l'état des lieux du SDAGE de 2015

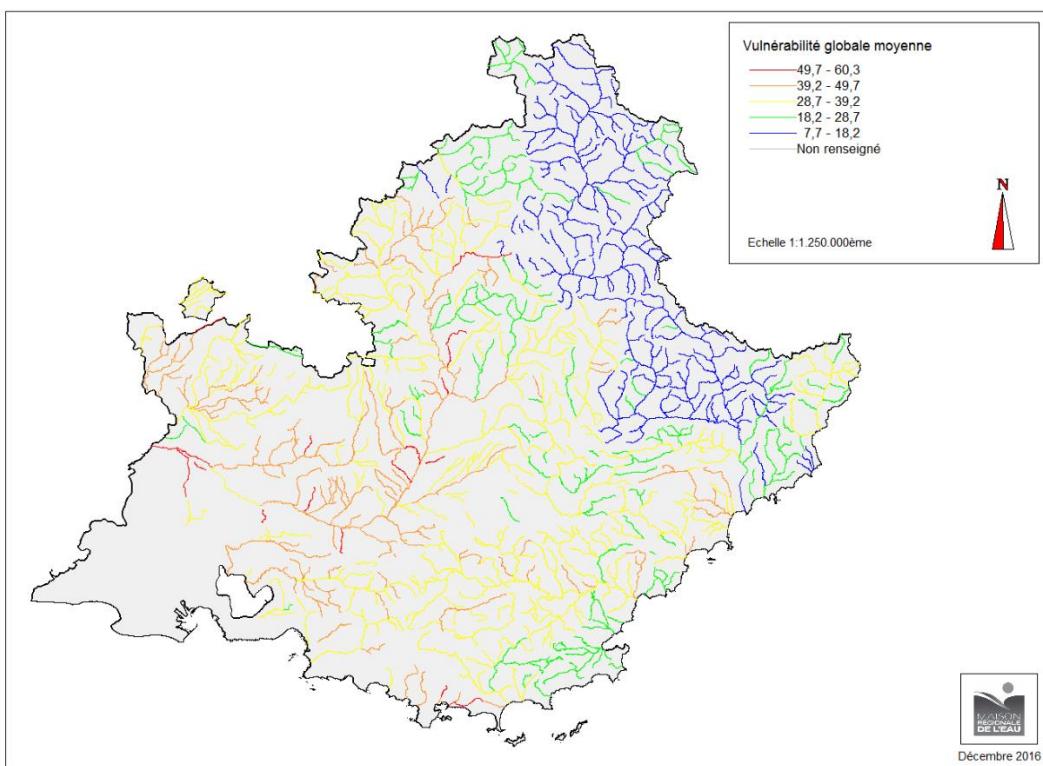


Figure 24 : Carte de la vulnérabilité moyenne globale issue de la phase 2

Plusieurs masses d'eau ou territoires en état écologique médiocre ou mauvais et susceptibles d'être vulnérables, peuvent être identifiés :

- Le Calavon et ses affluents en état écologique et chimique et considérés comme très vulnérables à vulnérables. La masse d'eau amont est vulnérable à cause de sa sensibilité au débit et à la température. La masse d'eau aval est plutôt sensible pour ses capacités d'adaptation qu'elle offre et en second lieu pour la température.
- Les sous bassins Sorgues, Nesque, Ouvèze vauclusienne, Meyne et Eygues avec bon nombre de masses d'eau en état écologique moyen ou médiocre et en état chimique mauvais. La vulnérabilité des cours d'eau de ces bassins vient en grande partie de leur sensibilité à la température et notamment l'échauffement.
- La basse et moyenne Durance en état écologique moyen avec un bassin très exposé aux changements et notamment d'un point de vue température. La Durance du canal EDF à l'Asse (FRDR275) est en état chimique mauvais.
- Le Buech est considéré en état écologique médiocre. Les masses d'eau de ce sous bassin sont aussi en majorité considérées comme vulnérables à cause des capacités d'adaptation qu'elles offrent et de leur sensibilité à l'hydrologie.
- Les bassins de la Touloubre et de l'Arc, tributaires de l'étang de Berre, qui présentent un mauvais état chimique. L'ensemble des masses d'eau considérées comme vulnérables le sont pour les faibles capacités d'adaptation qu'elles offrent.
- Les petits cours d'eau côtiers des Alpes Maritimes et leurs affluents, pour la plupart en état écologique moyen et vulnérables à cause de leur sensibilité à l'hydrologie.

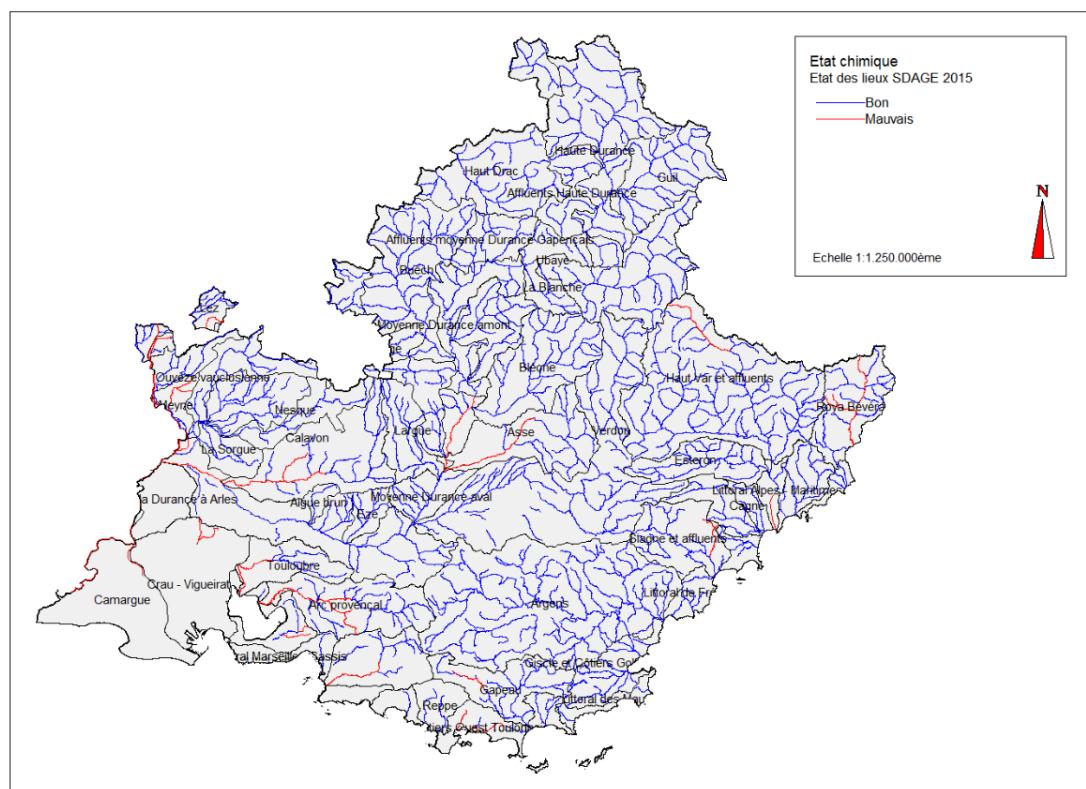


Figure 25 : Etat chimique des masses d'eau d'après l'état des lieux SDAGE de 2015

VIII. DES COMPLEMENTS A APPORTER

Parmi les limites énumérées en début de phase 2, nous avons évoqué celles imposées par les bases de données existantes qui ont été élaborées, pour la plupart, dans le but d'atteindre le bon état écologique et chimique des eaux. L'analyse de phase 2 révèle aussi des lacunes sur des variables et critères très structurants d'un point de vue de la faune aquatique comme la température de l'eau, les étiages ou la pérennité de l'écoulement.

1) La température de l'eau

Plusieurs fois relevée comme paramètre structurant pour la faune, la température de l'eau a été utilisée comme un des principaux thèmes de caractérisation de la sensibilité. Néanmoins, l'état des connaissances est encore très faible sur le régime thermique des cours d'eau ou des masses d'eau. L'apparition des enregistreurs thermiques et l'évolution de leur coût ont toutefois permis l'émergence de plusieurs suivis plus ou moins réguliers et aux objectifs très différents. Parmi les suivis en cours, nous pouvons citer :

- Les enregistrements réalisés sur les stations de suivi du réseau de surveillance de la DCE et pour les évaluations du bon état écologique et chimique.
- Des suivis départementaux mis en place par les Fédérations de pêche dans le cadre de la gestion piscicole et halieutique.
- Quelques observatoires comme celui porté par le Syndicat Mixte d'Aménagement de la Vallée de la Durance et dans le cadre d'une des actions du contrat de rivière.
- Des suivis spécifiques comme le suivi thermique de l'observatoire Apron.

Ces suivis thermiques sont difficiles à mettre en place et à maintenir dans la durée pour de multiples causes : vandalisme, vols, perte ou détérioration après une crue, engravement, défaut du matériel, effort de maintenance...

La donnée thermique, une fois acquise, n'est pas toujours exploitée ou partagée. Elle ne s'accompagne pas ou rarement d'une mesure du débit du cours d'eau.

Enfin, rares sont les suivis qui dépassent 10 années alors que la mise en évidence de changements climatiques ne peut s'effectuer que sur une très longue période (30 à 50 ans minimum). Le suivi pose aussi la question de la référence puisqu'il est probable que la température de bon nombre de cours d'eau ait déjà évolué. Il n'est pas non plus toujours facile d'identifier la part imputée au climat et celle imputée aux altérations ou à la gestion du cours d'eau, d'autant que les paramètres d'exposition ou l'influence de la température atmosphérique sont différents d'un cours d'eau à l'autre.

2) Les modifications du régime hydrologique

Comme les températures, les écoulements constituent un thème assez mal caractérisé malgré le réseau de stations hydrométriques. Technique, les étiages sont difficiles à enregistrer et les arrêts d'écoulement ou les assèchements ne sont pas toujours bien identifiés.

Il est très probable que le régime hydrologique de bon nombre de cours d'eau soit modifié par de nouvelles tendances climatiques : Influence nivale ou glaciaire moins forte voir disparue, périodes de crue décalées dans le temps, déficit hydrique prononcé en été, baisse de la durée d'écoulement, arrêts des écoulements précoces, modification de la loticité...

La carte suivante superpose les cours d'eau identifiés et en première approche, comme temporaires (MRE, 2011), et les projections climatiques concernant la période de sécheresse (Aladin RCP4.5) :

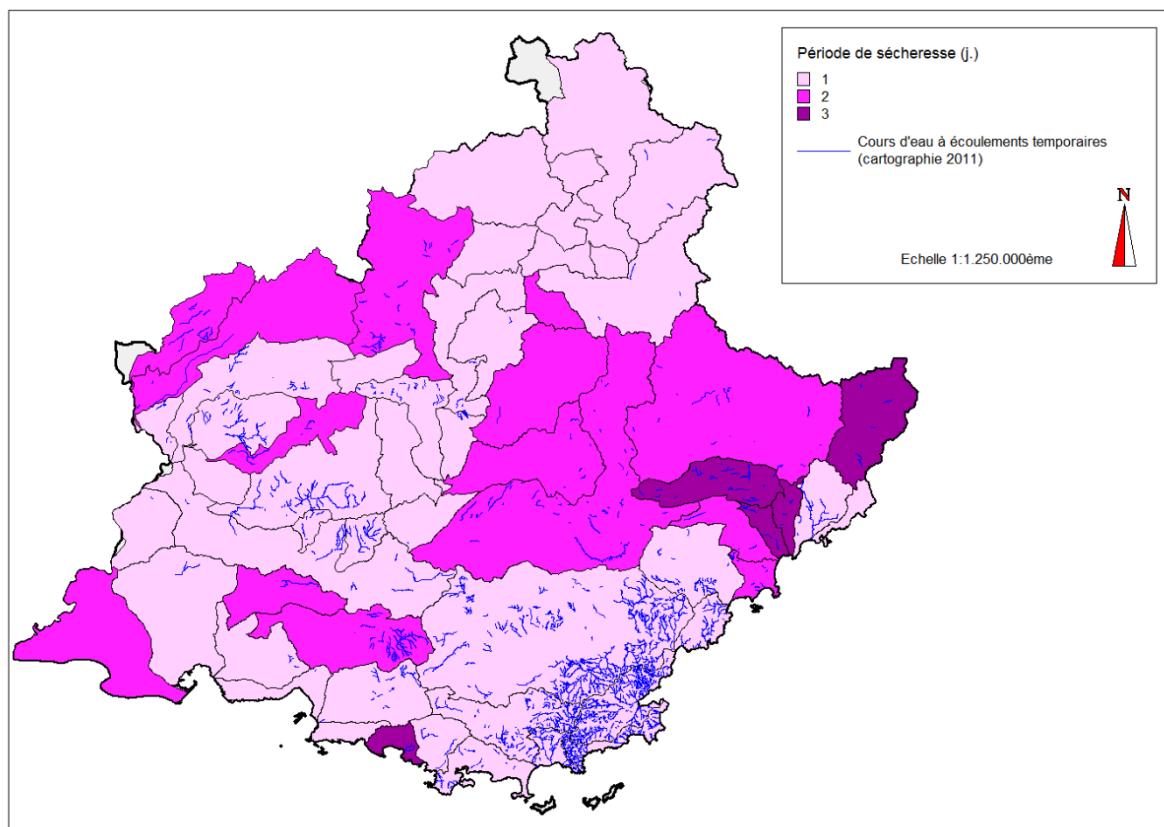


Figure 26 : Carte des cours d'eau temporaire et des projections en termes de période de sécheresse (Scénario RCP4.5)

La partie Maures Esterel, qui comprend bon nombre de vallons humides ou de cours d'eau intermittents et temporaires à très fortes valeurs patrimoniales, ne semble pas être la zone la plus touchée. Néanmoins, ces milieux sont très sélectifs. De faibles changements pourraient se traduire rapidement par de fortes modifications de richesse faunistique.

Les sous bassins de l'Esteron et de la Cagne comptent pas mal de cours d'eau temporaires qui risquent d'être impactés par des périodes d'assèchement plus longues ou plus précoces. Plus largement, les cours d'eau temporaires sur calcaire des Préalpes de Grasse et du plateau de Canjuers seraient aussi affectés ainsi que ceux du sous bassin Arc Provençal.

Des petits cours d'eau à régime permanent risquent de glisser vers le type temporaire ce qui aura probablement de fortes conséquences sur la richesse du cours d'eau.

Des cours d'eau temporaires risquent aussi d'évoluer vers le type intermittent.

Ces évaluations sont très probablement sous-estimées dans les évaluations produites et il manque, à l'heure actuelle, une cartographie complète et exhaustive de ces cours d'eau. Elle doit être fondée sur des critères quantifiables comme la durée de l'écoulement ou la date d'arrêt de l'écoulement.

3) Masses d'eau superficielles et souterraines

Les relations masses d'eau superficielles et souterraines constituent probablement un enjeu important en termes de capacité de résistance offerte aux espèces et notamment d'un point de vue thermique. Elles résument aussi toutes les interactions possibles entre zones humides et cours d'eau au travers des plaines alluviales et bordures de cours d'eau.

Les masses d'eau souterraines ont souvent un rôle de tampon thermique comme c'est le cas sur les cours d'eau de type karstique ou à proximité des sources. Les eaux sont fraîches, même en été, et les amplitudes thermiques faibles :

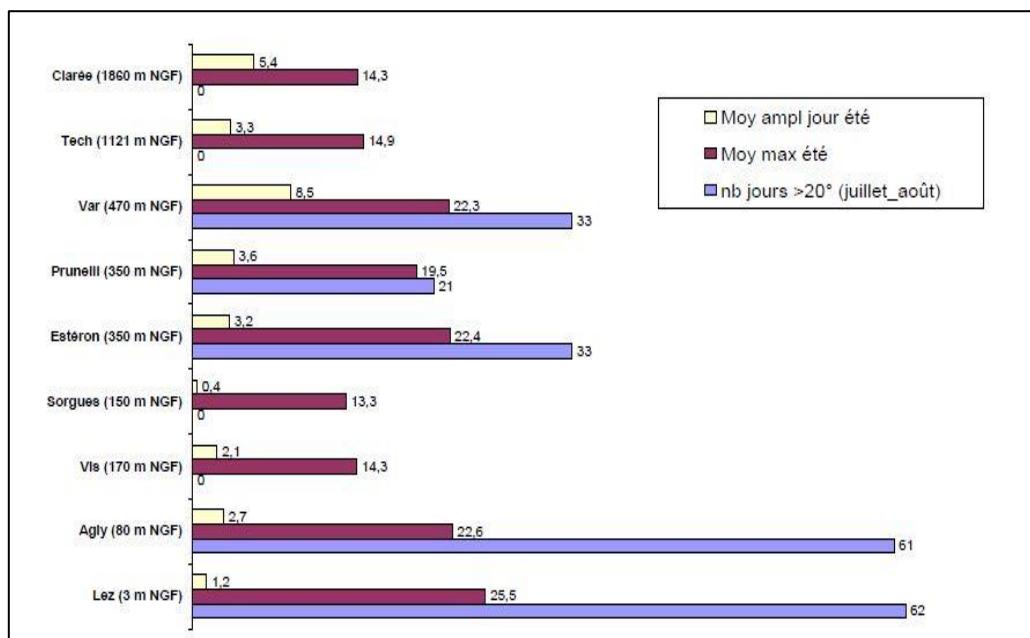


Figure 27 : Comparaison de différents régimes thermiques de cours d'eau sous climat méditerranéen (données du Réseau Hydrobiologique et Piscicole, 2010)

Un croisement peut être établi entre les principaux karsts de la région (identifiés à partir de la cartographie des masses d'eau souterraines) et l'exposition à la température. La température des sources issues de ces karsts est souvent fraîche et très constante. Elle est considérée comme très proche de la température moyenne annuelle atmosphérique où se situe le karst. La carte suivante établit visuellement ce croisement :

