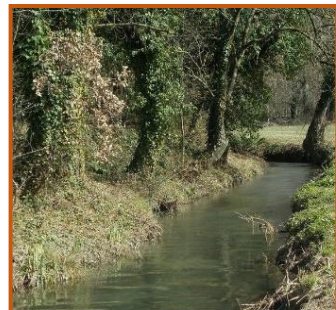


SAGE DRÔME



Etude prospective pour l'adaptation des usages au changement climatique dans le bassin versant de la Drôme – SAGE Drôme 2050

*Rapport de phase 2 : diagnostic de la sensibilité du territoire au changement climatique -
Septembre 2022*



Etude prospective pour l'adaptation des usages au changement climatique dans le bassin versant de la Drôme – Drôme 2050

Rapport de phase 2

REDACTION	Maud BOUSQUET (ACTeon), Joëlle MUNARI (ACTeon), Charles ANTOINE (ACTeon), Tristan PODECHARD (CEREG), Maëlle DROUILLAT (ACTeon), Fabien CHRISTIN, (CEREG), Pierre STROSSER, (ACTeon)
NOMBRE DE PAGES	228
NOMBRE D'ANNEXES	3

Client

RAISON SOCIALE	Syndicat Mixte de la Rivière Drôme et ses affluents
COORDONNÉES	1, place de la République 26340 SAILLANS 04 75 21 85 23 info@smrd.org

ACTeon (mandataire)

COORDONNÉES	SIEGE SOCIAL 5 Place Sainte Catherine 68000 COLMAR Tél. : 03.89.47.39.41 - Fax : 03.89.29.69.14 E-mail : appel.offre@acteon-environment.eu
INTERLOCUTRICE	Maud BOUSQUET Tél. : 04 80 70 05 70 E-mail : m.bousquet@acteon-environment.eu

1 RESUME

Le changement climatique augmentera significativement la tension sur les ressources en eau dans le bassin de la Drôme, dans la continuité des évolutions que connaît le bassin depuis plusieurs années, illustrée par la situation dramatique qu’a connu le bassin en 2022. Cette évolution impactera tout autant les milieux – cours d’eau et zones humides inféodées – que les usages de l’eau du bassin, en particulier l’agriculture (irriguée) avec un besoin moyen en eau des plantes qui devrait augmenter de l’ordre de 35% sur le territoire et les activités récréatives liées à l’eau en lien avec la forte baisse des débits en période d’été.

De par l’action unique du changement climatique, il est modélisé une baisse des débits à l’été de l’ordre de 20%. L’évolution des usages (augmentation de population qui devrait être comprise entre + 0,5% et +1%, l’augmentation de la population touristique estivale, l’augmentation de l’irrigation si elle suit la tendance de l’augmentation des besoins en eau des cultures sans contraintes) devrait aggraver la baisse du débit d’été de l’ordre de 3 à 5 % selon la localisation.

Même si de nombreuses incertitudes subsistent, le bassin versant devrait connaître également une augmentation des risques liés aux événements extrêmes, telles les inondations ou les incendies, dont les impacts sur le développement et l’attractivité du territoire restent difficiles à estimer aujourd’hui.

L’analyse Forces-Faiblesses -Opportunités-Menaces du territoire a été produite ci-dessous.

<u>Forces (atouts)</u>	<u>Faiblesses</u>
- Un territoire diversifié. - Une expérience de gestion collective de l’eau ayant fait ses preuves et qui répond aux situations de crise. - Un patrimoine naturel important – à conserver. - Des réponses et adaptations déjà mises en œuvre à différentes échelles et par différents secteurs.	- Un développement fortement eau-dépendant. - Une capacité d’anticipation limitée illustrée par des solutions de réduction des tensions déjà insuffisantes. - Une gouvernance qui peine à appliquer les règles (p.e. débits seuils fixés) en situation de crise. - Certaines solutions fortement énergivores.
- Un territoire qui conservera une attractivité relative forte (tourisme) à l’horizon 2050. - Une infrastructure de l’eau (stockage, réseaux) déjà bien développée. - Une expérience acquise source d’inspiration pour la stratégie d’adaptation à venir (nous l’avons testé).	- Une forte dégradation du bilan hydrique et des écosystèmes aquatiques à l’horizon 2050. - Un contexte économique incertain – traduit par la forte augmentation du prix de l’énergie. - Un soutien financier public en forte réduction et incertain.
<u>Opportunités</u>	<u>Menaces</u>

Figure 1 : Analyse AFOM du diagnostic du bassin de la Drôme au changement climatique

2

3 NOTE AU LECTEUR

Le présent document constitue le rapport de **diagnostic de la sensibilité du territoire au changement climatique du bassin versant de la Drôme**, dans le cadre de **l'étude prospective pour l'adaptation des usages au changement climatique dans le bassin versant de la Drôme**, commanditée par le Syndicat Mixte de la Rivière Drôme et ses affluents.

A partir d'une analyse rétrospective et une analyse prospective du territoire aux évolutions tendanciennes du climat, ce diagnostic identifie et localise les enjeux, sensibilités et vulnérabilités du bassin en termes de satisfaction des usages : alimentation en eau potable, agriculture, industrie, tourisme et conséquences pour les milieux aquatiques.

Ce présent rapport est complété de deux autres documents qui ont été produits dans le cadre cette phase d'étude :

- Une **synthèse du diagnostic** ;
- Une **plaquette de communication au grand public** ;

Pour faciliter la lecture du document et sa compréhension, les conclusions, les messages clés sont présentés sous cette forme :

Table des matières

RESUME	4
NOTE AU LECTEUR.....	6
1 METHODOLOGIE MISE EN OEUVRE	19
1.1 Un choix d'axer les réflexions sur un diagnostic de sensibilité du territoire à 2050	19
2 CLIMAT	21
2.1 Rétrospective sur le climat passé jusqu'à l'actuel, 2021	21
2.1.1 Variables analysées.....	21
2.1.2 Données disponibles et méthodologie.....	21
2.1.3 Analyse de la pluviométrie passée.....	23
2.1.4 Analyse de la température passée.....	28
2.1.5 Analyse de l'évapotranspiration passée	30
2.1.6 Analyse des chutes de neige sur la période passée	31
2.1.7 Conclusions sur les chroniques climatiques passées	32
2.2 Evolution future	33
2.2.1 Méthodologie	33
2.2.2 Analyse de la température future.....	36
2.2.3 Conclusion sur les températures	42
2.2.4 Analyse de l'ETP future	44
2.2.5 Conclusion sur l'ANALYSE DE L'ETP FUTURE.....	48
2.2.6 Analyse de la pluviométrie future	49
2.2.7 Analyse des chutes de neige futures	57
2.2.8 Conclusions sur les analyses climatiques futures	59
2.3 Limites et incertitude	61
2.3.1 Données mesurées	61
2.3.2 Données reconstituées	61
2.3.3 Données modélisées.....	62
2.3.4 Données de projections futures	63
2.3.5 Conclusions sur les limites et incertitudes des outils de modélisation	66
3 HYDROLOGIE.....	67
3.1 Etat actuel	67
3.1.1 Analyse du bassin versant.....	67
3.1.2 Stations hydrométriques	76

3.1.3	Comportement à l'étiage.....	79
3.1.4	Comportement en crue.....	80
3.1.5	Temps de concentration et temps de propagation.....	83
3.1.6	Synthèse des caractéristiques du bassin versant.....	87
3.2	Rétrospective	88
3.2.1	Evolution de l'occupation du sol	88
3.2.2	Tendance d'évolution du module	89
3.2.3	Tendance d'évolution du QMNA.....	90
3.2.4	Evolution du comportement à l'étiage	91
3.3	Evolution future	96
3.3.1	Méthodologie	96
3.3.2	Débits à l'horizon 2050	96
3.4	Limites et incertitude	107
3.4.1	Débits mesurés.....	107
3.4.2	Débits modélisés.....	108
4	ETAT DES MILIEUX	109
4.1	Analyse rétrospective et Etat actuel	109
4.1.1	Qualité et objectifs des masses d'eau superficielles	109
4.1.2	Stations de suivi qualité	111
4.1.3	Qualité hydrobiologique	125
4.2	Evolution future	136
4.2.1	Qualité physico-chimique.....	136
1.1.1	Conséquences sur les autres compartiments	140
4.3	Limites et incertitude	141
4.3.1	Qualité physico-chimique.....	141
4.3.2	Thermie	141
4.3.3	Milieux aquatiques.....	142
5	ALIMENTATION EN EAU POTABLE	143
5.1	Rétrospective sur l'AEP, jusqu'à l'actuel 2020	143
5.1.1	Gestion de l'eau pour l'alimentation en eau potable	143
5.1.2	Bilan des prélèvements pour l'alimentation en eau potable	144
1.1.2	Transferts d'eau pour l'alimentation en eau potable	146
5.1.3	Recherches de ressources de substitution à l'aval	148
5.1.4	Bilan des restitutions au milieu.....	149
1.1.3	Des efforts d'économie d'eau réalisés à l'échelle des réseaux	151
1.1.4	Transferts de compétences : loi NOTRe et 3DS	152
1.1.5	Conclusion sur l'analyse rétrospective de l'usage AEP	153

5.2	Evolution future	153
5.3	Conclusion sur l'analyse de l'évolution future de l'usage AEP	154
5.4	Limites et incertitudes	155
6	AGRICULTURE.....	156
6.1	Etat actuel	156
6.1.1	Caractérisation générale de l'agriculture	156
6.1.2	Assolement	157
6.1.3	Surfaces irriguées	159
6.1.4	Besoins en irrigation des cultures.....	160
6.1.5	Conclusion sur l'analyse rétrospective et actuelle du secteur d'activité agricole	164
6.2	Rétrospective	164
6.2.1	Historique de l'irrigation.....	164
6.2.2	Bilan des prélèvements pour l'irrigation	165
6.2.3	Evolution des assolements	167
6.2.4	Conclusions sur l'analyse des prélèvements agricoles.....	170
6.3	Evolution future	170
6.3.1	Méthodologie	170
6.3.2	Evolution des besoins en eau des cultures irriguées.....	171
6.3.3	Analyse de sensibilité des cultures non irriguées	174
6.3.4	Autres facteurs à prendre en compte	175
6.3.5	Conclusions sur l'analyse prospective du secteur d'activités agricole	176
1.1	Limites et incertitudes	176
2	TOURISME.....	178
2.1	Etat actuel	178
2.2	Rétrospective	178
2.2.1	Fréquentation	178
2.2.2	Dépense moyenne des touristes français pour l'hébergement	180
2.3	Evolution future	180
2.3.1	Estimation des nuitées touristiques en 2050 et consommation en eau liée	180
2.3.2	Un futur à risque pour les activités récréatives d'eau et les campings	181
2.3.3	Une diversification déjà en marche chez les professionnels	182
2.3.4	Atouts à préserver pour le secteur du tourisme en 2050 : l'eau potable et les espaces naturels.....	183
2.4	Limites et incertitude	184

2.5	Conclusions pour le secteur d'activité du tourisme	184
3	INDUSTRIE	185
3.1	Etat actuel	185
6.3.6	Caractéristiques générales	185
3.1.1	Des restrictions d'eau imposées aux industries classées ICPE au cours de la sécheresse de 2022	187
3.2	Rétrospective	188
3.3	Evolution future	188
3.4	Limites et incertitude	188
3.5	Conclusions pour l'usage industriel	188
4	SCENARIO TENDANCIEL AGREGÉ EN 2050	193
4.1	Rappel des principales hypothèses	193
6.4	Les principaux résultats	193
4.1.1	Prélèvements annuels	194
6.4.1	Prélèvements à l'étiage	195
6.4.2	Impacts sur l'hydrologie	196
6.4.3	Impacts sur la qualité des eaux	199
6.4.4	Thermie	200
6.4.5	Conclusions	201
6.5	Indicateurs de vulnérabilité	201
6.5.1	Eau potable	202
6.5.2	Agricole	203
6.5.3	Tourisme	203
6.5.4	Zones humides	204
6.5.5	Risque incendie	205
5	CONCLUSIONS	207
6	ANNEXES	212
6.6	Annexe 1 : Les indicateurs de suivi	213
6.7	Annexe 2 : informations complémentaires sur les modélisations climat	214
6.8	Annexe 3 : les données FYRE CLIMATE	216

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : liste des stations météorologiques étudiées et chroniques de données	22
Figure 2 : localisation des stations météorologiques étudiées	22
Figure 3 : moyennes glissantes des précipitations sur 30 ans	24
Figure 4 : moyennes mensuelles des précipitations sur la période 1900 à 2012	24
Figure 5 : moyennes mensuelles des précipitations sur les périodes 1950 à 1979 et 1992 à 2021	25
Figure 6 : coefficients de Montana à la station hydrométrique de référence de Montélimar	26
Figure 7 : cumuls des précipitations sur les périodes de retour de 2, 5, 10, 20, 30, 50 et 100 ans	26
Figure 8 : données de précipitation – SHYREG	27
Figure 9 : répartition spatiale des précipitations – période de retour 100 ans	27
Figure 10 : comparaison des coefficients de Montana : données SYRHEG/Station de Montélimar	28
Figure 11 : températures minimales, moyennes, maximales, sur le BV de la Drôme – moyennes glissantes sur 30 ans	29
Figure 12 : répartition mensuelle des températures sur le BV de la Drôme sur la période 1900 -2012	29
Figure 13 : répartition des températures moyennes mensuelles inter-postes sur les périodes 1950-1979 et 1992-2021	30
Figure 14 : évapotranspiration : moyenne glissante sur 30 ans	30
Figure 15 : évapotranspiration minimale, moyenne et maximale sur la période de 1900 à 2012	31
Figure 16 : évapotranspiration moyenne inter postes sur les périodes 1950-1979 et 1992-2021	31
Figure 17 : cumul mensuel de neige enregistré sur les 5 stations les plus proches entre 2005 et 2021	32
Figure 18 : processus d'utilisation des différentes échelles de modélisation pour les données climat (source : DRIAS 2020, Météo France)	33
Figure 19 : processus d'utilisation des différentes échelles de modélisation jusqu'à l'échelle régionale : modèle ALADIN pour fournir des données à des mailles de 7*7 km ²	34
Figure 20 : illustration d'une rupture dans la reconstitution d'un bilan hydrique (entre bilan hydrique observé et bilan hydrique reconstitué)	35
Figure 21 : processus d'utilisation des modélisations climatologiques et hydrologiques (source : d'après Lemaitre-Basset (2020) – Ateliers d'hydro-climatologie MISTRAL 2022).	36
Figure 22 : projections des températures moyennes annuelles sur des périodes glissantes de 30 ans	38
Figure 23 : répartition des variations de température annuelle sur le bassin de la Drôme à l'horizon 2050	38
Figure 24 : projections des températures moyennes estivales sur des périodes glissantes de 30 ans	39
Figure 25 : répartition des variations de température estivale sur le bassin de la Drôme à l'horizon 2050	40

Figure 26 : Fluctuations mensuelles de température sur la période 2041-2070	40
Figure 27 : évolution du nombre de jour sans dégel sur le bassin de la Drôme entre 2005 et 2070	41
Figure 28 : répartition des variations de température annuelle en France (données DRIAS)	42
Figure 29 : évolution de l'ETP annuelle à l'horizon 2050	44
Figure 30 : répartition des variations de l'ETP annuelle à l'horizon 2050	45
Figure 31 : évolution de l'ETP estivale à l'horizon 2050	46
Figure 32 : répartition des variations de l'ETP estivale à l'horizon 2050	47
Figure 33 : Fluctuations mensuelles de l'ETP sur la période 2041-2070	48
Figure 34 : évolution de la pluviométrie moyenne annuelle à l'horizon 2050	49
Figure 35 : répartition des variations annuelles de précipitation à l'horizon 2050	50
Figure 36 : répartition des variations annuelles de précipitation à l'échelle nationale (source : DRIAS)	51
Figure 37 : évolution de la pluviométrie moyenne en période estivale (juin-septembre) à l'horizon 2050	52
Figure 38 : répartition des variations des précipitations d'été (juin-septembre) à l'horizon 2050	53
Figure 39 : évolution de la pluviométrie moyenne mensuelle à l'horizon 2050	53
Figure 40 : évolutions des pluies extrêmes par saison à l'horizon 2050 (Modèle ALADIN – scénario 4.5)	54
Figure 41 : évolution des quantiles de pluies extrêmes (Modèle ALADIN – scénario 4.5)	57
Figure 42 : évolution des chutes de neige à l'horizon 2050	57
Figure 43 : répartition des variations de chute de neige à l'horizon 2050	58
Figure 44 : évolution des principaux paramètres climatiques (T, ETP, P, neige, dégel) de 1976 à 2070 sur le bassin versant de la Drôme	60
Figure 45 : comparaison des niveaux d'étiage projetés à l'horizon 2050 sur le bassin versant de la Drôme à celui de 2022	60
Figure 46 : dispersion de l'erreur sur la chronique de température reconstituée à Die	62
Figure 47 : dispersion de l'erreur sur la chronique de l'ETP reconstituée à Die	62
Figure 48 : comparaison de l'évolution des températures moyennes annuelles avec les modèles ALADIN et ISPL pour les scénarii 8.5, 4.5 et 2.6	64
Figure 49 : comparaison de l'évolution des températures moyennes estivales avec les modèles ALADIN et ISPL pour les scénarii 8.5, 4.5 et 2.6	64
Figure 50 : comparaison de l'évolution de l'ETP annuelle avec les modèles ALADIN et ISPL pour les scénarii 8.5, 4.5 et 2.6	65
Figure 51 : comparaison de l'évolution de l'ETP estivale avec les modèles ALADIN et ISPL pour les scénarii 8.5, 4.5 et 2.6	65
Figure 52 : comparaison de la pluviométrie annuelle avec les modèles ALADIN et ISPL pour les scénarii 8.5, 4.5 et 2.6	66
Figure 53 : comparaison de la pluviométrie estivale avec les modèles ALADIN et ISPL pour les scénarii 8.5, 4.5 et 2.6	66
Figure 54 : carte des sous-bassins versant de la Drôme	67
Figure 55 : caractéristiques hydrologiques du bassin versant de la Drôme	68
Figure 56 : cartographie du relief du bassin versant de la Drôme	69
Figure 57 : profil en long de la rivière Drôme et ses affluents	70

Figure 58 : cartographie des pentes du bassin versant de la Drôme	70
Figure 59 : profils en travers de la vallée de la Drôme d'amont en aval	71
Figure 60 : cartographie de l'occupation du sol du bassin versant de la Drôme (source Corinne and Land Cover)	72
Figure 61 : Superficie (en km ²) par occupation du sol sur le bassin versant de la Drôme (source Corinne and Land Cover)	73
Figure 62 : cartographie de la géologie simplifiée du bassin versant de la Drôme	74
Figure 63 : cartographie de la nappe alluviale de la Drôme	75
Figure 64 : stations hydrométriques identifiées sur le bassin versant de la Drôme et période d'acquisition de données	76
Figure 65 : localisation des stations hydrométriques sur le bassin versant de la Drôme	77
Figure 66 : stations de suivi de la qualité des eaux sur le bassin versant de la Drôme	77
Figure 67 : moyennes des débits spécifiques mensuels des 5 stations du bassin versant de la Drôme sur la période 1969-2022	78
Figure 68 : moyennes des débits spécifiques mensuels des 7 stations du bassin versant de la Drôme	79
Figure 69 : indicateurs statistiques d'étiage (QMNA5) des 7 stations hydrométriques du bassin	79
Figure 70 : débits de pointe des 7 stations hydrométriques du bassin en m ³ /s	80
Figure 71 : débits spécifiques des 7 stations hydrométriques du bassin en l/s/km ²	80
Figure 72 : courbe des débits maximum hiver-printemps et été-automne – Station de Saillans	81
Figure 73 : : courbe des débits maximum hiver-printemps et été-automne – Station de Luc en Diois	81
Figure 74 : statistique de retour des débits maximums, période automnale et hivernale sur la station de Saillans	82
Figure 75 : statistique de retour des débits maximums, période automnale et hivernale sur la station de Saillans	82
Figure 76 : temps de concentration des différents sous bassins versants de la Drôme	84
Figure 77 : débits spécifiques observés sur différentes crues en 2012, 2016 et 2019	87
Figure 78 : évolution de l'occupation du sol entre 1990 et 2018	88
Figure 79 : évolution du type de végétation sur le bassin versant entre 1990 et 2018	89
Figure 80 : évolution du module sur les 5 stations (moyenne glissante sur 30 ans)	90
Figure 81 : Evolution des modules au droit de 5 stations hydrométriques du bassin de la Drôme	90
Figure 82 : évolution du QMNA5 sur les 5 stations (moyenne glissante sur 30 ans)	91
Figure 83 : Evolution des QMNA au droit de 5 stations hydrométriques du bassin de la Drôme	91
Figure 84 : QMNA5 calculés au droit des 7 stations hydrométriques du bassin de la Drôme	92
Figure 85 : analyse de la période d'étiage sur la Drôme – station de Saillans (1970-1995 et 1996-2021)	93
Figure 86 : analyse de la période d'étiage sur la Drôme – station de Luc en Diois (1970-1995 et 1996-2021)	93
Figure 87 : analyse de la période d'étiage sur la Gervanne – station de Beaufort sur Gervanne (1970-1995 et 1996-2021)	94

Figure 88 : analyse de la période d'été sur la Gervanne – résurgence des Fontaigneux (1970-1995 et 1996-2021)	94
Figure 89 : analyse de la période d'été sur la Bès – station de Chatillon en Diois (1970-1995 et 1996-2021)	95
Figure 90 : répartition des tendances d'évolution du module à l'horizon 2050	97
Figure 91 : courbe d'évolution du module sur la Drôme à Saillans (moyennes glissantes sur 30 ans).	97
Figure 92 : répartition des évolutions des débits moyens estivaux (juin-septembre) à l'horizon 2050	98
Figure 93 : évolution du débit moyen estival de la Drôme à Saillans (scénario RCP 4.5 - moyennes glissantes sur 30 ans)	99
Figure 94 : répartition des évolutions du QMNA5 à l'horizon 2050	100
Figure 95 : évolution des QMNA jusqu'à l'horizon 2070 sur la Drôme à Saillans	100
Figure 96 : évolution de la répartition mensuelle des débits de la Drôme à l'amont de la confluence avec la Gervanne	102
Figure 97 : comparaison des écarts aux débits de références entre les simulations réalisées avec le modèle COGERE et les simulations réalisées dans le cadre de l'étude Rhône	103
Figure 98 : évolution des débits moyens journaliers et du module sur la Drôme à Saillans	104
Figure 99 : évolution des débits moyens journaliers sur les mois d'été (juin-septembre) sur la Drôme à Saillans	105
Figure 100 : évolution des débits de crue à l'horizon 2050 sur la Drôme à Saillans	106
Figure 101 : qualité écologique des masses d'eau superficielles (SDAGE 2022-2027)	109
Figure 102 : Etat des masses d'eau superficielle (source : SDAGE RMC)	110
Figure 103 : Objectifs des masses d'eau superficielle (source : SDAGE RMC)	110
Figure 104 : Pressions s'exerçant sur les masses d'eau superficielle du territoire et niveau d'impact associé (source : SDAGE RMC)	110
Figure 105 : sensibilité des masses d'eau à l'eutrophisation	111
Figure 106 : stations de mesure de la qualité physico-chimique des eaux de surface	Erreur ! Signet non défini.
Figure 107 : Station de suivi de la qualité des eaux recensées sur le territoire (source : Naïades)	Erreur ! Signet non défini.
Figure 108 : valeurs des paramètres oxygène dissous, saturation, DBO5, COD, PO4 3-, P, NH4+, NO2-, NO3- pour les différentes classes de qualité (Agence de l'eau – arrêté du 25 janvier 2010)	116
Figure 109 : teneurs en oxygène dissous sur les différentes stations de mesure du bassin (2010 -2020)	116
Figure 110 : teneurs en DBO5 sur les différentes stations de mesure du bassin (2010 -2020)	117
Figure 111 : teneurs en COD sur les différentes stations de mesure du bassin (2010 -2020)	118
Figure 112 : teneurs en orthophosphates sur les différentes stations de mesure du bassin (2010 -2020)	119
Figure 113 : teneurs en phosphore totale sur les différentes stations de mesure du bassin (2010 -2020)	120
Figure 114 : teneurs en NH4 sur les différentes stations de mesure du bassin (2010 -2020)	121

Figure 115 : teneurs en NO ₂ - sur les différentes stations de mesure du bassin (2010 -2020)	122
Figure 116 : teneurs en NO ₃ - sur les différentes stations de mesure du bassin (2010 -2020)	123
Figure 117 : classes de qualité des eaux définies pour les paramètres de température de l'eau (Agence de l'eau)	123
Figure 118 : données de température sur les différentes stations de mesure du bassin, 2010 - 2020(données Fédération de pêche et SMRD)	124
Figure 119 : classe de qualité thermique sur les différentes stations de mesure du bassin de la Drôme	125
Figure 120 : cartographie des zones humides du bassin de la Drôme	134
Figure 121 : classe de qualité, à l'horizon 2050, des stations de mesure du bassin versant de la Drôme	136
Figure 122 : évolution des classes de qualité des stations de mesure, état actuel à état à 2050	137
Figure 123 : répartition des variations de température sur les principaux cours d'eau du bassin de la Drôme à l'horizon 2050 (module thermie du modèle COGERE)	138
Figure 124 : estimation de la température de l'eau, par mois à l'horizon 2050, sur la Drôme à Saillans et comparaison au préférendum thermique de l'apron, de la truite et du barbeau méridional et du blageon	139
Figure 125 : évolution du nombre de jours par an où la température de l'eau est supérieure à 19°C, sur la période 2005-2070	139
Figure 126 : Bilan des prélèvements annuels pour l'alimentation en eau potable sur la période 2009-2020 (Données AERMC)	144
Figure 127 : Fluctuations mensuelles des prélèvements en eau potable	145
Figure 128 : Répartition des points de prélèvements pour l'alimentation en eau potable sur le bassin versant de la Drôme (Données AERMC)	146
Figure 129 : Estimation des prélèvements AEP par masses d'eau sur le bassin versant de la Drôme pour la période 2008 – 2019 (Données PGRE)	146
Figure 130 : Localisation des rejets de STEP sur le bassin versant de la Drôme	149
Figure 131 : Bilan des rejets de STEP annuels sur la période 2011-2021	150
Figure 132 : Fluctuations mensuelles des rejets de STEP aux principaux points de rejet	150
Figure 133 : Comparaison des volumes moyens des rejets de STEP avec les données de l'EEVP	151
Figure 134 : Evolution de l'emploi agricole entre 2010 et 2020 en nombre d'ETP (Source : RGA 2020)	156
Figure 135 : Evolution du nombre d'exploitations et de la SAU moyenne par exploitation (Source : Agreste, 2022)	157
Figure 136 : Carte de la répartition des assolements par sous-bassins (RPG 2019)	158
Figure 137 : Répartition des surfaces cultivées sur le bassin versant de la Drôme (Données RPG 2019)	159
Figure 138 : Estimation des surfaces irriguées sur le bassin versant de la Drôme (Données RPG 2019 ; RA 2020)	160
Figure 139 : Besoins en irrigation mensuels des cultures du bassin versant de la Drôme (m ³ /ha) - 2020 (Données CA26 2016 ; CEREG ; BRL 2019 ; Bouihed 2022)	161

Figure 140 : Besoins en irrigation des cultures du bassin versant de la Drôme – annuel et étiage (Données CA26 2016 ; CEREG ; BRL 2019 ; Bouihed 2022)	162
Figure 141 : Besoins en irrigation mensuels des cultures irriguées du bassin versant de la Drôme – 2020	162
Figure 142 : Répartition des besoins en irrigation des cultures à l'étiage dans le bassin de la Drôme - 2020	163
Figure 143 : Schéma d'évolution de l'alimentation des réseaux d'irrigation de la basse vallée de la Drôme (Source : SID)	165
Figure 144 : Evolution des prélèvements annuels dans le bassin de la Drôme pour l'irrigation (2009-2021) - données OUGC	166
Figure 145 : Répartition des prélèvements pour l'irrigation sur le bassin versant de la Drôme – volume prélevé à l'étiage 2020 (données OUGC)	167
Figure 146 : Evolution des assolements par sous-bassins sur le bassin versant de la Drôme de 2010 à 2019 (Données RPG)	168
Figure 147 : Evolution des surfaces cultivées et irriguées entre 2010 et 2020 (Données RA ; RPG)	169
Figure 148 : Evolution des besoins en irrigation des cultures du bassin versant de la Drôme (2020-2050)	171
Figure 149 : Evolution des besoins en irrigation mensuels des cultures du bassin versant de la Drôme (2020-2050)	172
Figure 150 : Ecart des besoins mensuels en irrigation des cultures du bassin versant de la Drôme (2050 – 2020)	172
Figure 151 : Evolution des besoins en irrigation des cultures irriguées par sous-bassin à l'horizon 2050	173
Figure 152 : Evolution des débits moyens de l'Isère à Beaumont et du Rhône à Valence à l'horizon 2050 (Données BRLi)	176
Figure 153 : Nuitées touristiques annuelles sur le département de la Drôme (millions) - Source : Observatoire de l'Agence de Développement Touristique de la Drôme. *Estimation des touristes étrangers pour les années 2017, 2018 et 2019 sur la base d'une hypothèse d'une quote-part de 20% de touristes étrangers et 80% de touristes français en 2020 et 2021.	179
Figure 154 : Nuitées touristiques annuelles sur le bassin versant de la Drôme (millions) - Source : Observatoire de l'Agence de Développement Touristique de la Drôme. *Estimation des touristes étrangers sur la base d'une hypothèse d'une quote-part de 20% de touristes étrangers et 80% de touristes français, identique à celles du département.	180
Figure 155 : Sites de baignade et de canoë Kayak à risque en 2050 (risques assecs et qualité des eaux)	182
Figure 156 : Localisation des espaces naturels du bassin de la Drôme et zones de non compatibilité des peuplements forestiers (pins et feuillus) au climat futur (pointillés rouge d'après le modèle Climesences)	184
- Figure 157 : Répartition des industries dans les communes du territoire (source : INSEE SIRENE 2021)	185
Figure 158 : Analyse AFOM du diagnostic du bassin de la Drôme au changement climatique	211
Figure 159 : synthèse illustrée du diagnostic	Erreur ! Signet non défini.
Figure 160 : source des données d'entrée du modèle	225

Figure 161 : Débits de crues classés (observés et modélisés) à Saillans	230
Figure 162 : Débits de crues classés (observés et modélisés) à Luc en Diois	231
Figure 163 : Débits de crues classés (observés et modélisés) sur le ruisseau de Grenette à la Répara Auriplés.	231
Figure 164 : Débits de crues classés (observés et modélisés) à Beaufort sur Gervanne	232
Figure 165 : Débits de crues classés (observés et modélisés) sur le Bès à Chatillon en Diois	232

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : informations complémentaires sur les modélisations climat	213
Annexe 2 : les données FYRE CLIMATE	216
Annexe 3 : les données SHYREG	221
Annexe 4 : le modèle COGERE	222

4 METHODOLOGIE MISE EN OEUVRE

1.1 UN CHOIX D'AXER LES REFLEXIONS SUR UN DIAGNOSTIC DE SENSIBILITE DU TERRITOIRE A 2050

Le présent rapport analyse la sensibilité du territoire au changement climatique. Les analyses rétrospectives et prospectives du territoire basées sur des évolutions tendanciennes du climat sont présentées pour l'horizon 2050.

Les résultats de sensibilité des ressources en eau, milieux et usages de l'eau présentés dans ce rapport concernent le bassin versant (topographique) de la Drôme et ses sous-bassins. Ils sont construits en particulier à l'aide de deux modèles numériques qui permettent de se projeter dans le futur : (1) le modèle climatique ALADIN de Météo France – qui permet d'évaluer les évolutions futures de paramètres climatiques (température, pluviométrie, etc.) à l'échelle de territoires français comme le bassin de la Drôme ; (2) le modèle hydrologique COGERE © développé par Cereg et calibré sur le bassin versant de la Drôme à partir de données du territoire (par exemple, suivi des débits et prélèvements) – qui permet d'évaluer les évolutions probables futures de paramètres hydrologiques (débits et qualité physico-chimique, par exemple) qui résulteraient d'évolutions climatiques.

Les modèles permettent d'obtenir des ordres de grandeurs des tendances d'évolution entre une période de référence (la période 1976-2005) et des périodes futures (2041- 2070) représentant globalement la situation attendue pour le territoire à l'échelle 2050 – sans pour autant prédire précisément ce que seraient les variables climatiques un jour donné (par exemple, le 25 décembre 2050) dans le futur ! Le travail mené se base sur le scénario d'émissions des gaz à effets de serre dit RCP 4.5 (issu des travaux du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat ou GIEC), un scénario d'émissions intermédiaire correspondant à la stabilisation des émissions de gaz à effet de serre à un niveau faible avant la fin du XXI^{ème} siècle. Les travaux les plus récents du GIEC, et l'évolution récente des émissions de gaz à effets de serre, montre que ce scénario dit intermédiaire (et donc les sensibilités présentées ici) produit des résultats relativement semblables à ceux des autres scénarios climatiques à l'horizon 2050 mais peut être considéré comme un scénario optimiste à l'horizon 2100.

Le présent rapport ne présente pas d'analyse prospective à l'horizon temporel 2030.

La modélisation climatique fournit des résultats robustes à des horizons lointains (2050 => 2100) mais n'est pas apte à proposer des estimations robustes pour des pas de temps courts (2030 – dans moins de 10 ans). Il en découle de très fortes incertitudes sur les variables atmosphériques modélisées par le GIEC pour les années proches à venir¹.

Par ailleurs, les climatologues conseillent également systématiquement d'analyser les évolutions de variables climatiques entre deux périodes données à partir de moyennes estimées sur un horizon temporel suffisamment long, la communauté scientifique s'accordant sur une durée de 30 ans. Des données sur une telle étendue temporelle ne sont pas disponibles pour l'horizon 2030 et apporterait de confusion avec les évolutions actuelles du climat que connaît le territoire.