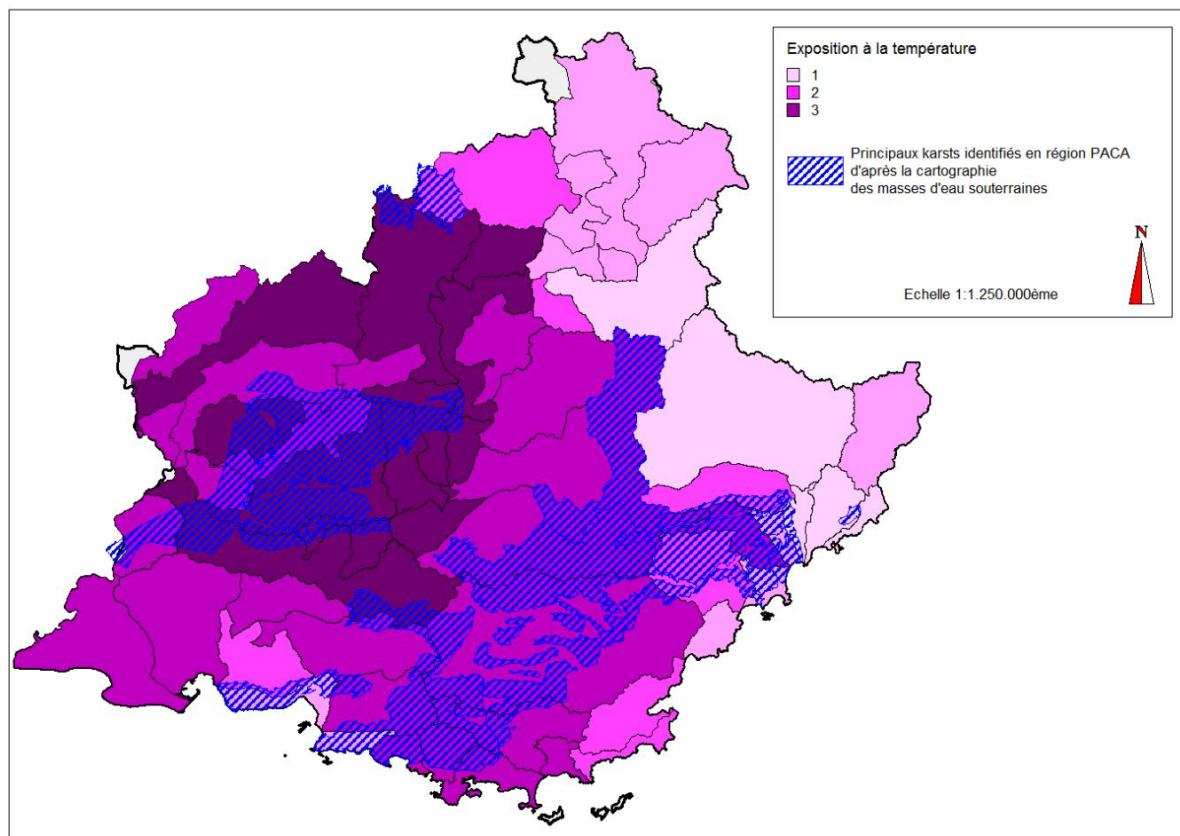


Figure 28 : Croisement entre principaux karsts de la région PACA et exposition à la température

La masse d'eau souterraine la plus exposée et en totalité serait représentée par les calcaires sous couverture synclinal d'Apt (FR_D0_226). Il s'agit d'un aquifère captif dont l'impluvium supposé serait les calcaires affleurant au Nord et au Sud de la Vallée du Coulon sur les masses d'eau des calcaires urgoniens du plateau de Vaucluse et de la Montagne de Lure et des calcaires crétacés de la montagne de Lubéron. Le synclinal d'Apt n'assure pas de soutien d'étiage au Calavon, néanmoins les prélèvements d'Apt dans ce système aquifère permettent de soulager ceux faits sur le Calavon, masse d'eau déjà identifié vulnérable.

Les formations gréseuses et marno-calcaires tertiaires dans BV Basse Durance (FR_D0_213) sont aussi très exposées mais cet aquifère renferme des réserves plutôt faibles. Le domaine plissé des bassins versants Haute et moyenne Durance ainsi que les calcaires urgoniens du plateau de Vaucluse et la Montagne de Lure, dont Fontaine de Vaucluse est l'exutoire principal, sont aussi exposés. Ils alimentent un cortège de cours d'eau déjà identifiés comme vulnérables : réseau des Sorgues, Nesque, Largue, affluents de la moyenne Durance aval.

Albert (2016), dans son mémoire de VAE, a étudié l'évolution des peuplements de macro invertébrés benthiques de la Sorgue amont entre 1988 et 2014. La première conclusion est la disparition des plécoptères Dinocras à partir des années 1990 mais cette disparition est plutôt mise en relation avec une évolution de la qualité de l'eau. Il note aussi que la structure du peuplement évolue significativement à partir de 2003, année de la canicule, et montre, dans les années qui suivent, la réponse structurelle des communautés lors de la période sèche 2005-2008.

A l'heure actuelle, exsurgences et résurgences sont très mal connues et recensées. Elles ne sont ni identifiées dans la cartographie des masses d'eau ni dans celle des zones humides et si les sources de forte puissance et leur rôle pour les systèmes qu'elles alimentent, sont relativement bien connus, ce n'est pas le cas pour de nombreuses petites sources karstiques de plus faible puissance, qui ont probablement déjà disparu par assèchement. Ces milieux ont un rôle important en termes de biodiversité car ils abritent très souvent des espèces spécialisées de ce type de milieu. Leur stabilité hydrologique en fait aussi souvent des réservoirs biologiques pour les poissons ou les invertébrés.

D'un point de vue des aquifères alluviaux, les relations nappes – rivières sont plus complexes et peu de données caractérisent ces interactions. La base de données « *nappes* » de l'Agence de l'Eau, utilisée précédemment pour les évaluations de vulnérabilité est une première approche.

Des études récentes réalisées sur la Durance (Etude exploratoire de la nappe de la Durance, SMAVD, 2015) permettent aussi d'améliorer la connaissance sur ces relations. Elle a permis par exemple de montrer que l'alimentation provient principalement de recharges issues des karsts latéraux. Les prévisions de baisse des débits moyens annuels et des débits d'étiage n'aura donc qu'un impact secondaire sur la nappe. Elle a permis aussi d'identifier les secteurs de recharges et de décharges de la nappe qui peuvent être considérés, d'un point de vue écologique, comme autant de secteurs refuges pour les espèces d'eau froide.

Quid aussi des nappes d'eau alluviales de la frange littorale où le rapport de force eau douce - eau salée dépend fortement de la quantité de pluie récoltée sur le bassin versant ou des résurgences de nappe à proximité des lits de cours d'eau (adoux ou freydières).

4) Evolutions d'usages

Trois champs issus de la base de données pression de l'Agence de l'Eau ont été utilisés afin d'évaluer les évolutions d'usage sur le territoire régional et au travers de thèmes liés aux pollutions urbaines et aux scénarios d'évolution des prélèvements en eau. Ces évolutions seront comparées aux évaluations de vulnérabilité :

Scenevol	Classe du scénario d'évolution de la population
urbain_evol	Pollution urbaine et industrielle ajustée avec le scénario d'évolution
prelevements_evol	Prélèvements ajustés avec le scénario d'évolution

Chaque paramètre a été codifié selon trois degrés d'influence :

Code degré	Signification
1	Influence faible
2	Influence moyenne
3	Influence forte

La carte suivante présente les évolutions probables des pollutions urbaines issues de la base de données « *pression* » de l'Agence de l'Eau (pollution urbaine et industrielle ajustée avec le scénario d'évolution de la population) :

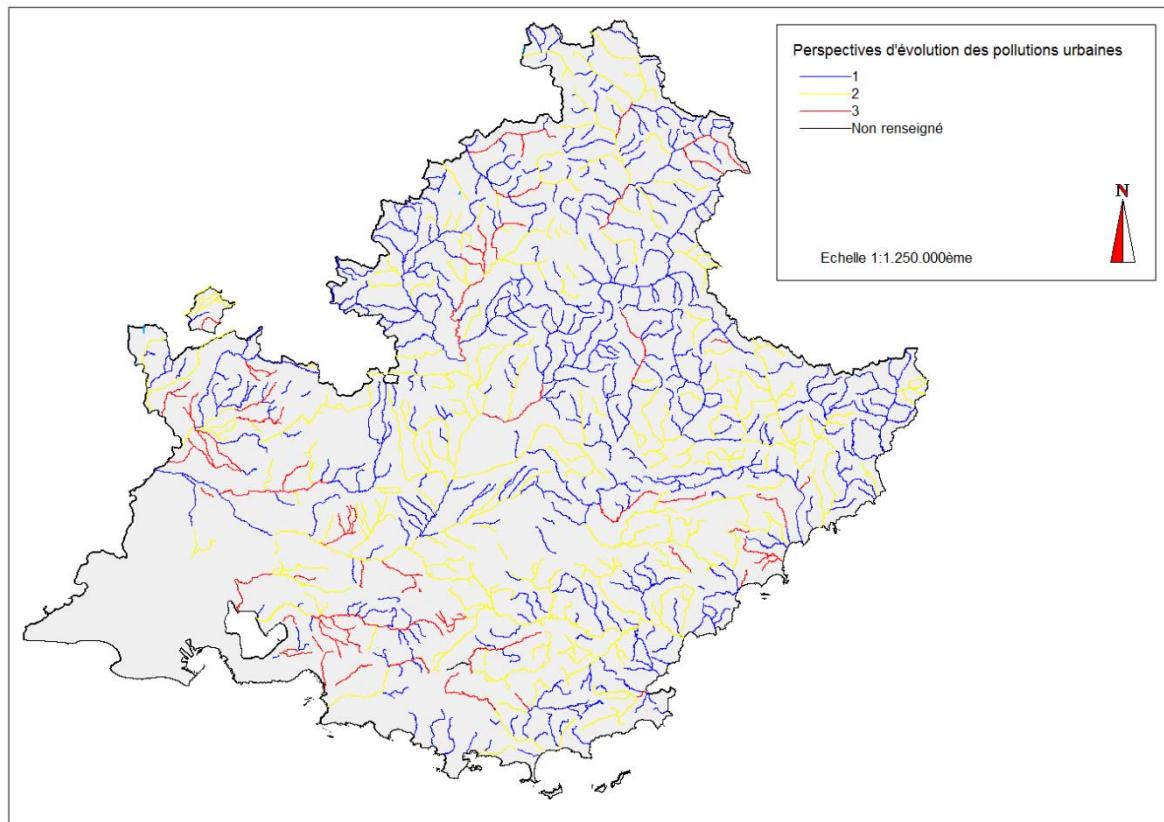


Figure 29 : Evolution de l'influence des pollutions urbaines et industrielles (d'après les données Agence de l'Eau)

De fortes influences apparaîtraient :

- Sur les bassins Nesque, Sorgues et Calavon.
- En moyenne Durance et affluents haute et moyenne Durance.
- Sur les tributaires de l'étang de Berre et en particulier sur le bassin de l'Arc.
- Sur les côtiers ouest des Alpes Maritimes.

On retrouve ici des bassins qui sont identifiés comme vulnérables aux changements climatiques, qui sont dans un état écologique et chimique moyen à mauvais et dont les perspectives de développement ne vont pas dans le sens de l'amélioration. La carte suivante présente les évolutions probables des prélèvements d'eau issues de la base de données « *pression* » de l'Agence de l'Eau (prélèvement ajustée avec le scénario d'évolution de la population) :

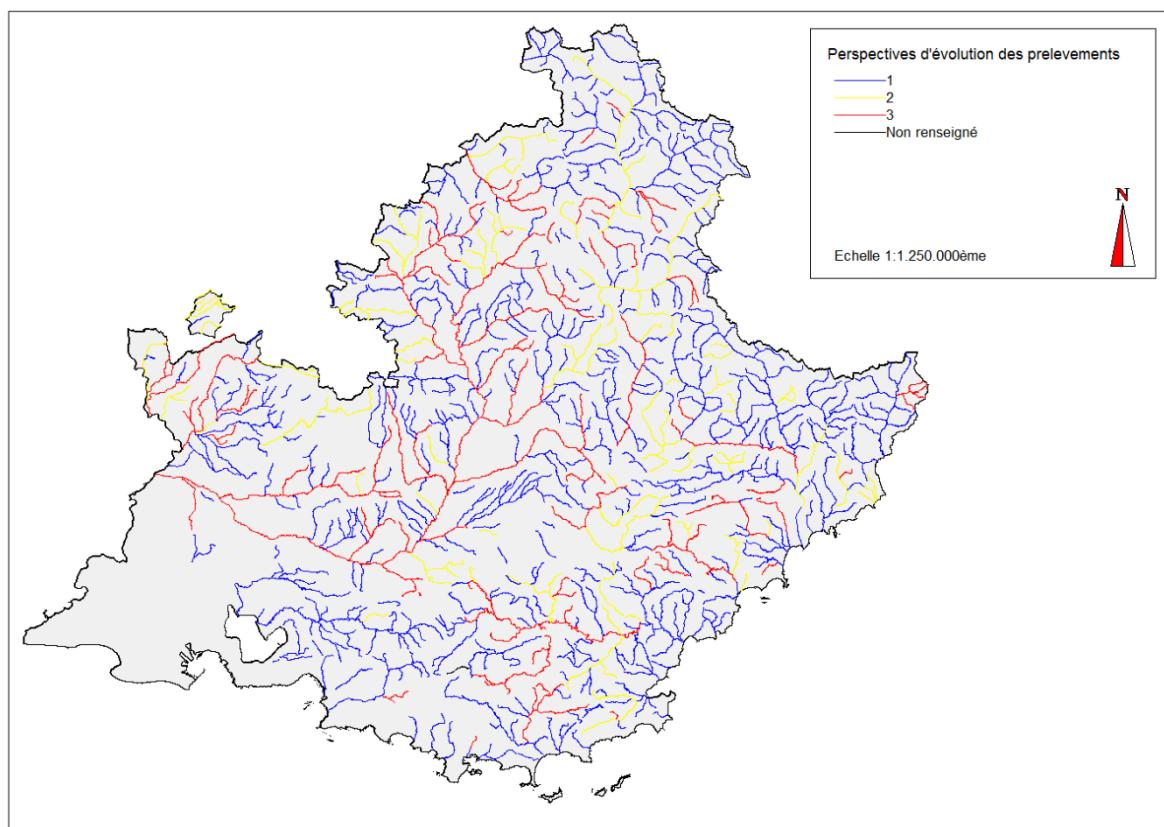


Figure 30 : Evolution de l'influence des prélèvements (d'après les données Agence de l'Eau)

La position des masses d'eau influencées est plus diffuse mais montre, encore une fois, que le bassin de la Durance pourrait être sensible à une plus forte sollicitation de la ressource en eau. Les masses d'eau du bassin de l'Argens, de la Siagne, du Loup, de la Cagne et de l'Estéron semblent aussi s'individualiser. Là aussi, ces bassins sont identifiés comme vulnérables et déjà très sensibles aux débits d'étiage et notamment les bassins du Loup et de la Cagne qui sont déjà très sollicités.

IX. DESCRIPTION DE QUELQUES TERRITOIRES OU MILIEUX

1) Choix des territoires ou milieux

A l'issue des évaluations de vulnérabilités et des compléments que l'on peut apporter « à dire d'experts », sept territoires ou milieux se distinguent :

- La Durance et ses affluents et notamment la moyenne et basse partie.
- Le réseau des Sorgues, La Nesque, l'Ouvèze vauclusienne et la Meyne.
- Les petits cours d'eau côtiers.
- La Cagne et le Loup.
- Le bassin Arc provençal et la Touloubre.
- Les cours d'eau à écoulement temporaire et intermittent.
- Les sources et têtes de bassin.

Ils constituent tous des territoires ou des milieux prioritaires en termes d'action ou de suivis et qui peuvent être considérés comme vulnérables aux changements climatiques.

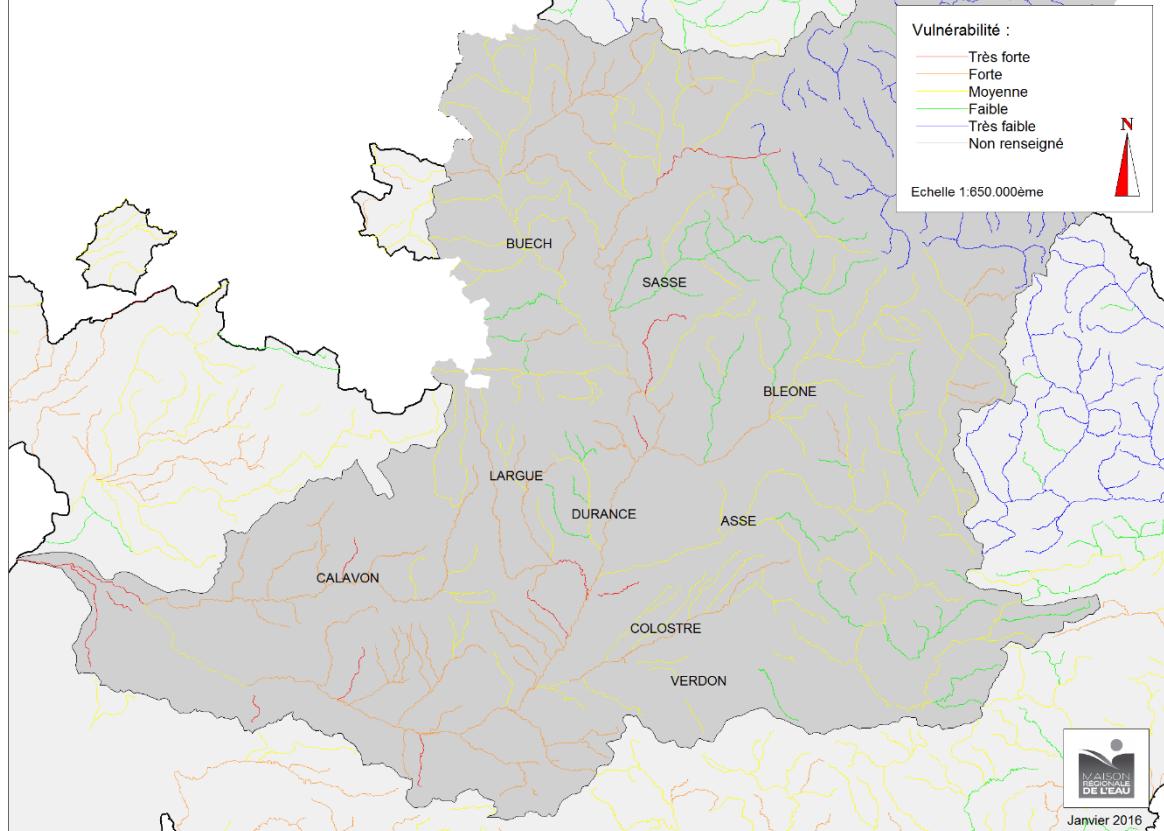
2) Fiches descriptives

Des fiches descriptives sont établies pour les territoires qui présentent les plus fortes vulnérabilités mais les masses d'eau du territoire traité ne sont pas forcément toutes vulnérables. Des compléments sont aussi apportés sur des types de milieu qui seraient susceptibles d'être vulnérables mais qui n'apparaissent pas dans les évaluations. Certains territoires ou milieux peuvent aussi se recouper.