Sur le volet socio—économique, le travail mené dans la phase de diagnostic est centré sur les impacts du changement climatique futur sous hypothèses d'activités socio-économiques à évolution « constante » (= tendances lourdes), il est important de souligner que les activités socio-économiques font face à des contextes mondiaux de plus en plus volatiles qui impacteront fortement les évolutions de ces secteurs. A titre d'illustration : les évolutions des cinq dernières années avec la crise COVID ou la guerre en Ukraine et crise énergétique associée se sont traduites par une grande volatilité des prix des matières premières et produits agricoles dans des ordres de grandeurs peu prévisibles il y a quelques années. Anticiper l'évolution des usages à l'horizon 2030, si proche et pourtant si insaisissable, reste ainsi un exercice délicat au-delà de la portée de ce diagnostic. Une réflexion à 2050 sur l'évolution des usages et leur sensibilité au changement climatique nous permet d'aborder le sujet de façon macro et plus détaché

¹ Pour un horizon aussi proche, les références temporelles des modélisations du GIEC sont telles qu'elles peuvent introduire une forte confusion : les scientifiques ont défini une période de référence 1951-2005 représentative du climat passé, et une période « future » couvrant 2006 à 2100. Ainsi, au sens du GIEC, les années 2006 à 2023 se placent dans le futur alors que nous avons (dans la réalité) déjà parcouru plus des deux-tiers du chemin jusqu'à 2030. Dès lors, il est possible que les projections modélisées soient atteintes voire dépassées par les relevés météorologiques récents. Il en découle de très fortes incertitudes sur les variables atmosphériques modélisées par le GIEC pour les quelques années à venir.

5 CLIMAT

La climatologie correspond à l'étude statistique des variables atmosphériques (généralement représentées par leur moyenne, leurs maxima et minima ainsi que leur dispersion), calculées sur une longue période temporelle (30 ans, par convention).

L'analyse du climat se base principalement sur les observations de paramètres tels que la température, la pression, la pluviométrie ou la vitesse du vent, pour un secteur géographique donné et pour une période donnée.

Les valeurs des paramètres présentés dans ce chapitre sont ceux modélisés à 2050 sans prendre en compte l'évolution des usages à 2050. L'évolution de ces paramètres avec impact du changement climatique ET évolution des usages à 2050 est présenté dans le rapport au chapitre 13 Scénario tendanciel agrégé en 2050 ».

5.1 RETROSPECTIVE SUR LE CLIMAT PASSE JUSQU'À L'ACTUEL, 2021

5.1.1 Variables analysées

Dans le cadre de cette étude, les variables climatiques étudiées sont les suivantes :

- **Pluviométrie** : cette variable correspond aux lames d'eau précipitées sous forme liquide, généralement exprimée en mm.
- **Température de l'air** : correspondant à la mesure sous abri, exprimée en °C, de la température à 1.5m du sol.
- **Evapotranspiration potentielle** : correspond à la lame d'eau (en mm) transpirée par la végétation lorsque la disponibilité en eau n'est pas limitante.
- **Chutes de neige** : représente les hauteurs de précipitations solides sous forme de neige.

5.1.2 Données disponibles et méthodologie

Plusieurs sources de données climatiques peuvent être utilisées pour apprécier la climatologie d'un bassin versant. Selon les variables recherchées (pluviométrie, température, ETP...), il est possible de s'orienter vers :

- Des **données observées** au droit de stations météorologiques. Ces stations peuvent être publiques ou privées, présentent un historique plus ou moins long, pour une diversité plus ou moins riche de paramètres mesurés. L'avantage de ces données est de disposer d'un enregistrement des phénomènes climatiques tels qu'ils se sont produits. Le principal inconvénient de ces données provient du caractère très ponctuel de la station qui pose la question de la représentativité du poste vis-à-vis de la climatologie du bassin versant étudié.
- Des données issues de **modèles climatiques** (ex : SAFRAN, FYRE Climate...) calés sur des observations à de larges échelles spatiales. L'avantage est de pouvoir disposer des données homogènes en tout point du territoire pour une multitude de variables intervenant dans la chaîne de modélisation et sur un historique important. Les inconvénients de ces données

proviennent des biais inhérents à toute modélisation (qualité du calage, fonction objectif utilisée, discrétisation spatiale et temporelle...).

- De **données "stochastiques"**. Il s'agit de reconstituer une chronique fictive, créée à l'aide d'un algorithme permettant de reproduire la variabilité statistique d'un échantillon d'observations.

La méthodologie proposée consiste à acquérir des données réelles de pluies, températures et ETP au droit de certains postes jugés représentatif du bassin versant de la Drôme et de valider la représentativité d'un modèle climatique au droit de ces postes. Si des écarts sont constatés, une correction sera apportée sur les chroniques modélisées pour bien représenter les données réelles.

Cela permettra de disposer de données en tout point du bassin versant, avec un historique important, pour les différentes variables nécessaires au fonctionnement du modèle hydrologique à mettre en œuvre.

STATIONS METEOROLOGIQUES

Le tableau suivant présente la liste des stations météorologiques étudiées ainsi que les données disponibles (variables climatologiques mesurées et plages temporelles correspondantes). Leur localisation est précisée sur la carte ci-après.

Code station	Nom station	Pluie	Températures	ETP
26035001	Beaufort sur Gervanne	1950-2022	1990-2022	-
26113003	Die	1990-2020	1990-2020	1994-2019
26124001	Etoile	1987-2022	1987-2022	1995-2022
26142001	Glandage SAPC	1968-2021	1994-2021	-
26289001	Saillans	1981-2021	-	-
26321003	St-Nazaire-le-Désert	1992-2022	1992-2022	1994-2022
26361001	Valdrôme	1965-2022	1967-2022	2004-2022

Figure 2 : liste des stations météorologiques étudiées et chroniques de données



Figure 3 : localisation des stations météorologiques étudiées

FYRE CLIMATE

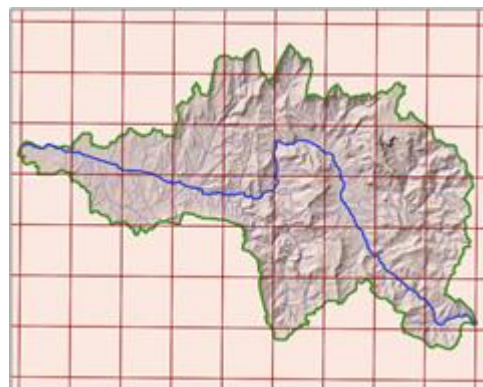
Les données FYRE Climate sont le résultat d'un projet de recherche qui avait pour but de fournir des chroniques climatologiques suffisamment longues en tout point du territoire français. En effet, les stations d'observations au sol sont inégalement réparties dans l'espace et présentent souvent des historiques d'enregistrement limités.

La méthodologie employée a donc consisté à produire un modèle climatique couplé à un algorithme d'assimilation de données (descente d'échelle à partir des observations disponibles) ensuite corrigé et débiaisé de manière à reproduire de façon satisfaisante les événements locaux extrêmes ainsi que les fluctuations saisonnières et interannuelles.

Les résultats obtenus sont très satisfaisants : peu d'écarts sont constatés entre le modèle et les mesures observées, ce qui en fait un modèle très intéressant dès lors que le territoire étudié est peu équipé en stations météorologiques.

Combining the daily and yearly assimilation schemes, FYRE Climate clearly performs better than the SCOPE Climate background in terms of bias, error, and correlation, but also better than the Safran reference surface reanalysis over France available from 1958 onward only. FYRE Climate also succeeds in reconstructing both local extreme events and multidecadal variability.²

Ces données permettent d'accéder à un historique de pluie, de température et d'ETP au pas de temps journalier sur la période 1871-2012. Les chroniques sont disponibles sur l'ensemble du territoire national, discrétisé en pixels de 8 km de côté (image ci-contre). Cela permet de tenir compte de la variabilité spatiale de certains phénomènes climatologiques (les précipitations en particulier, influencées par les reliefs).



5.1.3 Analyse de la pluviométrie passée

CUMULS MENSUELS ET ANNUELS

La pluie est par nature un phénomène aléatoire qui présente une très forte variabilité interannuelle (on relève des minimaux et des maximaux entre 800mm et 1500mm). L'analyse des moyennes glissantes sur des périodes de 30 ans permet de dégager les tendances du climat passé.

Ainsi, il tomberait en moyenne 1000 à 1100 mm/an sur le bassin versant.

On constate que la pluviométrie présente des fluctuations cycliques avec des périodes sèches alternant avec des séries d'années pluvieuses.

² Source : Devers, A., Vidal, J.-P., Lauvernet, C., and Vannier, O.: FYRE Climate: a high-resolution reanalysis of daily precipitation and temperature in France from 1871 to 2012, Clim. Past, 17, 1857–1879, <https://doi.org/10.5194/cp-17-1857-2021>, 2021.

On note également une hétérogénéité de la répartition spatiale des cumuls avec des lames d'eau beaucoup plus importantes sur les reliefs par exemple. Au contraire la basse plaine située dans l'axe de la vallée du Rhône présente des cumuls plus faibles.

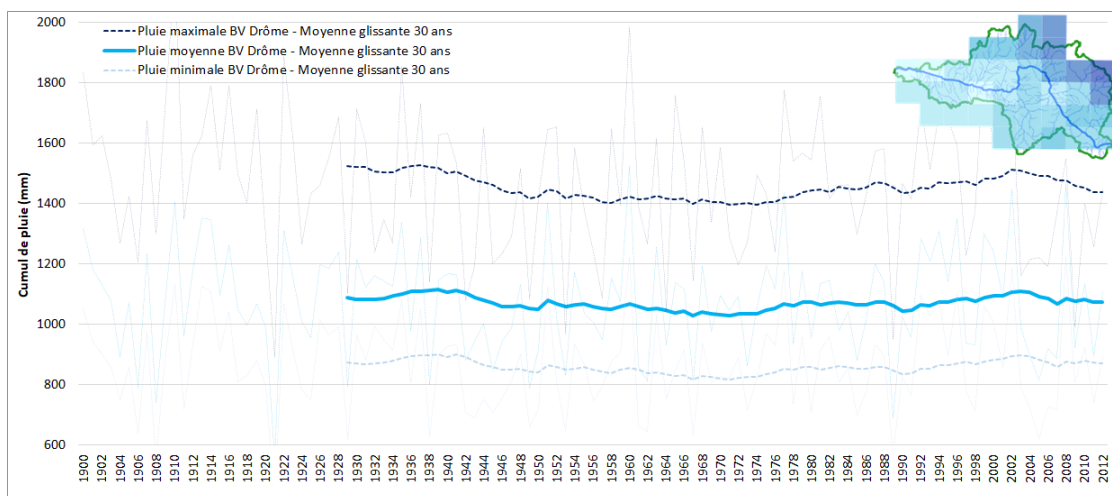


Figure 4 : moyennes glissantes des précipitations sur 30 ans

En termes de fluctuations mensuelles, on remarque des pluies abondantes à l'automne (septembre à novembre) et, dans une moindre mesure, au printemps (avril et mai).

Les précipitations sont plus faibles à l'été (juin, juillet, août) et au cœur de l'hiver (décembre, janvier, février). Cette répartition semble relativement stable dans le temps.

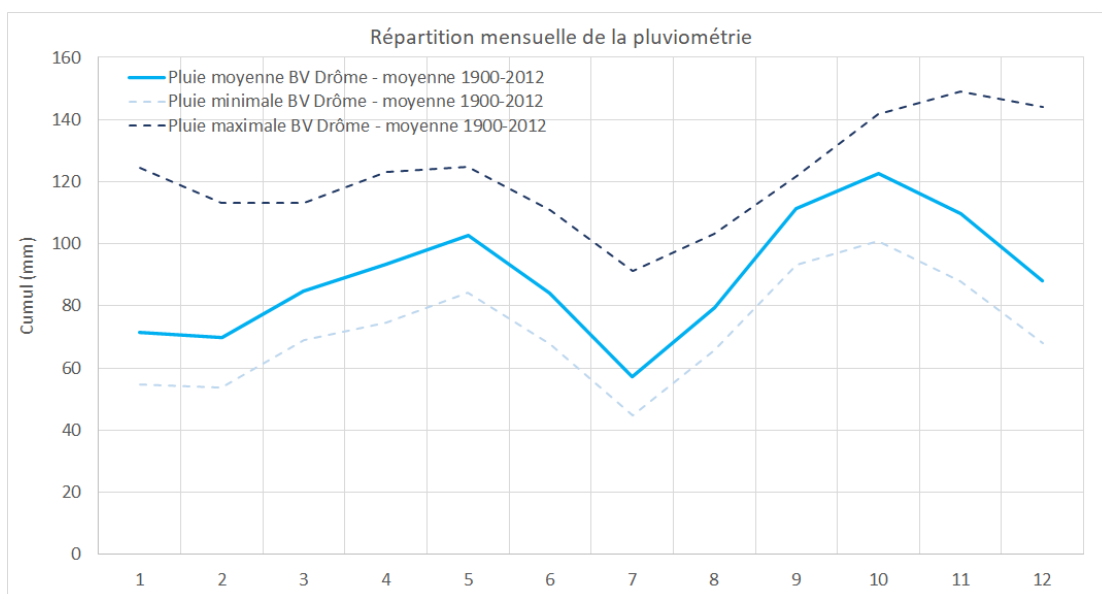


Figure 5 : moyennes mensuelles des précipitations sur la période 1900 à 2012

La comparaison des moyennes mensuelles sur deux périodes distinctes (1950-1979 et 1992-2021) montre qu'il n'y a pas de tendances particulières d'évolution dans la répartition des précipitations (tout du moins, celles-ci ne sont pas suffisamment significatives). On constate moins de pluie en février et mars sur la période récente (1992-2021) et des cumuls un peu plus élevés en octobre et novembre.

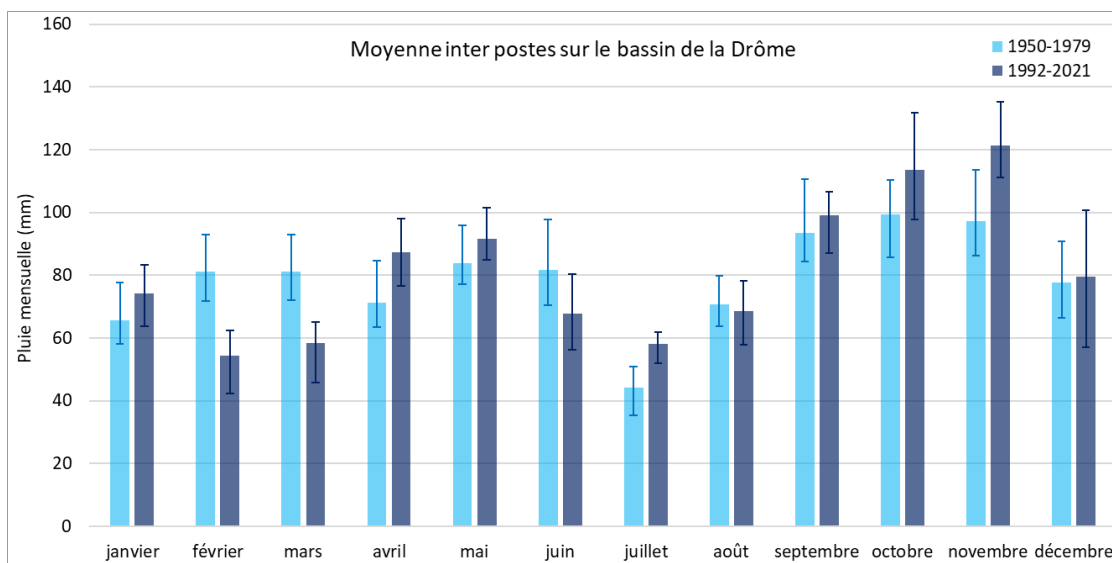


Figure 6 : moyennes mensuelles des précipitations sur les périodes 1950 à 1979 et 1992 à 2021

PLUIES EXTREMES ET EVENEMENTS EXCEPTIONNELS

- PLUVIOMETRIE STATISTIQUE DE REFERENCE

Les événements exceptionnels de pluie sont généralement caractérisés par les cumuls et les intensités qui se sont abattus sur un territoire donné. Des analyses fines permettent alors d'extraire des courbes intensité-durée-fréquence et de qualifier la période de retour de l'événement.

Pour pouvoir comparer des événements entre eux, on se base généralement sur une station de référence disposant d'enregistrement depuis de longues années, ce qui permet d'effectuer des analyses statistiques robustes sur les événements de pluie extrême.

Parmi les résultats de ces analyses statistiques se trouvent les coefficients de Montana qui permettent de calculer facilement les cumuls et intensités d'une période de retour donnée.

Les coefficients de Montana peuvent être calculés au droit de tout pluviographe présentant un historique suffisant d'enregistrement de donnée au pas de temps infra-horaire.

Dans le cas présent, on dispose de données au poste de Montélimar, plutôt représentatif de la pluviométrie de la vallée du Rhône et donc de la partie aval du bassin de la Drôme.

Montélimar	6 min<d<2h	2h<d<6h	6h<d<24h
------------	------------	---------	----------

		a	b	a	b	a	a
1983 - 2018	hebdomadaire	3.6	0.668	-	-	-	-
	bi-mensuelle	6.2	0.625	6.9	0.764	-	-
	mensuelle	9.3	0.624	9.6	0.652	14.2	0.860
	bimestrielle	13.6	0.610	13.9	0.676	16.4	0.763
	trimestrielle	16.1	0.600	15.3	0.606	19.6	0.750
	semestrielle	22.0	0.586	21.9	0.659	25.9	0.752
	annuelle	30.2	0.548	30.1	0.708	33.2	0.747
	bisannuelle	37.3	0.536	36.9	0.714	33.3	0.646
1983 - 2016	5 ans	45.0	0.450	52.3	0.740	47.9	0.692
	10 ans	53.8	0.424	64.6	0.751	58.5	0.701
	20 ans	62.5	0.398	77.5	0.757	69.9	0.710
	30 ans	67.7	0.381	85.3	0.760	77.2	0.716
	50 ans	74.5	0.361	95.5	0.761	87.0	0.724
	100 ans	83.6	0.335	110.5	0.760	101.6	0.735

Figure 7 : coefficients de Montana à la station hydrométrique de référence de Montélimar

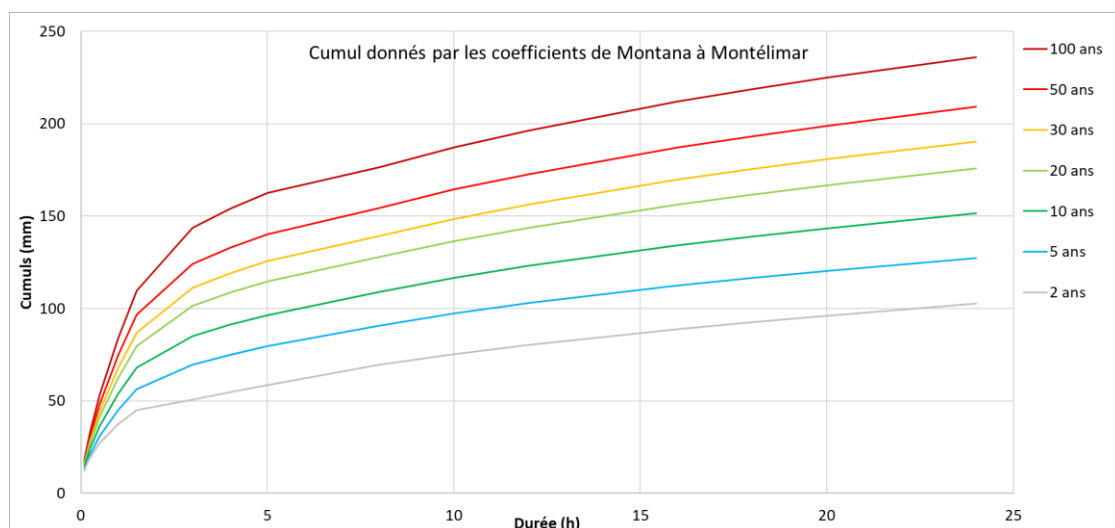


Figure 8 : cumuls des précipitations sur les périodes de retour de 2, 5, 10, 20, 30, 50 et 100 ans à Montélimar

- **DONNEES SHYREG PLUIE**

Les données SHYREG sont issues d'un modèle développé par l'INRAE (ex-IRSTEA) permettant une approche spatialisée de la pluviométrie. Elle se base sur les chroniques de pluie journalières disponibles sur près de 2800 stations du réseau météorologique en France, avec un historique de 30 à 40 années (avec une période commune entre postes de 30 ans minimum).

Ces chroniques sont ensuite discrétisées à pas de temps plus fin avec un générateur de pluie horaire. Puis, un modèle stochastique et une méthode de régionalisation interpole les résultats sur des mailles de 1 km² couvrant l'ensemble de la France. La régionalisation fait également intervenir diverses variables géographiques (altitude, relief) influençant la répartition spatiale des pluies.

Avec une analyse statistique, ce modèle permet ainsi d'obtenir des hauteurs de précipitations horaires sur des durées comprises entre 15 minutes et 72h pour différentes périodes de retour (de 2 à 1000 ans) à l'échelle de mailles de 1 km².

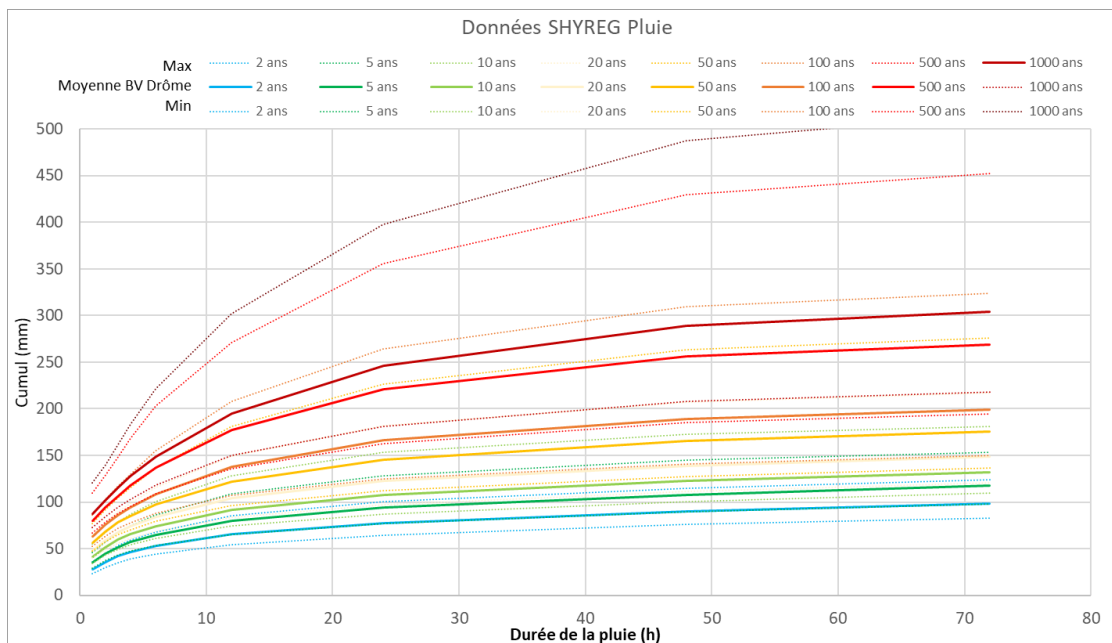


Figure 9 : données de précipitation – SHYREG

Répartition spatiale (exemple de la pluie journalière de période de retour 100 ans).

Les cumuls de pluie sont statistiquement plus élevés dans le couloir formé par la vallée du Rhône. Sur les zones de relief du bassin versant, les cumuls deviennent progressivement plus faibles avec l'altitude. On constate un facteur de 2 entre la pluviométrie minimale et maximale évaluée par les données SHYREG.

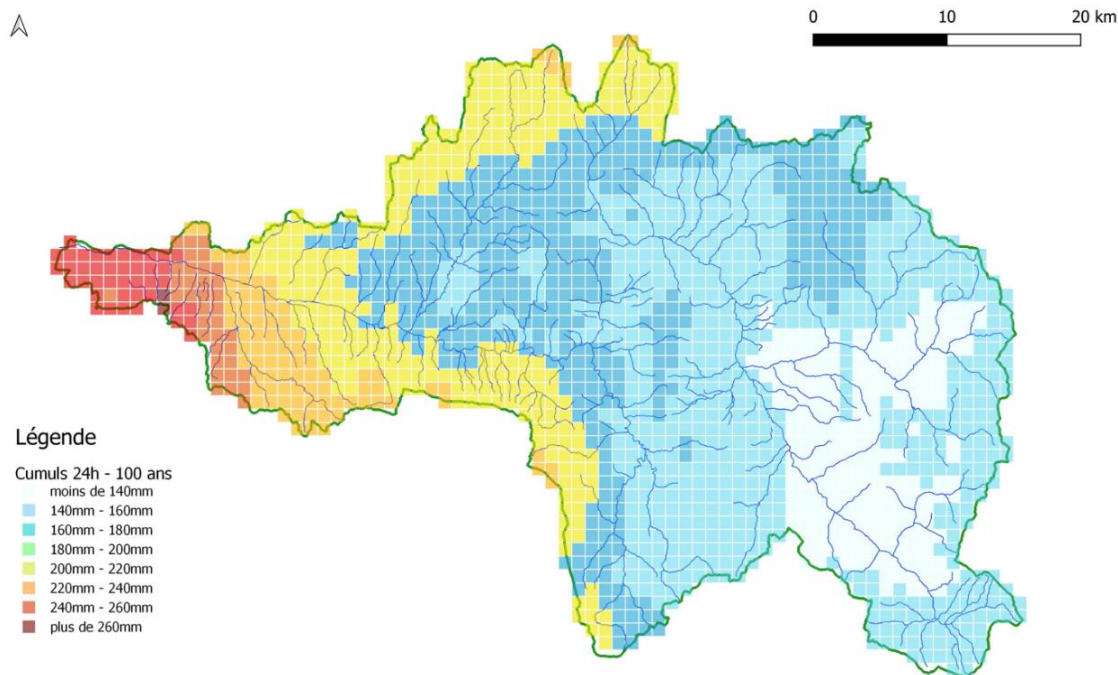
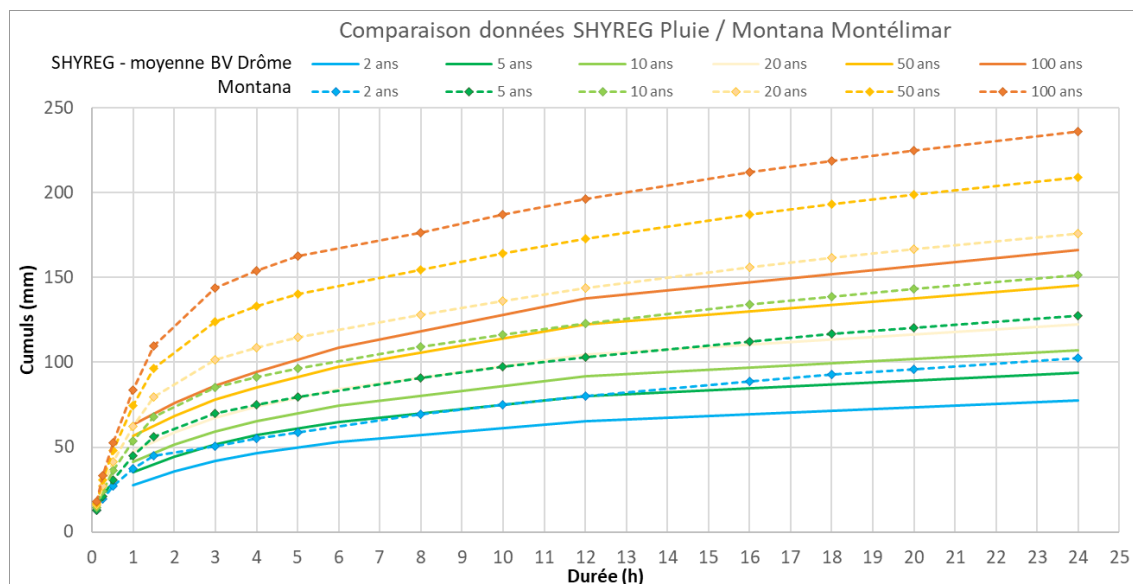


Figure 10 : répartition spatiale des précipitations – période de retour 100 ans

Validité des données SHYREG : comparaison avec les coefficients de Montana.

Les courbes données par les données SHYREG et les coefficients de Montana sont cohérentes et conduisent aux mêmes ordres de grandeur de cumuls statistiques.



Conclusion :

Les pluies extrêmes pouvant survenir sur le bassin versant présentent des cumuls très hétérogènes selon que les événements touchent la partie aval (cumuls et intensités élevées) ou amont (cumuls plus faibles).

5.1.4 Analyse de la température passée

Les températures moyennes annuelles sur le bassin versant sont de l'ordre de 9°C. On constate toutefois un gradient entre la plaine aval et les reliefs amont (plus frais).

Les températures semblent relativement stables jusque dans les années 1990 puis on constate une augmentation progressive relativement nette traduisant déjà un effet visible du changement climatique ces 30 dernières années.

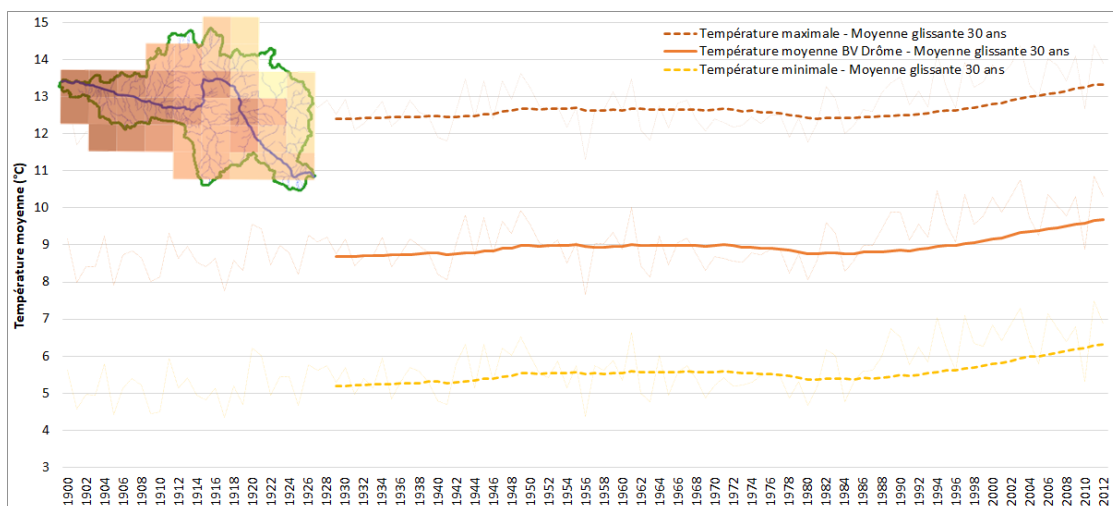


Figure 12 : températures minimales, moyennes, maximales, sur le BV de la Drôme – moyennes glissantes sur 30 ans

Les fluctuations mensuelles sont ordinaires avec un minimum hivernal en décembre et janvier et des températures maximales en juillet et août.

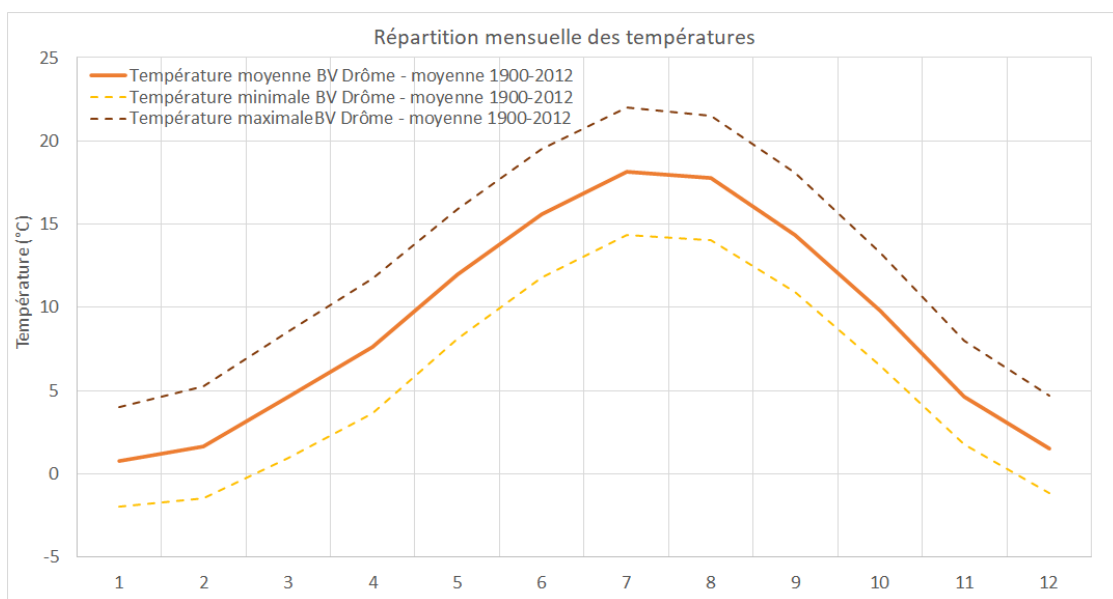


Figure 13 : répartition mensuelle des températures sur le BV de la Drôme sur la période 1900 -2012

Le calcul de ces moyennes sur différentes périodes (1950-1979 et 1992-2021) montre la tendance générale d'augmentation des températures sur le bassin versant. On observe en moyenne +1.7°C sur l'année et au maximum +2.3°C (mois d'août).

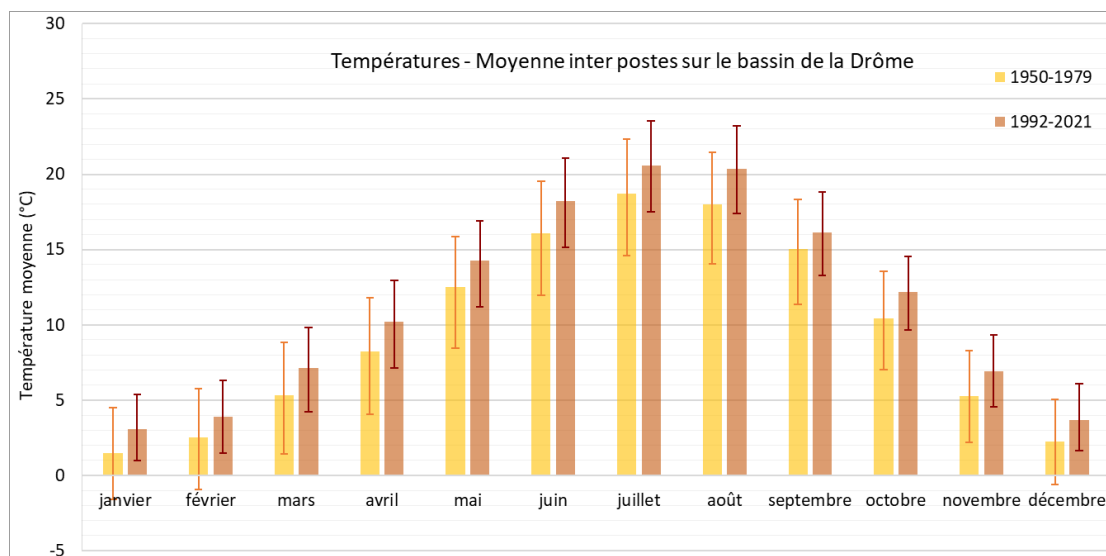


Figure 14 : répartition des températures moyennes mensuelles inter-postes sur les périodes 1950-1979 et 1992-2021

5.1.5 Analyse de l'évapotranspiration passée

L'évapotranspiration potentielle suit la même tendance que la température avec une augmentation nette depuis les années 1990.