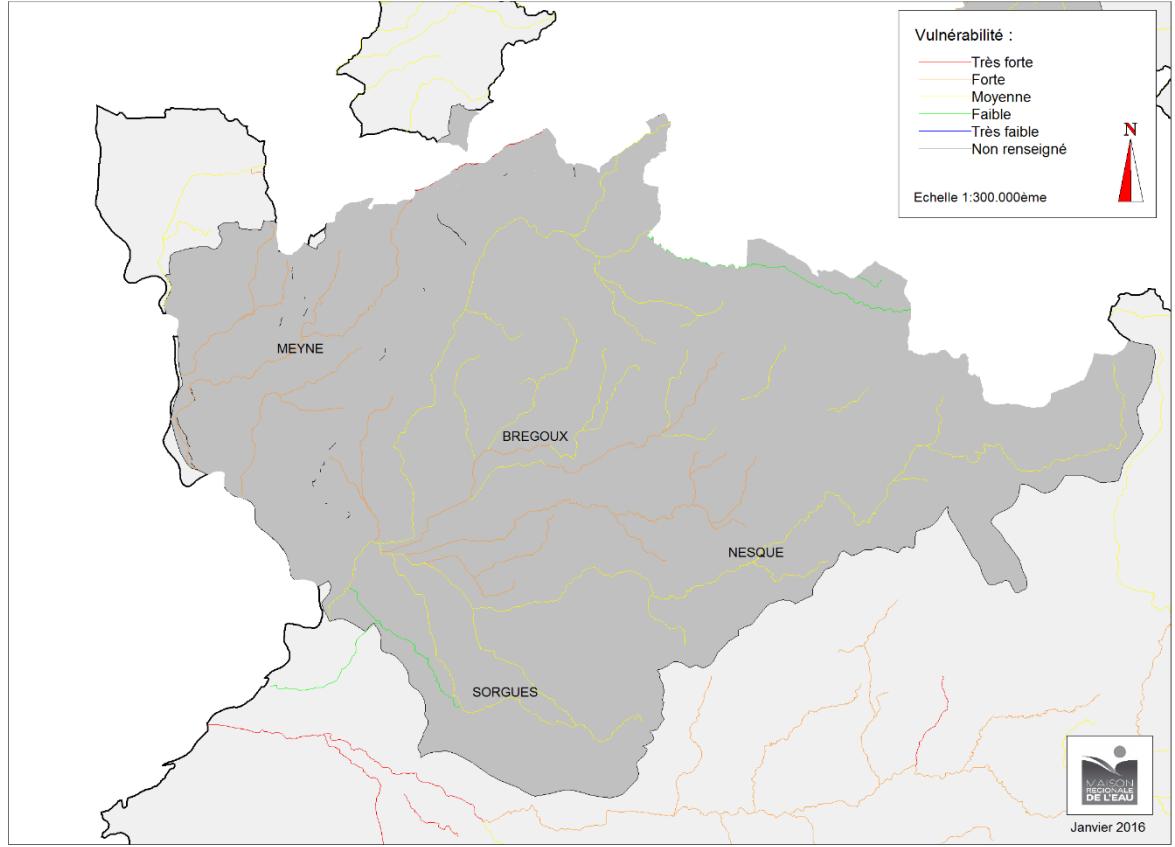
Les fiches permettent de rassembler toutes les informations relatives aux cours d'eau du territoire concerné mais il est évident qu'il rassemble des types de cours d'eau très différents et que les informations rassemblées restent donc très globales.

Chaque territoire possède aussi des sensibilités et des niveaux d'exposition différents et décrits dans chacune des fiches.

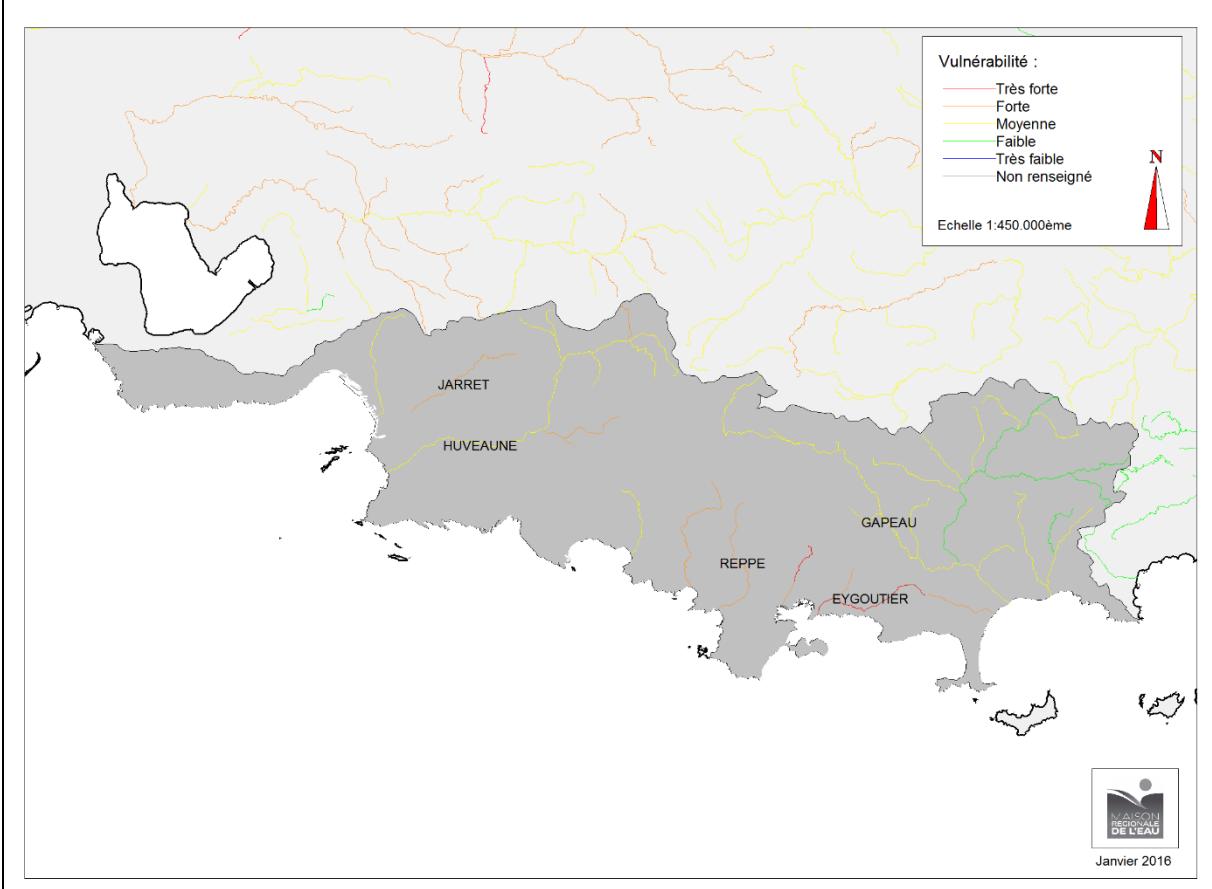
Il s'agit aussi d'introduire les premières bases pour les propositions à venir et notamment en termes d'espèces-repère et d'indicateurs.

Territoire ou milieux	La Durance et ses affluents
	 <p>Vulnérabilité :</p> <ul style="list-style-type: none"> Très forte Forte Moyenne Faible Très faible Non renseigné <p>Echelle 1:650.000ème</p> <p>Janvier 2016</p>
Types associés	<p>Cours d'eau alpins méditerranéens et collines calcaires</p> <p>Masses d'eau pouvant être considérées comme très vulnérables</p> <p>FRDR11845 torrent de laval</p> <p>FRDR10291 le grand anguillon</p> <p>FRDR244 La Durance du Coulon à la confluence avec le Rhône</p> <p>FRDR11135 ravin de drouye</p> <p>FRDR10989 la valsette</p> <p>FRDR10636 torrent le grand vallat</p> <p>FRDR11003 rivière la riaille</p> <p>FRDR10548 ruisseau des carlats*</p> <p>FRDR10598 ravin de la combe</p> <p>FRDR11276 grand vallat de l'agoutadou*</p> <p>FRDR11749 riou de jabron</p>

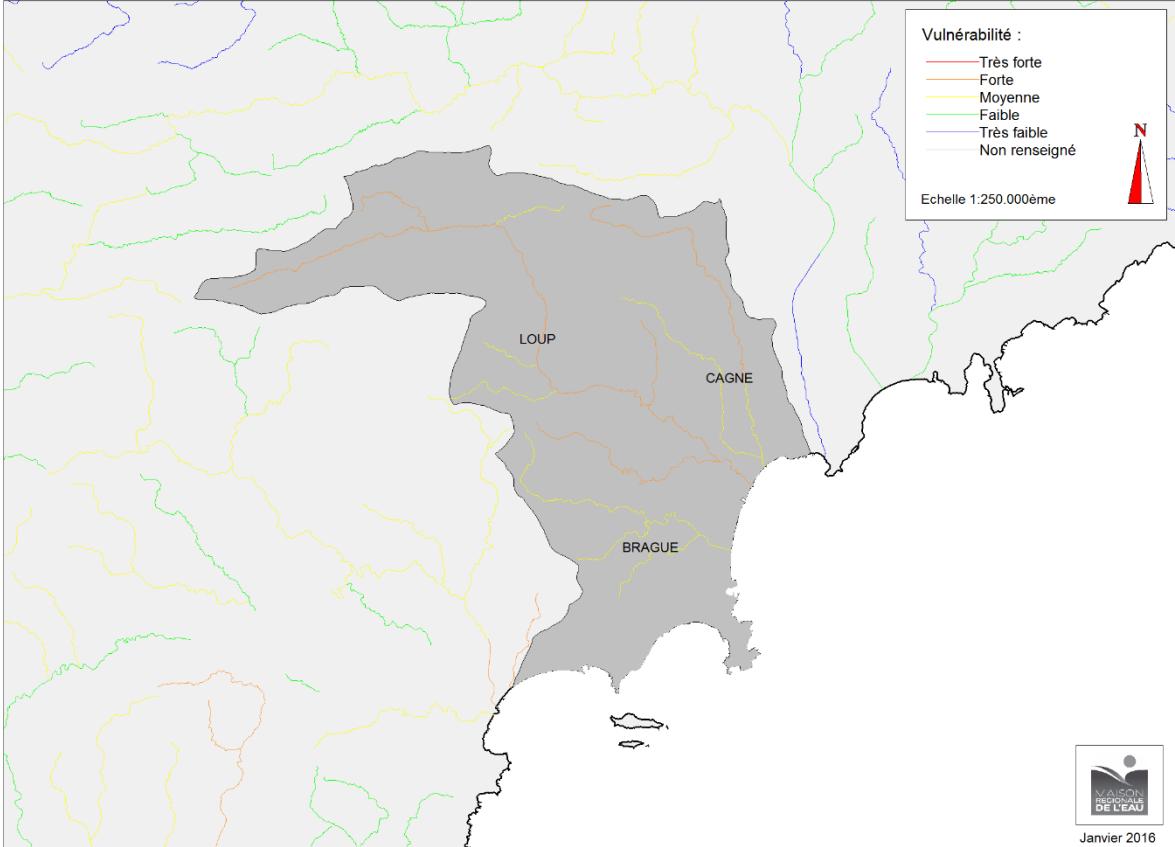
Masses d'eau souterraines associées	Formations gréseuses et marno-calcaires tertiaires dans BV Basse Durance (FR_D0_213) Calcaires montagne du Lubéron (FR_D0_133) Calcaires urgoniens du plateau de Vaucluse + Montagne de Lure (FR_D0_130) Alluvions de la Durance aval et moyenne et de ses affluents (FR_D0_302) Alluvions de la Durance amont et de ses affluents (FR_D0_347)
Zones humides associées	Zones alluviales Retenues artificielles et gravières
Traits dominants	Lit mobile à fort hydrodynamisme, fortes interactions avec les nappes alluviales Régime pluvionival à étiage sévère Double influence du climat méditerranéen et alpin
Caractéristiques des peuplements	Peuplement marqué par un mélange d'espèces sténothermes et eurythermes Nature et structure du peuplement variable dans le temps et au rythme des crues
Biodiversité aquatique	Poissons : Apron du Rhône, Bouvière, Barbeau méridional, Blageon, Chabot, Toxostome Ephéméroptères : Baetis pavidus ; Plécoptère : Besdolus ravizzarum
Espèce(s)-repère Indicateurs	Poissons : Chabot Invertébrés sténothermes d'eau froide Ephéméroptères : les différents Baetis Trichoptères : Chimarra marginata, les différents Hydropsyche Plécoptères : Taeniopterygidae, Perlidae et Perlodidae
Causes de vulnérabilité	Vulnérabilité liée aux faibles capacités d'adaptation et aux faibles capacités de déplacements Très exposé aux évolutions de température
Sensibilité Facteurs de fragilité	Sensible à l'isolement et aux ruptures de la libre circulation Sensible aux variations de température Etiages amplifiés par les prélèvements
Facteurs de résistance Adaptations	Relations nappes – rivières, colmatage Maintien de l'hydrodynamisme, soutien de l'étiage estival
Territoire adapté à un suivi	Buëch, Largue ou Calavon

Territoire ou milieux	Sorgues, Nesque, Ouvèze vauclusienne, Meyne
	
Types associés	Plaines et collines calcaires Cours d'eau karstiques
Masses d'eau pouvant être considérées comme très vulnérables	FRDR401c L'Aigue de la Sauve (aval Nyons) à la limite du département de la Drôme FRDR11455 ruisseau la gaude
Masses d'eau souterraines associées	Calcaires sous couverture tertiaire de la plaine du Comtat (FR_D0_229) Alluvions des plaines du Comtat et des Sorgues (FR_D0_301) Formations marno-calcaires et gréseuses dans BV Drôme Roubion, Eygues, Ouvèze (FR_D0_508) Molasses miocènes du Comtat (FR_D0_218)
Zones humides associées	Plaines alluviales Marais et landes humides de plaine
Traits dominants	Module faible et étiages sévères sauf soutien karstique Lit unique peu mobile, grande variabilité des écoulements

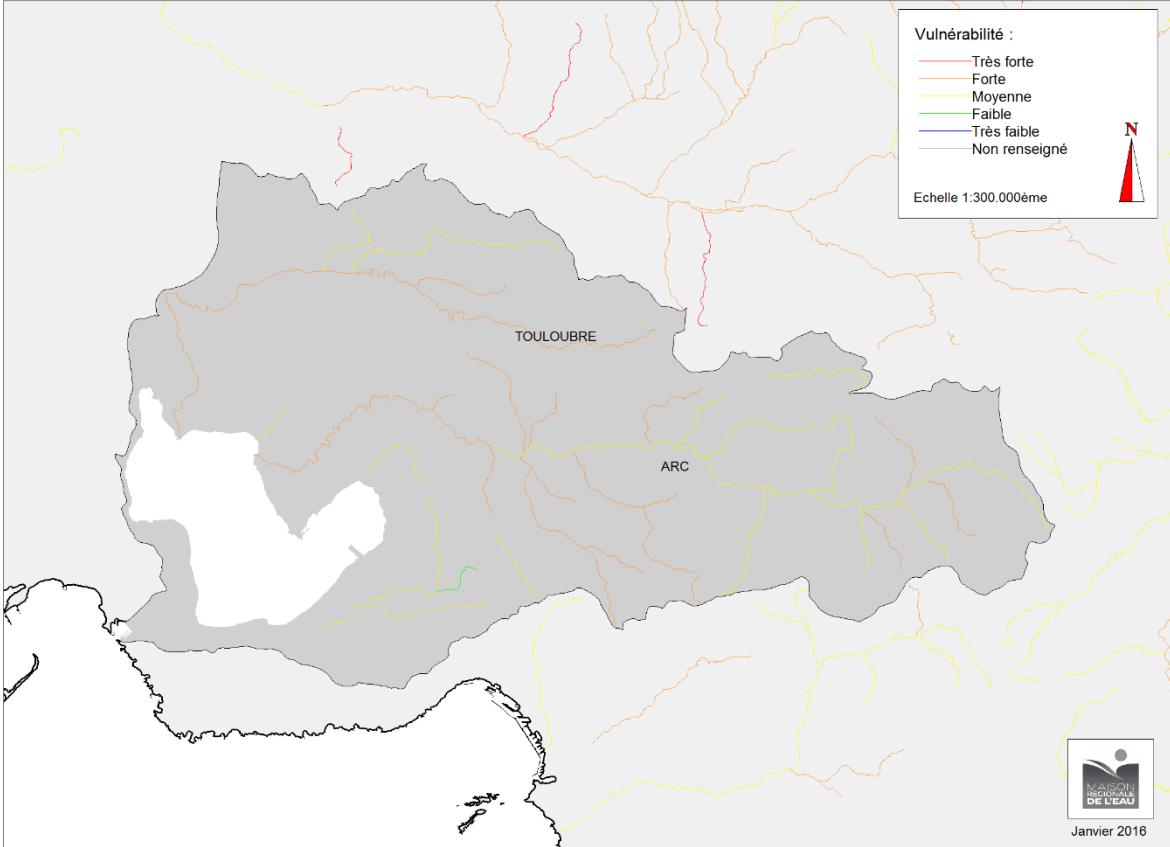
Caractéristiques des peuplements	Taxons eurythermes banaux Espèces sténothermes à proximité des sources karstiques
Biodiversité aquatique	Poissons : Blageon, Truite fario Trichoptères : <i>Rhyacophila vallisclausae</i> , endémique des Sorgues <i>Agapetus cravensis</i> , endémiques des sources calcaires de Provence
Espèce(s)-repère Indicateurs	Poissons : <i>Salmo Trutta</i> (Truite fario) Espèces à groupe indicateur élevé Trichoptères : <i>Silo nigricornis</i> ; Plécoptères Perlidae
Causes de vulnérabilité	Vulnérabilité liée à la température Faibles capacités de refuge Très exposé aux évolutions de température
Sensibilité Facteurs de fragilité	Sensible à la fois à l'échauffement des eaux et aux variations de températures Etiages parfois sévères Peut évoluer vers des types temporaires ou intermittents Très altérés par les activités humaines et notamment d'un point de vue morphologique
Facteurs de résistance Adaptations	Connexion avec les apports karstiques Maintien du débit des sources de faible puissance Rôle essentiel des ripisylves et de la couverture ombrageuse
Territoire adapté à un suivi	Sorgues, Nesque

Territoire ou milieux	Les petits cours d'eau côtiers
	
Types associés	<p>Plaines et collines calcaires et siliceuses</p> <p>Cours d'eau temporaires</p> <p>Petits et très petits cours d'eau</p>
Masses d'eau pouvant être considérées comme très vulnérables	<p>FRDR115 L'Eygoutier</p> <p>FRDR116a Amont du Las</p>
Masses d'eau souterraines associées	<p>Formations oligocènes région de Marseille (FR_D0_215)</p> <p>Massifs calcaires de Ste Baume, Agnis, Ste Victoire, Mont Aurélien, Calanques et Bassin du Beausset (FR_D0_137)</p> <p>Domaine marno-calcaires région de Toulon (FR_D0_514)</p> <p>Massifs calcaires Audibergue, St Vallier, St Cézaire, Calern, Caussols, Cheiron (FR_D0_136)</p> <p>Domaine plissé BV Var, Paillons (FR_D0_404)</p>
Zones humides associées	<p>Plaines alluviales</p> <p>Vallons humides</p> <p>Marais et lagunes côtiers</p> <p>Baies et estuaires</p>