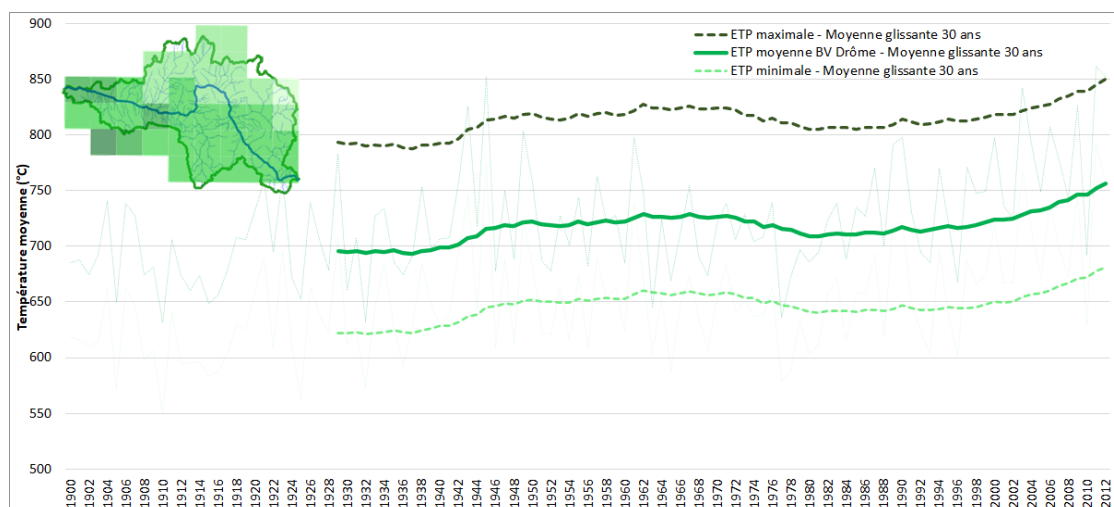


Figure 15 : évapotranspiration : moyenne glissante sur 30 ans

Les fluctuations mensuelles présentent elles aussi la même allure que pour les températures avec une ETP maximale en juillet et en août. Lors des mois les plus chauds, l'évapotranspiration dépasse 100 mm/mois.

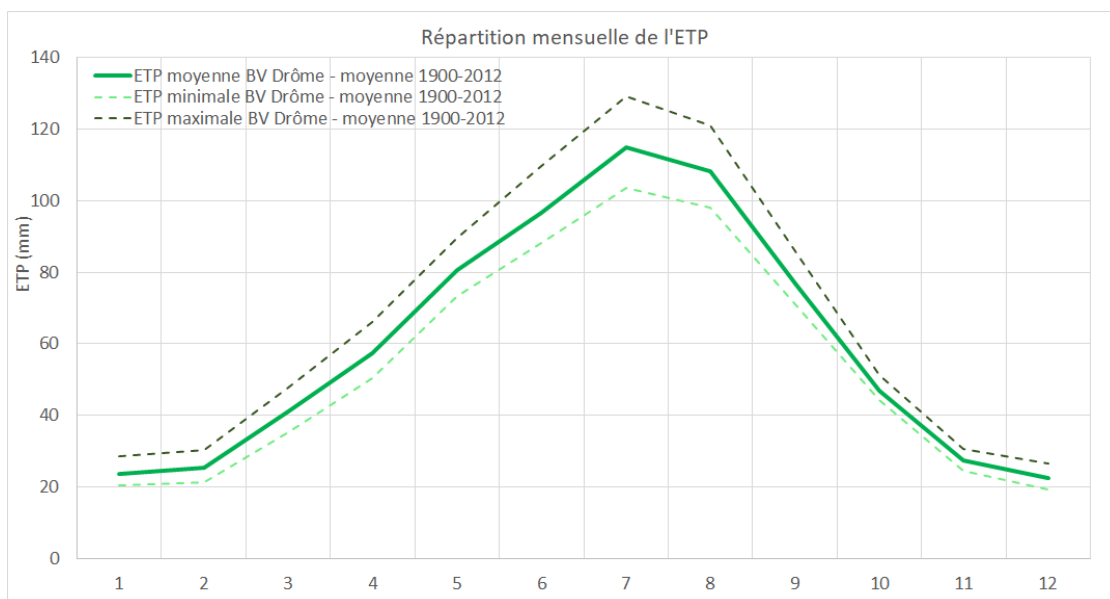


Figure 16 : évapotranspiration minimale, moyenne et maximale sur la période de 1900 à 2012

Comme pour la température, le calcul de ces moyennes sur différentes périodes (1950-1979 et 1992-2021) montre une tendance générale d'augmentation de cette variable sur le bassin versant.

Au mois d'août on observe jusqu'à +17 mm, soit une augmentation de +14% entre les deux périodes analysées.

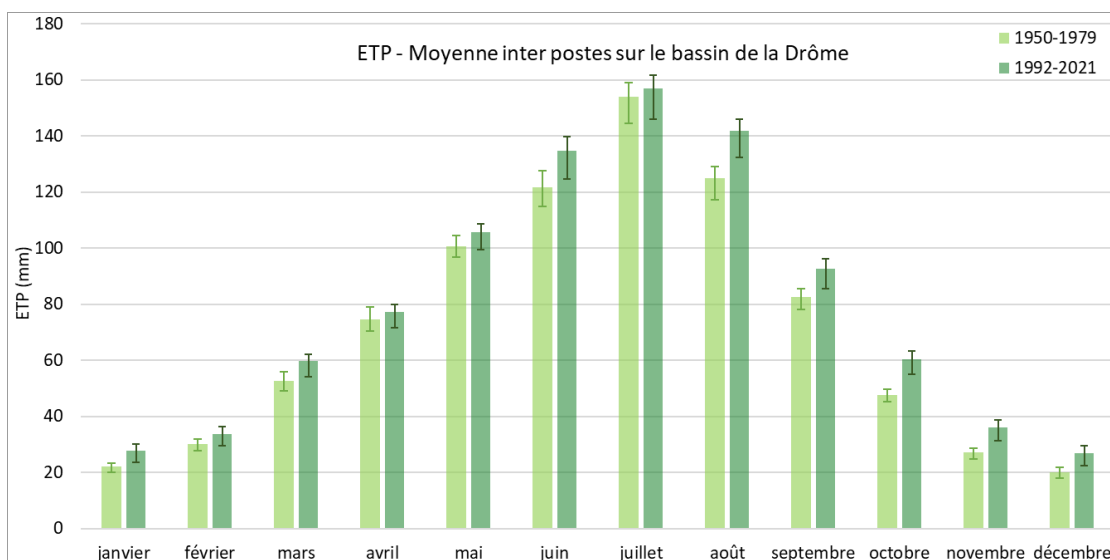


Figure 17 : évapotranspiration moyenne inter postes sur les périodes 1950-1979 et 1992-2021

5.1.6 Analyse des chutes de neige sur la période passée

Peu de données sont disponibles concernant la variable de précipitation de neige, que ce soit en termes de nombre de stations (5 postes) ou en termes d'historique (15 années dans le meilleur des cas).

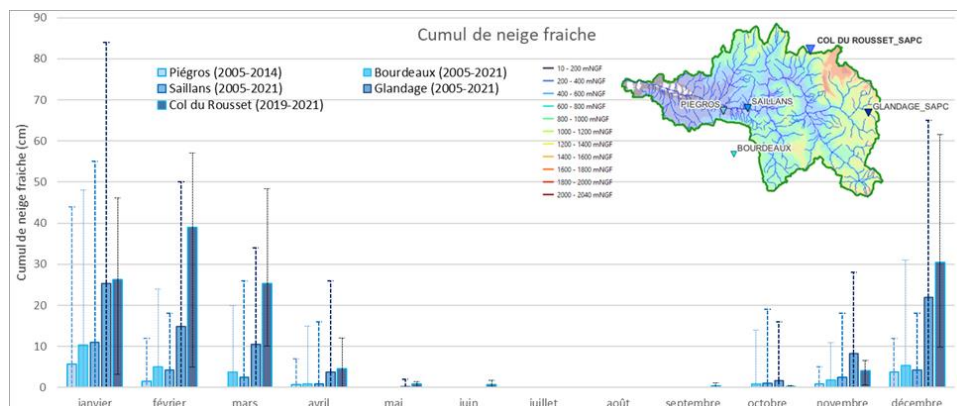


Figure 18 : cumul mensuel de neige enregistré sur les 5 stations les plus proches entre 2005 et 2021

5.1.7 Conclusions sur les chroniques climatiques passées



L'analyse des différentes chroniques d'observations météorologiques sur le bassin versant de la Drôme permet de souligner les éléments suivants :

- La **pluviométrie** présente une variabilité spatiale et interannuelle très forte (cumuls annuels pouvant aller du simple au double selon). Aucun signal d'évolution particulier ne ressort ces dernières années.
- Les **températures** présentent des fluctuations mensuelles très classiques. Les différences d'altitude entre l'amont et l'aval du bassin conduit toutefois à de fortes hétérogénéités spatiales. On remarque également une tendance à la hausse des températures ces dernières années, signe que les effets du changement climatique sont déjà perceptibles.
- L'**ETP** est directement fonction de la température et l'on observe donc pour cette variable également une tendance à la hausse des cumuls évapotranspirés.
- L'historique disponible concernant les **chutes de neige** n'est pas suffisant pour caractériser cette variable sur le bassin versant de la Drôme et il est impossible de faire ressortir une tendance d'évolution.

5.2 EVOLUTION FUTURE

5.2.1 Méthodologie

Afin d'évaluer les effets du changement climatique, des modèles climatiques sont utilisés. Ces modèles peuvent être globaux (et donner des résultats à l'échelle planétaire) ou bien régionaux (et donner des résultats à l'échelle régionale). Les modèles régionaux utilisent les résultats des modèles globaux pour définir plus localement quelles seront les variations climatiques projetées dans le futur.

Ces résultats sont ensuite traités par des algorithmes afin de corriger les biais pouvant survenir au sein des modélisations.

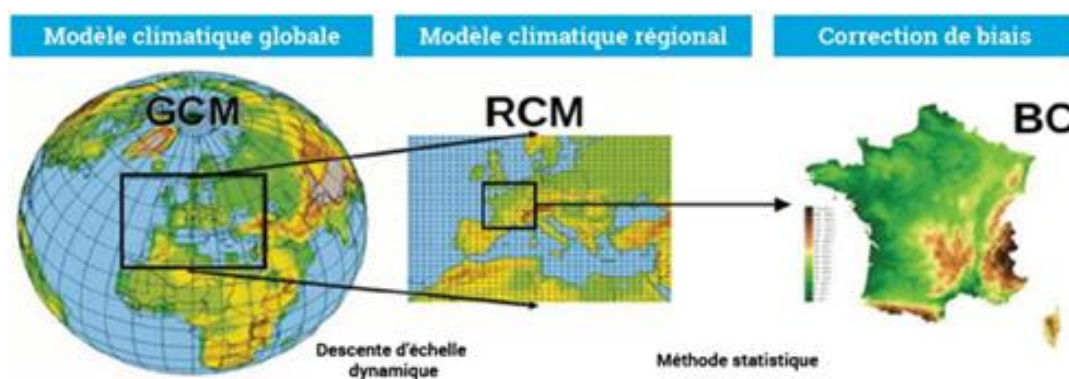


Figure 19 : processus d'utilisation des différentes échelles de modélisation pour les données climat (source : DRIAS 2020, Météo France)

Différents modèles climatiques sont utilisés pour évaluer les effets des évolutions des émissions de gaz à effet de serre sur le climat. En théorie, la meilleure méthode permettant d'évaluer les trajectoires climatiques liées à un même scénario d'émission de gaz à effet de serre devrait consister à étudier ce scénario avec tous les modèles globaux possibles, puis tous les modèles régionaux disponibles et de même avec les processus de correction de biais. Cela donne lieu à une arborescence extrêmement riche de possibilités qu'il n'est pas envisageable de tester dans le cadre de cette étude.

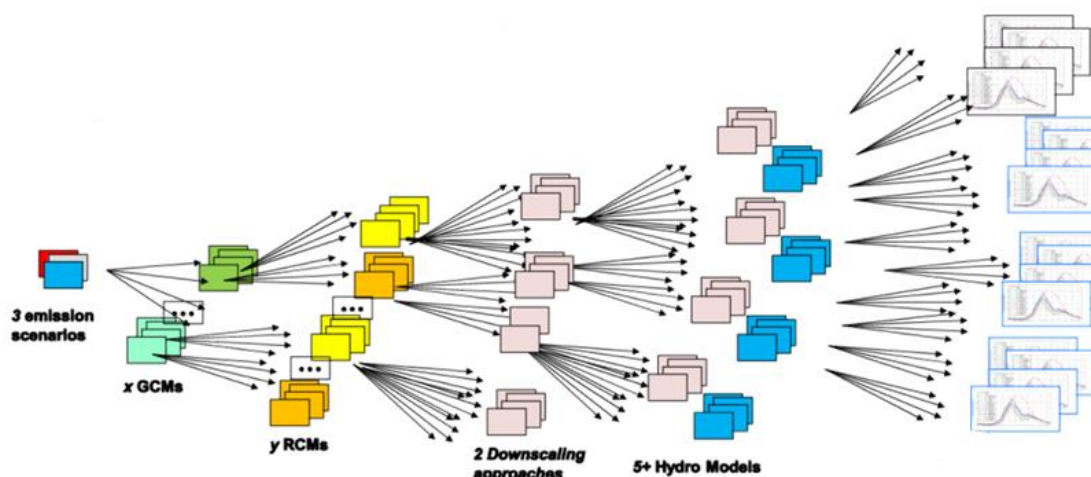


Figure 20 : processus d'utilisation des différentes échelles de modélisation jusqu'à l'échelle régionale : modèle ALADIN pour fournir des données à des mailles de 7*7 km²

En France, le modèle global CNRM-CMS a été développé et inclut notamment les effets de l'atmosphère, de la surface du sol, des océans, de la banquise, des composants chimiques dans l'atmosphère et de la biogéochimie des océans. Le modèle régional **ALADIN** permet ensuite de traiter les résultats du modèle CNRM-CMS pour fournir des données à un grain local (mailles de 7 * 7 km²).

Ce sont ces résultats de modèles qui seront utilisés pour simuler les effets du changement de climat sur le bassin de la Drôme.

Dans le cadre de cette étude, trois scénarios climatiques contrastés avaient été proposés :

- **RCP 2.6** correspondant à un scénario de stabilisation des émissions de gaz à effet de serre. Ce scénario n'est pas disponible pour le modèle de l'IPSL.
- **RCP 4.5** où les émissions continuent à progresser selon la tendance actuelle.
- **RCP 8.5** : scénario maximal où l'on augmente les rejets de gaz à effet de serre par rapport à la situation actuelle.

Le comité technique de l'étude a décidé d'étudier en priorité le **scénario RCP 4.5**. La justification de cette décision vient du fait qu'à l'horizon 2050, ce scénario est paradoxalement plus pessimiste que le scénario RCP 8.5 (dont les variables climatologiques s'emballent après 2050).

D'un point de vue méthodologique, les projections du climat futur sont accompagnées de "chroniques de référence" sur la période passée de 1951 à 2006. Ces chroniques de référence n'ont aucun lien avec la météorologie qui a été observée sur ces 50 années. Il s'agit uniquement d'une chronique modélisée chargée de donner une bonne représentation des tendances du climat passé sans créer de rupture avec les projections futures.

Ci-dessous un exemple de rupture entre chronique réelle observée passée et projections futures.

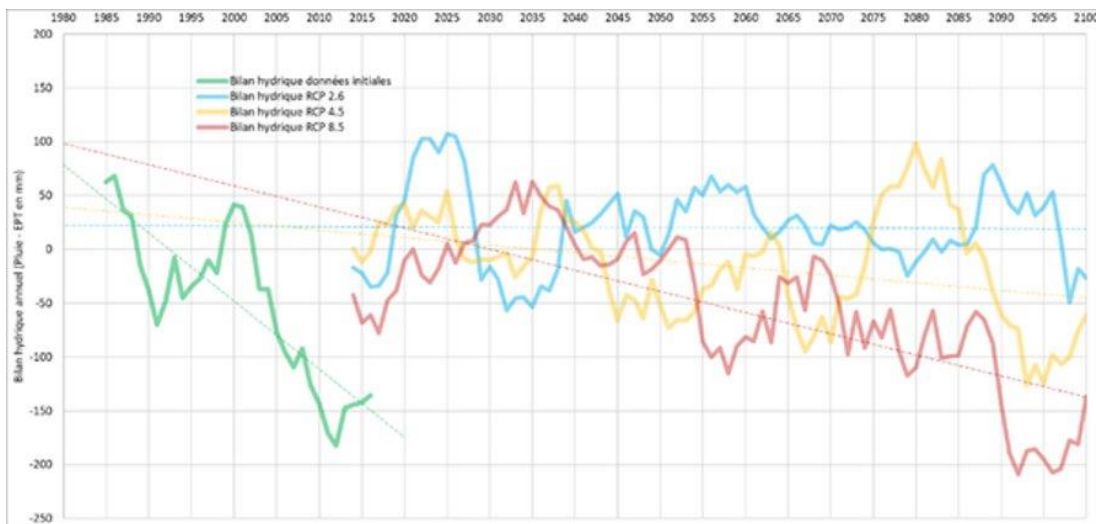


Figure 21 : illustration d'une rupture dans la reconstitution d'un bilan hydrique (entre bilan hydrique observé et bilan hydrique reconstitué)

Dès lors que l'on s'intéressera aux projections via le modèle hydrologique, les résultats ne seront donc exploitables que de manière comparative entre la période de référence fictive et l'horizon projeté 2050. Cela signifie qu'on ne pourra pas quantifier directement les débits statistiques d'étéage à l'horizon 2050. Le modèle sera uniquement capable de fournir le niveau d'aggravation relatif attendu en termes de diminution des débits.

Par ailleurs, de nombreuses incertitudes pèsent sur cette chaîne de modélisation climatique et hydrologique. Il n'est donc pas raisonnable de pouvoir quantifier avec précision les effets du réchauffement climatique sur les débits des cours d'eau. Le principal intérêt du modèle hydrologique sera donc de donner les tendances d'évolutions, de vérifier la vulnérabilité du territoire de manière spatialisée, d'identifier les secteurs les plus sensibles à ces évolutions puis de proposer des scénarios pour anticiper ces changements.

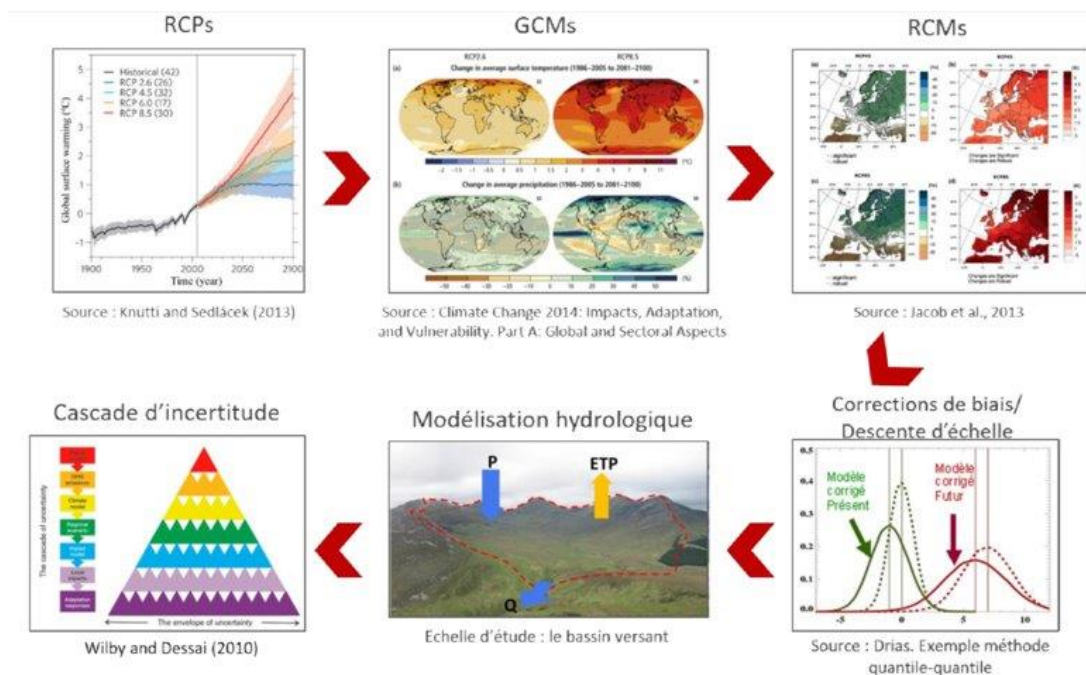


Figure 22 : processus d'utilisation des modélisations climatologiques et hydrologiques (source : d'après Lemaitre-Basset (2020) – Ateliers d'hydro-climatologie MISTRAL 2022).

Du fait de ces incertitudes, la communauté scientifique recommande de procéder aux analyses des variables climatiques et hydrologiques avec des moyennes calculées sur des **périodes de 30 ans**. Cela permet de garantir une certaine robustesse aux tendances identifiées et de s'affranchir des hétérogénéités interannuelles ainsi que des phénomènes extrêmes.

Autre remarque : du fait de la résolution spatiale et temporelle des modèles climatiques, les effets des émissions de gaz à effet de serre peinent à se faire ressentir à des horizons proches. Les climatologues estiment que les tendances d'évolution ne commencent à devenir suffisamment significative qu'à partir de l'horizon 2050. La présente étude se trouve donc en limite d'exploitation des données hydro-climatiques projetées.

- PERIODES DE REFERENCE POUR LES CALCULS D'INDICATEURS

De façon à pouvoir effectuer des comparaisons homogènes d'un scénario à l'autre, il est nécessaire de définir une période de référence passée. Nous considérerons ici que **la période de référence s'étend de 1976 à 2005**, ce qui correspond aux 30 dernières années de la chronique climatique fictive passée (1951-2005).

En ce qui concerne les indicateurs à l'horizon 2050, la plage temporelle de référence sera **2041-2070**.

5.2.2 Analyse de la température future

La variable de température de l'air est celle pour laquelle la relation avec les émissions de gaz à effet de serre est la mieux connue et la plus documentée. Malgré cela, l'équilibre entre les gaz de l'atmosphère et les rayonnements solaires demeure un système extrêmement complexe à reproduire de façon

numérique. Les modèles climatiques, selon les hypothèses de calculs et les processus représentés, peuvent fortement diverger les uns des autres.

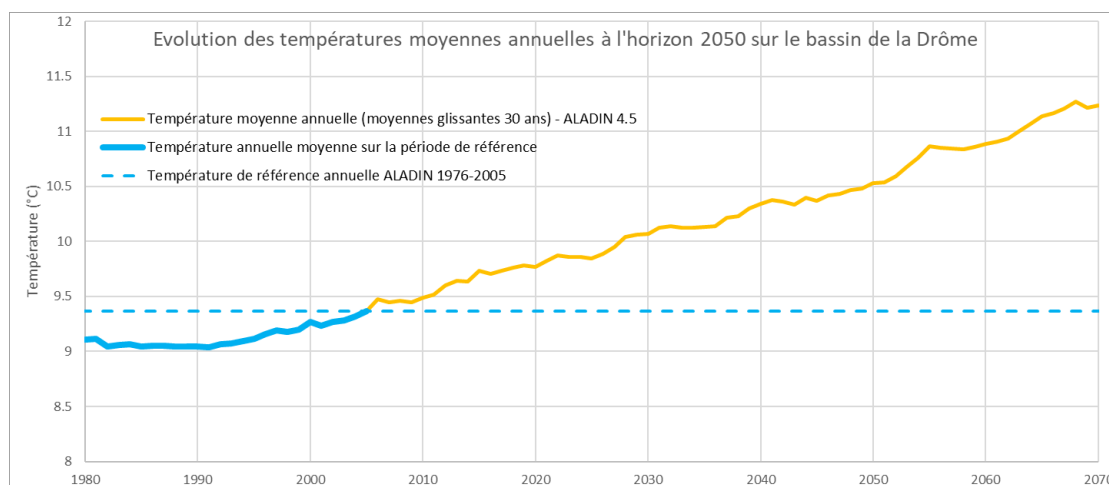
- A L'ECHELLE ANNUELLE

Le graphique suivant présente les projections des températures moyennes annuelles sur des périodes glissantes de 30 ans. On constate que le faisceau de possibilités est relativement resserré jusque dans les années 2050-2060 avec de faibles écarts entre les modèles et entre les scénarios d'émission. En revanche, au-delà de cet horizon temporel, les effets des scénarios commencent à se faire ressentir :

Scénario 2.6 : avec une hypothèse de stabilisation des émissions de gaz à effet de serre, l'inertie du système climatique est telle que les effets ne se font ressentir qu'à partir des années 2050-2060. Un palier est atteint progressivement puis l'on assiste à une stabilisation des températures moyennes annuelles (voire une légère diminution à l'horizon 2100) avec une valeur de l'ordre de 11°C (+1.6°C par rapport à la période de référence 1976-2005).

Scénario 4.5 : pour des tendances d'émissions correspondant aux niveaux actuels, les températures ne cessent de croître jusqu'en 2100. Les augmentations à l'horizon 2050 seraient de +1.7°C à +1.9°C selon le modèle analysé (respectivement IPSL et ALADIN).

Scénario 8.5 : avec une augmentation des niveaux d'émission de gaz à effet de serre, les températures atteignent +2.2°C à +2.4°C en 2050 par rapport à la période de référence. C'est surtout à l'horizon 2100 que l'effet sur les températures est marqué (+3.8°C à +4.3°C).



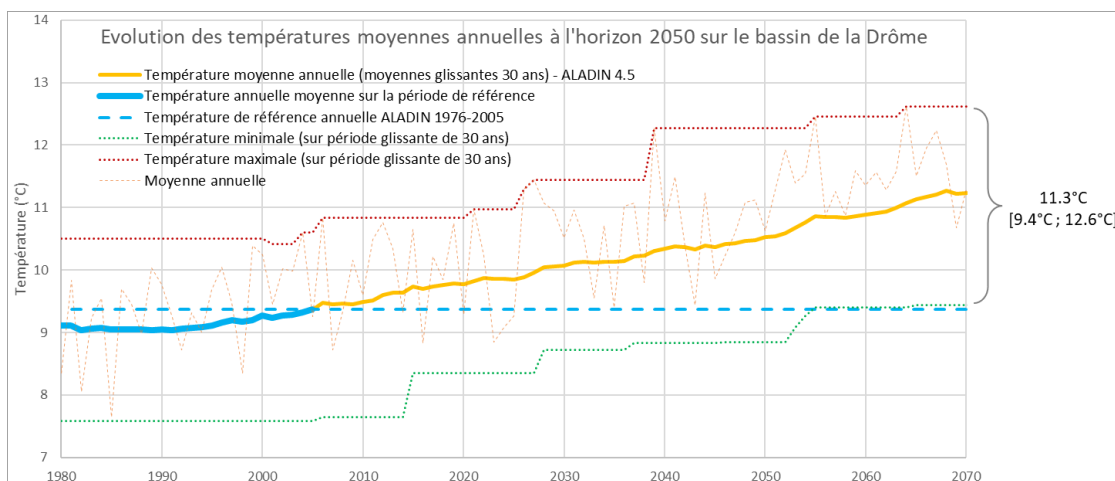


Figure 23 : projections des températures moyennes annuelles sur des périodes glissantes de 30 ans

En termes de répartitions spatiales, ces augmentations de températures seront (en relatif) plus importantes sur les secteurs amont du bassin versant de la Drôme (+20% par rapport à la période de référence).

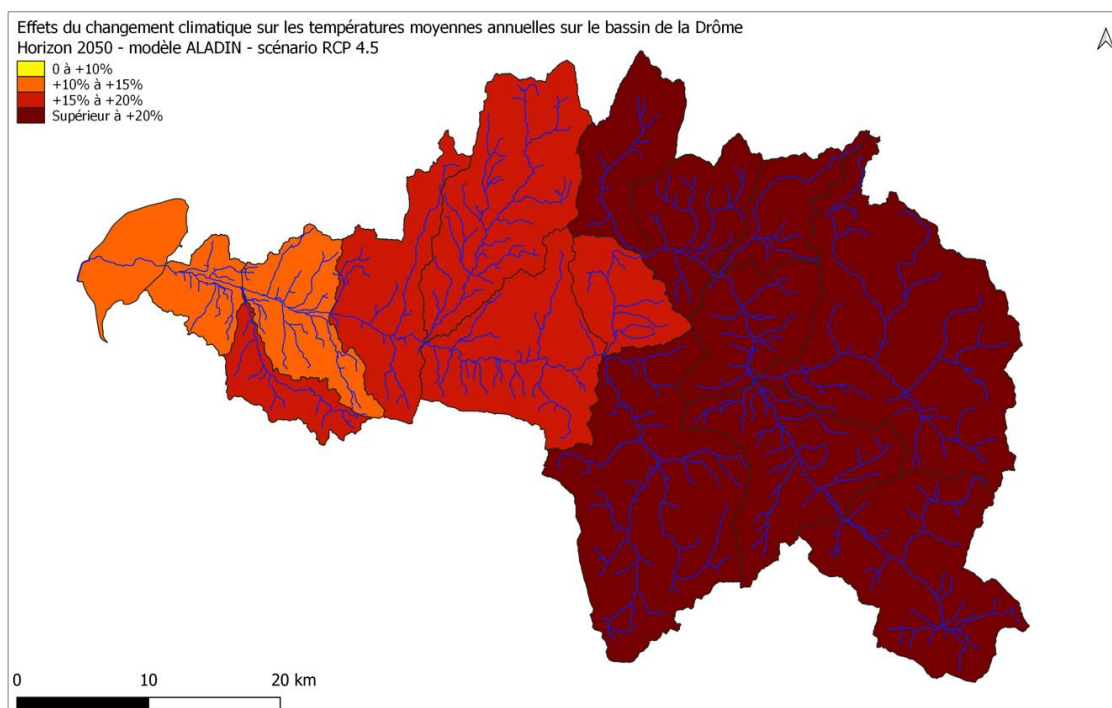
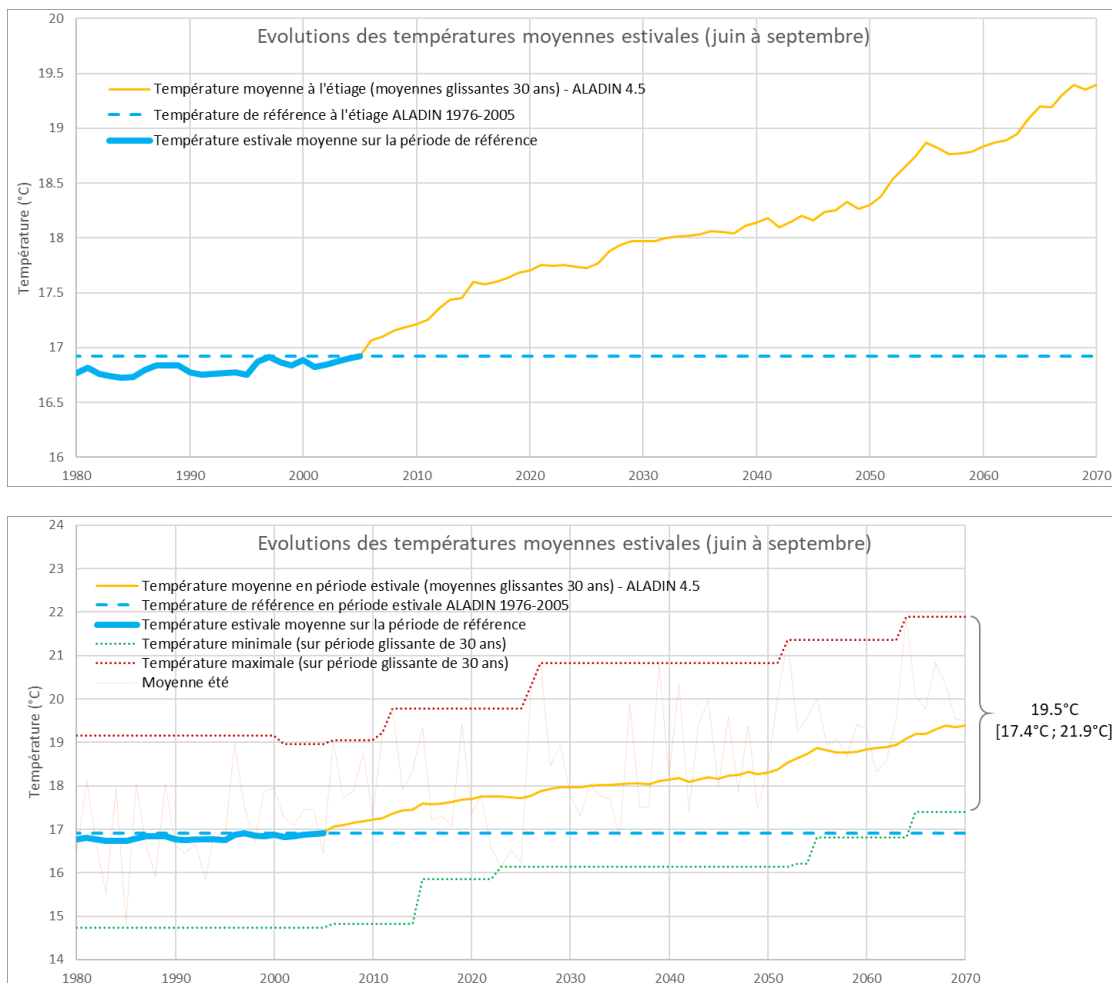


Figure 24 : répartition des variations de température annuelle sur le bassin de la Drôme à l'horizon 2050

- EN PERIODE ESTIVALE

L'évolution des températures moyennes a également été étudiée sur la période estivale, définie de juin à septembre.

Sur cette variable on constate des écarts plus prononcés entre les scénarios d'émission qu'avec les moyennes annuelles.



Comme pour les températures moyennes annuelles, on constate une répartition spatiale des augmentations de températures en été selon un gradient d'Ouest en Est. Ainsi, les secteurs amont du bassin versant présentent les augmentations de températures estivales les plus importantes (+15% à +20%). Sur les parties aval, les évolutions sont tout de même importantes (+10% à +15%).

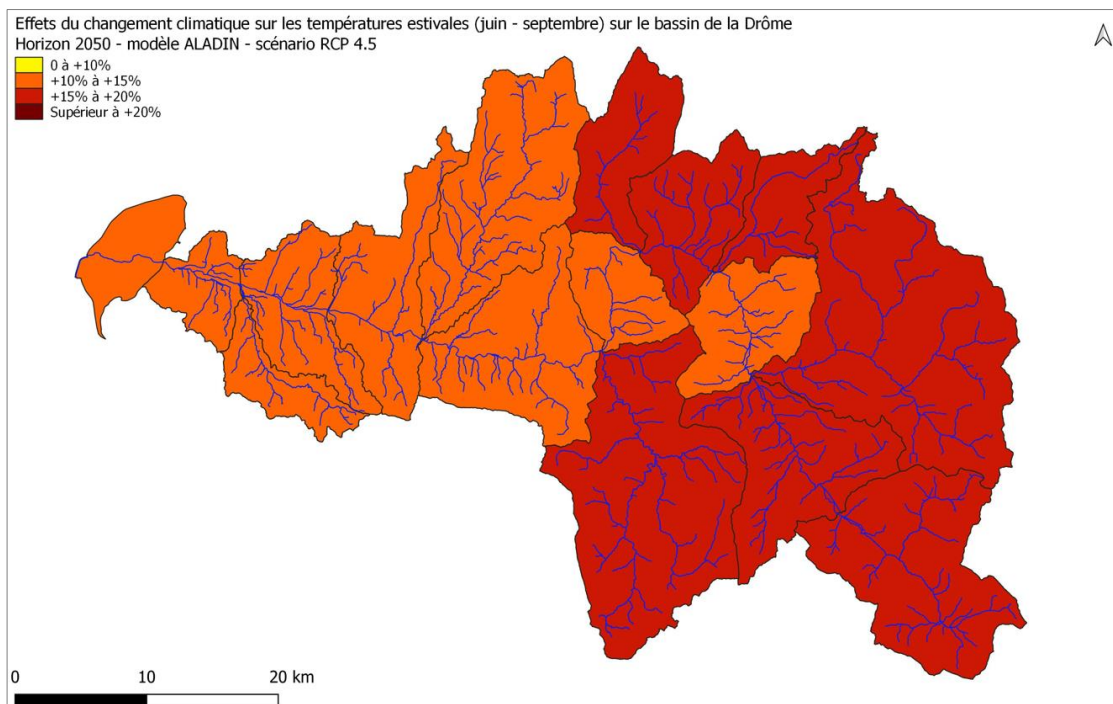


Figure 26 : répartition des variations de température estivale sur le bassin de la Drôme à l'horizon 2050

- A L'ECHELLE MENSUELLE

A l'horizon 2050, les températures moyennes mensuelles seront systématiquement supérieures à celles de la période de référence. Ponctuellement, les augmentations de températures peuvent atteindre +3°C au mois de juin (soit +20% d'augmentation).

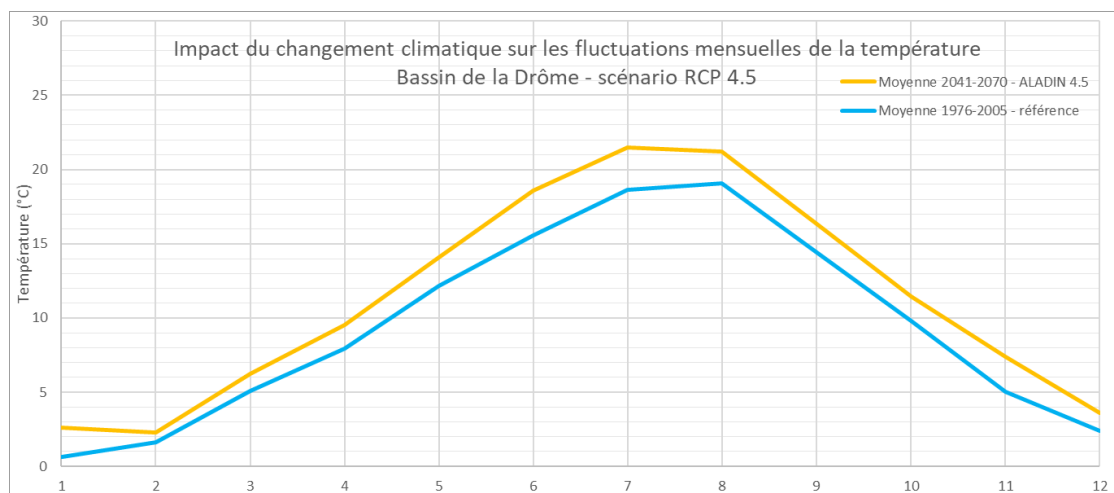


Figure 27 : Fluctuations mensuelles de température sur la période 2041-2070

- NOMBRE DE JOURS SANS DEGEL

Les modèles climatiques ne fournissent que des données au pas de temps journalier. L'analyse du nombre de jours où la température passe sous 0°C est donc délicate dans le sens où l'on a uniquement

accès à une moyenne sur 24h. En revanche il est possible d'analyser le nombre de jours sans dégel (nombre de jours où la moyenne journalière est inférieure à 0°C).

On remarque une diminution importante du nombre de jours sans dégel : jusqu'à -35% en moyenne sur le bassin versant de la Drôme. Même sur les parties montagneuses présentant une altitude plus élevée, le nombre de jours de gel se raréfie drastiquement (-30% à l'horizon 2050).

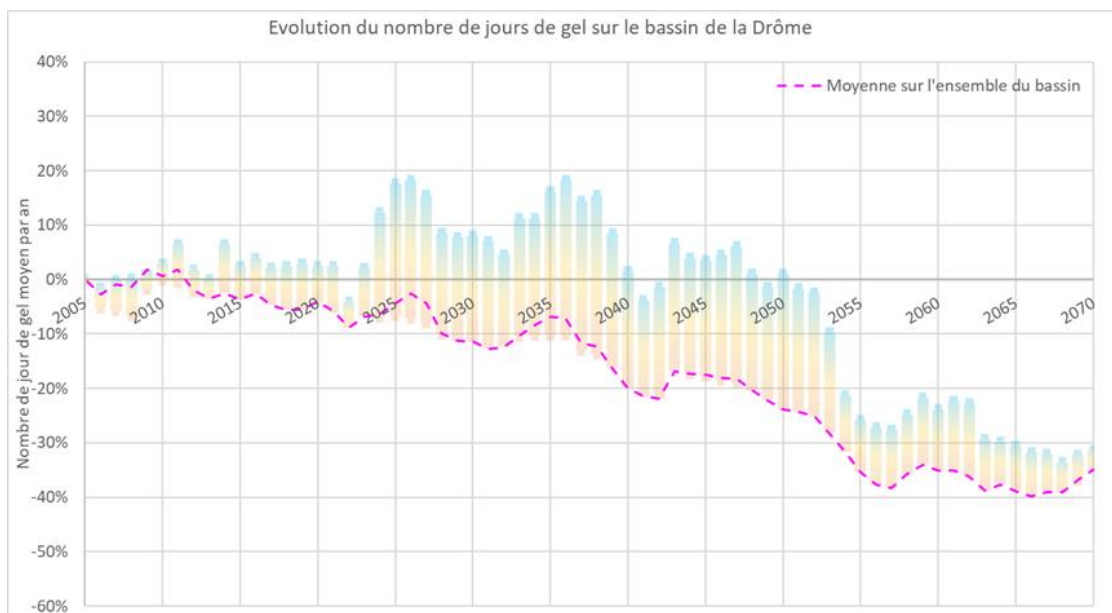
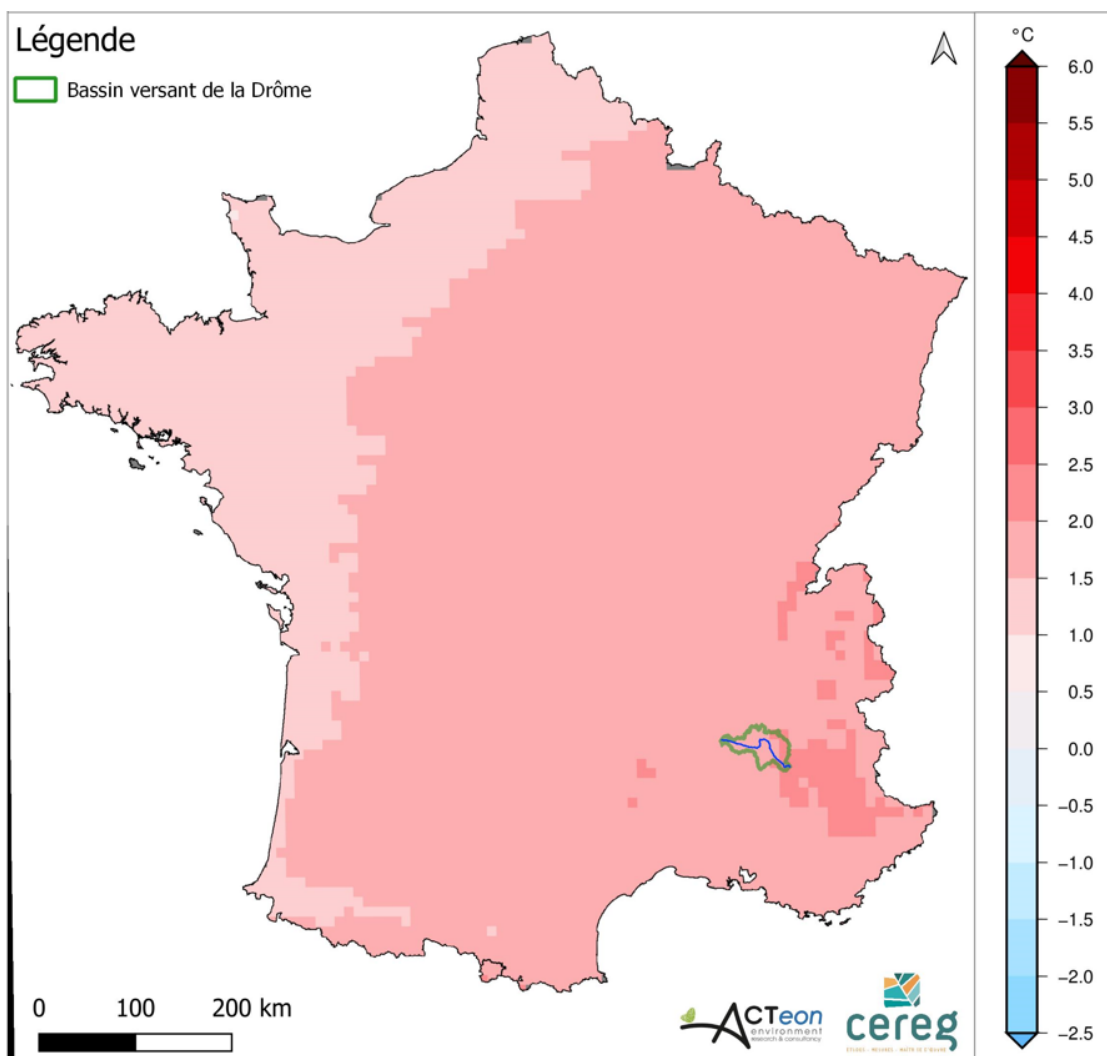


Figure 28 : évolution du nombre de jour sans dégel sur le bassin de la Drôme entre 2005 et 2070

- ET SUR L'ENSEMBLE DE LA FRANCE, QUELLES SONT LES PROJECTIONS DE TEMPERATURES ?

Nous avons vu précédemment que les températures moyennes annuelles devraient augmenter de 1.9°C d'après le modèle ALADIN pour le scénario RCP 4.5. A l'échelle de la France, la même tendance se dégage. Seule la façade atlantique semble moins concernée par ces évolutions de températures.



Sources : données DRIAS <http://www.drias-climat.fr/>

Figure 29 : répartition des variations de température annuelle en France (données DRIAS)

5.2.3 Conclusion sur les températures



L'horizon 2050 est trop proche pour que l'inertie des modèles climatiques d'émission de gaz à effet de serre.

Quel que soit le modèle et le scénario : **les températures moyennes annuelles en 2050 seraient de 11°C à 11.7°C (soit +1.7 à +2.4°C par rapport à la période de référence).**

Pour rappel, les écarts de température qui séparent une période glaciaire d'une période inter-glaciaire sont de l'ordre de 4°C.

Les secteurs amont du bassin versant présentent les augmentations de températures estivales les plus importantes (+15% à +20%). Sur les parties aval, les évolutions sont tout de même importantes (+10% à +15%).

A l'horizon 2050, les températures moyennes mensuelles seront systématiquement supérieures à celles de la période de référence. Ponctuellement, les augmentations de températures peuvent atteindre +3°C au mois de juin (soit +20% d'augmentation).

5.2.4 Analyse de l'ETP future

Le calcul de l'évapotranspiration potentielle est fortement dépendant de la température de l'air. Il est donc logique de s'attendre à obtenir des fluctuations suivant les mêmes trajectoires que celles identifiées pour la température.

- A L'ECHELLE ANNUELLE

En moyenne annuelle, on constate une augmentation de 80 mm à l'horizon 2050 pour le scénario RCP 4.5, ce qui représente une augmentation de +10%.

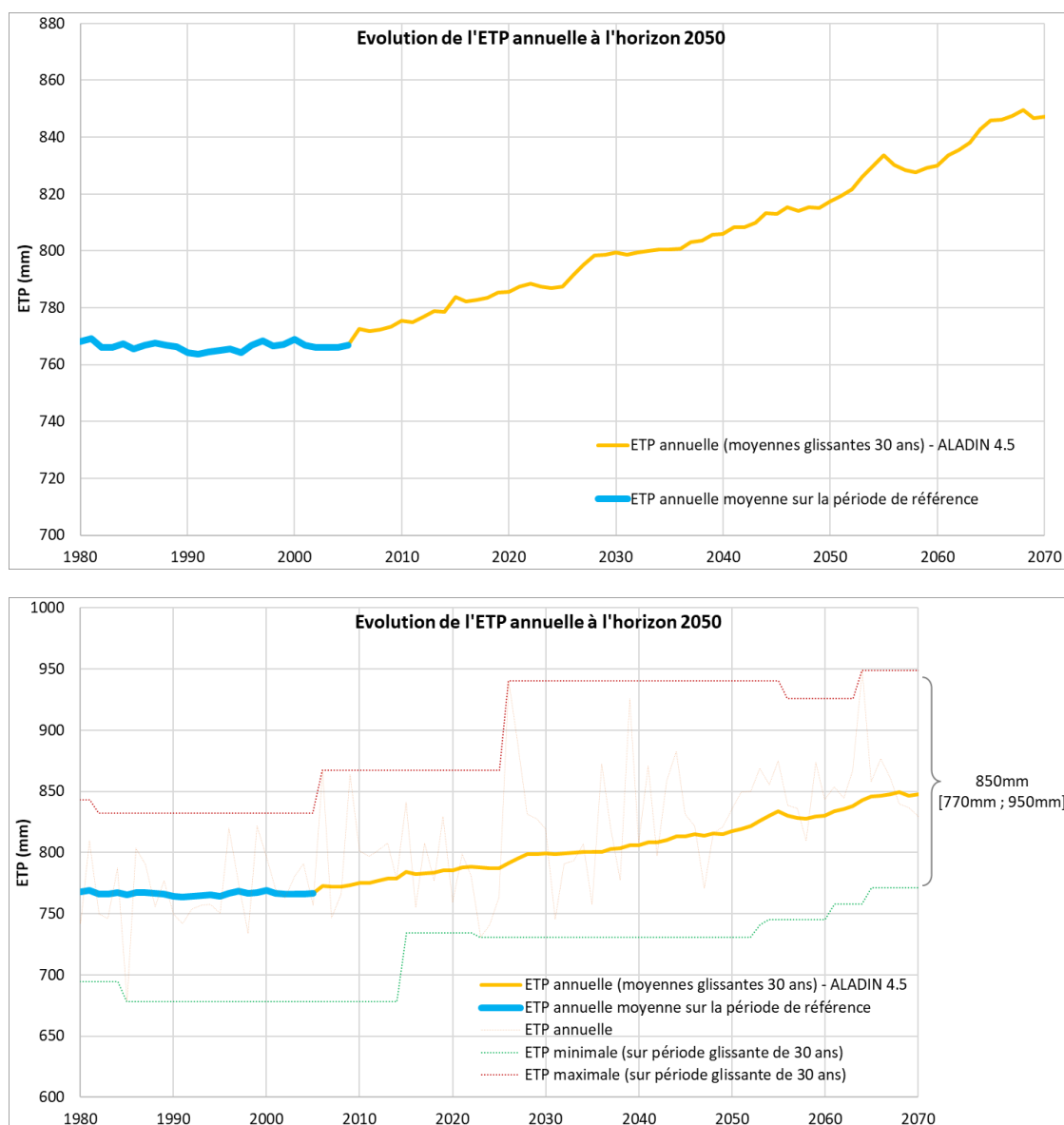


Figure 30 : évolution de l'ETP annuelle à l'horizon 2050

Les hétérogénéités spatiales de l'évolution de l'ETP annuelle à l'horizon 2050 sont peu marquées : on constate que les amplitudes relatives d'augmentation sont comprises entre +10% et +14% sur l'ensemble du territoire.

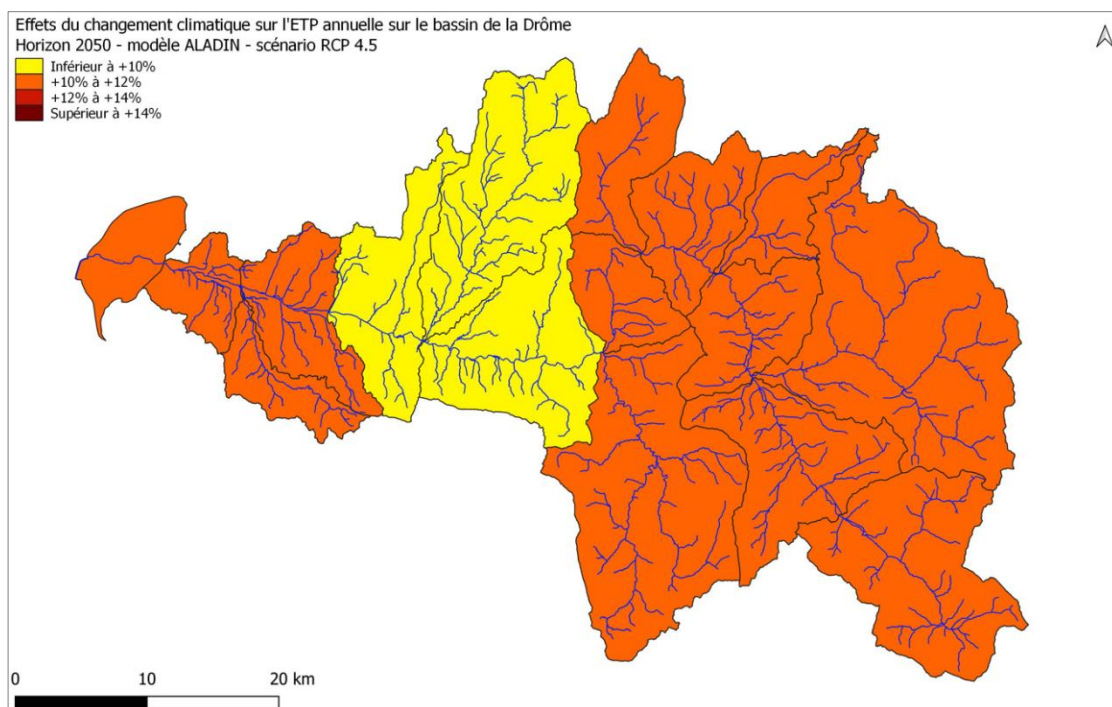


Figure 31 : répartition des variations de l'ETP annuelle à l'horizon 2050

Remarque sur la figure précédente : attention à la représentation et à l'échelle de couleur. Ici la figure laisserait présager d'une hétérogénéité spatiale de l'évolution de l'ETP sur le bassin versant mais en réalité les bassins en jaune présentent une valeur de l'ordre de +9.6% et les bassins orange voisins +10.1%. L'évolution de ce paramètre n'est donc pas si hétérogène.

- SUR LA PERIODE ESTIVALE (JUN A SEPTEMBRE)

En période estivale (juin à septembre), les augmentations de lames d'eau évapotranspirées représentent 55 mm, soit une augmentation de +13%.

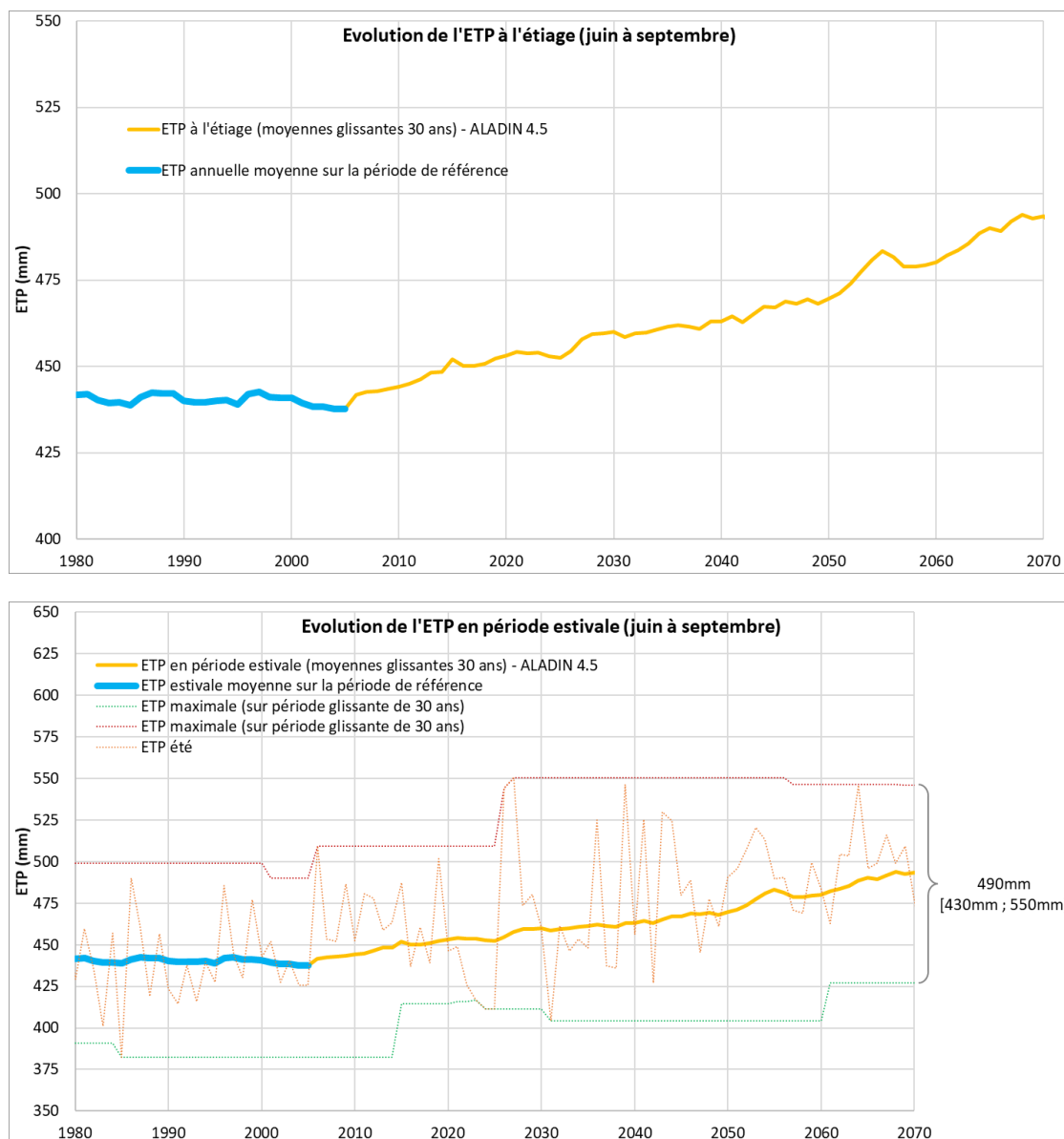


Figure 32 : évolution de l'ETP estivale à l'horizon 2050

En valeurs écarts relatifs, les augmentations d'ETP à l'horizon 2050 sont très homogènes sur le bassin versant (+12 à +14% par rapport à la période de référence).

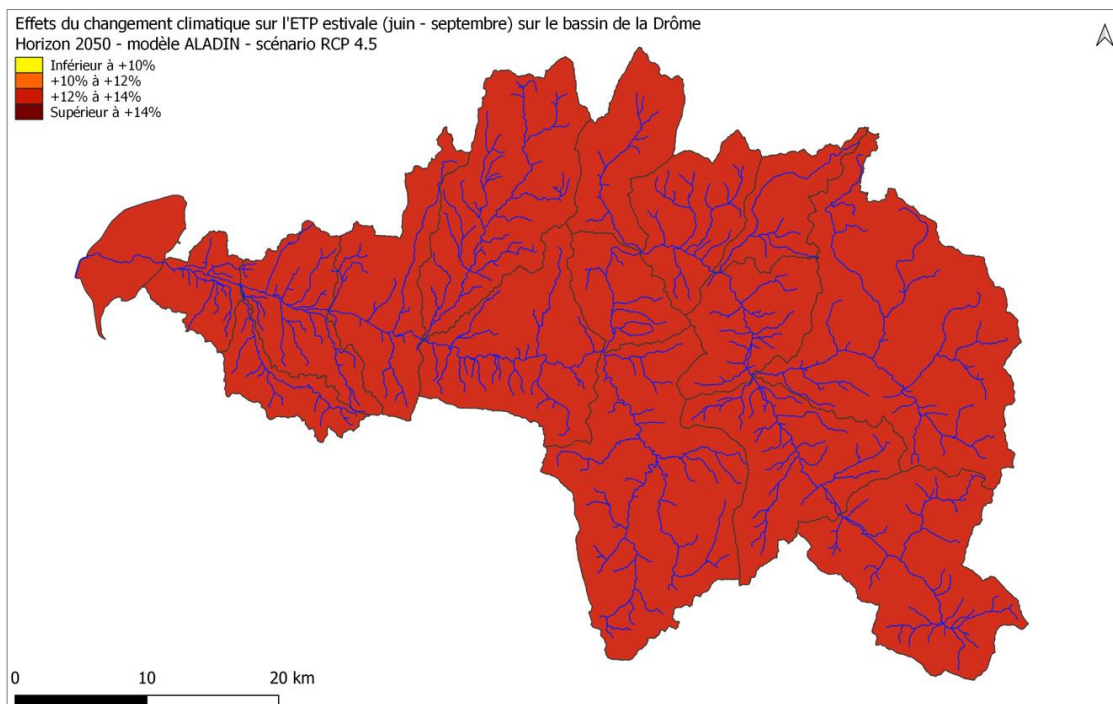


Figure 33 : répartition des variations de l'ETP estivale à l'horizon 2050

- FLUCTUATIONS MENSUELLES

Les fluctuations mensuelles de l'ETP conservent leur structure avec une saisonnalité suivant celle des températures : la courbe de l'ETP forme une cloche avec un minimum en hiver et un maximum en été. Toutefois, contrairement à la température, les mois d'automne et d'hiver sont relativement peu touchés par le changement climatique.

C'est sur la période estivale que les augmentations d'ETP sont les plus marquées, ce qui pourra avoir de fortes répercussions sur la végétation, que celle-ci soit naturelle ou bien d'origine anthropique (cultures à irriguer pour satisfaire leurs besoins hydriques).

On remarque jusqu'à +18mm autour des mois de juin et juillet, ce qui représente des augmentations d'ETP pouvant atteindre +16% par rapport à la période de référence.

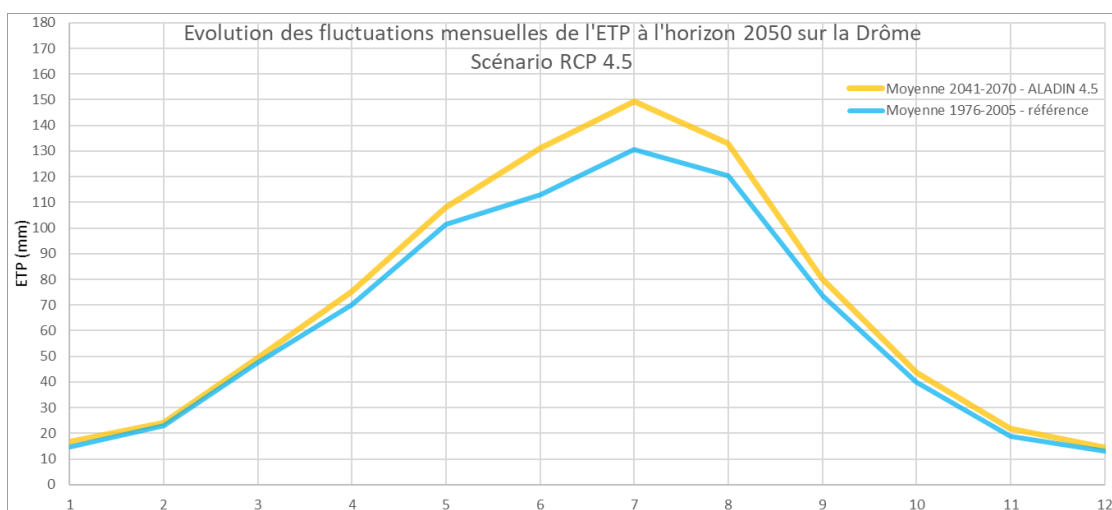


Figure 34 : Fluctuations mensuelles de l'ETP sur la période 2041-2070

5.2.5 Conclusion sur l'ANALYSE DE L'ETP FUTURE



En moyenne annuelle, une augmentation de l'ETP de 80 mm est observée à l'horizon 2050 pour le scénario RCP 4.5, ce qui représente une augmentation de +10%.

En période estivale (juin à septembre), les augmentations de lames d'eau évapotranspirées représentent 55 mm, soit une augmentation de +13%.

C'est sur la période estivale que les augmentations d'ETP sont les plus marquées avec jusqu'à +18mm autour des mois de juin et juillet, ce qui représente des augmentations d'ETP pouvant atteindre +16% par rapport à la période de référence

5.2.6 Analyse de la pluviométrie future

- A L'ECHELLE ANNUELLE

Les modèles climatologiques ne font pas ressortir de tendances particulières : en moyenne sur le bassin versant de la Drôme, on observe moins de 1% d'évolution entre l'horizon 2050 et la période de référence pour le scénario RCP 4.5.

Cette variable comporte une très forte fluctuation interannuelle et les climatologues (et leurs modèles climatiques) rencontrent des difficultés à établir des corrélations entre la pluviométrie et les modifications d'émissions de gaz à effet de serre.

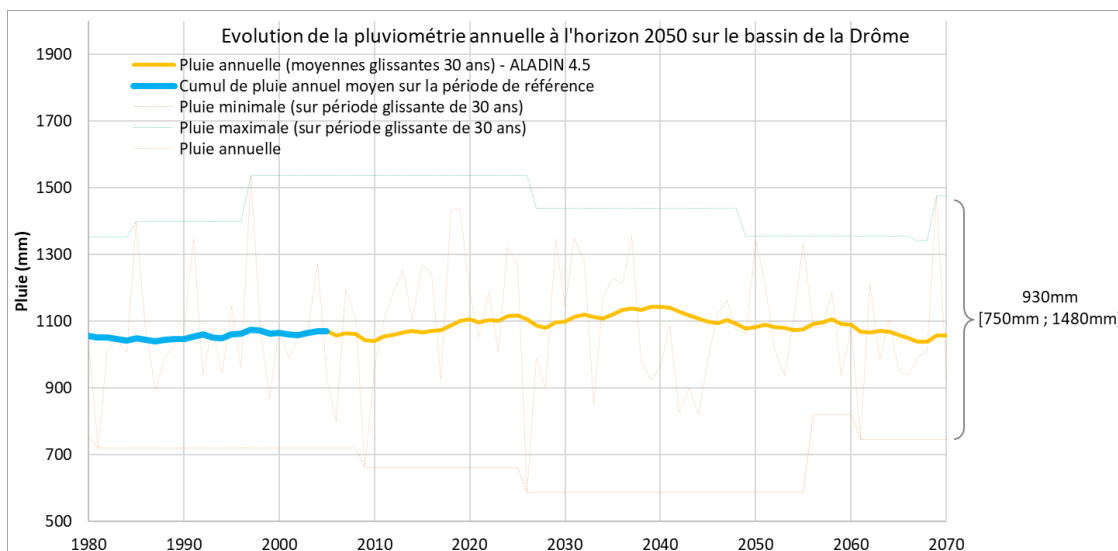
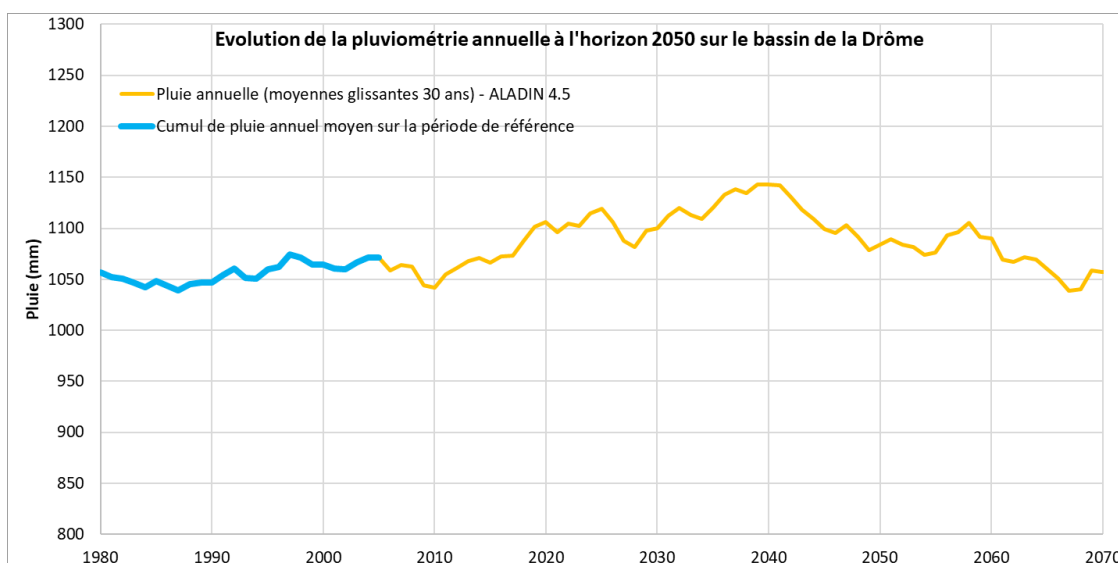


Figure 35 : évolution de la pluviométrie moyenne annuelle à l'horizon 2050

En termes de répartition spatiale des évolutions de précipitations annuelles, on n'observe aucune hétérogénéité particulière, les évolutions n'étant pas significatives quel que soit le sous-secteur de la Drôme qui est analysé : les amplitudes maximales sont de l'ordre de -5% à +5%.