Traits dominants	Etiages très sévères pouvant aller jusqu'à l'assèchement du cours d'eau Faible rang de Strahler et longueur faible
Caractéristiques des peuplements	Fort taux d'endémisme Invertébrés rares et/ou endémiques
Biodiversité aquatique	Poissons : Barbeau méridional, Blennie fluviatile, Anguille
Espèces-repères Indicateurs	Poissons : Chevaine Richesse taxonomique et taux de taxons rhéophiles
Causes de vulnérabilité	Vulnérabilité liée aux faibles capacités d'adaptation et à la température Exposé à la sécheresse et aux événements extrêmes
Sensibilité Facteurs de fragilité	Sensible à cause de l'isolement des bassins versants et de la faible densité du réseau hydrographique Etiages sévères Echauffement et variation de la température Très altérés par les activités humaines et notamment d'un point de vue morphologique
Facteurs de résistance Adaptations	Connexion avec les apports karstiques Rôle essentiel des ripisylves et de la couverture ombrageuse Relations nappes – rivières Rôle essentiel des continuités latérales et verticales
Territoire adapté à un suivi	Côtiers toulonnais

Territoire ou milieux	Cagne et Loup
 <div style="text-align: right; margin-top: -10px;">  Janvier 2016 </div>	
Types associés	Cours d'eau karstiques et collines calcaires
Masses d'eau pouvant être considérées comme très vulnérables	<p>Aucune masse d'eau très vulnérable</p> <p>5 masses d'eau vulnérables :</p> <ul style="list-style-type: none"> FRDR11543 vallon de mardaric FRDR93b le Loup aval FRDR92a la Cagne amont FRDR93a le Loup amont FRDR10125 vallon du clarel
Masses d'eau souterraines associées	<p>Domaine plissé BV Var, Paillons (FR_D0_404)</p> <p>Massifs calcaires Audibergue, St Vallier, St Cézaire, Calern, Caussols, Cheiron (FR_D0_136)</p>
Zones humides associées	<p>Zones et plaines alluviales ; Vallons humides</p> <p>Marais et lagunes littorales</p> <p>Baies et estuaires</p>

Traits dominants	Lit peu mobile Etiage modéré et températures fraîches Double influence du climat méditerranéen et alpin
Caractéristiques des peuplements	Espèces sténothermes à basse altitude comme <i>Epeorus sylvicola</i> ou <i>Perla marginata</i> Caractère sténotherme et montagnard dans un contexte très méditerranéen
Biodiversité aquatique	Poissons : Barbeau méridional, Truite fario, Blennie fluviatile Odonates : <i>Coenagrion mercuriale</i> , inféodé aux sources calcaires Ephéméroptères : <i>Baetis pasquetorum</i>
Espèce(s)-repère	Poissons : <i>Salmo trutta</i> Ephéméroptère : <i>Epeorus sylvicola</i> Trichoptère : <i>Silo nigricornis</i> , <i>Agapetus cravensis</i> , endémiques des sources calcaires de Provence Plécoptères Perlidae : <i>Perla marginata</i>
Causes de vulnérabilité	Vulnérabilité principalement liée à l'hydrologie Lié aux faibles capacités d'adaptation et de déplacements pour le vallon de Mardaric, le Loup aval et le ruisseau des Escures
Sensibilité	Sensible aux étiages, peut évoluer vers des écoulements temporaires
Facteurs de fragilité	Etiages amplifiés par les prélèvements
Facteurs de résistance	Relations nappes – rivières, connexions avec les apports du karst
Adaptations	Rôle essentiel de la ripisylve et des continuités amont - aval
Territoire adapté à un suivi	Cagne amont

Territoire ou milieux	Arc provençal et Touloubre
	
Types associés	Plaines et collines calcaires Cours d'eau temporaires Cours d'eau karstiques
Masses d'eau pouvant être considérées comme très vulnérables	Aucune masse d'eau très vulnérable 13 masses d'eau vulnérables FRDR11235 ruisseau de budéou FRDR12063b ruisseau le grand torrent FRDR127 la touloubre du vallat de boulery à l'étang de berre FRDR128 la touloubre de sa source au vallat de boulery FRDR129 l'arc de la luynes à l'étang de berre FRDR10538 ruisseau de saint-pancrace FRDR11182 vallat de cabries FRDR11804 rivière la luynes

	FRDR10004 aubanede* FRDR11894 ruisseau la torse FRDR12052 vallat marseillais FRDR10655 vallat des eyssarettes FRDR11753 ruisseau de longarel
Masses d'eau souterraines associées	Formations bassin d'Aix (FR_D0_210) Formations gréseuses et marno-calcaires tertiaires dans BV Touloubre et Berre (FR_D0_513)
Zones humides associées	Plaines alluviales Marais et lagunes côtiers
Traits dominants	Module faible et étiages sévères sauf soutien karstique Lit unique peu mobile, grande variabilité des écoulements
Caractéristiques des peuplements	Taxons eurythermes banaux Espèces sténothermes à proximité des sources karstiques
Biodiversité aquatique	Poissons : Barbeau méridional, Blageon, Anguille, Truite fario Invertébré : Ecrevisse à pattes blanches, Plécoptère <i>Capnia bifrons</i> (tête de réseau de l'Arc)
Espèces-repères Indicateurs	Poissons : <i>Salmo trutta</i> (Truite fario), vairon Espèces sténothermes d'eau froide Plécoptère : <i>Capnia bifrons</i>
Causes de vulnérabilité	Vulnérabilité liée aux faibles capacités d'adaptation Exposé aux évolutions de températures
Sensibilité	Sensible à l'absence de zones refuge
Facteurs de fragilité	Altéré sur la plan morphologique et continuités
Facteurs de résistance Adaptations	Connexion avec les apports karstiques et maintien de ces apports Rôle essentiel des ripisylves et de la couverture ombrageuse Rôle essentiel des continuités latérales et verticales
Territoire adapté à un suivi	Arc ou Touloubre

Territoire ou milieux	Les cours d'eau à écoulement temporaire
	 <p data-bbox="403 938 901 961">Bassin versant de l'Aille (Var), massif des Maures- Printemps</p>
Types associés	Cours d'eau temporaires cristallins ou calcaires Cours d'eau intermittents
Masses d'eau pouvant être considérées comme très vulnérables	<i>Non identifié dans les évaluations</i> Manque une cartographie des cours d'eau temporaires
Masses d'eau souterraines associées	Pas de masses d'eau particulières à désigner Alluvions de fond de vallée, faibles réserves souterraines
Zones humides associées	Marais et lagunes littorales Vallons humides, oueds Zones humides ponctuelles
Traits dominants	Lit peu mobile Assecs réguliers et durables Forte variabilité interannuelle du débit
Caractéristiques des peuplements	Taxons adaptés à l'assèchement Cycles biologiques adaptés à l'assèchement Lacunes faunistiques
Biodiversité aquatique	Poissons : Barbeau méridional, Blageon, anguille Invertébrés endémiques Plécoptère : <i>Rhabdiopteryx thienemanni</i> Trichoptère : <i>Wormaldia langohri</i> (Maures, Estérel)

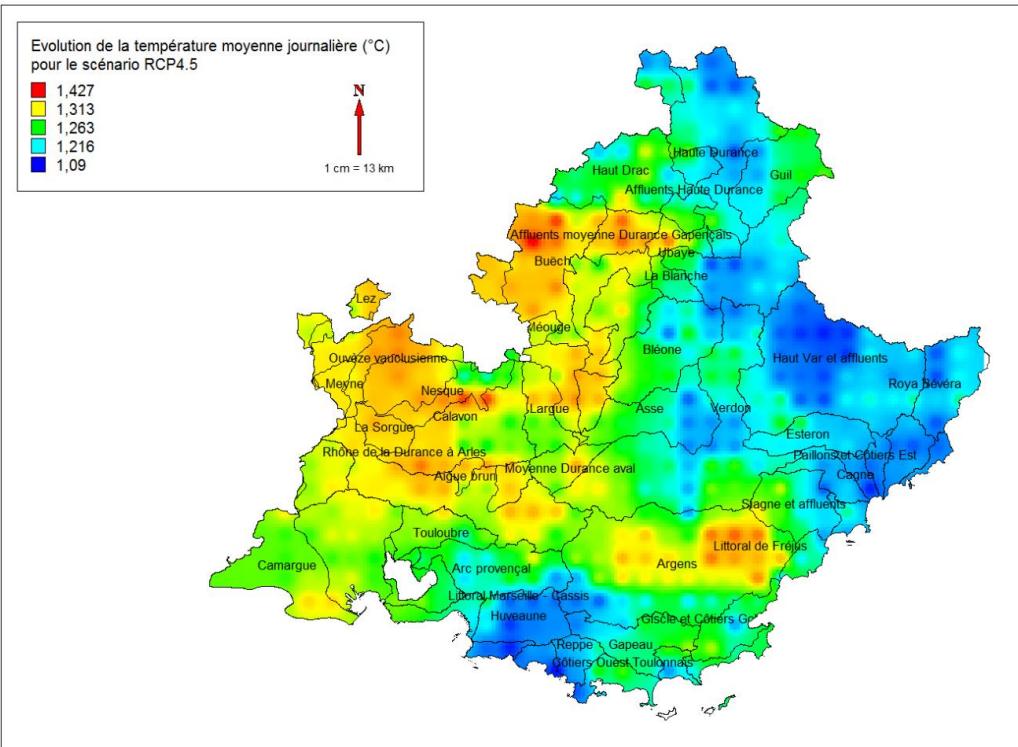
Espèce(s)-repère	Poissons : <i>Barbus meridionalis</i> (Barbeau méridional), anguille Plécoptères : <i>Brachyptera risi</i> , <i>Capnioneura mitis</i> , <i>Capnia bifrons</i> , <i>Siphonoperla torrentium</i> , <i>Isoperla grammatica</i> (signe d'une phase lotique soutenue) Trichoptère : <i>Wormaldia langohri</i> Espèces rhéophiles et taxons à haut groupe indicateur
Causes de vulnérabilité	Vulnérabilité liée à l'hydrologie Peut évoluer vers des cours d'eau intermittents ou éphémères
Sensibilité Facteurs de fragilité	Sensible à la durée de l'écoulement Sensible aux périodes d'exondation ou d'arrêt des écoulements par rapport aux cycles biologiques des espèces présentes
Facteurs de résistance Adaptations	Relations nappes – rivières Rôle essentiel de la ripisylve et des continuités amont - aval
Territoire adapté à un suivi	Temporaires calcaires des Préalpes de Grasse ou du plateau de Canjuers

Territoire ou milieux	Les sources et têtes de bassin
	
<p>Fontaine de Vaucluse, réseau des Sorgues (Vaucluse)</p>	
Types associés	Potentiellement tous les types
Masses d'eau pouvant être considérées comme très vulnérables	<p><i>Non identifié dans les évaluations</i> Manque une typologie et une cartographie des sources et têtes de bassin</p>
Masses d'eau souterraines associées	Pas de masses d'eau particulières à désigner
Zones humides associées	<p>Bordures de cours d'eau Zones humides de bas-fond en tête de bassin</p>
Traits dominants	<p>Stabilité thermique et fraîcheur de l'eau Stabilité hydrologique</p>
Caractéristiques des peuplements	<p>Taxons adaptés à l'assèchement Cycles biologiques adaptés à l'assèchement Lacunes faunistiques</p>
Biodiversité aquatique	<p>Souvent apiscicole ou Truite fario, chabot Invertébrés endémiques, taxons sténotermes d'eau froide Trichoptères : <i>Agapetus cravensis</i> (endémiques des sources calcaires de Provence), <i>Metalyype fragilis</i>, <i>Tinodes antonioi</i> Odonates : <i>Coenagrion mercuriale</i>, inféodé aux sources calcaires</p>
Espèce(s)-repère Indicateur	<p>Poissons : <i>Truite fario</i> (<i>Salmo trutta</i>) Trichoptères : <i>Silo nigricornis</i>, <i>Metalyype fragilis</i>, <i>Agapetus cravensis</i>, Taux d'endémisme</p>

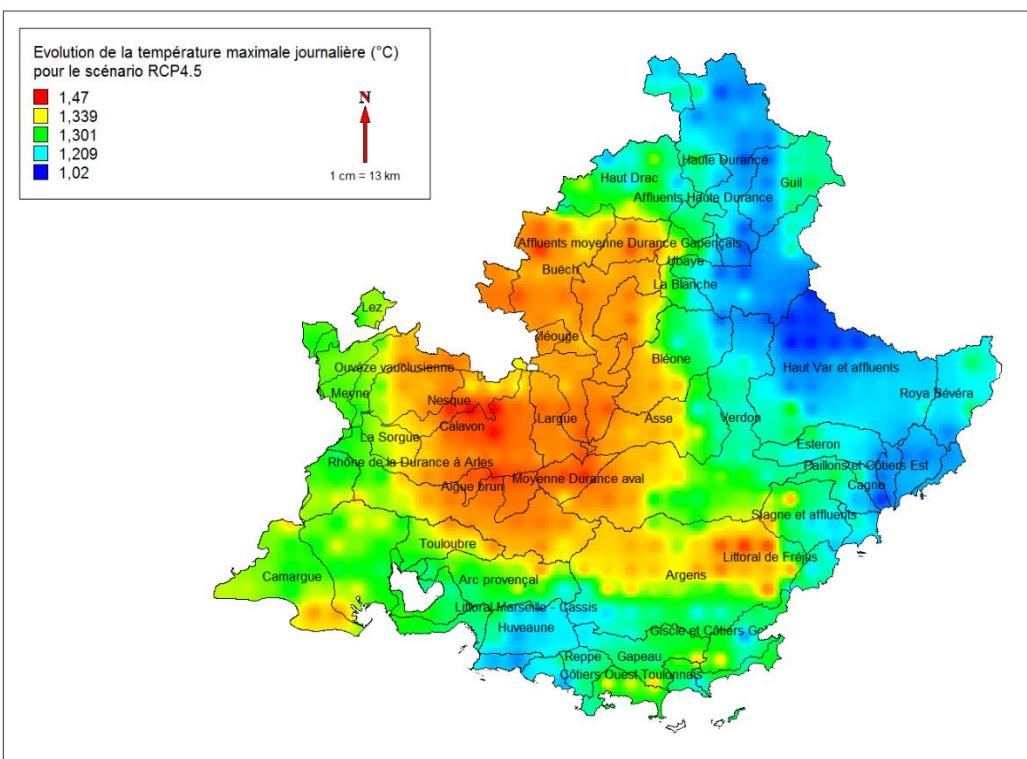
Causes de vulnérabilité	Vulnérabilité liée à de faibles changements aux fortes conséquences pour la faune et la flore associée
Sensibilité	Sensible à la stabilité et aux faibles variations
Facteurs de fragilité	Sensibles aux prélèvements d'eau
Facteurs de résistance	Relations avec les cours d'eau ou les zones humides
Adaptations	Réservoirs biologiques fonctionnels pour d'autres milieux
Territoire adapté à un suivi	Haut Verdon Sources karstiques Adoux des Alpes de Haute Provence

ANNEXE 1 : Cartes d'exposition en région PACA (scénario RCP4.5)

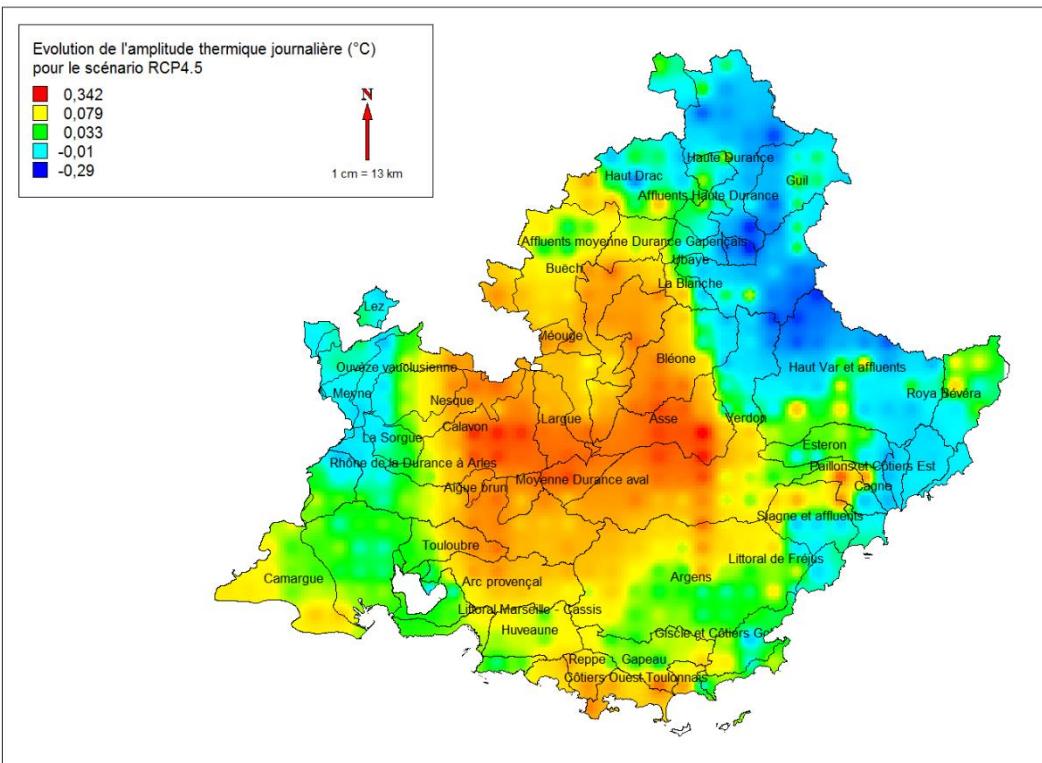
Température moyenne journalière (°C)