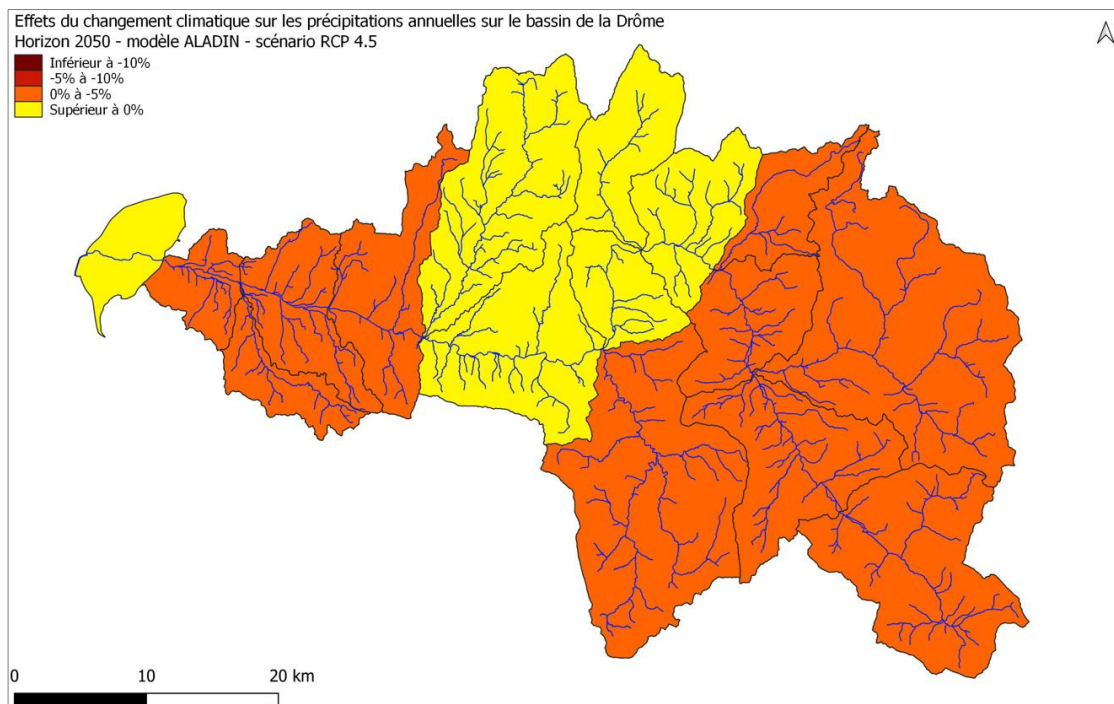


Figure 36 : répartition des variations annuelles de précipitation à l'horizon 2050

- ET SUR L'ENSEMBLE DE LA FRANCE, QUELLE EVOLUTION DES CUMULS ?

Les écarts de pluviométrie annuelle annoncés à l'horizon 2050 par le modèle ALADIN avec le scénario RCP 4.5 ne permet pas d'avoir des conclusions particulièrement tranchées. Les résultats oscillent entre +100 mm et -100 mm. La légende fournie par défaut sur le site DRIAS ne permet pas d'effectuer une analyse plus fine de cette évolution.

Le bassin de la Drôme se situe à l'interface entre deux zones présentant des évolutions positives de pluviométrie (au Nord) et négatives (au Sud), d'où l'absence d'évolution significative de pluviométrie sur le bassin versant.

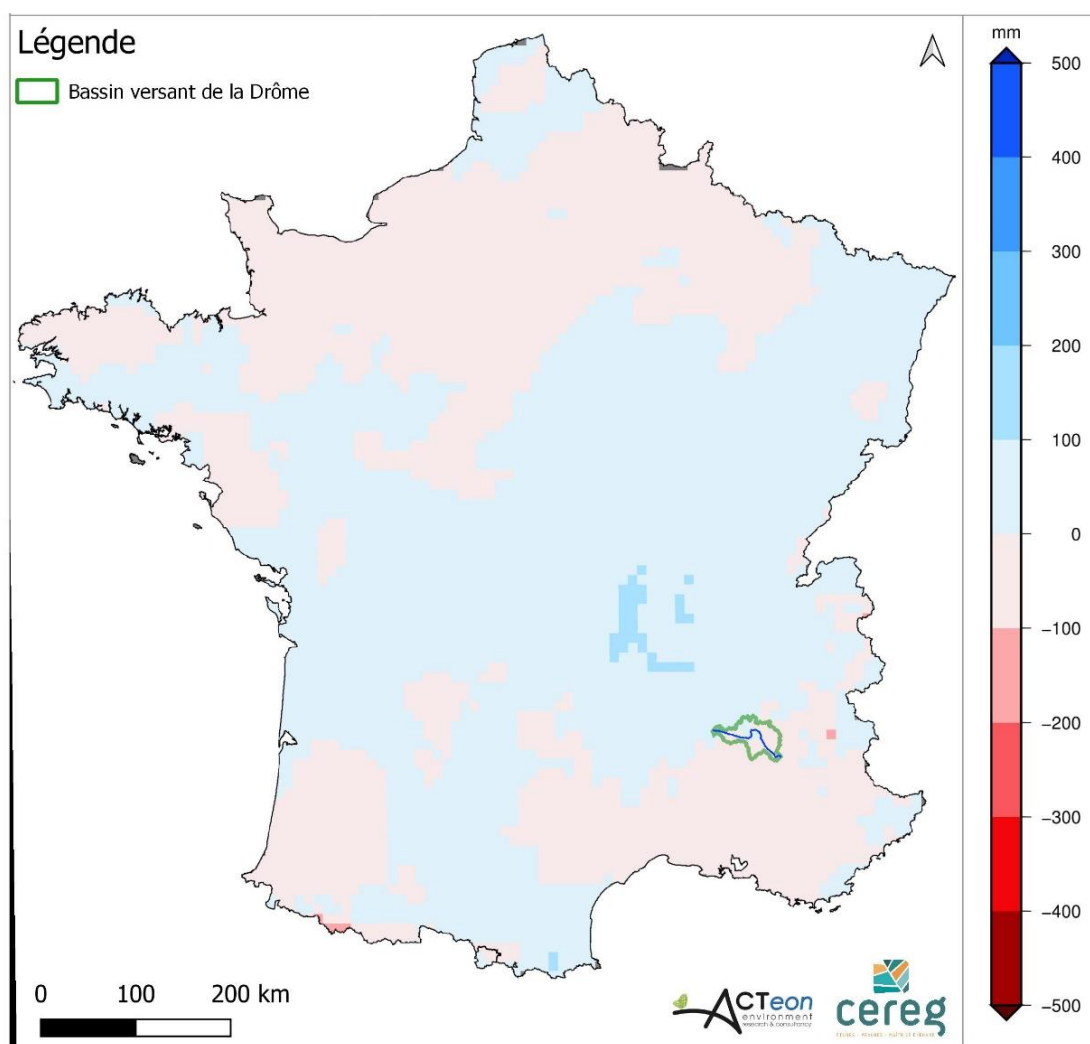


Figure 37 : répartition des variations annuelles de précipitation à l'échelle nationale à l'horizon 2050 (source : DRIAS, modèle ALADIN, scénario RCP 4.5)

- EN PERIODE ESTIVALE

Sur les mois d'été (juin à septembre), les écarts sont plus significatifs. Même si la tendance n'est pas univoque, les fluctuations mettent en évidence une baisse de la pluviométrie en été à l'horizon 2050. En effet, les calculs annoncent un cumul moyen de 290 mm à l'horizon 2050 (RCP 4.5) contre 320 mm en période de référence, soit une diminution de -10%.

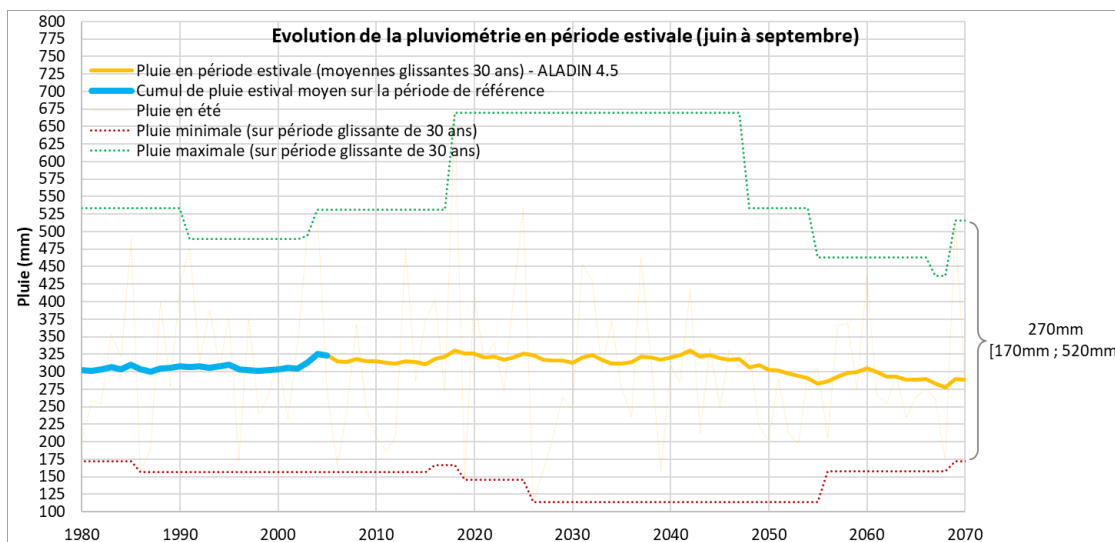
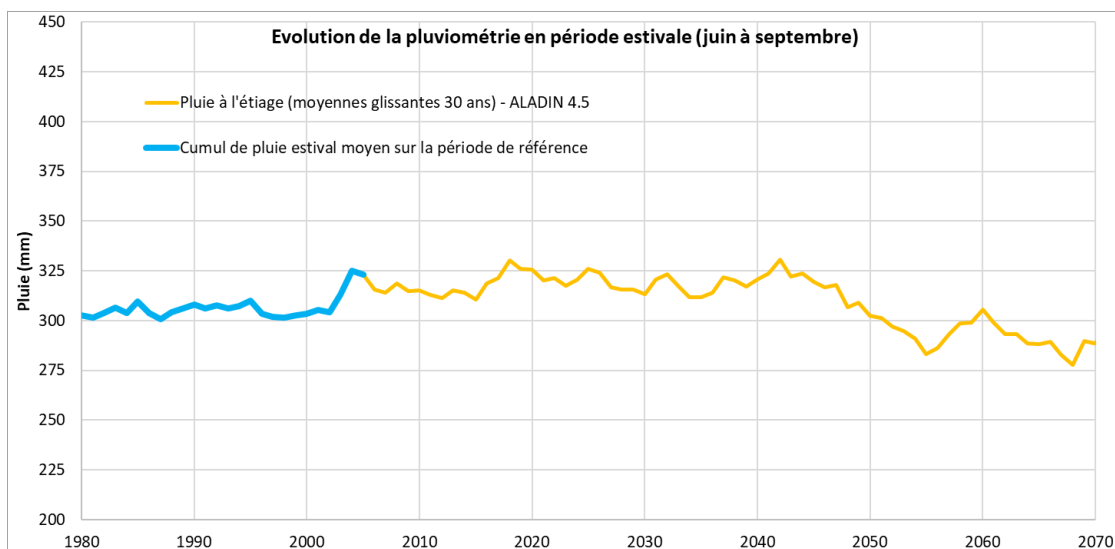


Figure 38 : évolution de la pluviométrie moyenne en période estivale (juin-septembre) à l'horizon 2050

En termes de répartition spatiale des évolutions de précipitations en été, c'est surtout l'amont du bassin versant qui sera touché (évolutions inférieures à -10%). On remarque un gradient d'évolution de l'aval vers l'amont.

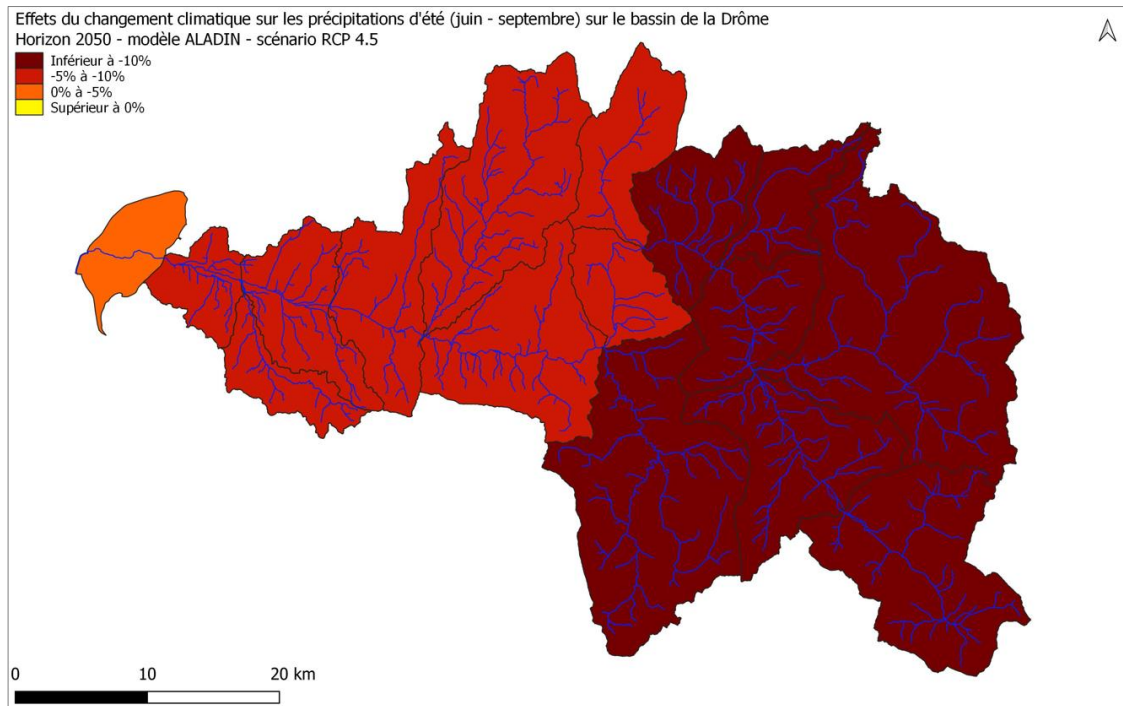


Figure 39 : répartition des variations des précipitations d'été (juin-septembre) à l'horizon 2050

- A L'ECHELLE MENSUELLE

La comparaison des fluctuations mensuelles de précipitations en période de référence et à l'horizon 2050 permet de faire ressortir les éléments suivants :

- Les pluies seront beaucoup plus abondantes en hiver, en particulier de janvier à mars.
- Ce phénomène est contrebalancé sur la période automnale où les cumuls seront systématiquement plus faibles (septembre à décembre).
- En été, de fortes baisses des cumuls se produisent sur les mois de juin (-26%) et juillet (-12%).

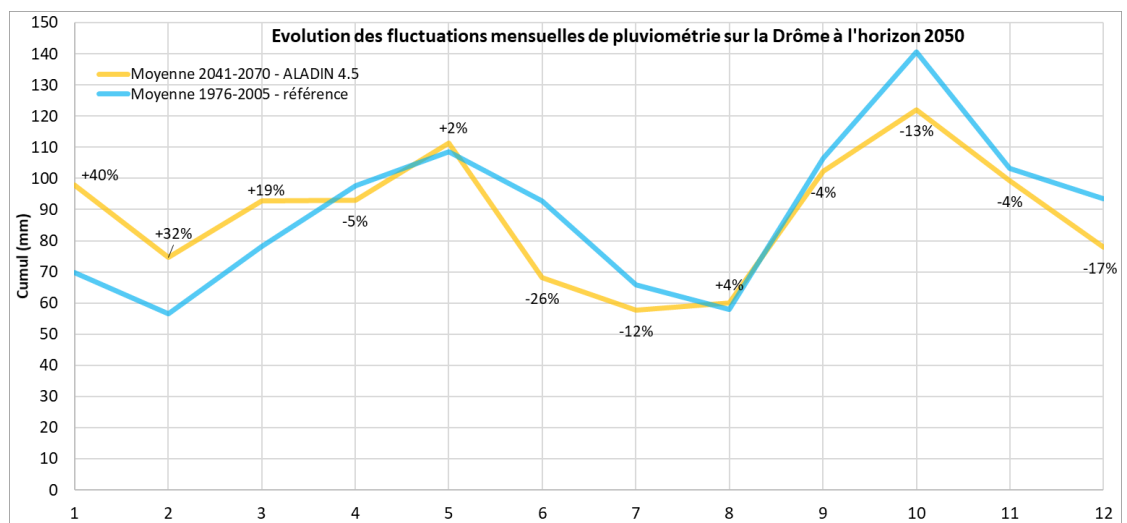


Figure 40 : évolution de la pluviométrie moyenne mensuelle à l'horizon 2050

- POUR LES EVENEMENTS EXTREMES

Les événements extrêmes de précipitations se définissent généralement par des cumuls de pluie élevés qui se produisent sur des durées relativement courtes (généralement moins de 24h). Ces phénomènes surviennent principalement à l'occasion d'orages violents qui génèrent des apports d'eau importants. Les fortes intensités ne permettent pas l'infiltration suffisante des eaux et génèrent des ruissellements abondants pouvant conduire à des crues et des débordements de cours d'eau.

Le caractère « extrême » de ces précipitations ne fait pas l'objet d'une définition nette vis-à-vis d'un seuil de cumul ou d'intensité de pluie qui serait défini comme une grandeur nationale, voire internationale. Au contraire, sur chaque poste pluviométrique du territoire il est possible d'effectuer des statistiques sur les événements pluvieux marquants et de déduire des probabilités et fréquences d'apparition, on parle alors de pluie décennale (survenant en moyenne tous les 10 ans), cinquantennale, centennale...

A titre d'exemple, la pluie centennale journalière à Montpellier est de 270 mm alors qu'elle n'est que de 92 mm à Limoges. A Montélimar, la pluie centennale journalière représente un cumul de 236 mm.

En ce qui concerne l'évolution des pluies extrêmes sur la Drôme à l'horizon 2050, on retrouve des tendances similaires à celles évaluées sur les fluctuations mensuelles dans le paragraphe précédent :

- Les phénomènes de pluies extrêmes seront plus fréquents et/ou plus violents sur la période hivernale (janvier, février, mars).
- Au printemps et à l'automne, les pluies extrêmes ne semblent pas particulièrement impactées.
- En été (juin, juillet, août), les pluies extrêmes sont moins fréquentes et/ou moins violentes.

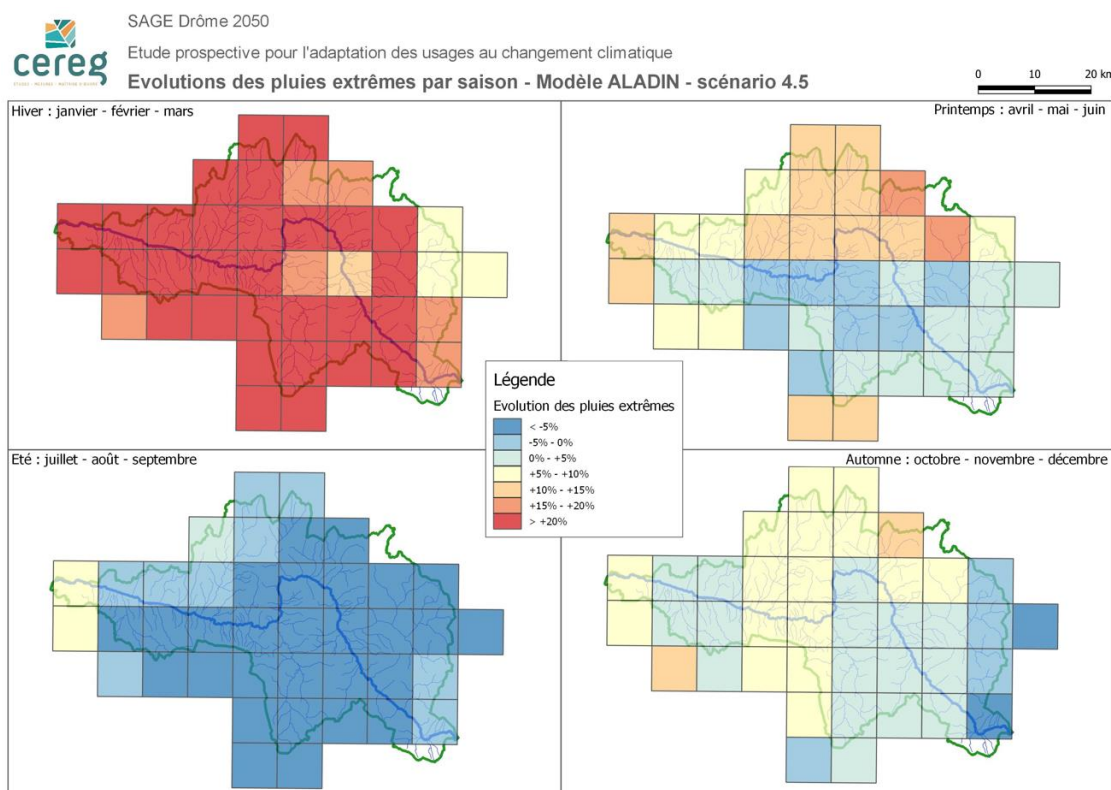


Figure 41 : évolutions des pluies extrêmes par saison à l'horizon 2050 (Modèle ALADIN – scénario 4.5)

Les courbes d'évolutions des quantiles de pluies extrêmes, sur l'année et pour la saison hivernale, montrent qu'il faut s'attendre à des augmentations des pluies de l'ordre de 6% si l'on raisonne à l'échelle annuelle. Sur les pluies extrêmes hivernales seules, les hausses de quantiles peuvent atteindre +22% à l'horizon 2050 sur le bassin versant de la Drôme³.

1.1 ³ LES COURBES D'ÉVOLUTIONS DES QUANTILES DE PLUIES EXTREMES ONT ÉGALEMENT ÉTÉ SIMULÉES SUR LES SCENARII 8.5 ET 2.6 À PARTIR DU MODÈLE ALADIN ET DU MODÈLE IPSL : LES RESULTATS SONT PRÉSENTES EN ANNEXE 1 : LES INDICATEURS DE SUIVI

Au cours du processus de concertation de la phase 2, diagnostic de sensibilité du territoire, les acteurs du comité de pilotage ont été interrogés sur les indicateurs de suivi de l'évolution du territoire en contexte de changement climatique, lors du COPIL n°3. Ces indicateurs sont d'ordre qualitatif ou quantitatif, ils permettent à la fois de traduire l'évolution rétrospective du territoire constatée sur les 10 dernières années et de suivre la trajectoire du territoire en analyse prospective. Les acteurs ont été interrogés pour définir de tels indicateurs qui faisaient sens pour eux sur le bassin. Il a été indiqué aux acteurs que l'idéal était de trouver des indicateurs déjà utilisés par les différents observatoires sur l'eau et les milieux aquatiques (SAGE, contrats de rivière, syndicat d'eau, etc.). D'autre part il a été demandé des indicateurs facilement quantifiables, plus simples à évaluer en trajectoire prospective après l'analyse des scénarios, pouvant illustrer directement l'évolution du territoire. Les personnes concertées avaient aussi la possibilité de proposer des indicateurs spécifiques à développer dans le cadre de la mise en œuvre future du SAGE DROME 2050.

L'exercice s'est déroulé en 2 temps, les acteurs ont d'abord inscrits sur une carte, les enjeux et impacts qu'ils avaient observés, vécus au cours de l'été 2022. À partir de cette carte d'enjeux et d'impacts, ils ont défini les indicateurs qui permettraient de les suivre de manière prospective, en contexte de changement climatique. La consigne était la suivante : « **À partir des enjeux, impacts observés cet été sur le milieu naturel et dans les secteurs d'activités, quels indicateurs de suivi associer à l'étude pour caractériser l'évolution en contexte de changement climatique ?** »

Les indicateurs produits par le COPIL ont été classés par type d'usage : AEP et urbanisme, Agriculture, Milieux naturels, cadre de vie et paysage, Industrie, Tourisme, autres. L'exercice a été très prolifique car l'exercice de faire travailler les acteurs sur une situation vécue qui s'apparente à ce que pourra être une année en contexte de réchauffement climatique a été très parlant pour les acteurs. Chacun d'entre eux, dans le cadre de sa situation personnelle ou professionnelle, avait un vécu des impacts de l'été 2022 sur les milieux aquatiques, des enjeux associés et donc des idées suivies pour mieux qualifier ou suivre ces impacts à l'avenir. Près de 130 indicateurs ont été proposés par le COPIL.

Dans le cadre de l'exercice du SAGE Drôme 2050 (du diagnostic à la description de scénarios d'évolution des usages), beaucoup d'indicateurs issus de ce COPIL ont été écartés dans le sens où ils étaient trop précis (et donc dans la plupart des cas, la donnée qui aurait servi de base de travail n'était pas

disponible), par exemple des indicateurs communaux (nombre de permis délivrés/commune, nombre de piscines/commune, demande de récupérateurs d'eau pluviale, rendement de chaque culture, nombre de forages privés, etc.) Le fichier de recueil des indicateurs sous format Excel permet le recensement exhaustif de ces indicateurs « trop précis ». Néanmoins une grande partie d'entre eux a constitué un « **pool d'idées** » pour **décrire textuellement les scénarios et les discriminer entre eux** (phase 3 de l'étude), sans pour autant donner une valeur chiffrée derrière chacun.

Pour d'autres **indicateurs, plus « macro »**, ils ont été repris dans le cadre du diagnostic (de façon parfois quelque peu adaptée en fonction des données à disposition) pour décrire d'une part **l'exposition du territoire au changement climatique** (rythme et ampleur du phénomène du changement climatique), comme par exemple le débit dans la rivière, la température de l'eau, la qualité de l'eau, et d'autre part **la sensibilité** (degré auquel un système est influencé, positivement ou négativement, par la variabilité du climat ou le changement climatique), comme par exemple consommation en eau des différents usages, risque d'interdiction de baignade, risque d'arrêt de l'activité canoë, risque incendie, etc. Ensuite à partir d'un croisement pertinent entre un indicateur d'exposition et un indicateur de sensibilité ont été construits différents **indicateurs de vulnérabilité** du territoire au changement climatique, comme par exemple l'indicateur « Vulnérabilité globale des usages anthropiques de l'eau », résultat du croisement des prélèvements en eau totaux à 2050 et du débit au « format » QMNA5. Ces indicateurs de vulnérabilité sont présentés en conclusion du rapport de phase 2.

Pour la phase 3, la plupart de ces indicateurs « macro » ont été ensuite repris pour décrire et quantifier l'impact de chaque scénario. Ainsi pour chaque scénario, sont présentés les indicateurs d'exposition (débits, température de l'eau, qualité de l'eau) et certains indicateurs de sensibilité (consommation en eau des différents usages).

Pour arriver à comparer les scénarios entre eux, il est apparu nécessaire de s'extraire du fourmillement d'indicateurs existants. Etant entendu **qu'une dizaine d'indicateurs intégrateurs** serait un maximum pour réussir à appréhender les différentes dimensions des 4 scénarios qui ont été produits, le SETECH a fait une proposition. Sur cette base, la base d'indicateurs existants a été reprise pour arriver, en proposant une combinaison judicieuse, à constituer ces indicateurs intégrateurs.

Annexe 2 : [informations complémentaires sur les modélisations climat](#)¹.

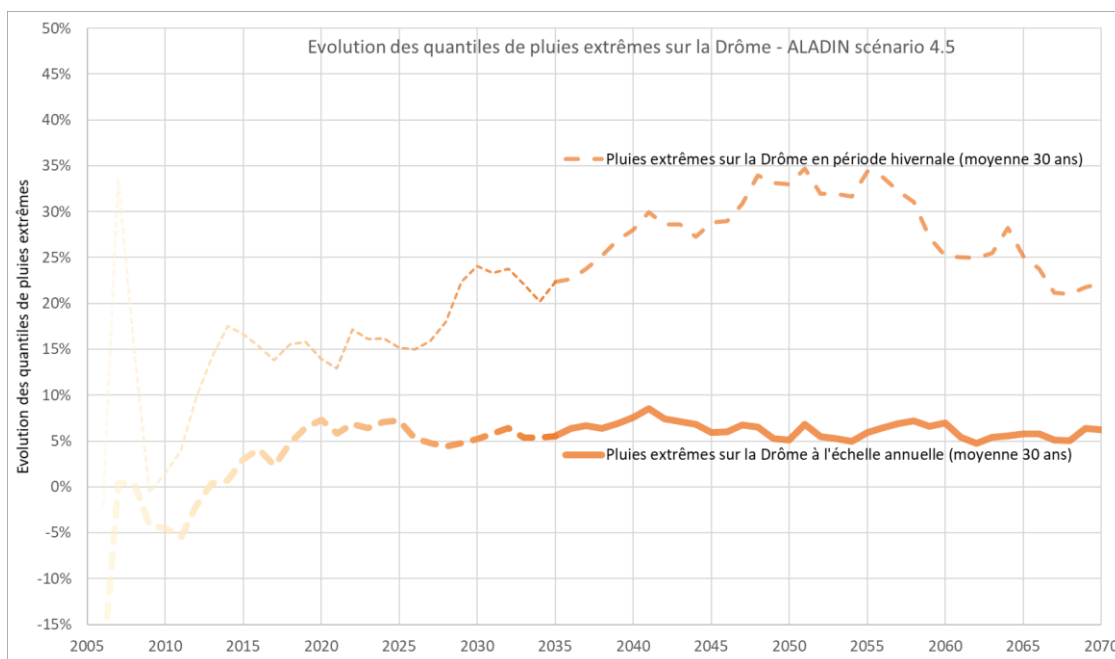


Figure 42 : évolution des quantiles de pluies extrêmes (Modèle ALADIN – scénario 4.5)

5.2.7 Analyse des chutes de neige futures

Avec le réchauffement prévu (et déjà engagé) de l'atmosphère, les chutes de neige sont et seront de moins en moins fréquentes et de moins en moins abondantes.

A l'horizon 2050, sous hypothèse du scénario d'émissions RCP 4.5, on atteindrait une diminution moyenne des chutes de neige de -28%.

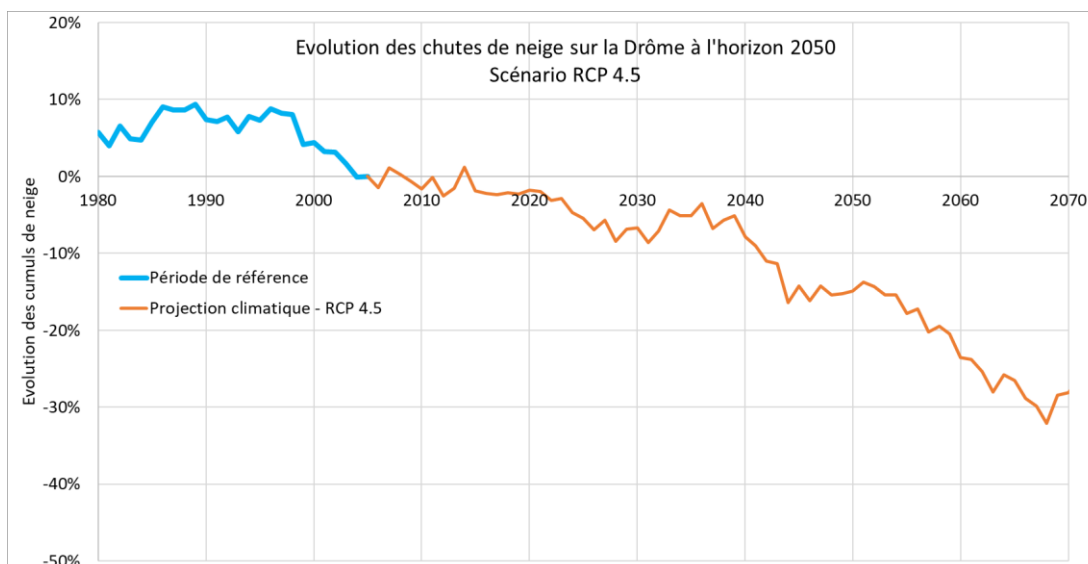


Figure 43 : évolution des chutes de neige à l'horizon 2050

Ces diminutions sont hétérogènes sur le bassin versant : les secteurs amont, présentant les altitudes les plus élevées et qui sont les plus propices à l'apparition de précipitations neigeuses actuellement, seront les plus touchées (-30% minimum sur le sous bassin versant du Bès).

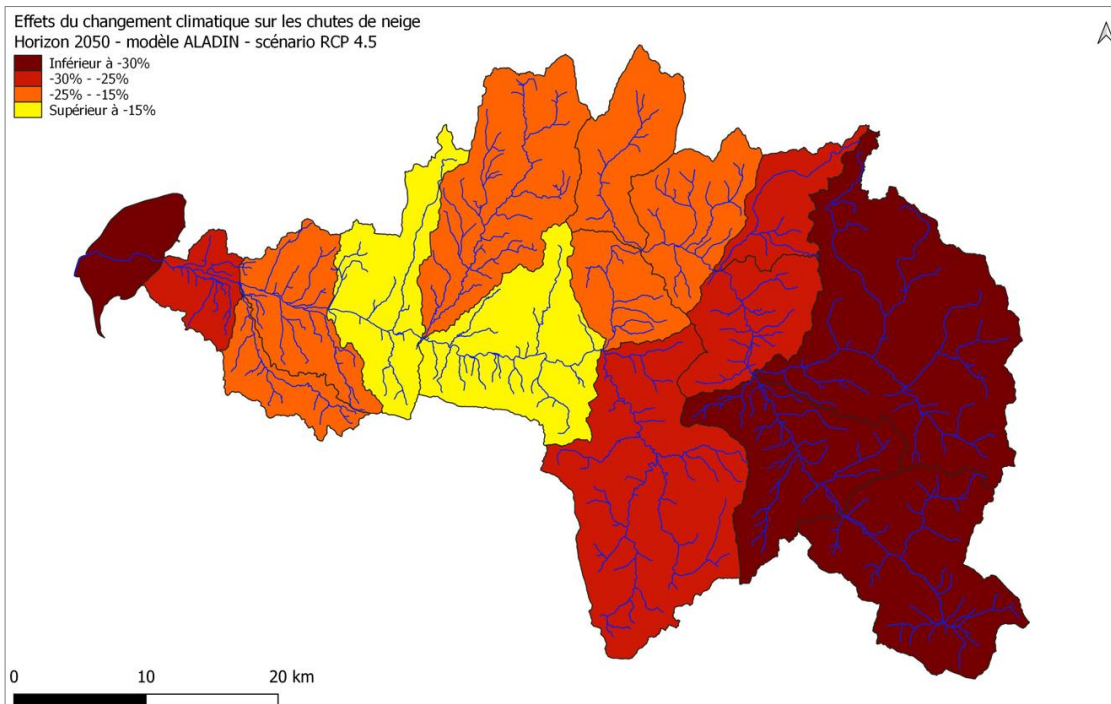


Figure 44 : répartition des variations de chute de neige à l'horizon 2050

5.2.8 Conclusions sur les analyses climatiques futures



- Températures

Concernant les températures, il faut s'attendre à une augmentation de l'ordre de 2°C en moyenne sur l'ensemble du bassin versant. Cette valeur semble marginale mais elle représente une augmentation de près de 20% ! Rappelons, à titre illustratif, que la température moyenne séparant une période glaciaire d'une période interglaciaire est évaluée à 4°C.

Cette augmentation de températures a de fortes conséquences sur le nombre de jours sans dégel : le nombre de jours où la température moyenne journalière est inférieure à 0°C devrait diminuer de 35% à l'horizon 2050.

Toutes les périodes de l'année seront donc concernées par ces évolutions du climat.

- ETP

L'évapotranspiration est une variable climatique directement corrélée à la température et on constate une augmentation annuelle moyenne de 80 mm à l'horizon 2050 (+10%). Cette augmentation concerne principalement les mois d'été lors desquels la demande en eau de la végétation est la plus importante. Cela pourra avoir de graves conséquences sur les aspects de biodiversité du bassin versant, notamment les ripisylves et plantes aquatiques qui ont des exigences hydriques très spécifiques.

- Pluviométrie

- Tendances annuelles et mensuelles

La pluviométrie est une variable climatique très délicate à modéliser :

D'une part car il existe différentes structures de précipitations (stratiformes, convectives...) qui se produisent sur des échelles spatiales hétérogènes que les modèles climatiques peinent à reproduire.

D'autre part parce que le lien entre les émissions et les précipitations est difficile à mettre en évidence.

Ainsi, les modèles ne permettent pas de montrer d'évolutions significatives des précipitations, que ce soit sur les cumuls annuels ou bien sur la répartition mensuelle.

- Pluies extrêmes

Les augmentations des intensités extrêmes des précipitations se font essentiellement ressentir sur la période hivernale. Le reste de l'année, les tendances sont moins nettes. Rappelons toutefois que les événements extrêmes constituent la principale limite des modèles climatiques dans le sens où ils ne sont pas encore capables de représenter certains phénomènes complexes (cellules convectives par exemple).

- Neige

Du fait du réchauffement global survenant sur le territoire, les chutes de neige seront de moins en moins fréquentes et de moins en moins abondantes (-28% en moyenne sur le bassin versant à l'horizon 2050).



Figure 45 : évolution des principaux paramètres climatiques (T, ETP, P, neige, dégel) de 1976 à 2070 sur le bassin versant de la Drôme

Les étiages comme celui de 2022 seront-ils plus fréquents ?



L'analyse des projections futures et la comparaison avec les données climatiques de l'étiage survenu durant l'été 2022 montrent que de telles sécheresses surviendront **plus régulièrement**.

À l'horizon 2050 sur le bassin de la Drôme, le risque de voir apparaître de tels événements sera **25% plus élevé** que sur la période de référence.

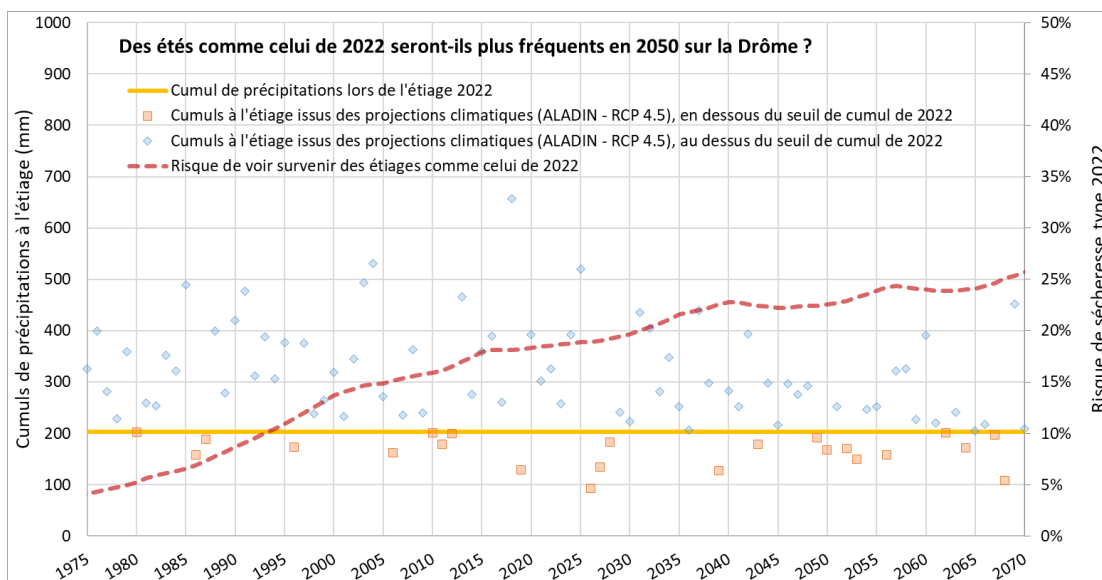


Figure 46 : comparaison des niveaux d'étiage projetés à l'horizon 2050 sur le bassin versant de la Drôme à celui de 2022

5.3 LIMITES ET INCERTITUDE

5.3.1 *Données mesurées*

Les données des stations météorologiques ont l'avantage d'être issues d'une véritable mesure et il s'agit donc du signal le plus robuste dont on dispose pour analyser les événements climatiques réels qui se sont produits par le passé.

Les principaux inconvénients des stations météorologiques sont ceux inhérents à toute mesure :

- D'une part les capteurs des stations de mesure ont un caractère très ponctuel, ce qui pose la question de la représentativité de la mesure sur un territoire aussi étendu que le bassin versant de la Drôme (1600 km²). A titre de comparaison, la surface d'un pluviomètre est normalisée et représente 400 cm².
- D'autre part, le matériel peut présenter des défaillances, des erreurs, des coupures ou des dérives pouvant conduire à l'impossibilité d'interpréter les observations.
- Enfin, la profondeur d'historique enregistrée, parfois limitée, qui empêche parfois de faire des analyses poussées et robustes d'un point de vue statistique.

Certaines variables sont plus sujettes aux erreurs et aux incertitudes que d'autres. Par exemple la pluviométrie est particulièrement hétérogène d'un point de vue spatial : certains phénomènes orageux avec des cellules convectives se produisent de façon extrêmement localisée et la probabilité d'intercepter des lames d'eau représentatives de ce type d'événement est faible.

En ce qui concerne les températures, les mesures sont potentiellement représentatives d'un périmètre plus large que celui mesuré par un pluviomètre. Toutefois, les capteurs de température sont généralement sensibles à la dérive et perdent peu à peu leur exactitude, nécessitant un étalonnage régulier.

Ces éléments, additionnés à une hétérogénéité spatiale sur le bassin versant de la Drôme, la dispersion des valeurs des différentes variables.

5.3.2 *Données reconstituées*

En l'absence de données, il est parfois nécessaire de reconstituer certaines variables manquantes. Il peut s'agir, par exemple, de combler une période présentant des lacunes avec des données qui n'ont pas été enregistrées dans la chronique. On peut également rencontrer le besoin de recréer intégralement une variable qui n'est pas disponible au droit d'une station de mesure.

Il est alors nécessaire d'établir des corrélations, plus ou moins complexes, avec les autres paramètres mesurés qui sont disponibles. Il peut s'agir d'un simple facteur correctif ou bien d'une équation plus élaborée faisant intervenir une ou plusieurs variables.

L'inconvénient de ces méthodes de reconstitution sont les incertitudes qui pèsent sur les résultats.

L'exemple suivant montre la dispersion des écarts de températures sur la chronique reconstituée à Die grâce aux relevés de la station de Montélimar. L'erreur positive est en moyenne de +0.9°C et l'erreur négative de -1.3°C en moyenne.

Après avoir écarté 1% des valeurs extrêmes (pour limiter les écarts aberrants liés à des artefacts numériques), les écarts maximaux constatés sont de l'ordre de -5°C à +4°C. On obtient donc une amplitude d'incertitude relativement forte.

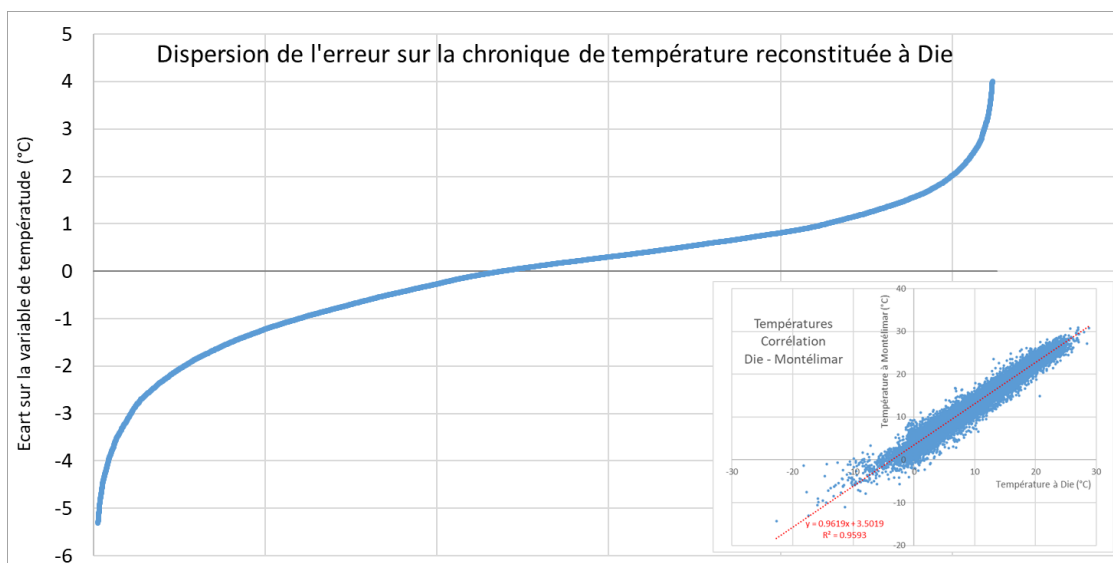


Figure 47 : dispersion de l'erreur sur la chronique de température reconstituée à Die

Le même travail peut être effectué sur l'évapotranspiration : on remarque une erreur positive de +0.9mm/j et une erreur négative de -1.1mm/j en moyenne. Les amplitudes maximales des écarts sont comprises entre -5.7 mm/j et +5.9 mm/j.

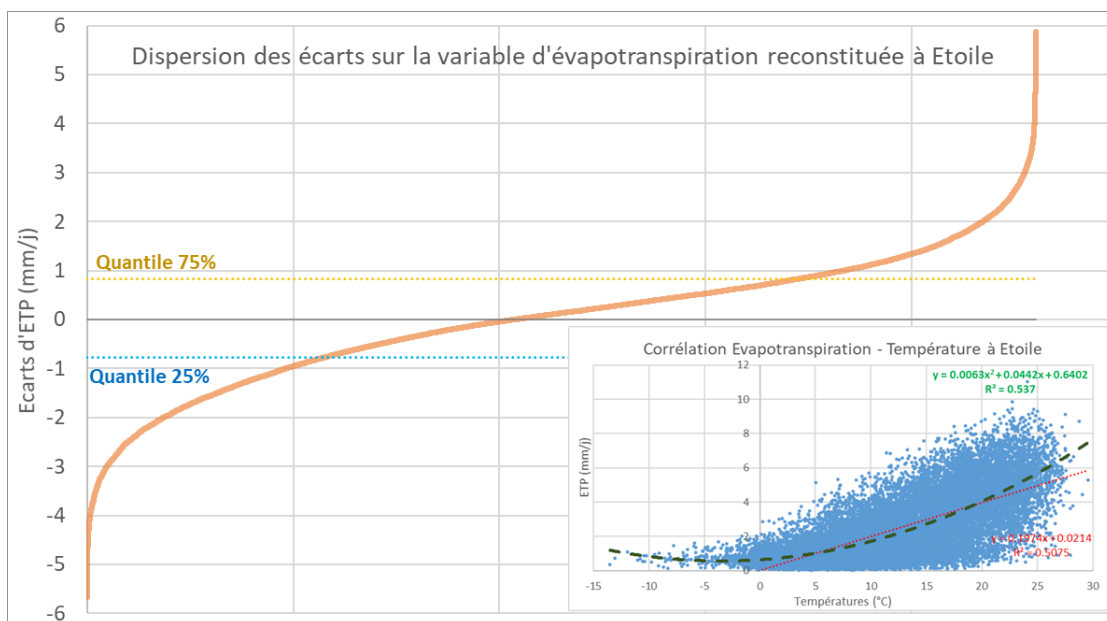


Figure 48 : dispersion de l'erreur sur la chronique de l'ETP reconstituée à Die

5.3.3 Données modélisées

Les données FYRE Climate sont issues de modélisations et sont utilisées ici lorsqu'aucune autre source de donnée n'est disponible. Les modélisations sont des représentations simplifiées de la réalité et il est nécessaire de vérifier leur validité en comparant leurs résultats aux observations.

Les résultats des comparaisons des variables de précipitation et de température issues de la données FYRE Climate avec respectivement les postes pluviométriques environnants et les stations de température sont très satisfaisants. Ces résultats sont présentés dans l'Annexe 3 : les données FYRE CLIMATE.

Les données pour les variables de pluie et de température seront donc utilisées telles quelles pour compléter les chroniques climatologiques qui serviront à alimenter le modèle hydrologique.

Pour l'ETP, les écarts constatés entre observation Météo France et données Fyre Climate impliquent une correction des données Fyre Climate (utilisation d'un facteur correctif mensuel) avant d'être utilisées pour compléter les données manquantes pour le fonctionnement du modèle hydrologique.

5.3.4 Données de projections futures

Les données climatologiques utilisées pour les projections futures sont issues de modélisations de divers organismes de recherche. **Le modèle retenu ici est le modèle ALADIN de Météo France.**

Les incertitudes et limites d'utilisation de ces données sont liées à deux facteurs principaux :

- D'une part les **hypothèses de modélisations**, elles-mêmes dictées par les limites des connaissances scientifiques sur le climat. En effet, certaines relations entre les variables climatologiques ne sont pas parfaitement éclaircies, par exemple le lien entre les émissions de gaz à effet de serre et les précipitations.
- D'autre part les incertitudes quant aux **trajectoires socio-économiques** qui vont piloter les taux d'émissions de gaz à effet de serre.

Dans le cadre de cette étude, il avait été décidé de s'intéresser au scénario RCP 4.5 et d'utiliser les résultats du modèle ALADIN.

A titre illustratif, les différentes variables ont également fait l'objet d'une analyse pour le modèle de l'IPSL et pour deux autres scénarios d'émissions (RCP 2.6 et RCP 8.5).

- Températures

Sur les moyennes annuelles, nos conclusions avançaient des augmentations de températures de l'ordre de +1.7°C à +1.9°C. Les résultats des différents scénarios permettent de nuancer avec l'ajout d'un intervalle de confiance de -0.2°C à +0.5°C.

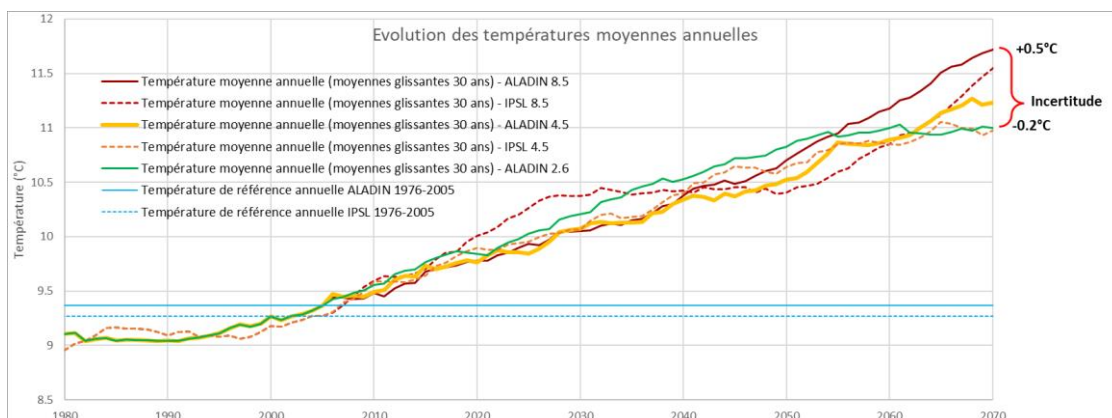


Figure 49 : comparaison de l'évolution des températures moyennes annuelles avec les modèles ALADIN et IPSL pour les scénarii 8.5, 4.5 et 2.6

Pour les températures estivales, le modèle ALADIN donne les résultats les plus pessimistes à l'horizon 2050.

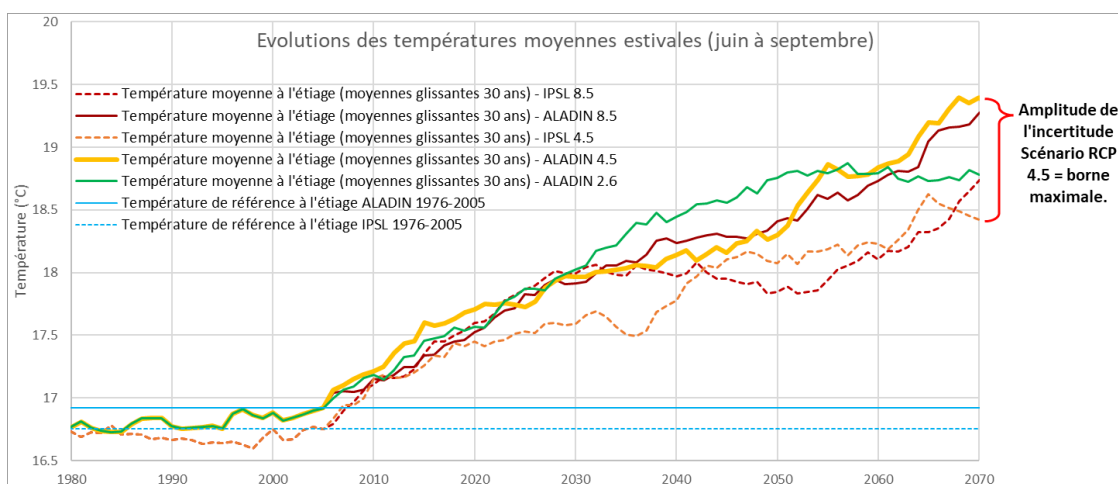


Figure 50 : comparaison de l'évolution des températures moyennes estivales avec les modèles ALADIN et IPSL pour les scénarii 8.5, 4.5 et 2.6

- ETP

Sur la variable d'évapotranspiration, les différents modèles et les différents scénarios conduisent à un faisceau de résultats relativement resserré avec un écart maximal entre les bornes minimales et maximales de l'ordre de 40 mm (soit moins de 5% de la lame d'eau annuelle d'ETP).

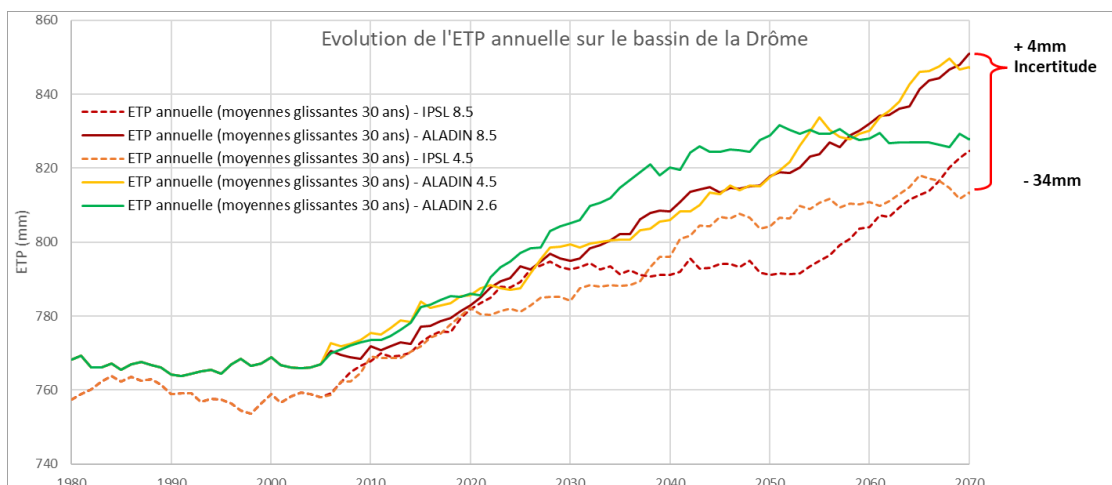


Figure 51 : comparaison de l'évolution de l'ETP annuelle avec les modèles ALADIN et IPSL pour les scénarii 8.5, 4.5 et 2.6

Sur l'ETP estivale, le constat est le même que pour la température : le modèle ALADIN sous RCP 4.5 est le plus pessimiste et correspond à la borne maximale des résultats étudiés.

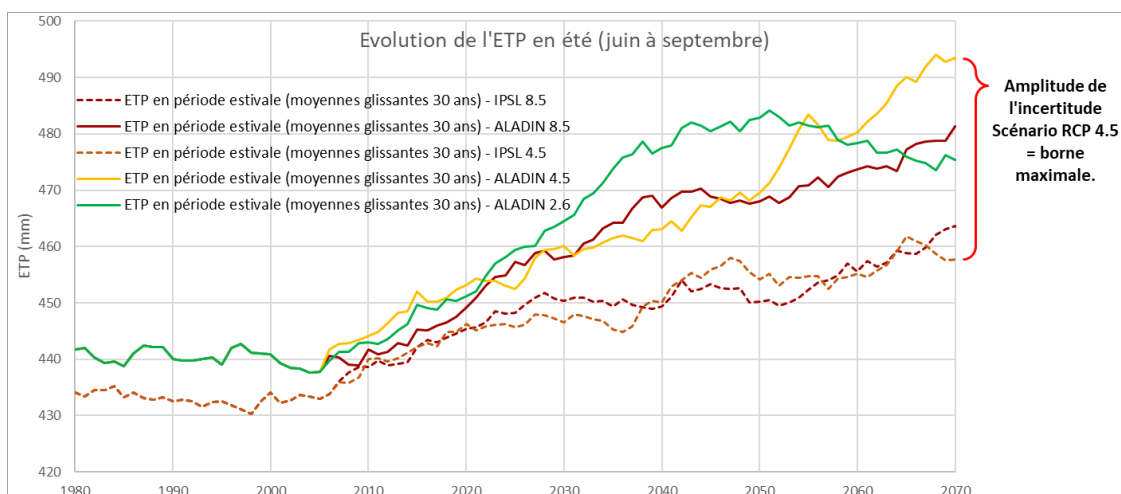


Figure 52 : comparaison de l'évolution de l'ETP estivale avec les modèles ALADIN et IPSL pour les scénarii 8.5, 4.5 et 2.6

- Pluviométrie

A l'échelle annuelle comme en période estivale, les modélisations de la pluviométrie future par le modèle ALADIN sous RCP 4.5 conduisent à la valeur la plus faible des possibilités testées à l'horizon 2050 sur le bassin de la Drôme.

Les écarts annuels sont de l'ordre de 10% entre les bornes minimales et maximales des pluviométries annuelles obtenues.

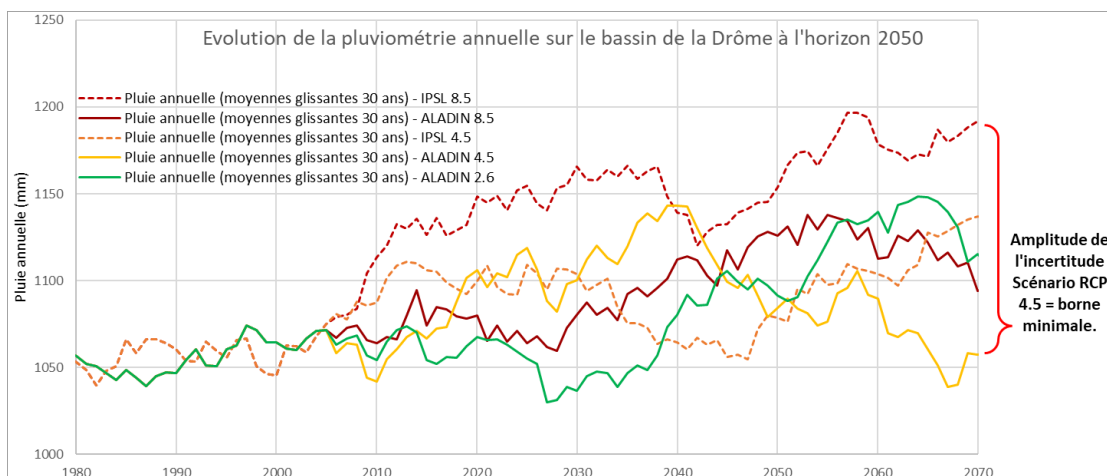


Figure 53 : comparaison de la pluviométrie annuelle avec les modèles ALADIN et ISPL pour les scénarii 8.5, 4.5 et 2.6

Sur la pluviométrie estivale, les écarts sont plus marqués d'un modèle à l'autre avec une amplitude de près de 80 mm entre les différents résultats (soit plus de 25% d'écart entre les bornes minimales et maximales obtenues).

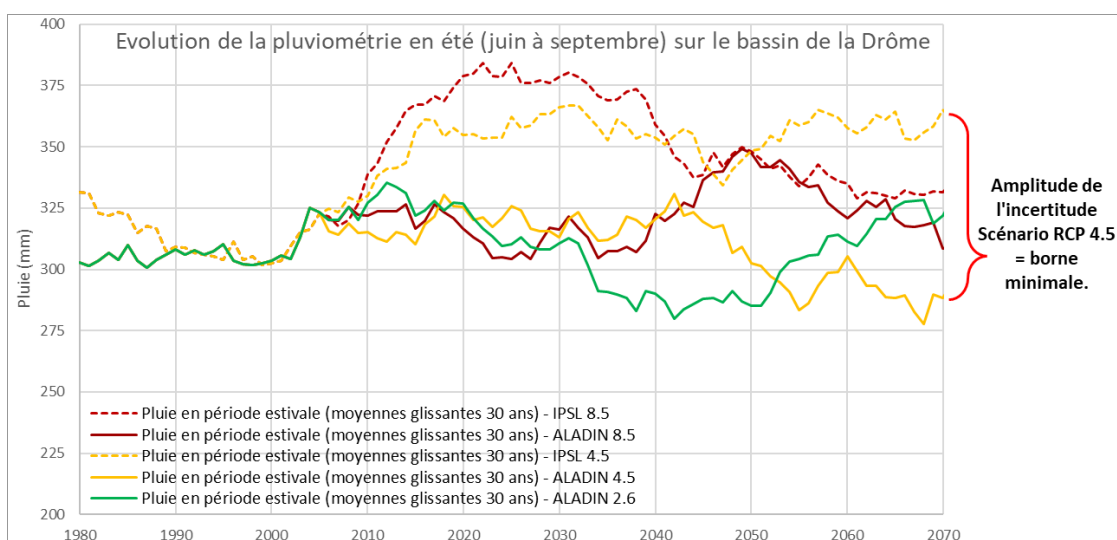


Figure 54 : comparaison de la pluviométrie estivale avec les modèles ALADIN et ISPL pour les scénarii 8.5, 4.5 et 2.6

5.3.5 Conclusions sur les limites et incertitudes des outils de modélisation



Au final, **les données climatiques retenues dans le cadre de cette étude (modèle ALADIN sous scénario d'émissions RCP 4.5) se situent au niveau des bornes extrêmes à l'horizon 2070 pour la période estivale :**

- **Les températures et l'ETP atteignent des valeurs plus élevées qu'avec les autres modèles et autres scénarios.**
- **La pluviométrie estivale atteint le niveau le plus faible.**

Ces deux phénomènes réunis simultanément devraient conduire à une incidence majorée sur les variables hydrologiques.

6 HYDROLOGIE

6.1 ETAT ACTUEL

6.1.1 Analyse du bassin versant

Le comportement hydrologique d'un bassin versant s'explique par les caractéristiques physiques qui lui sont propres (occupation du sol, pentes, géologie...) ainsi que par la climatologie locale à laquelle il est soumis.

Les paragraphes qui suivent constituent l'analyse des différents éléments du bassin versant qui jouent un rôle dans la production et la propagation des écoulements.

SURFACES DRAINEES ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE

L'étude s'intéresse à l'ensemble de la Drôme et de ses affluents. La carte suivante présente les principaux sous bassins identifiés.

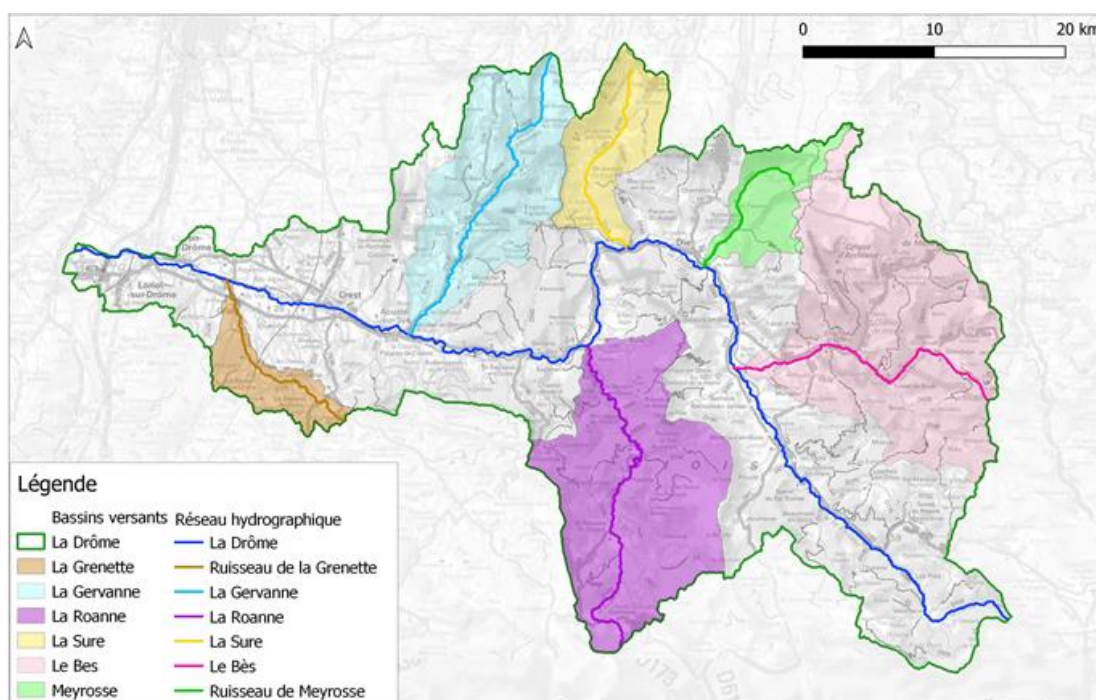


Figure 55 : carte des sous-bassins versant de la Drôme

Les longueurs d'écoulement ainsi que les surfaces drainées sont précisées dans le tableau suivant.

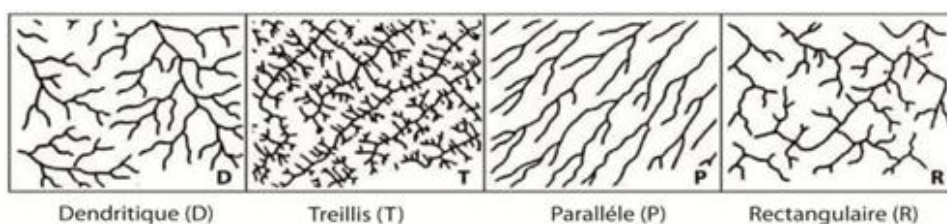
Au total, le bassin de la Drôme couvre un périmètre de 1 670 km².

Cours d'eau	Linéaire (km)	Superficie du bassin versant (km ²)	Proportion par rapport au bassin de la Drôme
La Grenette	17.2	42	3%
La Gervanne	29.9	152	9%
La Roanne	34	229	14%
La Sure	18	73	4%
Le Bès	25.5	274	16%
Le ruisseau de Meyrosse	19.2	51	3%
Total étudié (Bassin de la Drôme)	112 km	1 670 km²	100%

Figure 56 : caractéristiques hydrologiques du bassin versant de la Drôme

Le réseau hydrographique est l'ensemble des chenaux qui drainent les eaux de surface vers l'exutoire du bassin versant.

Le tracé de ce réseau est la conséquence de nombreux facteurs, notamment la géologie, le climat, la pente du terrain, l'occupation des sols, la présence d'activités humaines... Son organisation aura une grande influence sur la propagation des écoulements et donc sur la réponse hydrologique du bassin versant, que ce soit en crue ou à l'étiage.