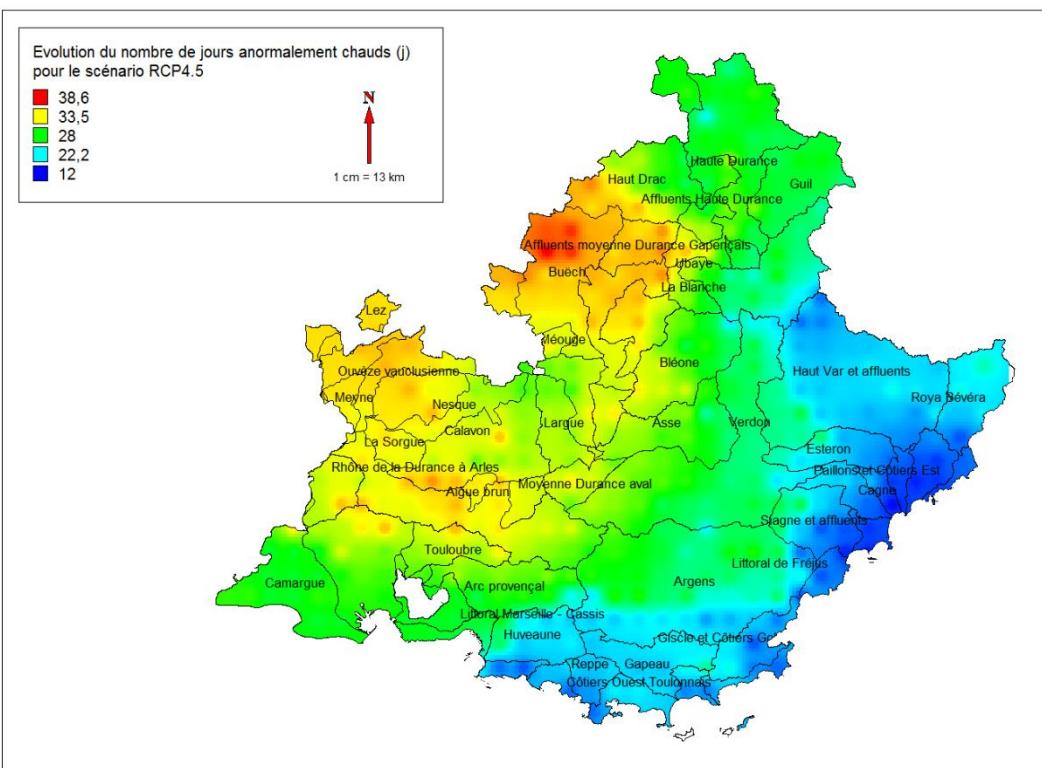
Température maximale journalière (°C)



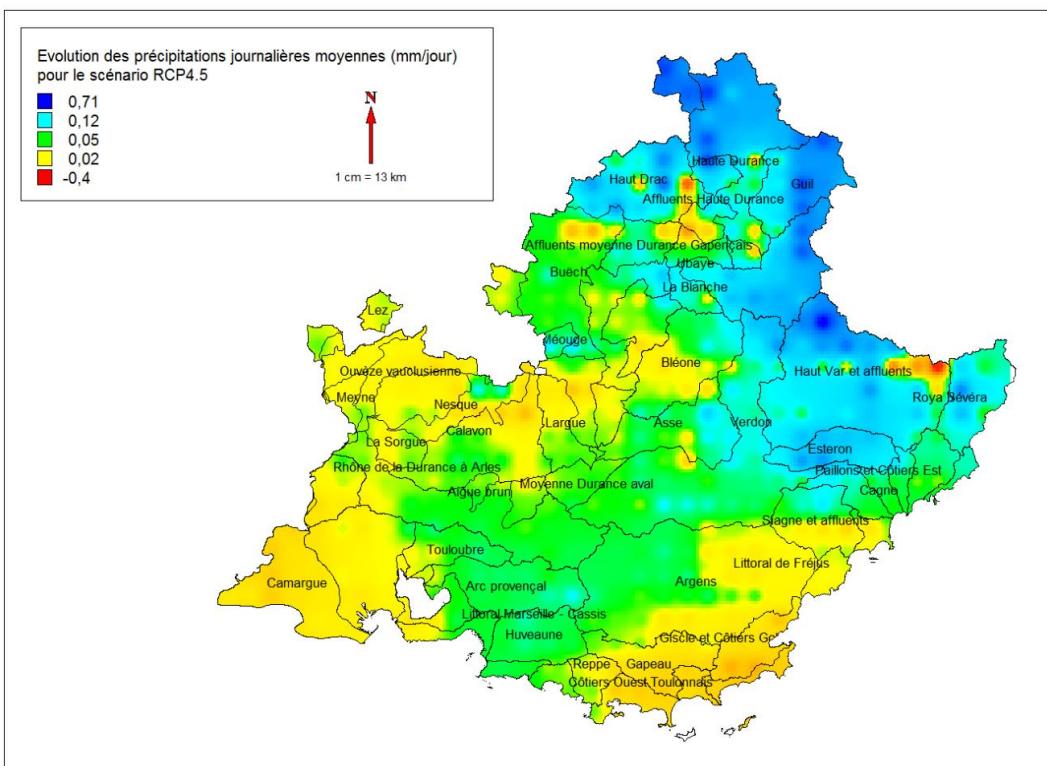
Amplitude Thermique journalière (°C)



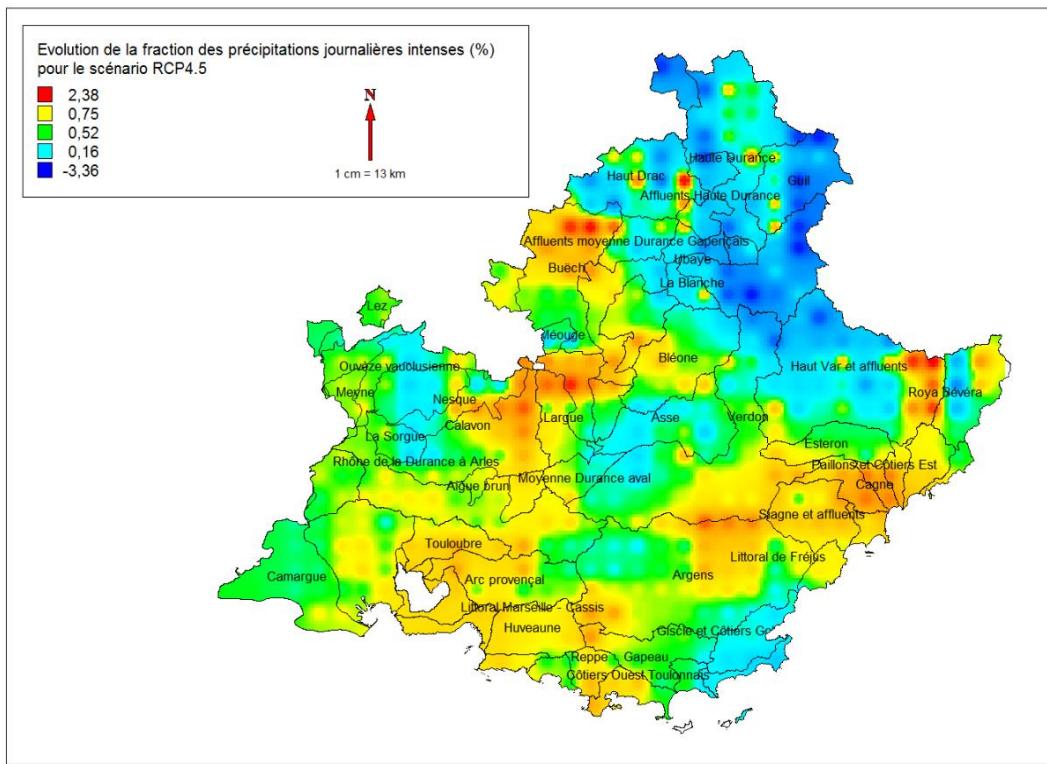
Nombre de jours anormalement chauds (j.)



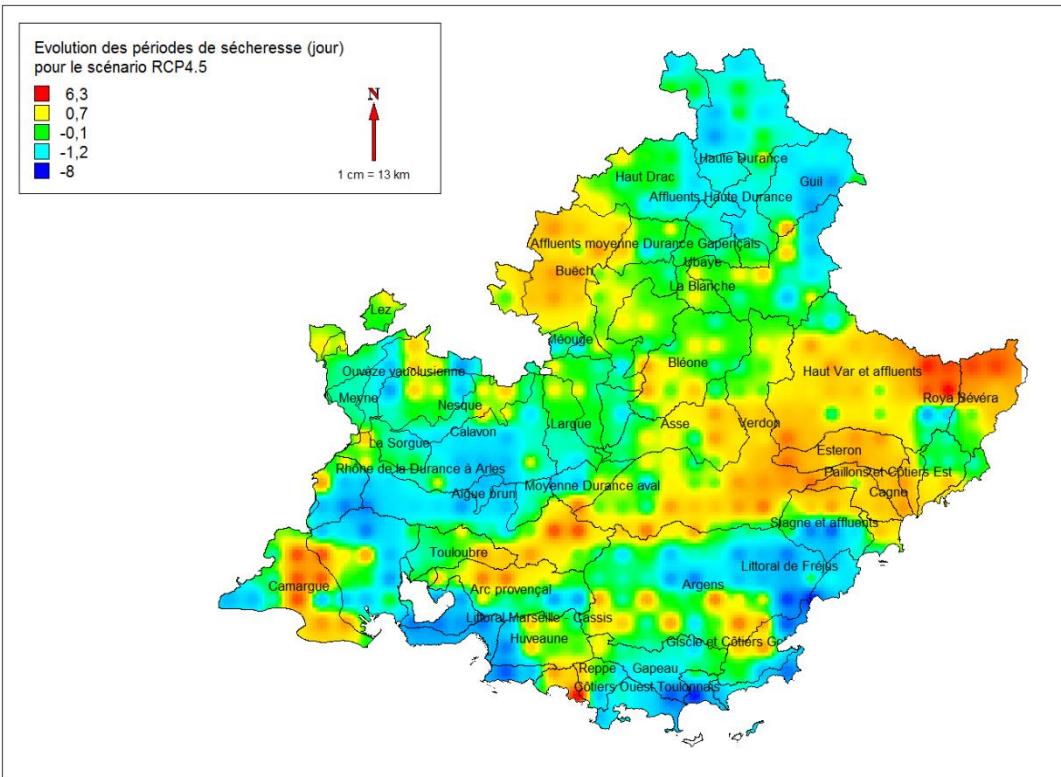
Précipitation journalière moyenne (mm/j.)



Précipitations intenses (%)

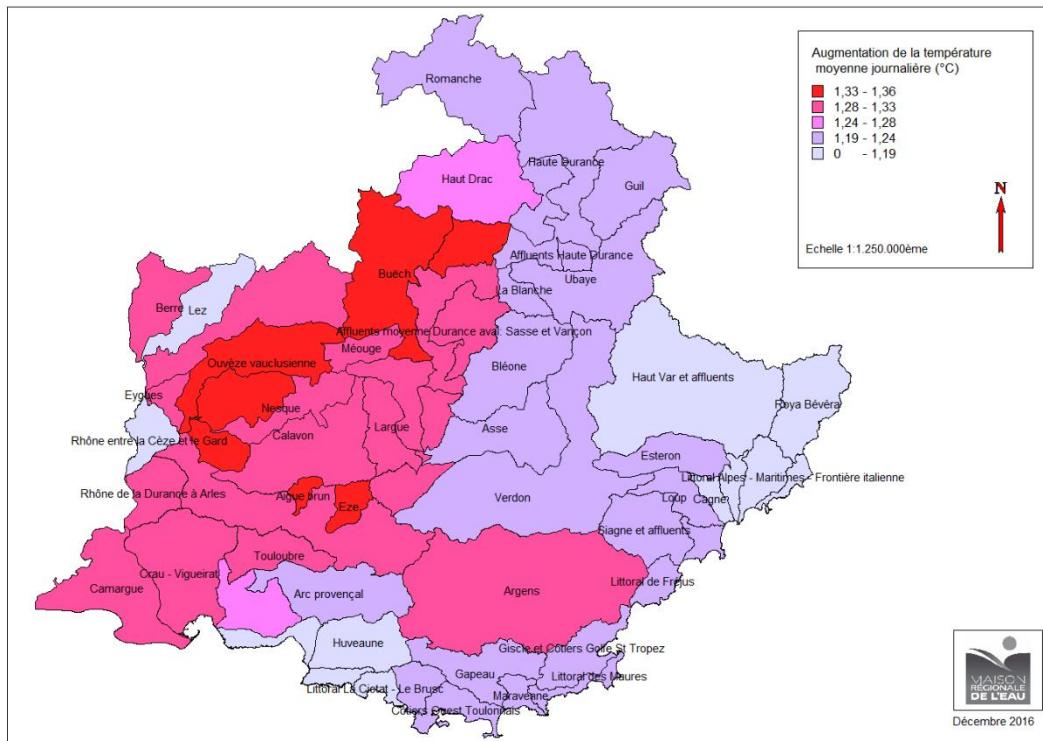


Période de sécheresse (j.)

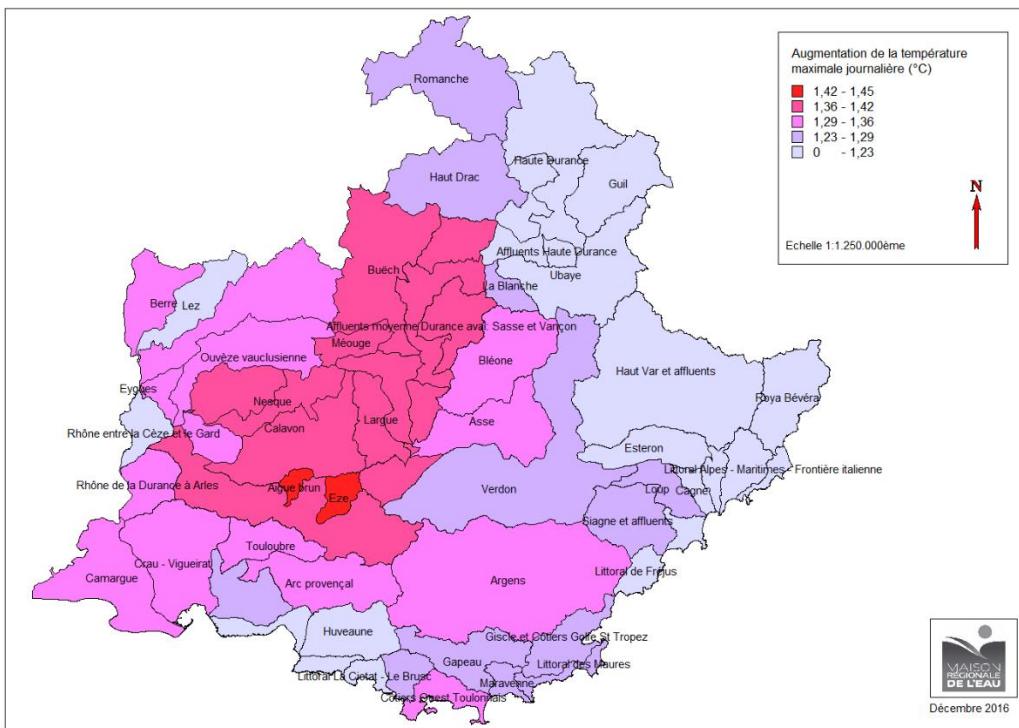


ANNEXE 2 : Cartes d'exposition en région PACA (scénario RCP4.5) par sous bassin versant

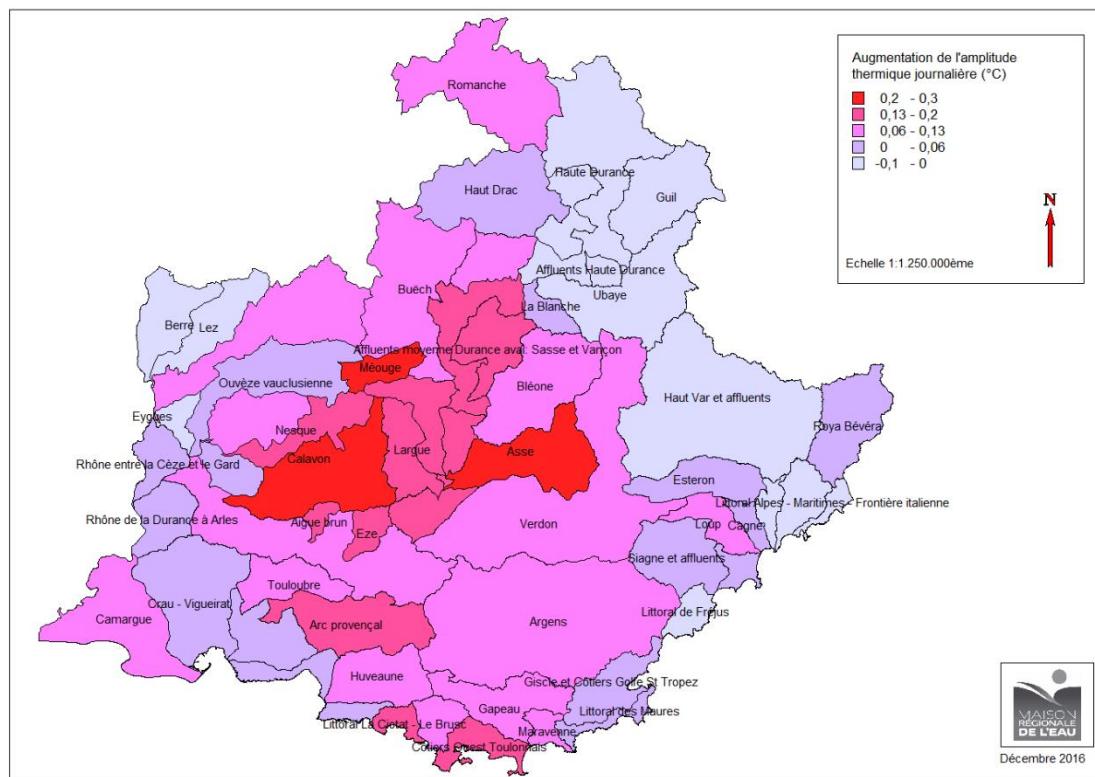
Température moyenne journalière (°C)



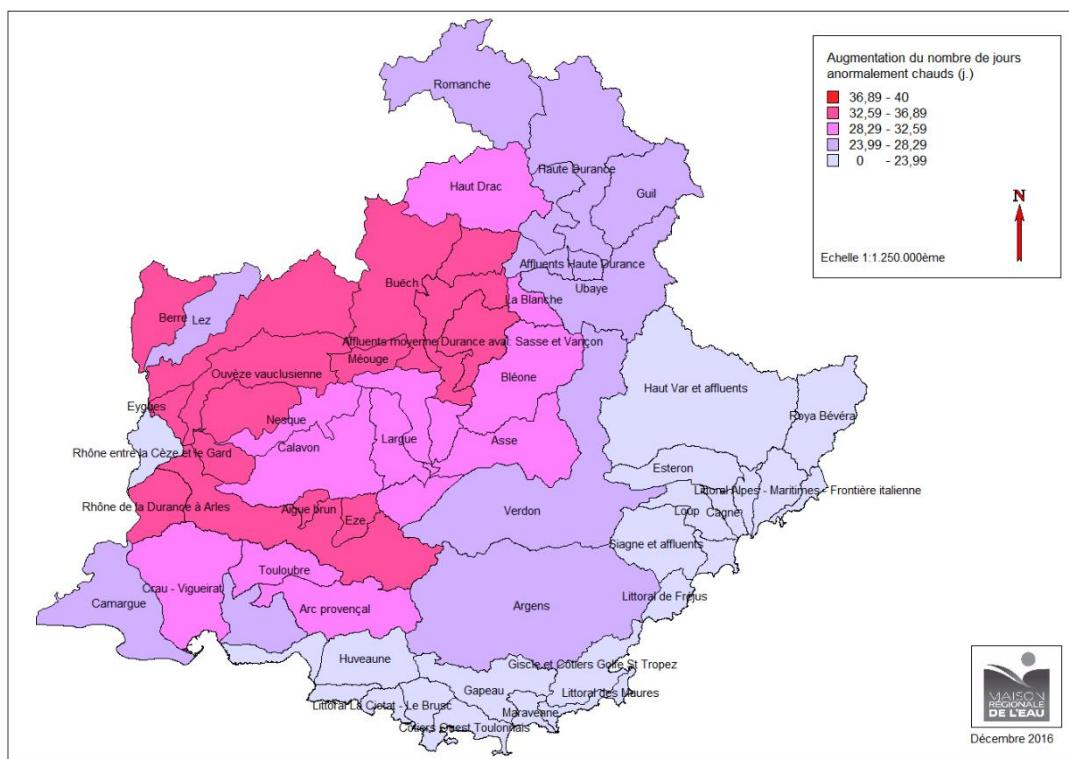
Température maximale journalière (°C)