Dans le cas de ce secteur d'étude, l'organisation du réseau hydrographique est de type dendritique.

PENTES, PROFILS EN LONG ET PROFILS EN TRAVERS

Le relief d'un bassin versant a toute son importance lorsqu'on s'intéresse à l'hydrologie du territoire car de nombreux paramètres hydrométéorologiques varient avec l'altitude (précipitations, températures, etc.) et la morphologie du bassin. Les reliefs ont un effet notable sur les précipitations (phénomène orographique) en termes d'intensités, de cumuls et de répartition spatiale.

1. Relief

Le relief du bassin versant de la Drôme est très particulier du fait de son hétérogénéité : à son exutoire dans le Rhône le bassin présente un relief de plaine avec une topographie très peu marquée et une altitude d'environ 100 mNGF. Au contraire, plus on se déplace vers l'amont du bassin plus on rencontre un relief montagneux avec des versants particulièrement escarpés. L'altitude maximale rencontrée sur le bassin dépasse les 2000 m NGF au niveau de la montagne du Glandasse (Pié Ferré culminant à 2041 mNGF) et au mont Jocou (2051 mNGF).

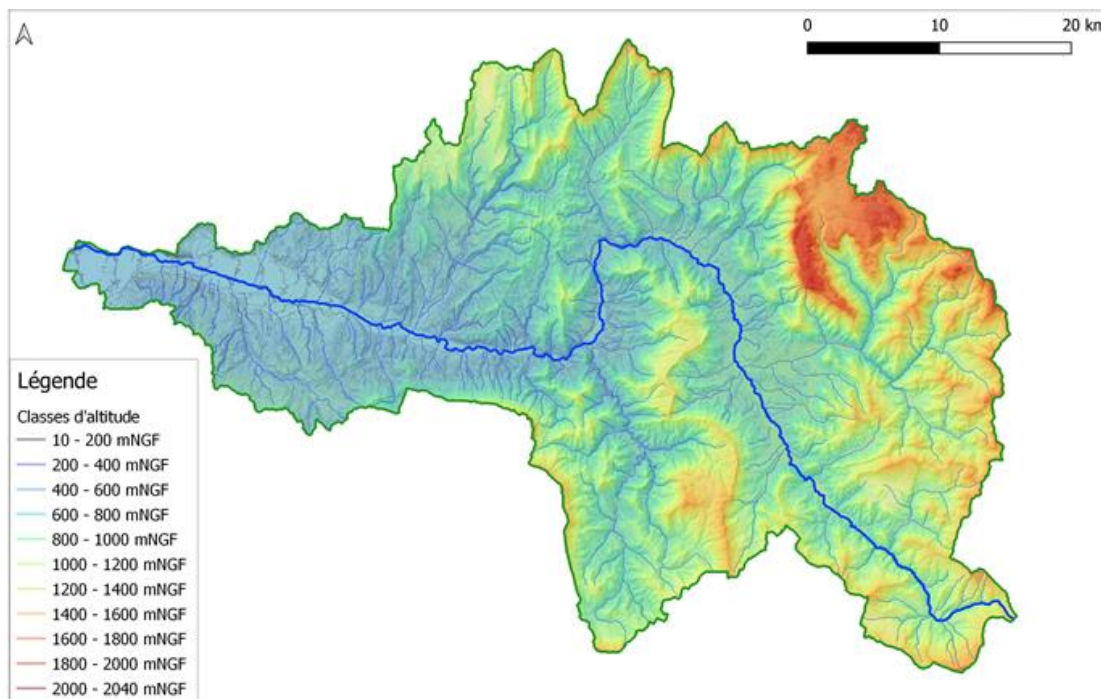


Figure 57 : cartographie du relief du bassin versant de la Drôme

Par ailleurs, la pente des terrains imposée par les différents reliefs pilote la vitesse d'écoulement sur les versants et dans le réseau hydrographique. Le relief se caractérise généralement à partir de différents indicateurs comme les altitudes minimales et maximales, les pentes moyennes...

L'analyse du modèle numérique de terrain (RGE alti 5m) a permis de déterminer les principales caractéristiques altimétriques des bassins versants étudiés.

2. Analyse des profils en long

La plupart des affluents étudiés présentent des profils en long avec des caractéristiques similaires : ils prennent leur source à des altitudes élevées et les premiers kilomètres linéaires se caractérisent par des pentes particulièrement élevées.

Ces pentes diminuent et se stabilisent rapidement. Elles restent régulières jusqu'à la confluence avec la Drôme.

Le graphique ci-dessous représente le profil en long de la Drôme et de ses principaux affluents.

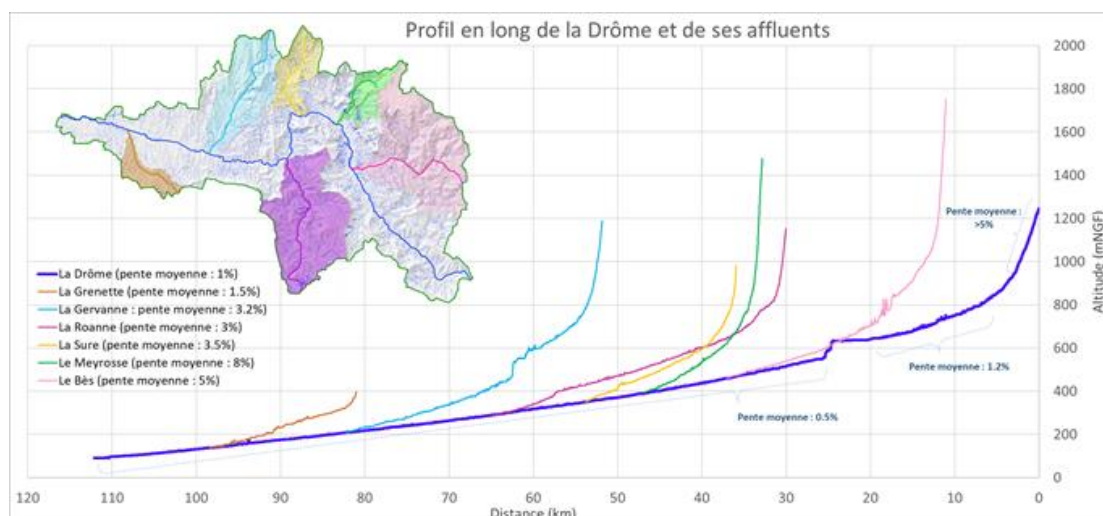


Figure 58 : profil en long de la rivière Drôme et ses affluents

La carte suivante présente la spatialisation des pentes sur le bassin versant. Comme attendu, les pentes les plus fortes se retrouvent sur les secteurs montagneux. De manière générale, les deux-tiers Est du bassin versant se caractérisent par des pentes très marquées liées à la présence des contreforts du Vercors et des Baronnies Provençales.

En conséquence, on retrouve un fonctionnement hydrologique avec un axe d'écoulement principal (la Drôme) présentant une pente modérée et très régulière (zone d'accumulation), alimenté par des petits affluents potentiellement très réactifs du fait du relief (zones de production et de transfert des écoulements).

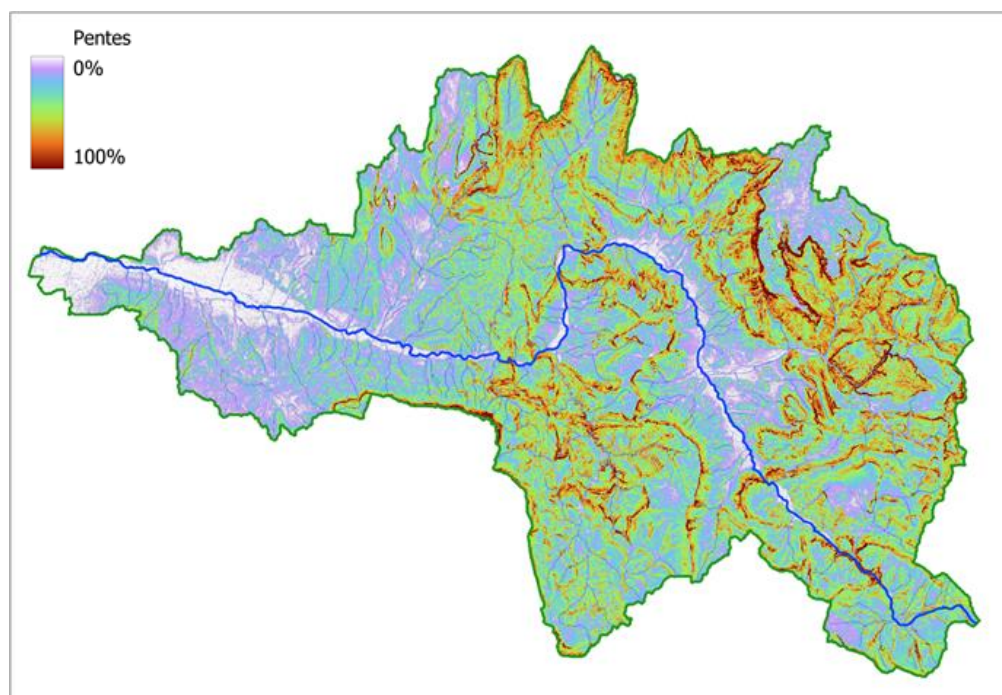


Figure 59 : cartographie des pentes du bassin versant de la Drôme

En termes de réaction hydrologique, cette configuration de profils et de pentes devrait donner lieu à des comportements très spécifiques entre la Drôme et ses affluents.

o Analyse des profils en travers

Le graphique suivant permet de visualiser l'évolution de la structure de la vallée de la Drôme d'amont en aval.

Sur les premiers kilomètres (profils 1 et 2), la Drôme est un cours d'eau très encaissé et présente un profil en V typique des torrents de montagne.

A partir du profil n°3, le profil en V laisse place à une vallée alluviale où le cours d'eau dispose d'un espace de mobilité bien plus important. Jusqu'au profil n°7, cette vallée s'élargit et se rétrécit au gré des reliefs qui contraignent plus ou moins l'expansion latérale de la Drôme.

Sur les derniers kilomètres avant la confluence avec le Rhône (profils 8, 9 et 10), la vallée de la Drôme devient très large et se confond, sur sa partie terminale, avec la plaine alluviale du Rhône tant le relief est peu marqué.

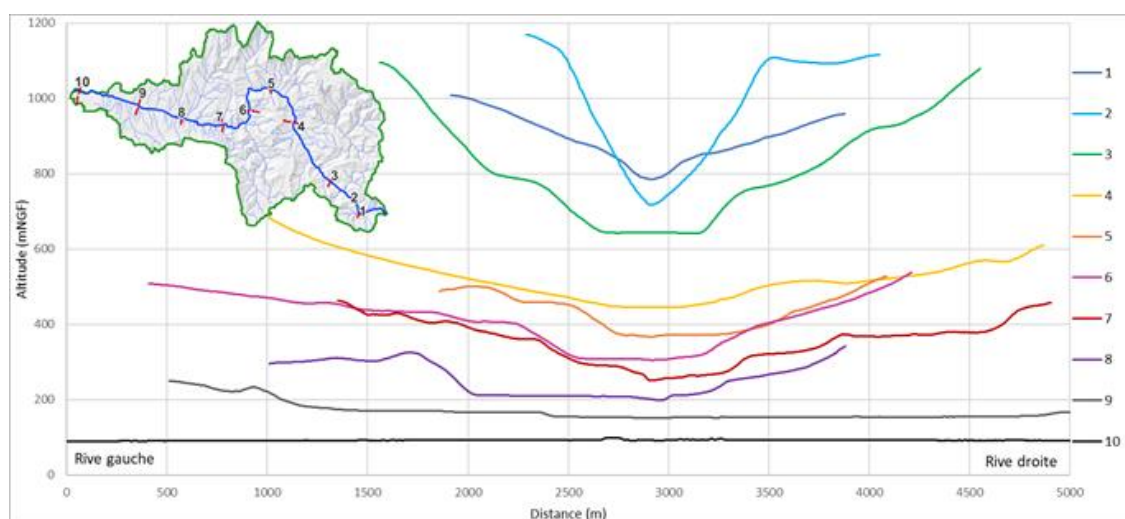


Figure 60 : profils en travers de la vallée de la Drôme d'amont en aval

Les versants et le réseau hydrographique étudié présentent plusieurs singularités : tout d'abord les affluents de la Drôme correspondent en majorité à des torrents de montagne (cours d'eau encaissés avec de fortes pentes) susceptibles d'être très réactifs aux précipitations avec des ruissellements qui vont rapidement se canaliser et se propager vers l'aval.

A l'inverse, sur l'axe principal de la vallée de la Drôme, la plaine alluviale semble constituer une zone d'accumulation des écoulements (pente modérée et large espace de mobilité). Les écoulements vont avoir tendance à transiter de façon plus lente et potentiellement générer des débordements dans le lit majeur.

OCCUPATION DU SOL

La base de données géographique CORINE Land Cover est produite dans le cadre du programme européen CORINE de coordination de l'information sur l'environnement. En France, c'est le Service de l'Observation et des Statistiques (SOeS) du commissariat général au développement durable qui est chargé d'en assurer la production, la maintenance et la diffusion.

Cet inventaire biophysique est produit par photo-interprétation humaine d'images satellite.

L'unité spatiale au sens de CORINE Land Cover est une zone dont la couverture peut être considérée comme homogène. La surface de la plus petite unité cartographiée est de 25 hectares.

L'existence de ce seuil de description de 25 hectares et l'échelle d'interprétation font que l'exploitation de la base est pertinente à l'échelle nationale, départementale et cantonale, ce qui convient bien au cadre de la présente étude.

Quatre versions ont été produites (1990, 2000, 2006, 2012 et 2018) et ont été analysées.

Le territoire étudié est majoritairement naturel (74% de l'espace est composé de forêts et de végétation naturelle, soit les trois quarts du bassin versant). Les espaces cultivés représentent près d'un quart du territoire (24% du bassin composé de parcelles agricoles). Les espaces urbanisés sont marginaux (environ 1% du territoire).

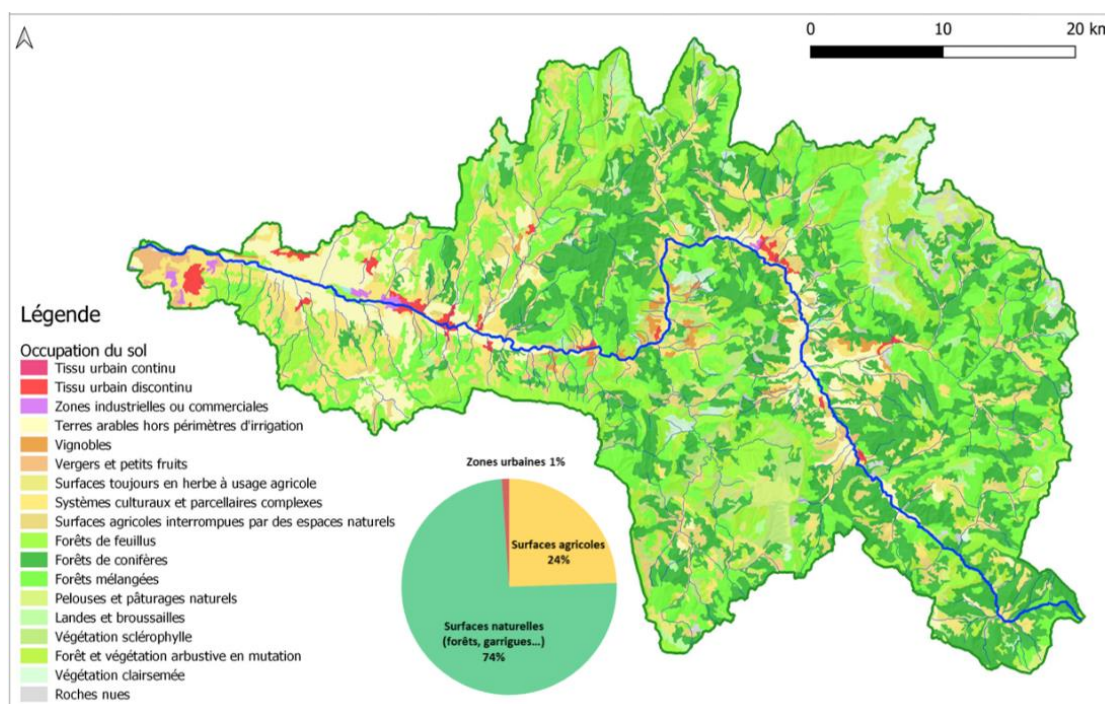


Figure 61 : cartographie de l'occupation du sol du bassin versant de la Drôme (source Corine Land Cover)

Code CLC	Occupation du sol	Superficie (km ²)	Pourcentage sur le bassin versant
111	Tissu urbain continu	0.3	Moins de 1%
112	Tissu urbain discontinu	14.1	1%
121	Zones industrielles ou commerciales et installations publiques	3.8	Moins de 1%
211	Terres arables hors périmètres d'irrigation	110.8	7%
221	Vignobles	9.9	1%
222	Vergers et petits fruits	7.1	Moins de 1%
231	Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole	76.4	5%
242	Systèmes cultureux et parcellaires complexes	131.9	8%
243	Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants	71.1	4%
311	Forêts de feuillus	229.2	14%
312	Forêts de conifères	439.2	26%
313	Forêts mélangées	320.1	19%
321	Pelouses et pâturages naturels	51.3	3%
322	Landes et broussailles	32.1	2%
323	Végétation sclérophylle	42.4	3%
324	Forêt et végétation arbustive en mutation	80.1	5%
333	Végétation clairsemée	24.5	1%
331	Plages, dunes et sable	6.7	Moins de 1%
332	Roches nues	16.0	1%
511	Cours et voies d'eau	0.2	Moins de 1%
	Total	1668	100%

Figure 62 : Superficie (en km²) par occupation du sol sur le bassin versant de la Drôme (source Corine Land Cover)

GEOLOGIE ET EAUX SOUTERRAINES

La connaissance de la géologie d'un bassin versant est essentielle pour la compréhension de son fonctionnement hydrologique : non seulement la géologie influence les ruissellements de surface par le caractère perméable/imperméable des roches, mais elle conditionne également les écoulements souterrains qui peuvent générer des apports conséquents.

Le bassin de la Drôme se trouve sur les contreforts du Vercors et des Baronnies Provençales essentiellement représentés par des formations calcaires de type sédimentaires.

La majorité des versants ne semble pas présenter de comportement géologique particulier, à deux exceptions près :

- La nappe alluviale de la Drôme sur la partie aval du territoire d'étude (entre Crest et Livron).
- L'aquifère karstique de la Gervanne.

On peut également remarquer la présence de sables favorables à la présence d'une nappe alluviale entre Luc-en-Diois et Die mais ces espaces sont limités et aucune étude ne s'est intéressée à leur comportement.

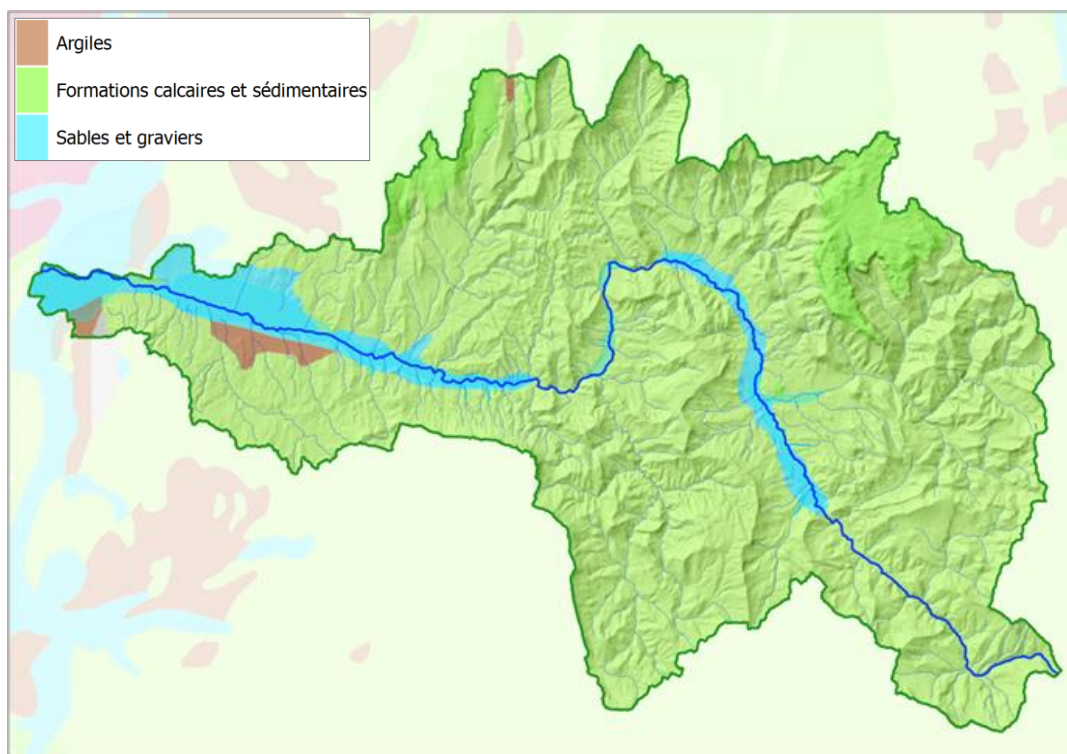


Figure 63 : cartographie de la géologie simplifiée du bassin versant de la Drôme

Des analyses complémentaires sont présentées dans le paragraphe traitant l'hydrogéologie.

Entre Crest et Livron, on trouve une nappe alluviale libre présentant une forte perméabilité permettant des interactions importantes avec la Drôme.

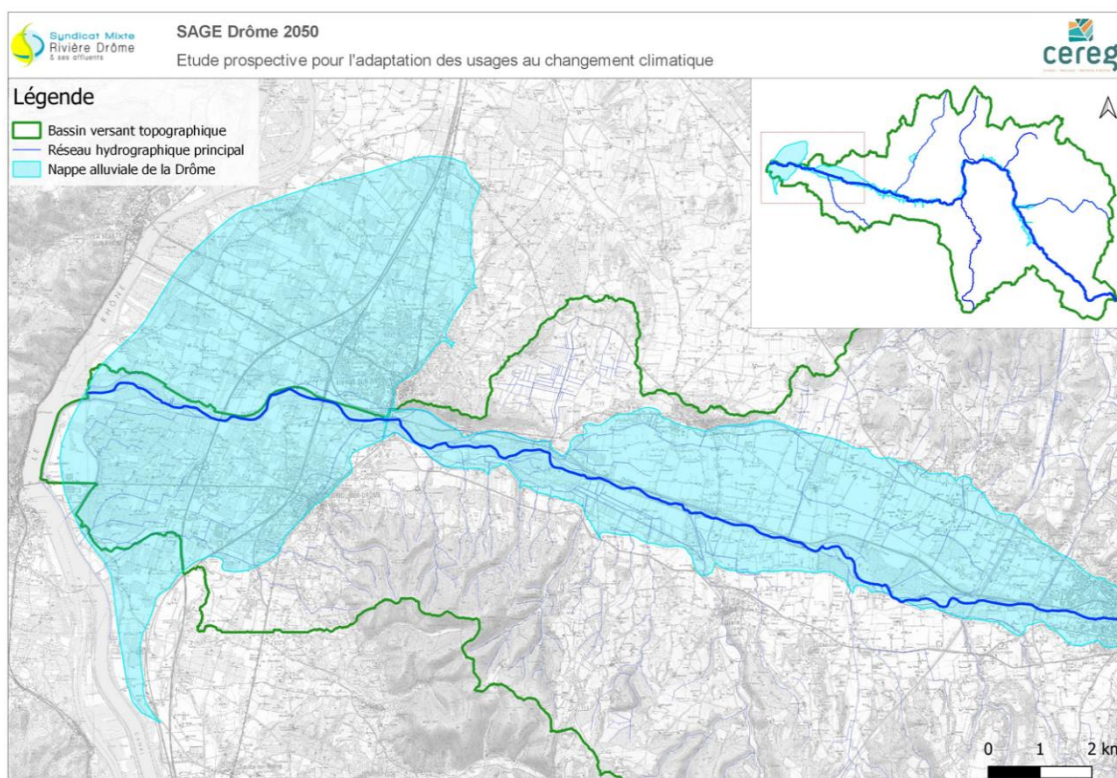


Figure 64 : cartographie de la nappe alluviale de la Drôme (source : état des lieux du SDAGE, Masses d'eaux souterraines affleurantes, 2019)

Les études successives ont révélé que les échanges nappe-rivière ne sont pas homogènes sur le linéaire et présentent des comportements différents selon la rive considérée.

De même, en fonction de la saison, tantôt c'est la rivière qui alimente la nappe, tantôt c'est la nappe qui alimente la rivière.

Le sens d'écoulement général est orienté d'Est en Ouest et les fluctuations piézométriques peuvent atteindre 5 m sur les secteurs hors de l'influence du Rhône.

Les basses eaux sont identifiées en août et septembre, comme pour les eaux de surface, ce qui traduit une dynamique très rapide du système alluvionnaire.

■ Aquifère karstique de la Gervanne

“Le karst de la rivière Gervanne est un système bien développé au sein d'une série calcaire d'âge barrémo-bédoulien de quelques 400 m d'épaisseur.

Si ses limites ne sont pas connues avec précision, elles sont peu différentes de celles du bassin versant géographique de la Gervanne. L'exploration de ce karst a mis en évidence un réseau dense de cavités et un exutoire principal : la source des Fontaigneux qui a un débit pérenne. Il existe des relations complexes entre la rivière et le karst qui peuvent être analysées par l'étude des données hydrologiques et par des traçages. En période de basses eaux, des pertes se produisent dans la rivière avec parfois un débit nul de cette dernière.

Les opérations de traçage réalisées montrent une très faible dispersion longitudinale des écoulements en période de basses eaux. Ce n'est qu'en hautes eaux que la dispersion apparaît, quand le karst réalimente la rivière avec un écoulement qui transite alors par les multiples fissures et les joints de la roche. Le débit des pertes de la Gervanne dépend donc du niveau de remplissage du karst.”⁴

6.1.2 Stations hydrométriques

STATIONS RECENSEES

Plusieurs stations de mesure sont en place sur le territoire, nous distinguerons :

- Les stations DREAL dont les données sont disponibles via l'Hydroportail ;
- Les stations EDF installées dans le cadre des aménagements hydroélectriques ;
- Les stations de la CNR ;
- Les stations mises en place par le Syndicat.

Le tableau suivant synthétise les stations de mesure identifiées sur le bassin versant :

Code station	Noms station	Bassin versant contrôlé	Période d'acquisition	Commentaire
V421 4010 01	La Drôme à Luc-en-Diois	194 km ²	1907-2022	
V426 4010 01	La Drôme à Saillans	1 150 km ²	1966-2022	
V426 4010 02	La Drôme à Saillans	1 150 km ²	-	Non exploitable
V428 7012 01	La Drôme à Livron-sur-Drôme [CNR]	1 638 km ²	2002-2022	Station gérée par la CNR. Données de mauvaise qualité à l'étiage (mobilité du lit).
V428 4021 01	La Drôme à Loriol-sur-Drôme	1 640 km ²	Pas de données disponibles sur la Banque hydro (seulement 3 mois d'enregistrements disponibles)	
V428 7010 01	Le ruisseau de Grenette à la Répara-Auriples	6.7 km ²	1997-2021	
V427 5010 V427 5010 01	La Gervanne à Beaufort-sur-Gervanne	108 km ²	1966-2022	
V427 5020	La Gervanne à Plan-de-Baix	38 km ²	-	Aucune donnée sur l'Hydroportail
V427 5910 01	La Gervanne à Beaufort-sur-Gervanne [Résurgence des Fontaigneux]	104 km ²	1969-2022	
V422 5010 01	Le Bès à Châtillon-en-Diois	227 km ²	1963-2021	
V422 6020 01	Le Bès à Treschenu-Creyers [Archiane]	35 km ²	2009-2022	

Figure 65 : stations hydrométriques identifiées sur le bassin versant de la Drôme et période d'acquisition de données

⁴ Source : B. Couturier & C. Fourneaux, 1998, Les relations karst-rivière dans les calcaires barrémobédouliens du Diois (Drôme – France) Exemple de la Gervanne.

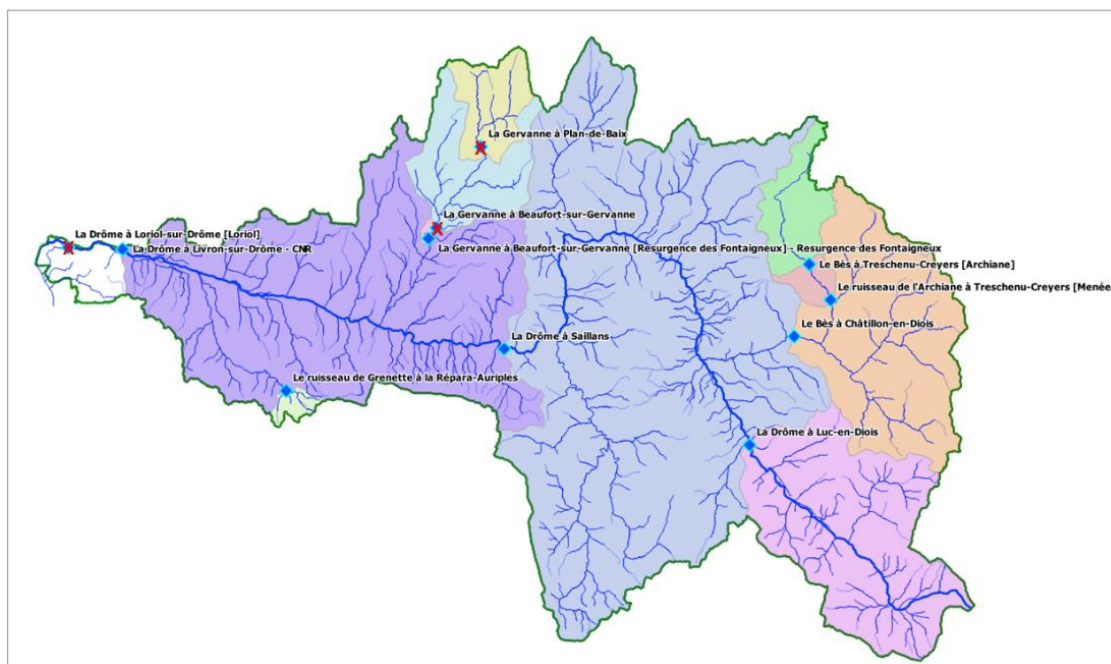


Figure 66 : localisation des stations hydrométriques sur le bassin versant de la Drôme

Les enregistrements des stations hydrométriques sont de qualité variable selon leur localisation et en fonction du régime hydrologique observé (basses eaux / hautes eaux).

Sur la partie aval de la Drôme, la principale particularité provient du caractère mobile du lit mineur avec des graviers et cailloutis conduisant à un profil de lit en tresses qui peut changer à chaque épisode de crue.

En conséquence, les courbes de tarage établies sur ces sections d'écoulement doivent être mises à jour très régulièrement, en particulier si l'on recherche à caractériser les basses et moyennes eaux. L'établissement d'une courbe de tarage étant un travail complexe, celles-ci ne sont pas forcément systématiquement à jour. En conséquence, de fortes incertitudes peuvent peser sur les valeurs de débit donnés sur l'hydroportail, en particulier pour les bas débits.

Code station 2022	Libellé	Qualité basses eaux	Qualité moyennes eaux	Qualité hautes eaux
V421 4010 01	La Drôme à Luc-en-Diois	bonne	bonne	bonne
V426 4010 01	La Drôme à Saillans	bonne	bonne	bonne
V426 4010 02	La Drôme à Saillans	non qualifiées	non qualifiées	non qualifiées
V428 7012 01	La Drôme à Livron-sur-Drôme			
V428 4021 01	La Drôme à Lorient-sur-Drôme	non qualifiées	non qualifiées	non qualifiées
V428 7010 01	Le ruisseau de Grenette à la Répara-Auriples	non qualifiées	non qualifiées	non qualifiées
V427 5020	La Gervanne à Plan-de-Baix	-	-	-
V427 5910 01	La Gervanne à Beaufort-sur-Gervanne [Résurgence des Fontaigneux]	bonne	bonne	bonne
V427 5010 01	La Gervanne à Beaufort-sur-Gervanne	bonne	bonne	bonne
V427 5010	La Gervanne à Beaufort-sur-Gervanne	-	-	-
V422 5010 01	Le Bès à Châtillon-en-Diois	données incertaines	bonne	bonne
V422 6020 01	Le Bès à Treschenu-Creyers [Archiane]	non qualifiées	non qualifiées	non qualifiées

Figure 67 : stations de suivi de la qualité des eaux sur le bassin versant de la Drôme

- Comportement annuel

Le régime hydrologique de la Drôme fait ressortir à la fois une influence alpine (avec des débits soutenus par la fonte de la neige en fin de période hivernale (mars, avril et mai) et méditerranéenne (très faibles précipitations de juin à septembre avec un risque d'assec élevé, même sur la partie aval du bassin).

Le graphique suivant présente les fluctuations mensuelles des 5 stations présentant l'historique le plus élevé. Les moyennes sont calculées sur la période commune 1969-2022 de façon à avoir des données comparables. Les valeurs affichées sont données en débit spécifique (débit rapporté à la surface de bassin contrôlée).

La station de Beaufort sur Gervanne [résurgence des Fontaigneux] est particulière puisqu'elle correspond aux mesures enregistrées au droit d'une source. Les fluctuations mensuelles y sont peu marquées ce qui traduit des apports souterrains relativement réguliers à la Gervanne, même à l'étiage où le tarissement est limité.

En ce qui concerne les stations positionnées sur le réseau hydrographique on observe des différences de comportements hydrologiques parfois importantes. La station sur le Bès en est un exemple : les débits y sont systématiquement plus élevés que sur les autres stations, en particulier au printemps ce qui peut correspondre à la fonte des neiges (mars, avril et mai).

Au contraire, les 3 stations restantes (la Drôme à Saillans, à Luc-en-Diois et la Gervanne à Beaufort-sur-Gervanne) présentent des fluctuations mensuelles relativement proches.

On remarque ainsi des débits relativement soutenus sur l'ensemble de la période hivernale et printanière. En revanche les étiages sont très marqués avec des débits extrêmement faibles (inférieurs à 10 l/s/km²). A l'automne, les débits ré-augmentent à la faveur des pluies.