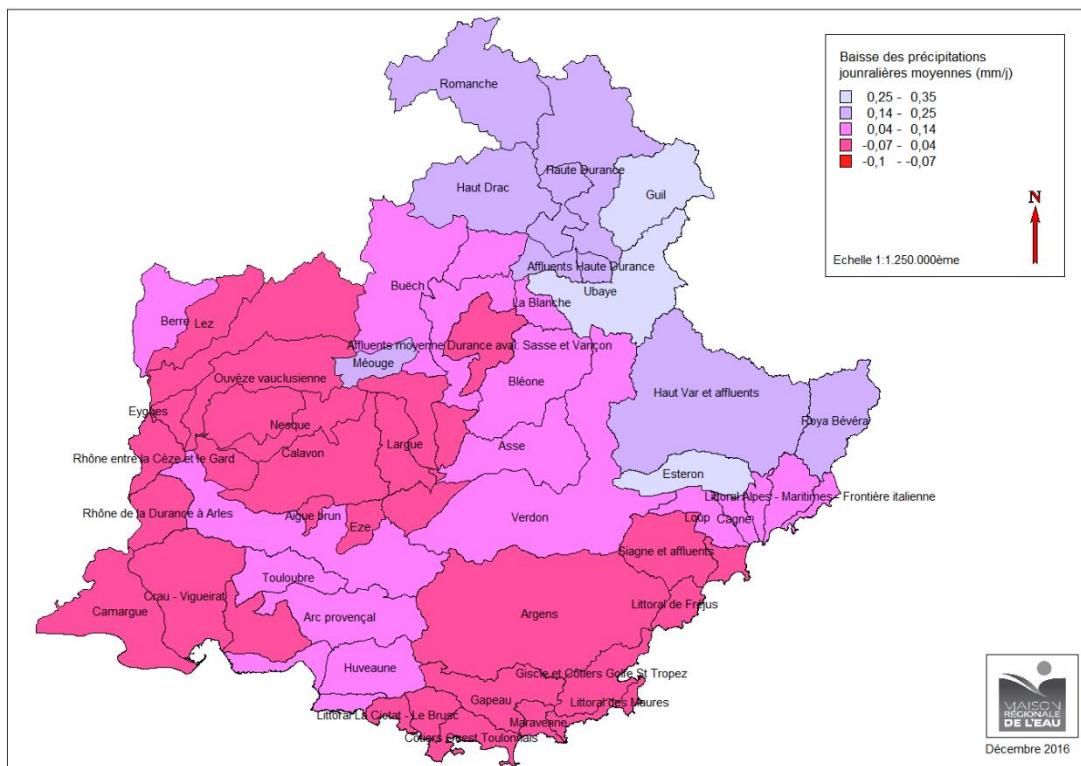
Amplitude Thermique journalière (°C)



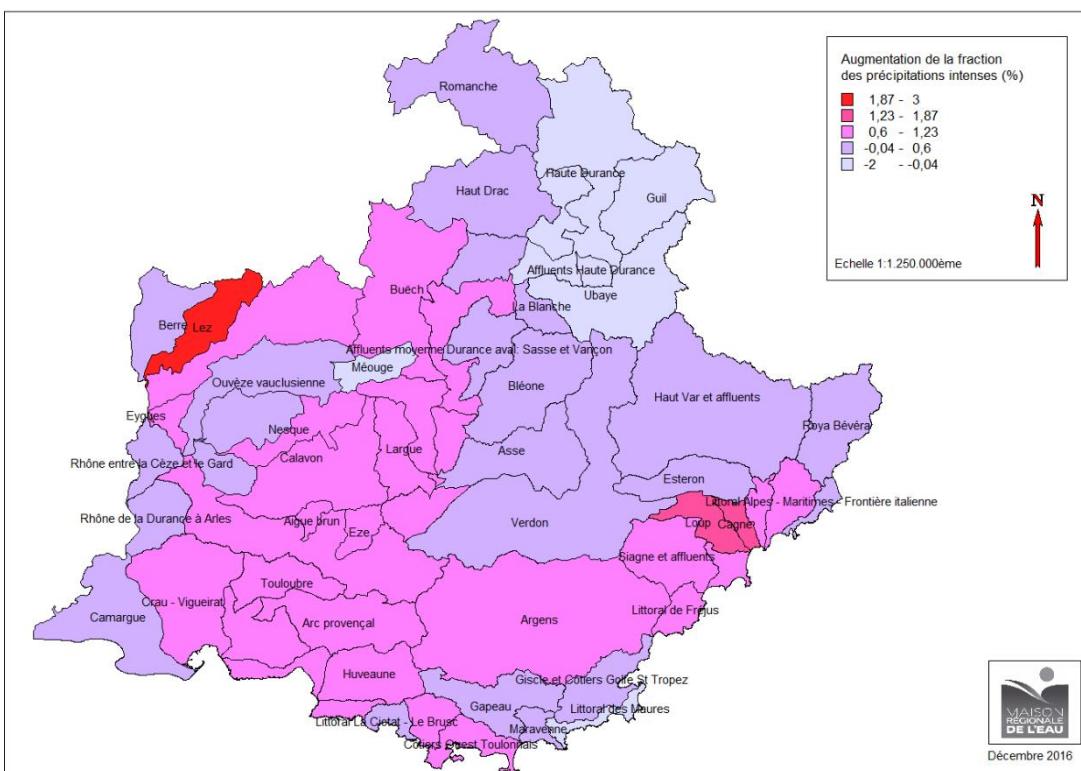
Nombre de jours anormalement chauds (j.)



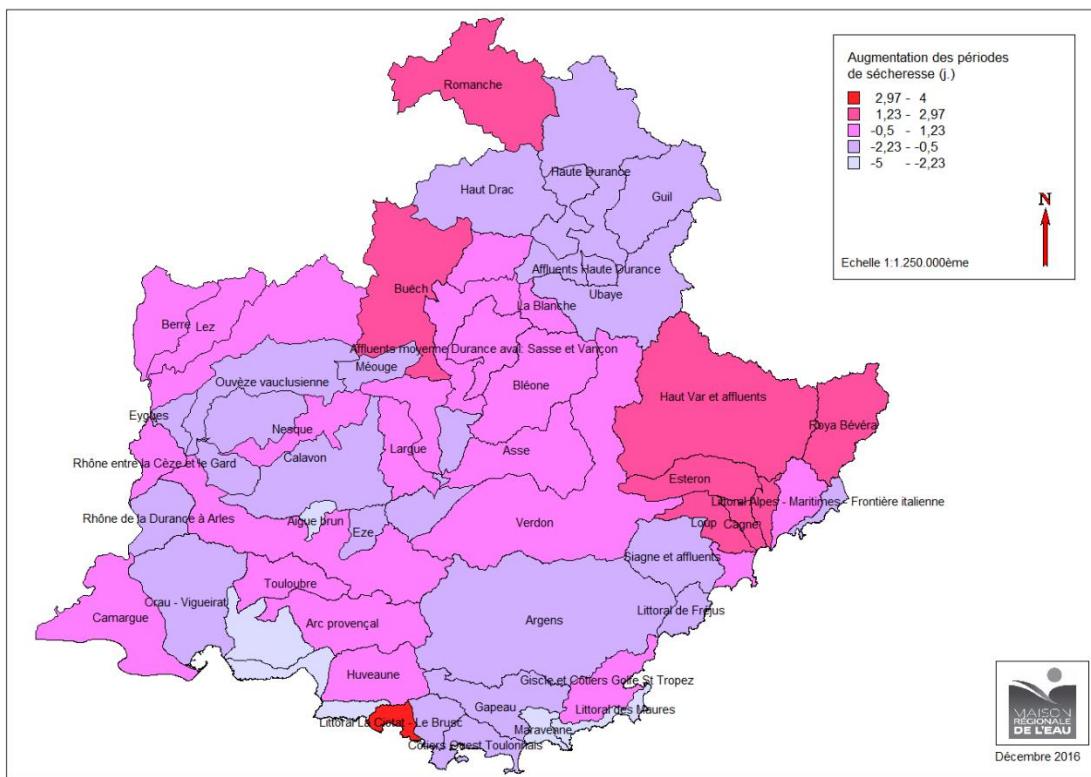
Précipitation journalière moyenne (mm/j.) (pas de classe maximale)



Précipitations intenses (%) (pas de classe maximale)



Période de sécheresse (j.)



ANNEXE 3 : Liste des masses d'eau potentiellement sensibles à la température (score supérieur à 17/30)

Eu_cd	Name	Ssbv	Lib_ssbype	code_eu_subunit	Score temp
FRDR1251	La Meyne / Mayre de Raphelis / Mayre de Merderic	DU_11_05	Meyne	FRD_DURA	23
FRDR11034	ruisseau des aygalades	LP_16_07	Littoral Marseille - Cassis	FRD_COCA	21
FRDR1115	L'Eygoutier	LP_16_02	Côtières Ouest Toulonnais	FRD_COCA	21
FRDR11419	rivière la seille	DU_11_08	Ouvèze vauclusienne	FRD_DURA	21
FRDR10243	rivière la sorquette	DU_11_03	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux	FRD_DURA	21
FRDR384c	Sorgue de Velleron, du Partage des Eaux à la confluence avec l'Ouvèze	DU_11_03	La Sorgue	FRD_DURA	21
FRDR384d	Grande Sorgue et Sorgue d'Entraigues, du Partage des eaux à la confluence avec la Sorgue de Velleron	DU_11_03	La Sorgue	FRD_DURA	21
FRDR10531	ruisseau la bouillide	LP_15_14	Braque	FRD_COCA	20
FRDR251	Le Colostre de sa source à la confluence avec le Verdon	DU_13_15	Verdon	FRD_DURA	20
FRDR76b	Le Paillons de Nice (du Paillons des Contes à la mer)	LP_15_11	Paillons et Côtières Est	FRD_COCA	20
FRDR11445	ruisseau le roubaud	LP_16_02	Côtières Ouest Toulonnais	FRD_COCA	20
FRDR11997	rivière la mourachonne	LP_15_13	Siagne et affluents	FRD_COCA	20
FRDR387b	L'Auzon du pont de la RD 974 à la confluence avec la Sorgue de Velleron	DU_11_09	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux	FRD_DURA	20
FRDR10085	rivière la grande frayère	LP_15_13	Siagne et affluents	FRD_COCA	19
FRDR116a	Amont du Las	LP_16_02	Côtières Ouest Toulonnais	FRD_COCA	19
FRDR11845	torrent de laval	DU_13_04	Basse Durance	FRD_DURA	19
FRDR95b	La Siagne du parc d'activité de la Siagne à la mer	LP_15_13	Siagne et affluents	FRD_COCA	19
FRDR77	Magnan	LP_15_11	Paillons et Côtières Est	FRD_COCA	19
FRDR10997	Le Brégoux du canal de Carpentras à la confluence	DU_11_09	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux	FRD_DURA	19
FRDR250b	Le Verdon du Colostre au retour du tronçon court-circuité	DU_13_15	Verdon	FRD_DURA	19
FRDR10636	torrent le grand vallat	DU_13_04	Basse Durance	FRD_DURA	19
FRDR10661	ruisseau des paluds*	LP_16_02	Côtières Ouest Toulonnais	FRD_COCA	19
FRDR11235	ruisseau de budéou	LP_16_10	Touloubre	FRD_COCA	19
FRDR11947	ruisseau de saint-laurent	DU_11_09	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux	FRD_DURA	19
FRDR128	La Touloubre de sa source au vallat de Boulery	LP_16_10	Touloubre	FRD_COCA	19
FRDR129	L'Arc de la Luynes à l'étang de Berre	LP_16_01	Arc provençal	FRD_COCA	19
FRDR11455	ruisseau la gaude	DU_11_02	Eygues	FRD_DURA	19
FRDR384a	La Sorgue amont	DU_11_03	La Sorgue	FRD_DURA	19
FRDR387a	L'Auzon de sa source au seuil du pont de la RD 974	DU_11_09	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux	FRD_DURA	19
FRDR389	Le Grand Levade et le Long Vallat	DU_11_09	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux	FRD_DURA	19
FRDR11379	torrent le borrigo	LP_15_07	Littoral Alpes - Maritimes - Frontière italienne	FRD_COCA	18
FRDR94	La Braque	LP_15_14	Braque	FRD_COCA	18
FRDR11543	vallon de mardaric	LP_15_10	Loup	FRD_COCA	18
FRDR11995	vallon de laguet	LP_15_11	Paillons et Côtières Est	FRD_COCA	18
FRDR93b	Le Loup aval	LP_15_10	Loup	FRD_COCA	18
FRDR78a	Le Var de la Vésubie à Colomars	LP_15_06	La Basse vallée du Var	FRD_COCA	18
FRDR116b	Aval du Las	LP_16_02	Côtières Ouest Toulonnais	FRD_COCA	18
FRDR11135	ravin de drouye	DU_13_13	Moyenne Durance aval	FRD_DURA	18
FRDR95a	La Siagne du barrage de Tanneron au parc d'activité de la Siagne	LP_15_13	Siagne et affluents	FRD_COCA	18
FRDR11418	ruisseau le jarret	LP_16_05	Huveaune	FRD_COCA	18
FRDR127	La Touloubre du vallat de Boulery à l'étang de Berre	LP_16_10	Touloubre	FRD_COCA	18
FRDR10001	ruisseau le riou	LP_15_13	Siagne et affluents	FRD_COCA	18
FRDR10538	ruisseau de saint-pancrace	LP_16_01	Arc provençal	FRD_COCA	18
FRDR11003	rivière la riaille	DU_13_07	Calavon	FRD_DURA	18
FRDR11182	vallat de cabries	LP_16_01	Arc provençal	FRD_COCA	18
FRDR10258	torrent de saint-jeannet	DU_13_03	Asse	FRD_DURA	18
FRDR10478	ruisseau le rieu	DU_11_02	Eygues	FRD_DURA	18
FRDR250a	Le Verdon du retour du tronçon court-circuité à la confluence avec la Durance ?	DU_13_15	Verdon	FRD_DURA	18
FRDR383	L'Ouvèze de la Sorgue de Velleron à la confluence avec le Rhône	DU_11_08	Ouvèze vauclusienne	FRD_DURA	18
FRDR12023	mayre de malpass	DU_11_09	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux	FRD_DURA	18
FRDR278	La Durance du Jabron au canal EDF	DU_13_12	Moyenne Durance amont	FRD_DURA	18
FRDR385	La Nesque du vallat de Saume Morte à la confluence avec la Sorgue de Velleron	DU_11_06	Nesque	FRD_DURA	18
FRDR10997	Ruisseau de la Salette	DU_11_09	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux	FRD_DURA	18
FRDR10386	ravin d'aigues bonnes	DU_13_15	Verdon	FRD_DURA	18

Eu_cd	Name	Ssbv	Lib_ssbype	code_eu_subunit	Score temp
FRDR268	Le Largue de la Laye à la confluence avec la Durance	DU_13_11	Largue	FRD_DURA	17
FRDR11691	torrent le careï	LP_15_07	Littoral Alpes - Maritimes - Frontière italienne	FRD_COCA	17
FRDR244	La Durance du Coulon à la confluence avec le Rhône	DU_13_04	Basse Durance	FRD_DURA	17
FRDR401c	L'Aigue de la Sauve (aval Nyons) à la limite du département de la Drôme	DU_11_02	Eygues	FRD_DURA	17
FRDR10291	le grand anguillon	DU_13_04	Basse Durance	FRD_DURA	17
FRDR10325	ruisseau de pontevès	LP_15_01	Argens	FRD_COCA	17
FRDR118	La Reppe	LP_16_09	Reppe	FRD_COCA	17
FRDR276a	La Bléone du Blès à la confluence avec la Durance	DU_13_05	Bléone	FRD_DURA	17
FRDR126b	La Cadière du pont de Glacière à l'étang de Berre	LP_16_03	Etang de Berre	FRD_COCA	17
FRDR11804	rivière la luynes	LP_16_01	Arc provençal	FRD_COCA	17
FRDR292	La Durance du torrent de Trente Pas au torrent de St Pierre	DU_13_12	Moyenne Durance amont	FRD_DURA	17
FRDR10548	ruisseau des carlats*	DU_13_04	Basse Durance	FRD_DURA	17
FRDR11894	ruisseau la torse	LP_16_01	Arc provençal	FRD_COCA	17
FRDR12052	vallat marseillais	LP_16_01	Arc provençal	FRD_COCA	17
FRDR267	La Durance de l'Asse au Verdon	DU_13_13	Moyenne Durance aval	FRD_DURA	17
FRDR275	La Durance du canal EDF à l'Asse	DU_13_13	Moyenne Durance aval	FRD_DURA	17
FRDR289	La Durance du torrent de St Pierre au Buech	DU_13_12	Moyenne Durance amont	FRD_DURA	17
FRDR10179	ruisseau le mardaric	DU_13_05	Bléone	FRD_DURA	17
FRDR11485	torrent le chaffère	DU_13_13	Moyenne Durance aval	FRD_DURA	17
FRDR114b	Le Gapeau du rau de Vigne Fer à la mer	LP_16_04	Gapeau	FRD_COCA	17
FRDR11727	torrent l'aillade	DU_13_13	Moyenne Durance aval	FRD_DURA	17
FRDR11013	rivière le reyran	LP_15_01	Argens	FRD_COCA	17
FRDR11082	ruisseau de pradine*	DU_11_02	Eygues	FRD_DURA	17
FRDR280	Le Jabron	DU_13_01	Affluents moyenne Durance aval: Jabron et Lauzon	FRD_DURA	17
FRDR10491	ruisseau des arnauds	DU_11_09	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux	FRD_DURA	17
FRDR11240	ruisseau notre-dame	DU_13_15	Verdon	FRD_DURA	17
FRDR11785	ruisseau l'urbane	DU_13_07	Calavon	FRD_DURA	17
FRDR11659	ruisseau l'abéou	DU_13_04	Basse Durance	FRD_DURA	17

ANNEXE 4 : Liste des masses d'eau potentiellement sensibles à l'hydrologie (score supérieur à 8/15)

Eu_cd	Name	Ssbv	Lib_ssbype	code_eu_subunit	Score hydro
FRDR268	Le Largue de la Laye à la confluence avec la Durance	DU_13_11	Largue	FRD_DURA	12
FRDR92a	La Cagne amont	LP_15_02	Cagne	FRD_COCA	12
FRDR244	La Durance du Coulon à la confluence avec le Rhône	DU_13_04	Basse Durance	FRD_DURA	11
FRDR401c	L'Aigue de la Sauve (aval Nyons) à la limite du département de la Drôme	DU_11_02	Eygues	FRD_DURA	11
FRDR353c	Torrent d'Ancelle	ID_09_05	Haut Drac	FRD_ISER	11
FRDR245a	Le Coulon de sa source à Apt et la Doa	DU_13_07	Calavon	FRD_DURA	11
FRDR10390	ruisseau des granges	ID_09_05	Haut Drac	FRD_ISER	11
FRDR11545	ruisseau la valmasque	LP_15_14	Brague	FRD_COCA	10
FRDR259	Le Verdon du barrage de Chaudanne au Jabron	DU_13_15	Verdon	FRD_DURA	10
FRDR10370	torrent d'abriès	DU_12_04	Ubaye	FRD_DURA	10
FRDR279	Le Vanson	DU_13_01	Affluents moyenne Durance aval: Sasse et Vançon	FRD_DURA	10
FRDR11338	torrent de rif bel	DU_12_02	Guil	FRD_DURA	10
FRDR304	Le Rabious	DU_12_01	Affluents Haute Durance	FRD_DURA	10
FRDR11788	le riou	LP_15_05	Haut Var et affluents	FRD_COCA	10
FRDR11919	ravin du riou	LP_15_05	Haut Var et affluents	FRD_COCA	10
FRDR11049	vallon de sargles	LP_15_01	Argens	FRD_COCA	10
FRDR10223	torrent de sachas	DU_12_03	Haute Durance	FRD_DURA	10
FRDR11089	ruisseau de redebraus	LP_15_11	Paillons et Côtiers Est	FRD_COCA	10
FRDR11043	ravin de la bastié	DU_13_01	Affluents moyenne Durance aval: Sasse et Vançon	FRD_DURA	10
FRDR11237	torrent le riou	DU_13_10	Eze	FRD_DURA	10
FRDR11537	torrent de clarescombe	DU_13_06	Buëch	FRD_DURA	10
FRDR11797	torrent la lévensa	LP_15_12	Roya Bévéra	FRD_COCA	10
FRDR10232	torrent le	DU_12_03	Haute Durance	FRD_DURA	10
FRDR10920	torrent de la combe de narreyroux	DU_12_03	Haute Durance	FRD_DURA	10
FRDR11568	rivière le peyron	LP_15_10	Loup	FRD_COCA	10
FRDR10497	ruisseau le bouyon	LP_15_03	Esteron	FRD_COCA	10
FRDR251	Le Colostre de sa source à la confluence avec le Verdon	DU_13_15	Verdon	FRD_DURA	9
FRDR95b	La Siagne du parc d'activité de la Siagne à la mer	LP_15_13	Siagne et affluents	FRD_COCA	9
FRDR78a	Le Var de la Vésubie à Colomars	LP_15_06	La Basse vallée du Var	FRD_COCA	9
FRDR80	La Vésubie du ruisseau de la Planchette à la confluence avec le Var	LP_15_05	Haut Var et affluents	FRD_COCA	9
FRDR100a	La Môle de sa source à la confluence avec la Giscle incluse	LP_15_04	Giscle et Côtiers Golfe St Tropez	FRD_COCA	9
FRDR11078	riou d'auron	LP_15_05	Haut Var et affluents	FRD_COCA	9
FRDR111	Le Caramy	LP_15_01	Argens	FRD_COCA	9
FRDR11976	torrent le bouchier	DU_13_15	Verdon	FRD_DURA	9
FRDR10583	ravin du mounard	LP_15_05	Haut Var et affluents	FRD_COCA	9
FRDR303	Le torrent des Vachères	DU_12_01	Affluents Haute Durance	FRD_DURA	9
FRDR11720	rivière la verne en aval de la retenue	LP_15_04	Giscle et Côtiers Golfe St Tropez	FRD_COCA	9
FRDR93a	Le Loup amont	LP_15_10	Loup	FRD_COCA	9
FRDR10997	Le Brégoux de la source au canal de Carpentras	DU_11_09	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux	FRD_DURA	9
FRDR386	La Nesque de sa source au vallat de Saume Morte	DU_11_06	Nesque	FRD_DURA	9
FRDR10759	torrent du buzon	DU_13_16	Affluents moyenne Durance Gapençais	FRD_DURA	9
FRDR353b	Le Drac, du Drac de Champoléone à l'amont de St Bonnet	ID_09_05	Haut Drac	FRD_ISER	9
FRDR10125	vallon du clarel	LP_15_10	Loup	FRD_COCA	9
FRDR10248	torrent de pra reboul	DU_12_03	Haute Durance	FRD_DURA	9
FRDR10252	vallon d'amen	LP_15_05	Haut Var et affluents	FRD_COCA	9
FRDR10869	ruisseau de la planchette	LP_15_05	Haut Var et affluents	FRD_COCA	9
FRDR10991	vallon du riou	LP_15_05	Haut Var et affluents	FRD_COCA	9
FRDR11125	vallon de cante	LP_15_05	Haut Var et affluents	FRD_COCA	9
FRDR11605	ruisseau la barlattette	LP_15_05	Haut Var et affluents	FRD_COCA	9
FRDR10334	torrent de la bonne	ID_09_05	Haut Drac	FRD_ISER	9
FRDR306	Torrent Chagne	DU_12_02	Guil	FRD_DURA	9
FRDR82	Le Var du Cians à la confluence avec la Vésubie	LP_15_05	Haut Var et affluents	FRD_COCA	9
FRDR86	Le Var du Coulomp au Cians	LP_15_05	Haut Var et affluents	FRD_COCA	9
FRDR10028	torrent le rousine	DU_13_16	Affluents moyenne Durance Gapençais	FRD_DURA	9
FRDR11046	vallon de l'hôpital	LP_15_01	Argens	FRD_COCA	9
FRDR11488	ruisseau de raton	LP_15_05	Haut Var et affluents	FRD_COCA	9
FRDR10106	le riou blanc	LP_15_13	Siagne et affluents	FRD_COCA	9
FRDR10110	vallon de bramafam	LP_15_05	Haut Var et affluents	FRD_COCA	9
FRDR10215	riou de claviers	LP_15_01	Argens	FRD_COCA	9
FRDR10476	vallon de pelcourt	LP_15_01	Argens	FRD_COCA	9
FRDR10687	torrent de palps	DU_12_03	Haute Durance	FRD_DURA	9
FRDR352	Trt de la Séveraissette / Trt de la Muande	ID_09_05	Haut Drac	FRD_ISER	9
FRDR11494	torrent des moulettes	DU_12_03	Haute Durance	FRD_DURA	9
FRDR10592	torrent de bonne	DU_13_16	Affluents moyenne Durance Gapençais	FRD_DURA	9
FRDR10746	torrent d'aiguebelle	DU_13_06	Buëch	FRD_DURA	9
FRDR11549	rivière la siagnole	LP_15_13	Siagne et affluents	FRD_COCA	9
FRDR10826	torrent de reyssas	DU_12_01	Affluents Haute Durance	FRD_DURA	9

ANNEXE 5 : Liste des masses d'eau potentiellement sensibles à la capacité à s'adapter (score supérieur à 6/10)

Eu_cd	Name	Ssbv	Lib_ssbype	code_eu_subunit	Score adapt
FRDR11034	ruisseau des aygalades	LP_16_07	Littoral Marseille - Cassis	FRD_COCA	9
FRDR77	Magnan	LP_15_11	Paillons et Côtiers Est	FRD_COCA	9
FRDR11379	torrent le borrigo	LP_15_07	Littoral Alpes - Maritimes - Frontière italienne	FRD_COCA	9
FRDR11660	torrent de gorbio	LP_15_07	Littoral Alpes - Maritimes - Frontière italienne	FRD_COCA	9
FRDR1115	L'Eygoutier	LP_16_02	Côtiers Ouest Toulonnais	FRD_COCA	8
FRDR10531	ruisseau la bouillide	LP_15_14	Brague	FRD_COCA	8
FRDR11445	ruisseau le roubaud	LP_16_02	Côtiers Ouest Toulonnais	FRD_COCA	8
FRDR10085	rivière la grande frayère	LP_15_13	Siagne et affluents	FRD_COCA	8
FRDR116a	Amont du Las	LP_16_02	Côtiers Ouest Toulonnais	FRD_COCA	8
FRDR11845	torrent de laval	DU_13_04	Basse Durance	FRD_DURA	8
FRDR94	La Brague	LP_15_14	Brague	FRD_COCA	8
FRDR116b	Aval du Las	LP_16_02	Côtiers Ouest Toulonnais	FRD_COCA	8
FRDR11418	ruisseau le jarret	LP_16_05	Huveaune	FRD_COCA	8
FRDR127	La Touloubre du vallat de Boulery à l'étang de Berre	LP_16_10	Touloubre	FRD_COCA	8
FRDR11691	torrent le careï	LP_15_07	Littoral Alpes - Maritimes - Frontière italienne	FRD_COCA	8
FRDR10291	le grand anguillon	DU_13_04	Basse Durance	FRD_DURA	8
FRDR10325	ruisseau de pontevès	LP_15_01	Argens	FRD_COCA	8
FRDR118	La Reppe	LP_16_09	Reppe	FRD_COCA	8
FRDR126b	La Cadière du pont de Glacière à l'étang de Berre	LP_16_03	Etang de Berre	FRD_COCA	8
FRDR12063	ruisseau le grand torrent	LP_16_01	Arc provençal	FRD_COCA	8
FRDR11514	riou de l'argentière	LP_15_08	Littoral de Fréjus	FRD_COCA	8
FRDR73	La Bévéra	LP_15_12	Roya Bévéra	FRD_COCA	8
FRDR12130	Grand Vallat du Ceinturon	LP_16_03	Etang de Berre	FRD_COCA	8
FRDR100b	La Giscle de la confluence avec la Môle à la mer	LP_15_04	Giscle et Côtiers Golfe St Tropez	FRD_COCA	8
FRDR10932	rivière le batailler	LP_15_09	Littoral des Maures	FRD_COCA	8
FRDR11289	vallon des déguiers	LP_15_01	Argens	FRD_COCA	8
FRDR10121	torrent de bieugne	LP_15_12	Roya Bévéra	FRD_COCA	8
FRDR11820	la gordolasque	LP_15_05	Haut Var et affluents	FRD_COCA	8
FRDR11872	torrent le boréon	LP_15_05	Haut Var et affluents	FRD_COCA	8
FRDR74	La Roya de la frontière italienne et la vallon de Cairos à la mer	LP_15_12	Roya Bévéra	FRD_COCA	8

Eu_cd	Name	Ssbv	Lib_ssbype	code_eu_subunit	Score adapt
FRDR11419	rivière la seille	DU_11_08	Ouvèze vauclusienne	FRD_DURA	7
FRDR76b	Le Paillons de Nice (du Paillons des Contes à la mer)	LP_15_11	Paillons et Côtiers Est	FRD_COCA	7
FRDR11997	rivière la mourachonne	LP_15_13	Siagne et affluents	FRD_COCA	7
FRDR10636	torrent le grand vallat	DU_13_04	Basse Durance	FRD_DURA	7
FRDR10661	ruisseau des paluds*	LP_16_02	Côtiers Ouest Toulonnais	FRD_COCA	7
FRDR11235	ruisseau de budéou	LP_16_10	Touloubre	FRD_COCA	7
FRDR11947	ruisseau de saint-laurent	DU_11_09	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux	FRD_DURA	7
FRDR128	La Touloubre de sa source au vallat de Boulery	LP_16_10	Touloubre	FRD_COCA	7
FRDR129	L'Arc de la Luynes à l'étang de Berre	LP_16_01	Arc provençal	FRD_COCA	7
FRDR11543	vallon de mardaric	LP_15_10	Loup	FRD_COCA	7
FRDR11995	vallon de laguet	LP_15_11	Paillons et Côtiers Est	FRD_COCA	7
FRDR93b	Le Loup aval	LP_15_10	Loup	FRD_COCA	7
FRDR11135	ravin de drouye	DU_13_13	Moyenne Durance aval	FRD_DURA	7
FRDR10001	ruisseau le riou	LP_15_13	Siagne et affluents	FRD_COCA	7
FRDR10538	ruisseau de saint-pancrace	LP_16_01	Arc provençal	FRD_COCA	7
FRDR11003	rivière la riaille	DU_13_07	Calavon	FRD_DURA	7
FRDR11182	vallat de cabries	LP_16_01	Arc provençal	FRD_COCA	7
FRDR10548	ruisseau des carlats*	DU_13_04	Basse Durance	FRD_DURA	7
FRDR11894	ruisseau la torse	LP_16_01	Arc provençal	FRD_COCA	7
FRDR12052	vallat marseillais	LP_16_01	Arc provençal	FRD_COCA	7
FRDR10178	ruisseau le mardaric	DU_13_05	Bléone	FRD_DURA	7
FRDR11485	torrent le chaffère	DU_13_13	Moyenne Durance aval	FRD_DURA	7
FRDR1144b	Le Gapeau du rau de Vigne Fer à la mer	LP_16_04	Gapeau	FRD_COCA	7
FRDR11727	torrent l'aillade	DU_13_13	Moyenne Durance aval	FRD_DURA	7
FRDR76a	Le Paillons de l'Escarène (de la source au Paillon de Contes)	LP_15_11	Paillons et Côtiers Est	FRD_COCA	7
FRDR10989	la valsette	DU_13_13	Moyenne Durance aval	FRD_DURA	7
FRDR11179	ruisseau le malvan	LP_15_02	Cagne	FRD_COCA	7
FRDR11882	torrent du fauge*	LP_16_05	Huveaune	FRD_COCA	7
FRDR10655	vallat des eyssarettes	LP_16_01	Arc provençal	FRD_COCA	7
FRDR10874	ruisseau le raumartin	LP_16_03	Etang de Berre	FRD_COCA	7
FRDR11166	rivière la garonne	LP_15_08	Littoral de Fréjus	FRD_COCA	7
FRDR112	Le Maravenne	LP_16_08	Maravenne	FRD_COCA	7
FRDR11749	riou de jabron	DU_13_12	Moyenne Durance amont	FRD_DURA	7
FRDR121b	L'Huveaune du seuil du pont de l'Etoile à la mer	LP_16_05	Huveaune	FRD_COCA	7
FRDR92a	La Cagne amont	LP_15_02	Cagne	FRD_COCA	7
FRDR10370	torrent d'abriès	DU_12_04	Ubaye	FRD_DURA	7
FRDR10553	ruisseau du parpaillon	DU_12_04	Ubaye	FRD_DURA	7
FRDR11776	ruisseau le béal	DU_11_04	Lez	FRD_DURA	7
FRDR12100	le paillon de contes	LP_15_11	Paillons et Côtiers Est	FRD_COCA	7
FRDR10937	vallat de fenouilloux	LP_16_05	Huveaune	FRD_COCA	7
FRDR11276	grand vallat de l'agoutadou*	DU_13_04	Basse Durance	FRD_DURA	7
FRDR11539	grand vallat	LP_16_09	Reppe	FRD_COCA	7
FRDR11909	ravin des sauzeries	DU_13_03	Asse	FRD_DURA	7
FRDR2031	Le Coulomp, la Bernade, la Galange, la Vaire, la Combe	LP_15_05	Haut Var et affluents	FRD_COCA	7
FRDR10593	vallon des routes	LP_16_04	Gapeau	FRD_COCA	7
FRDR11065	ruisseau le réal	LP_15_01	Argens	FRD_COCA	7
FRDR12129	Vallat neuf	LP_16_03	Etang de Berre	FRD_COCA	7
FRDR10659	ruisseau de cologne	LP_15_01	Argens	FRD_COCA	7
FRDR11847	rivière le merlançon	LP_16_05	Huveaune	FRD_COCA	7
FRDR12096	le grand vallat	LP_15_01	Argens	FRD_COCA	7
FRDR2033	L'Argens de la Nartuby à la mer	LP_15_01	Argens	FRD_COCA	7
FRDR80	La Vésubie du ruisseau de la Planchette à la confluence avec le Var	LP_15_05	Haut Var et affluents	FRD_COCA	7
FRDR10391	canal de la magdeleine	DU_13_16	Affluents moyenne Durance Gapençais	FRD_DURA	7
FRDR10982	réal rimauresq	LP_16_04	Gapeau	FRD_COCA	7
FRDR99b	Le Preconil du vallon du Couloubrier à la mer	LP_15_04	Giscle et Côtiers Golfe St Tropez	FRD_COCA	7
FRDR11338	torrent de rif bel	DU_12_02	Guil	FRD_DURA	7
FRDR11976	torrent le bouchier	DU_13_15	Verdon	FRD_DURA	7
FRDR10444	torrent le chadoulin	DU_13_15	Verdon	FRD_DURA	7
FRDR10662	riou d'ondres	DU_13_15	Verdon	FRD_DURA	7
FRDR11824	ravin de saint-pierre	DU_13_15	Verdon	FRD_DURA	7
FRDR10306	ruisseau le beillon	DU_13_01	Affluents moyenne Durance aval: Jabron et L'Asse	FRD_DURA	7
FRDR83	La Tinée du vallon de Bramafam à la confluence avec le Var	LP_15_05	Haut Var et affluents	FRD_COCA	7
FRDR11979	riou de méaulx	LP_15_01	Argens	FRD_COCA	7
FRDR10759	torrent du buzon	DU_13_16	Affluents moyenne Durance Gapençais	FRD_DURA	7
FRDR2027a	Le Drac de l'aval de St Bonnet à la retenue du Sautet	ID_09_05	Haut Drac	FRD_ISER	7
FRDR91	Le Var de sa source au Coulomp	LP_15_05	Haut Var et affluents	FRD_COCA	7
FRDR10504	ruisseau de la liquette	LP_15_09	Littoral des Maures	FRD_COCA	7
FRDR10278	torrent de reynier	DU_13_01	Affluents moyenne Durance aval: Sasse et Vaucluse	FRD_DURA	7
FRDR11407	rivière l'asse de moriez	DU_13_03	Asse	FRD_DURA	7
FRDR11930	torrent la ribière	ID_09_05	Haut Drac	FRD_ISER	7
FRDR81	La Vésubie de sa source au ruisseau de la Planchette	LP_15_05	Haut Var et affluents	FRD_COCA	7

ANNEXE 6 : Liste des masses d'eau sensibles et très sensibles selon l'indice global de sensibilité (score supérieur à 30/55)

Eu_cd	Name	Ssbv	Lib_ssbype	code_eu_subunit	IGS
FRDR11034	ruisseau des ayalades	LP_16_07	Littoral Marseille - Cassis	FRD_COCA	37
FRDR115	L'Eygoutier	LP_16_02	Côtiers Ouest Toulonnais	FRD_COCA	37
FRDR10531	ruisseau la bouillide	LP_15_14	Brague	FRD_COCA	36
FRDR1251	La Meyne / Mayre de Raphelis / Mayre de Merderic	DU_11_05	Meyne	FRD_DURA	35
FRDR11419	rivière la seille	DU_11_08	Ouvèze vauclusienne	FRD_DURA	35
FRDR251	Le Colostre de sa source à la confluence avec le Verdon	DU_13_15	Verdon	FRD_DURA	35
FRDR10085	rivière la grande frayère	LP_15_13	Siagne et affluents	FRD_COCA	35
FRDR11379	torrent le borrigo	LP_15_07	Littoral Alpes - Maritimes - Frontière italienne	FRD_COCA	35
FRDR268	Le Largue de la Laye à la confluence avec la Durance	DU_13_11	Largue	FRD_DURA	35
FRDR10243	rivière la sorquette	DU_11_03	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux	FRD_DURA	34
FRDR76b	Le Paillons de Nice (du Paillons des Contes à la mer)	LP_15_11	Paillons et Côtiers Est	FRD_COCA	34
FRDR116a	Amont du Las	LP_16_02	Côtiers Ouest Toulonnais	FRD_COCA	34
FRDR11845	torrent de laval	DU_13_04	Basse Durance	FRD_DURA	34
FRDR95b	La Siagne du parc d'activité de la Siagne à la mer	LP_15_13	Siagne et affluents	FRD_COCA	34
FRDR94	La Brague	LP_15_14	Brague	FRD_COCA	34
FRDR92a	La Cagne amont	LP_15_02	Cagne	FRD_COCA	34
FRDR11445	ruisseau le roubaud	LP_16_02	Côtiers Ouest Toulonnais	FRD_COCA	33
FRDR11997	rivière la mourachonne	LP_15_13	Siagne et affluents	FRD_COCA	33
FRDR77	Magnan	LP_15_11	Paillons et Côtiers Est	FRD_COCA	33
FRDR11543	vallon de mardaric	LP_15_10	Loup	FRD_COCA	33
FRDR11691	torrent le careï	LP_15_07	Littoral Alpes - Maritimes - Frontière italienne	FRD_COCA	33
FRDR244	La Durance du Coulon à la confluence avec le Rhône	DU_13_04	Basse Durance	FRD_DURA	33
FRDR401c	L'Aigue de la Sauve (aval Nyons) à la limite du département de la Drôme	DU_11_02	Eygues	FRD_DURA	33
FRDR11660	torrent de gorbio	LP_15_07	Littoral Alpes - Maritimes - Frontière italienne	FRD_COCA	33
FRDR10997	Le Brégoux du canal de Carpentras à la confluence	DU_11_09	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux	FRD_DURA	32
FRDR250b	Le Verdon du Collostre au retour du tronçon court-circuité	DU_13_15	Verdon	FRD_DURA	32
FRDR11995	vallon de lagnet	LP_15_11	Paillons et Côtiers Est	FRD_COCA	32
FRDR93b	Le Loup aval	LP_15_10	Loup	FRD_COCA	32
FRDR78a	Le Var de la Vésubie à Colomars	LP_15_06	La Basse vallée du Var	FRD_COCA	32
FRDR10291	le grand anguillon	DU_13_04	Basse Durance	FRD_DURA	32
FRDR11545	ruisseau la valmasque	LP_15_14	Brague	FRD_COCA	32
FRDR10370	torrent d'abriès	DU_12_04	Ubaye	FRD_DURA	32
FRDR384c	Sorgue de Velleron, du Partage des Eaux à la confluence avec l'Ouvèze	DU_11_03	La Sorgue	FRD_DURA	31
FRDR384d	Grande Sorgue et Sorgue d'Entraigues, du Partage des eaux à la confluence avec la Sorgue de Velleron	DU_11_03	La Sorgue	FRD_DURA	31
FRDR387b	L'Auzon du pont de la RD 974 à la confluence avec la Sorgue de Velleron	DU_11_09	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux	FRD_DURA	31
FRDR10636	torrent le grand vallat	DU_13_04	Basse Durance	FRD_DURA	31
FRDR10661	ruisseau des paluds*	LP_16_02	Côtiers Ouest Toulonnais	FRD_COCA	31
FRDR11235	ruisseau de budéou	LP_16_10	Touloubre	FRD_COCA	31
FRDR11947	ruisseau de saint-laurent	DU_11_09	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux	FRD_DURA	31
FRDR128	La Touloubre de sa source au vallat de Boulery	LP_16_10	Touloubre	FRD_COCA	31
FRDR129	L'Arc de la Luynes à l'étang de Berre	LP_16_01	Arc provençal	FRD_COCA	31
FRDR116b	Aval du Las	LP_16_02	Côtiers Ouest Toulonnais	FRD_COCA	31
FRDR11135	ravin de drouye	DU_13_13	Moyenne Durance aval	FRD_DURA	31
FRDR95a	La Siagne du barrage de Tanneron au parc d'activité de la Siagne	LP_15_13	Siagne et affluents	FRD_COCA	31
FRDR10325	ruisseau de pontevès	LP_15_01	Argens	FRD_COCA	31
FRDR118	La Reppe	LP_16_09	Reppe	FRD_COCA	31
FRDR276a	La Bléone du Blès à la confluence avec la Durance	DU_13_05	Bléone	FRD_DURA	31
FRDR76a	Le Paillons de l'Escarène (de la source au Paillon de Contes)	LP_15_11	Paillons et Côtiers Est	FRD_COCA	31
FRDR353c	Torrent d'Ancelle	ID_09_05	Haut Drac	FRD_ISER	31

Eu_cd	Name	Ssbv	Lib_ssbype	code_eu_subunit	IGS
FRDR11455	ruisseau la gaude	DU_11_02	Eygues	FRD_DURA	30
FRDR384a	La Sorgue amont	DU_11_03	La Sorgue	FRD_DURA	30
FRDR387a	L'Auzon de sa source au seuil du pont de la RD 974	DU_11_09	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux	FRD_DURA	30
FRDR389	Le Grand Levade et le Long Vallat	DU_11_09	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux	FRD_DURA	30
FRDR11418	ruisseau le jarret	LP_16_05	Huveaune	FRD_COCA	30
FRDR127	La Touloubre du vallat de Boulery à l'étang de Berre	LP_16_10	Touloubre	FRD_COCA	30
FRDR10001	ruisseau le rieu	LP_15_13	Siagne et affluents	FRD_COCA	30
FRDR10538	ruisseau de saint-pancrace	LP_16_01	Arc provençal	FRD_COCA	30
FRDR11003	rivière la riaille	DU_13_07	Calavon	FRD_DURA	30
FRDR11182	vallat de cabries	LP_16_01	Arc provençal	FRD_COCA	30
FRDR10258	torrent de saint-jeannet	DU_13_03	Asse	FRD_DURA	30
FRDR10478	ruisseau le rieu	DU_11_02	Eygues	FRD_DURA	30
FRDR250a	Le Verdon du retour du tronçon court-circuité à la confluence avec la Durance ?	DU_13_15	Verdon	FRD_DURA	30
FRDR383	L'Ouvèze de la Sorgue de Velleron à la confluence avec le Rhône	DU_11_08	Ouvèze vauclusienne	FRD_DURA	30
FRDR126b	La Cadière du pont de Glacière à l'étang de Berre	LP_16_03	Etang de Berre	FRD_COCA	30
FRDR11804	rivière la luynes	LP_16_01	Arc provençal	FRD_COCA	30
FRDR292	La Durance du torrent de Trente Pas au torrent de St Pierre	DU_13_12	Moyenne Durance amont	FRD_DURA	30
FRDR10989	la valsette	DU_13_13	Moyenne Durance aval	FRD_DURA	30
FRDR11576	torrent rieu bourdoux	DU_12_04	Ubaye	FRD_DURA	30
FRDR259	Le Verdon du barrage de Chaudanne au Jabron	DU_13_15	Verdon	FRD_DURA	30
FRDR11514	riou de l'argentièrre	LP_15_08	Littoral de Fréjus	FRD_COCA	30
FRDR73	La Bévéra	LP_15_12	Roya Bévéra	FRD_COCA	30
FRDR10553	ruisseau du parpaillon	DU_12_04	Ubaye	FRD_DURA	30
FRDR80	La Vésubie du ruisseau de la Planchette à la confluence avec le Var	LP_15_05	Haut Var et affluents	FRD_COCA	30
FRDR11338	torrent de rif bel	DU_12_02	Guil	FRD_DURA	30

ANNEXE 7 : Liste des masses d'eau vulnérables et très vulnérables selon l'indice global de vulnérabilité (score supérieur à 40%) (classées par vulnérabilité décroissante)

FRDR11845	torrent de laval	DU_13_04	Basse Durance
FRDR268	Le Largue de la Laye à la confluence avec la Durance	DU_13_11	Largue
FRDR10291	le grand anguillon	DU_13_04	Basse Durance
FRDR244	La Durance du Coulon à la confluence avec le Rhône	DU_13_04	Basse Durance
FRDR401c	L'Aigue de la Sauve (aval Nyons) à la limite du département de la Drôme	DU_11_02	Eygues
FRDR115	L'Eygoutier	LP_16_02	Côtières Ouest Toulonnais
FRDR11135	ravin de drouye	DU_13_13	Moyenne Durance aval
FRDR10989	la valsette	DU_13_13	Moyenne Durance aval
FRDR10636	torrent le grand vallat	DU_13_04	Basse Durance
FRDR11003	rivière la riaille	DU_13_07	Calavon
FRDR10548	ruisseau des carlats*	DU_13_04	Basse Durance
FRDR10598	ravin de la combe	DU_13_13	Moyenne Durance aval
FRDR11276	grand vallat de l'agoutadou*	DU_13_04	Basse Durance
FRDR116a	Amont du Las	LP_16_02	Côtières Ouest Toulonnais
FRDR11455	ruisseau la gaudé	DU_11_02	Eygues
FRDR11749	riou de jabron	DU_13_12	Moyenne Durance amont
FRDR292	La Durance du torrent de Trente Pas au torrent de St Pierre	DU_13_12	Moyenne Durance amont
FRDR11485	torrent le chaffère	DU_13_13	Moyenne Durance aval
FRDR11727	torrent l'aillade	DU_13_13	Moyenne Durance aval
FRDR10478	ruisseau le rieu	DU_11_02	Eygues
FRDR11543	vallon de mardaric	LP_15_10	Loup
FRDR11947	ruisseau de saint-laurent	DU_11_09	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux
FRDR245b	Le Coulon de Apt à la confluence avec la Durance et l'Imergue	DU_13_07	Calavon
FRDR245a	Le Coulon de sa source à Apt et la Doa	DU_13_07	Calavon
FRDR10015	vallat de galance	DU_13_04	Basse Durance
FRDR11445	ruisseau le roubaud	LP_16_02	Côtières Ouest Toulonnais
FRDR267	La Durance de l'Asse au Verdon	DU_13_13	Moyenne Durance aval
FRDR275	La Durance du canal EDF à l'Asse	DU_13_13	Moyenne Durance aval
FRDR289	La Durance du torrent de St Pierre au Buech	DU_13_12	Moyenne Durance amont
FRDR11082	ruisseau de pradine*	DU_11_02	Eygues
FRDR2034	Le Largue de sa source à la confluence avec la Laye incluse	DU_13_11	Largue
FRDR278	La Durance du Jabron au canal EDF	DU_13_12	Moyenne Durance amont
FRDR93b	Le Loup aval	LP_15_10	Loup
FRDR10325	ruisseau de pontevès	LP_15_01	Argens
FRDR118	La Reppe	LP_16_09	Reppe
FRDR1251	La Meyne / Mayre de Raphelis / Mayre de Merderic	DU_11_05	Meyne
FRDR10516	le rieu sec	DU_11_02	Eygues
FRDR11964	torrent la véragine	DU_13_06	Buëch
FRDR401b	L'Aigue de la limite du département de la Drôme au Rhône	DU_11_02	Eygues
FRDR11232	ruisseau le réal	DU_13_07	Calavon
FRDR11944	ruisseau la sénancole	DU_13_07	Calavon
FRDR387b	L'Auzon du pont de la RD 974 à la confluence avec la Sorgue de Velleron	DU_11_09	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux
FRDR116b	Aval du Las	LP_16_02	Côtières Ouest Toulonnais
FRDR10916	torrent de vauclaire	DU_13_04	Basse Durance
FRDR247	L'Aigue Brun	DU_13_02	Aigue brun
FRDR251	Le Colostre de sa source à la confluence avec le Verdon	DU_13_15	Verdon
FRDR11505	rivière la riaille	DU_13_07	Calavon
FRDR387a	L'Auzon de sa source au seuil du pont de la RD 974	DU_11_09	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux
FRDR12006	rivière la sauve	DU_11_02	Eygues
FRDR10391	canal de la magdeleine	DU_13_16	Affluents moyenne Durance Gapençais
FRDR10481	ravin de l'ausset	DU_13_11	Largue
FRDR10997	Le Brégoux du canal de Carpentras à la confluence	DU_11_09	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux
FRDR10759	torrent du buzon	DU_13_16	Affluents moyenne Durance Gapençais
FRDR11588	ravin de mardaric	DU_13_13	Moyenne Durance aval
FRDR246a	La Durance du vallon de la Campane à l'amont de Mallemort	DU_13_04	Basse Durance
FRDR10661	ruisseau des paluds*	LP_16_02	Côtières Ouest Toulonnais
FRDR11049	vallon de sargles	LP_15_01	Argens
FRDR11235	ruisseau de budéou	LP_16_10	Touloubre
FRDR11237	torrent le riou	DU_13_10	Eze
FRDR11418	ruisseau le jarret	LP_16_05	Huveaune
FRDR12063	ruisseau le grand torrent	LP_16_01	Arc provençal
FRDR127	La Touloubre du vallat de Boulery à l'étang de Berre	LP_16_10	Touloubre

FRDR128	La Touloubre de sa source au vallat de Boulery	LP_16_10	Touloubre
FRDR129	L'Arc de la Luyne à l'étang de Berre	LP_16_01	Arc provençal
FRDR11785	ruisseau l'urbane	DU_13_07	Calavon
FRDR12023	mayre de malpass	DU_11_09	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux
FRDR10737	ruisseau de la merderie	DU_11_02	Eygues
FRDR10538	ruisseau de saint-pancrace	LP_16_01	Arc provençal
FRDR11182	vallat de cabriès	LP_16_01	Arc provençal
FRDR11419	rivière la seille	DU_11_08	Ouvèze vauclusienne
FRDR11882	torrent du fauge*	LP_16_05	Huveaune
FRDR288b	Le Petit Buëch, le Béoux, et le torrent de Maraise	DU_13_06	Buëch
FRDR402	L'Eygues de l'Oule à la Sauve (aval Nyons)	DU_11_02	Eygues
FRDR10250	ruisseau de pommerol	DU_11_02	Eygues
FRDR11804	rivière la luyne	LP_16_01	Arc provençal
FRDR11168	ruisseau le riou	DU_13_12	Moyenne Durance amont
FRDR389	Le Grand Levade et le Long Vallat	DU_11_09	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux
FRDR10085	rivière la grande frayère	LP_15_13	Siagne et affluents
FRDR2032	La Durance du canal EDF au vallon de la Campane	DU_13_04	Basse Durance
FRDR10004	aubanede*	LP_16_01	Arc provençal
FRDR10937	vallat de fenouilloux	LP_16_05	Huveaune
FRDR11539	grand vallat	LP_16_09	Reppe
FRDR11894	ruisseau la torse	LP_16_01	Arc provençal
FRDR12052	vallat marseillais	LP_16_01	Arc provençal
FRDR92a	La Cagne amont	LP_15_02	Cagne
FRDR11948	torrent le marderic	DU_13_04	Basse Durance
FRDR11976	torrent le bouchier	DU_13_15	Verdon
FRDR11712	ruisseau de ridau	DU_13_13	Moyenne Durance aval
FRDR10383	ravin du riou	DU_13_11	Largue
FRDR10655	vallat des eyssarettes	LP_16_01	Arc provençal
FRDR11008	vallon des rocas	LP_15_01	Argens
FRDR11046	vallon de l'hôpital	LP_15_01	Argens
FRDR11073	ravin de marnas	DU_11_02	Eygues
FRDR111	Le Caramy	LP_15_01	Argens
FRDR11741	ravin de la grave	DU_13_12	Moyenne Durance amont
FRDR276a	La Bléone du Blès à la confluence avec la Durance	DU_13_05	Bléone
FRDR10480	ruisseau d'usage	DU_11_02	Eygues
FRDR11776	ruisseau le béal	DU_11_04	Lez
FRDR11780	ruisseau de baudon	DU_11_02	Eygues
FRDR11537	torrent de clarescombes	DU_13_06	Buëch
FRDR10781	ruisseau le réal de jouques	DU_13_04	Basse Durance
FRDR11582	ruisseau l'ourgouse	DU_13_10	Eze
FRDR10243	rivière la sorquette	DU_11_03	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux
FRDR10444	torrent le chadoulin	DU_13_15	Verdon
FRDR10662	riou d'ondres	DU_13_15	Verdon
FRDR11065	ruisseau le réal	LP_15_01	Argens
FRDR11289	vallon des déguiers	LP_15_01	Argens
FRDR11753	ruisseau de longarel	LP_16_01	Arc provençal
FRDR11810	torrent le mouson	DU_13_12	Moyenne Durance amont
FRDR11824	ravin de saint-pierre	DU_13_15	Verdon
FRDR250b	Le Verdon du Collostre au retour du tronçon court-circuité	DU_13_15	Verdon
FRDR403	Le Bentrax	DU_11_02	Eygues
FRDR93a	Le Loup amont	LP_15_10	Loup
FRDR388a	La Mède amont	DU_11_09	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux
FRDR95b	La Siagne du parc d'activité de la Siagne à la mer	LP_15_13	Siagne et affluents
FRDR10746	torrent d'aiguebelle	DU_13_06	Buëch
FRDR10983	torrent la sigouste	DU_13_06	Buëch
FRDR11108	ruisseau ruissan	DU_13_06	Buëch
FRDR10125	vallon du clarel	LP_15_10	Loup
FRDR10491	ruisseau des arnauds	DU_11_09	Rivières Sud-Ouest Mont Ventoux
FRDR11013	rivière le reyran	LP_15_01	Argens
FRDR11568	rivière le peyron	LP_15_10	Loup
FRDR11909	ravin des sauzeries	DU_13_03	Asse
FRDR248	L'Eze	DU_13_10	Eze