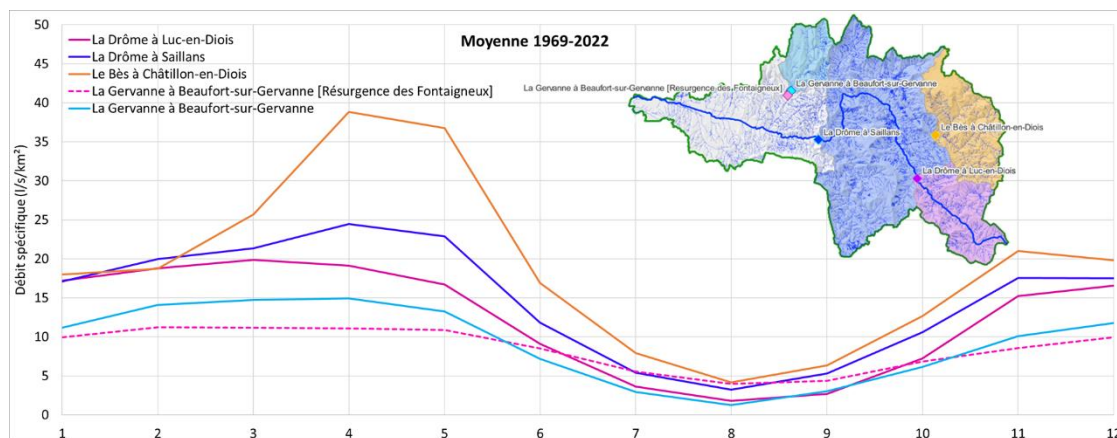


Figure 68 : moyennes des débits spécifiques mensuels des 5 stations du bassin versant de la Drôme sur la période 1969-2022

L'ajout des autres stations identifiées sur le bassin versant permet de remarquer le comportement très inhabituel de la station sur le Bès à Treschenu-Creyers qui se détache nettement des autres stations. Le faible historique enregistré rend difficile l'évaluation de la station ("données non qualifiées" sur l'hydroportail).

Dans une moindre mesure, la station sur la Grenette présente elle aussi des écarts par rapport aux autres stations du bassin. En cause : la faible superficie contrôlée ainsi que l'historique disponible (24 années, soit deux fois moins d'enregistrements que pour la plupart des autres stations).

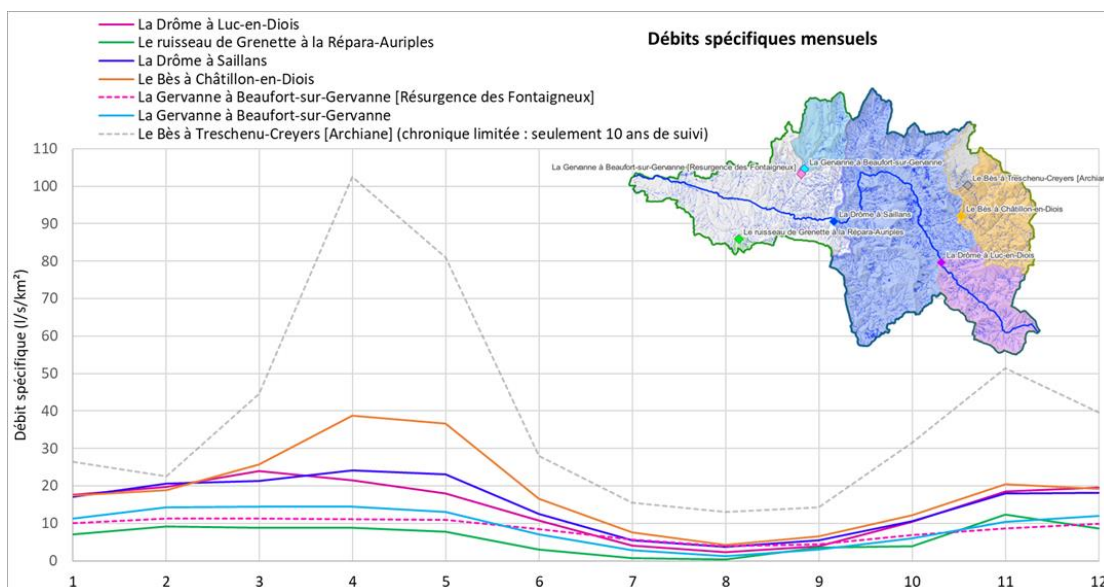


Figure 69 : moyennes des débits spécifiques mensuels des 7 stations du bassin versant de la Drôme

6.1.3 Comportement à l'étiage

Les étiages sont des phénomènes complexes à décrire et leur genèse particulièrement longue les rend difficiles à identifier. Des indicateurs statistiques ont donc été développés de manière à les caractériser. Les principaux indicateurs sont les suivants :

- Le QMNA-n correspond au débit moyen minimal mensuel calendaire de la période d'étiage (juin à octobre). Chaque année le QMNA a 1/2 chance d'être inférieur au QMNA2, ou une chance sur 5 d'être inférieur au QMNA5 ;
- Le VCN X-n correspond au débit moyen minimal annuel calculé sur X jours consécutifs, de période de retour n années. Le VCN3 permet de caractériser une situation d'étiage sévère sur une période de 3 jours. Le VCN30 renseigne sur la ressource minimum sur une durée de 1 mois. A la différence du débit d'étiage mensuel (QMNA), le VCN30 est calculé sur une période de 30 jours consécutifs quelconques (plage de calcul glissante), tandis que le QMNA est calculé sur un mois calendaire (du 1er au dernier jour du mois).

Le tableau suivant synthétise les indicateurs statistiques d'étiage (QMNA5) calculés au droit des différentes stations hydrométriques. Les VCN ne sont pas indiqués car tous inférieurs à 2 l/s, valeur de débit pour laquelle les incertitudes (hydrométriques notamment) sont trop élevées pour annoncer des valeurs suffisamment robustes.

Débits statistiques d'étiage (m3/s)	V426 4010 01 : La Drôme à Saillans	V421 4010 01 : La Drôme à Luc-en-Diois	V428 7010 01 : Le ruisseau de Grenette	V427 5010 : La Gervanne à Beaufort-sur-Gervanne	V427 5910 : La Gervanne [Résurgence des Fontaigneux]	V422 6020 01 : Le Bès à Treschenu-Creyers [Archiane]	V422 5010 01 : Le Bès à Châtillon-en-Diois
QMNA5	1.97 m3/s (1.71 l/s/km²)	0.15 m3/s (0.76 l/s/km²)	assecs	0.03 m3/s (0.27 l/s/km²)	0.23 m3/s (2.20 l/s/km²)	0.23 m3/s (5.8 l/s/km²)	0.36 m3/s (1.57 l/s/km²)
Intervalle de confiance statistique (m3/s)	[1.74 ; 2.26]	[0.127 ; 0.170]	assecs	[0.0208 ; 0.0392]	[0.205 ; 0.253]	[0.178 ; 0.292]	[0.292 ; 0.425]

Figure 70 : indicateurs statistiques d'étiage (QMNA5) des 7 stations hydrométriques du bassin

6.1.4 Comportement en crue

Les tableaux suivants précisent les débits de pointes caractéristiques pour différentes périodes de retour issus d'analyses statistiques sur les observations.

On remarque différents éléments :

- Les stations de Saillans, Luc-en-Diois, Beaufort-sur-Gervanne et Châtillon-en-Diois présentent les mêmes ordres de grandeur. On peut donc estimer que ces quatre stations sont représentatives du comportement du bassin versant de la Drôme en crue.
- La station de la résurgence des Fontaigneux présente naturellement des débits de pointe beaucoup plus faibles, les flux transitant par le réservoir karstique étant limités.
- Le ruisseau de Grenette semble bien plus réactif que le reste du bassin versant de la Drôme. Toutefois, cette station de mesure couvre un bassin versant extrêmement réduit (donc pas forcément représentatif) et sur un historique plus faible que les autres stations.

Débits de pointe statistiques issus des observations aux stations de mesure (m³/s) :

Période de retour	V426 4010 01 : La Drôme à Saillans	V421 4010 01 : La Drôme à Luc-en-Diois	V428 7010 01 : Le ruisseau de Grenette	V427 5010 : La Gervanne à Beaufort-sur-Gervanne	V427 5910 : La Gervanne [Résurgence des Fontaigneux]	V422 6020 01 : Le Bès à Treschenu-Creyers	V422 5010 01 : Le Bès à Châtillon-en-Diois
2 ans	192	35.7	7.4	15.1	1.7	18.6	44.5
5 ans	305	56.2	15.8	25.7	1.8	21.8	68.8
10 ans	380	69.7	21.4	32.7	1.9	23.9	84.8
20 ans	451	82.7	26.7	39.5	2.0	25.9	100
50 ans	544	99.5		48.2	2.2		120
100 ans	Non calculé (historique insuffisant)						

Figure 71 : débits de pointe des 7 stations hydrométriques du bassin en m³/s

En débits spécifiques (l/s/km²) :

Période de retour	V426 4010 01 : La Drôme à Saillans	V421 4010 01 : La Drôme à Luc-en-Diois	V428 7010 01 : Le ruisseau de Grenette	V427 5010 : La Gervanne à Beaufort-sur-Gervanne	V427 5910 : La Gervanne [Résurgence des Fontaigneux]	V422 6020 01 : Le Bès à Treschenu-Creyers	V422 5010 01 : Le Bès à Châtillon-en-Diois
2 ans	167	184	1099	140	16.2	465	196
5 ans	265	290	2358	238	17.6	545	303
10 ans	330	359	3194	303	18.6	598	374
20 ans	392	426	3985	366	19.5	648	441
50 ans	473	513		446	20.7		529
100 ans	Non calculé (historique insuffisant)						

Figure 72 : débits spécifiques des 7 stations hydrométriques du bassin en l/s/km²

- Crues hivernales / crues estivales

L'analyse des débits maximaux journaliers observés chaque année à Saillans et à Luc-en-Diois a permis de générer les graphiques suivants.

Ils représentent la courbe des débits maximum annuels classés, avec un code couleur selon s'ils se sont produits en été-automne ou bien en hiver-printemps.

Visuellement, leur répartition sur les courbes semble aléatoire et il ne semble pas y avoir de prépondérance particulière pour une période de l'année plutôt qu'une autre dès lors qu'il s'agit de débits de crue.

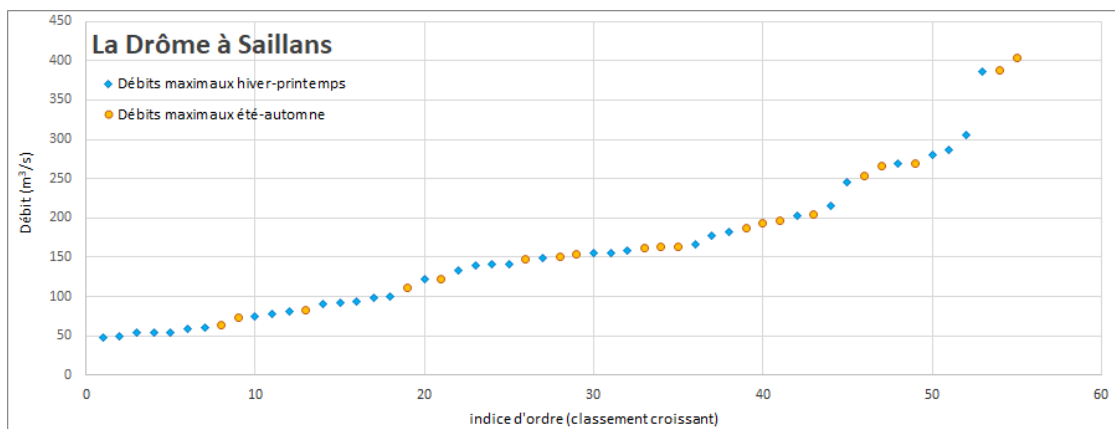


Figure 73 : courbe des débits maximum hiver-printemps et été-automne – Station de Saillans

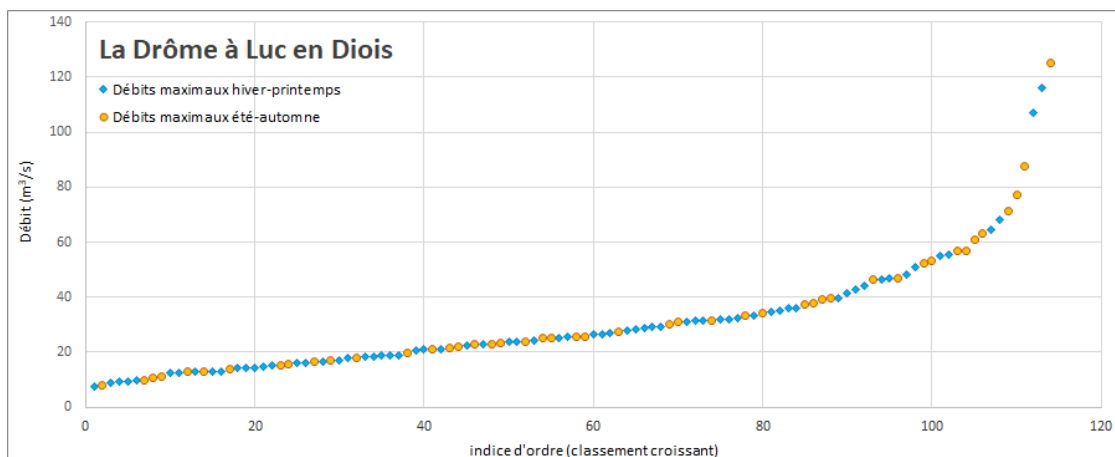


Figure 74 : courbe des débits maximum hiver-printemps et été-automne – Station de Luc en Diois

- Quantiles statistiques

Les quantiles statistiques à ces deux stations ont été recalculés de trois manières :

- Avec l'ensemble des valeurs de l'échantillon d'observations ;
- Avec les valeurs de la période hiver-printemps uniquement ;
- Avec les valeurs de la période été-automne uniquement.

Les résultats montrent que les crues survenant en période été-automne sont statistiquement plus élevées que ceux survenant en hiver-printemps.

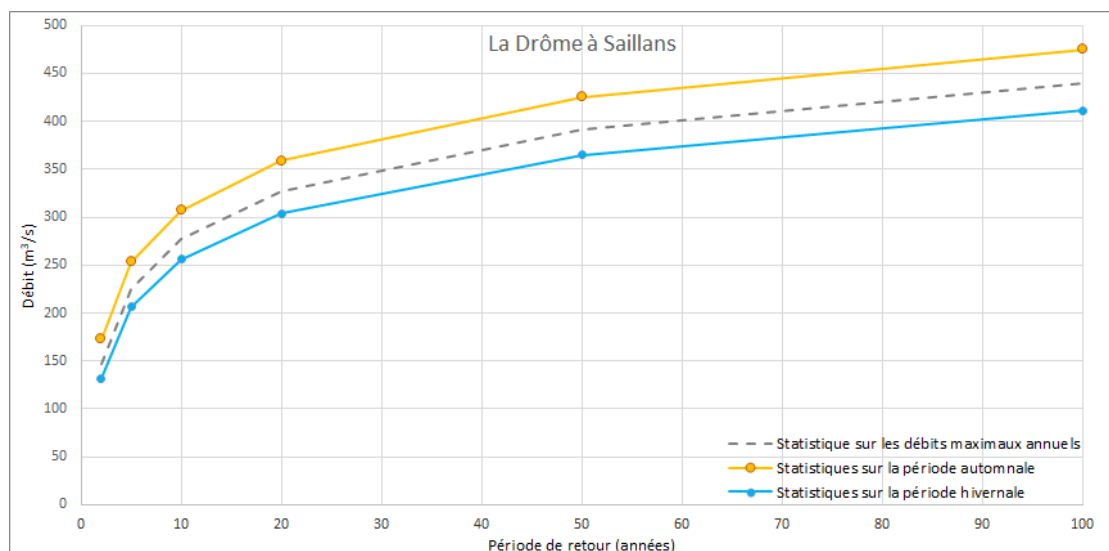


Figure 75 : statistique de retour des débits maximums, période automnale et hivernale sur la station de Saillans

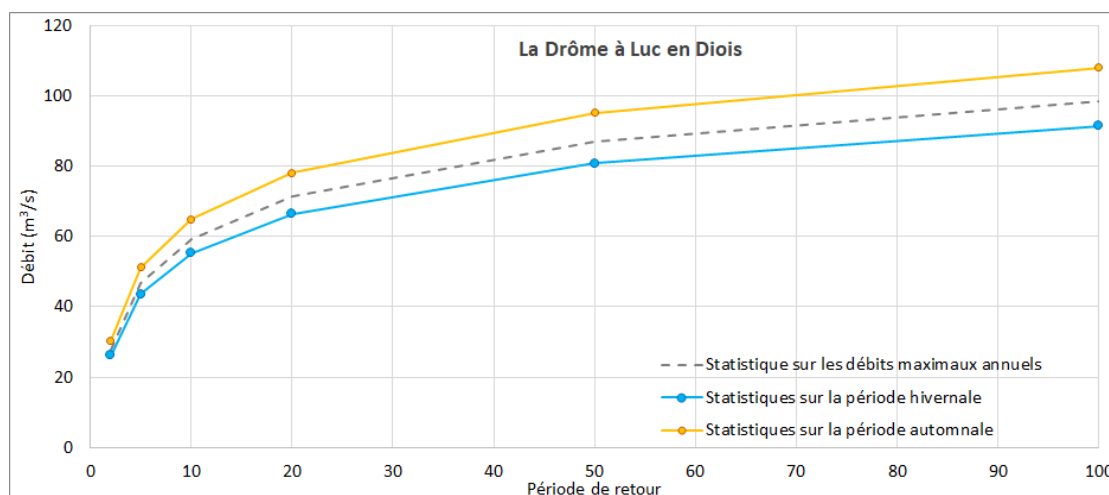


Figure 76 : statistique de retour des débits maximums, période automnale et hivernale sur la station de Saillans

Les crues d'automne et de printemps semblent équitablement réparties (légère prépondérance des crues d'hiver-printemps). Statistiquement, les crues d'été-automne semblent plus sévères que celles de l'hiver et du printemps.

- Données SHYREG Débit

Les données de débit présentées ci-avant sont des données SHYREG issues d'une méthode d'estimation de l'aléa hydrologique basée sur une modélisation régionalisée. Les limites de l'utilisation de ces données sont présentées en [Annexe 4 : les données](#). L'information essentielle à retenir quant à l'utilisation de ces données est que : **dès lors que le secteur d'étude présente des éléments perturbateurs au ruissellement de surface (barrages, karst, fonte nivale, fort taux d'urbanisation...) les données SHYREG doivent être étudiées avec prudence.**

6.1.5 Temps de concentration et temps de propagation

TEMPS DE CONCENTRATION

Le temps de concentration est le temps écoulé entre le début d'une précipitation et l'atteinte du débit maximal à l'exutoire du bassin versant. Cela correspond donc au temps nécessaire pour permettre à l'eau de parcourir le plus long chemin hydraulique sur le bassin avant d'atteindre l'exutoire.

Différents auteurs ont présenté des formules pour calculer le temps de concentration des bassins versants en fonction de leurs caractéristiques (superficie, chemin hydraulique, pente, occupation du sol, intensité de pluie...).

De nombreuses méthodes de calcul sont possibles, chacune généralement adaptée à certaines caractéristiques du bassin versant (notamment la superficie). Pour les bassins versants étudiés, les superficies mises en jeu limitent les possibilités aux formules suivantes :

- Méthode de **Ventura** ;
- Méthode de **Passini** ;
- Méthode de **Richards** ;
- Méthode de **Giandotti**.

La formule de Richards est intéressante dans le sens où le temps de concentration dépend de la période de retour considérée. On comprend bien que pour des occurrences rares les lames d'eau ruisselées sont plus importantes et présentent une vitesse de propagation plus élevée (donc un temps de concentration plus court). En revanche, cette formule a tendance à surestimer les temps de concentration pour les faibles périodes de retour.

Les références bibliographiques indiquent que la formule de Giandotti est plutôt adaptée aux bassins montagneux (Bennis, 2004), présentant donc une pente élevée, ce qui est le cas de la Drôme sur les secteurs amont.

Il est important de comparer plusieurs méthodes de calculs car les résultats peuvent être très hétérogènes d'une formule à l'autre. Les résultats des calculs sont indiqués dans le tableau suivant.

Les formules de Ventura et Passini donnent des temps de concentration présentant généralement les mêmes ordres de grandeur.

La formule de Giandotti donne des résultats très éloignés des valeurs calculées par les formules de Ventura et Passini. On rappelle toutefois que la formule de Giandotti est adaptée aux bassins montagneux comme c'est le cas pour la Drôme.

Bassin versant	Ventura	Passini	Richards	Giandotti
Drome exutoire	42h	50h	Hors gamme d'application de la formule	10h
Drôme amont Gervanne	32h	36h		8h
Drôme amont Roanne	25h	27h		7h
Drôme amont Sure	21h	23h		6h
Drôme amont Meyrosse	18h	19h		6h
Drôme amont Bes	11h	12h	5 à 20h	Hors gamme d'application de la formule
Grenette	7h	8h	4 à 16h	
Gervanne	8h	9h	4 à 18h	
Roanne	10h	11h	5 à 20h	
Sure	4h	4h	2 à 9h	

Meyrose	3h	4h	2 à 10h
Bès	9h	9h	3 à 14h

Figure 77 : temps de concentration des différents sous bassins versants de la Drôme

Remarque : ces calculs donnent une estimation du temps de concentration à l'aide de formules empiriques et ne représentent que des ordres de grandeur du Tc.

Par ailleurs, la réaction du bassin versant est également extrêmement dépendante de la structure spatiale et temporelle de la sollicitation pluvieuse. Il est donc important de comparer ces valeurs à des temps de propagation qui ont réellement été observés à l'occasion d'événements pluvieux intenses.

TEMPS DE PROPAGATION

La répartition des stations hydrométriques sur le bassin de la Drôme pourrait permettre d'identifier le déplacement d'une onde de crue d'amont en aval et ainsi d'estimer le temps de propagation nécessaire entre différents points du bassin.

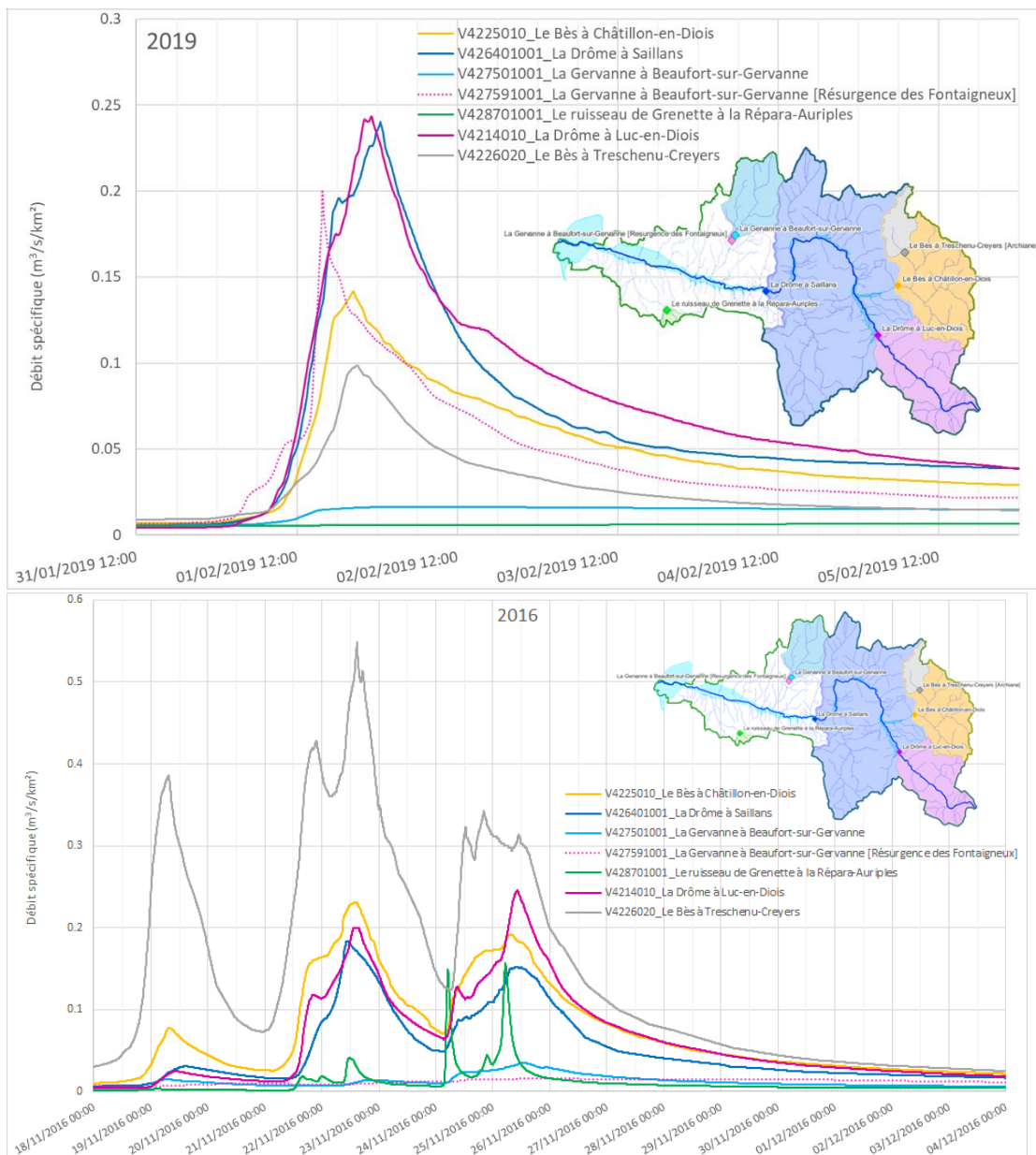
Pour cet exercice il est donc nécessaire d'identifier des épisodes de crues ayant touché l'ensemble du bassin versant. Compte tenu de l'étendu du bassin versant, les événements correspondants sont très peu nombreux et nous avons retenu les événements suivants :

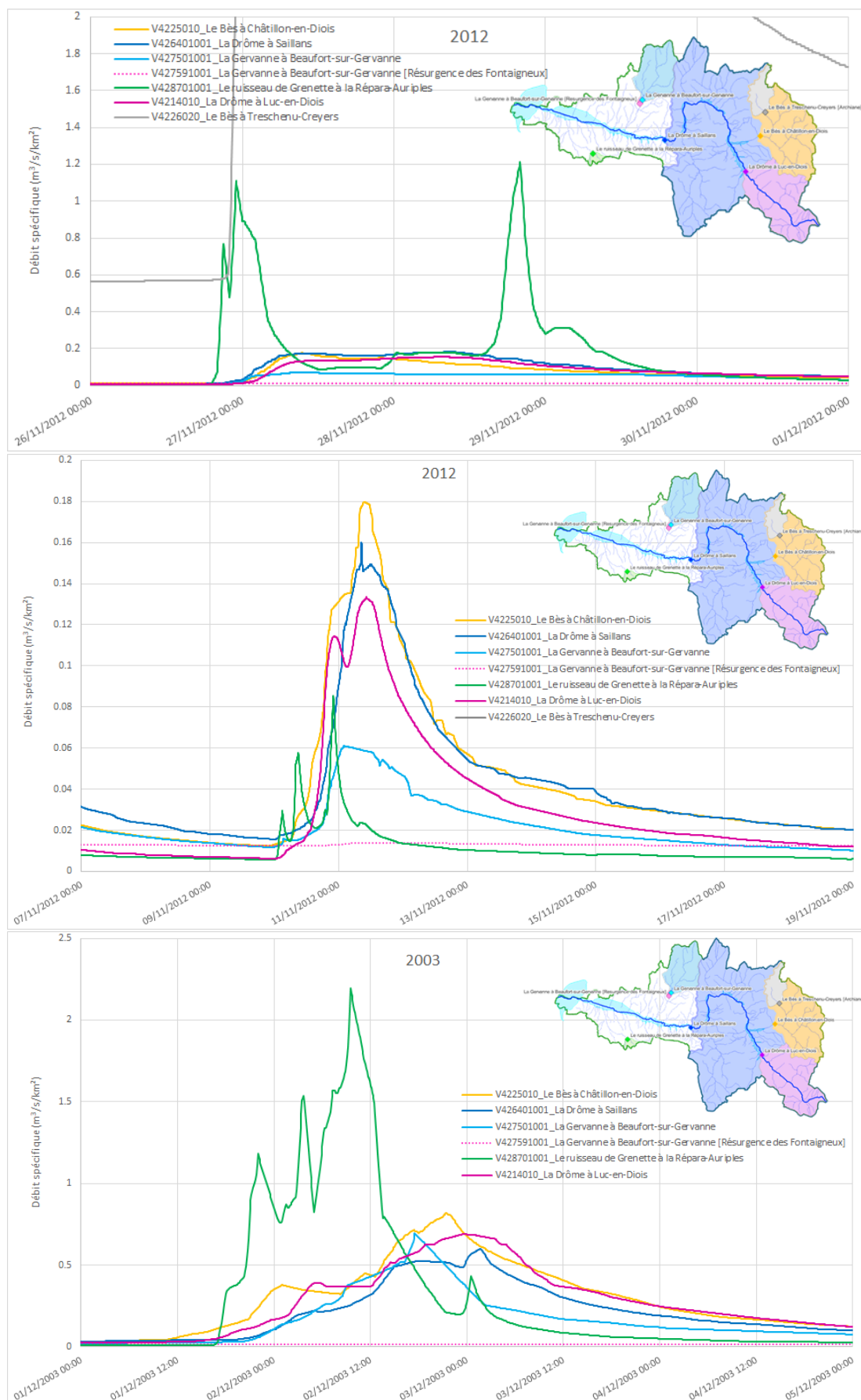
- Février 2019
- Novembre 2016
- Novembre 2012
- Décembre 2003
- Novembre 2002

Les graphiques qui suivent présentent les hydrogrammes ainsi enregistrés. Les valeurs ont été ramenées à des débits spécifiques de manière à pouvoir comparer les courbes plus facilement d'un point à l'autre du bassin versant.

Le principal constat qui ressort de ces différents graphiques est la difficulté à identifier les écarts temporels entre les pics de débit aux différentes stations. Pire, il arrive parfois qu'un pic de débit sur une station aval se produise plus tôt que sur une station amont, ce qui devrait être impossible si l'on ne considérait que les phénomènes de propagation des écoulements. Or, il se trouve que la genèse des écoulements dépend intégralement de la sollicitation pluvieuse, variable dans le temps et dans l'espace.

Compte tenu de l'étendu du bassin versant et de son hétérogénéité (notamment en termes altimétriques), il semble donc impossible de définir des temps de propagation sur le bassin de la Drôme sur la base de simples observations à quelques points de contrôle.





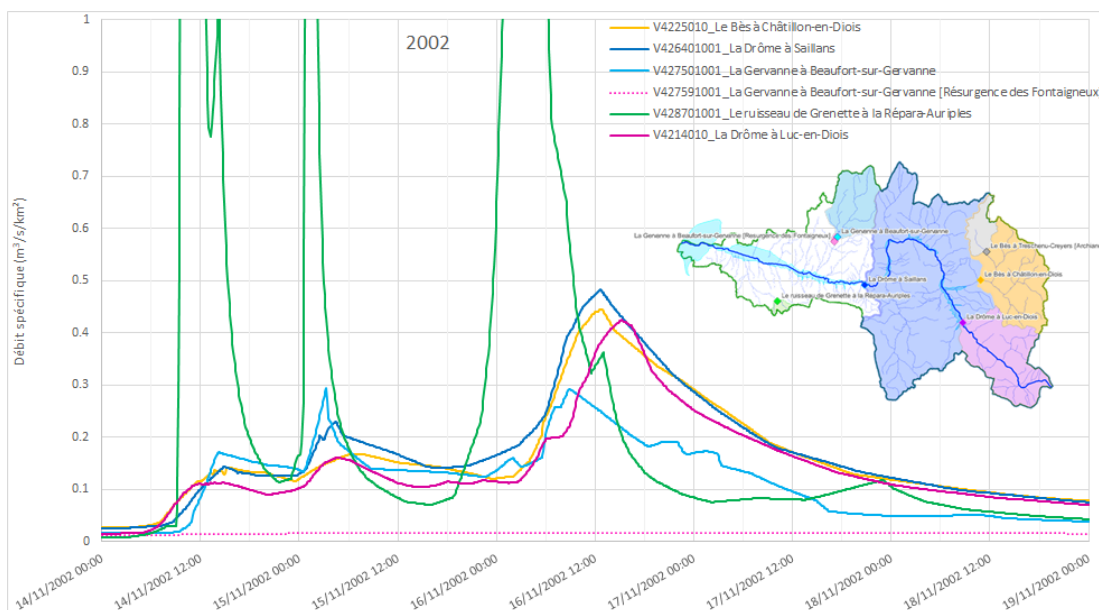


Figure 78 : débits spécifiques observés sur différentes crues en 2012, 2016 et 2019

Les courbes de hauteur enregistrées par les différents limnimètres sont donc insuffisantes pour évaluer les temps de propagation des crues entre les stations hydrométriques du bassin versant.

Cela est principalement dû à l'hétérogénéité spatiale des pluies et des déplacements des cellules orageuses. La pluie n'étant pas homogène dans le temps et l'espace, il est impossible d'assurer que les pics observés à différentes stations sont issus de la même sollicitation pluvieuse.

6.1.6 Synthèse des caractéristiques du bassin versant



Le bassin versant de la Drôme représente une superficie de **1 600 km²**. La Drôme prend sa source dans les Baronnies provençales à plus de 1000 m d'altitude et se jette dans le Rhône au niveau de Loriol-sur-Drôme (100 mNGF).

La topographie donne lieu à de très fortes **hétérogénéités morphologiques** (pentes, profils en long...) et **climatiques** : méditerranéen sur la partie aval et pré-alpin dans les reliefs amont.

Le bassin de la Drôme est un territoire **majoritairement naturel** (75%), en particulier sur les secteurs amont. Les zones agricoles et urbaines se concentrent surtout sur la partie aval du bassin.

6.2 RETROSPECTIVE

Pour certaines caractéristiques du bassin versant décrites dans les paragraphes précédents, il n'est pas possible de conduire une analyse rétrospective faute d'informations ou de données à disposition. Certains aspects du bassin, comme la géologie ou la topographie, qui ne connaissent pas d'évolutions significatives à l'échelle temporelle à laquelle nous nous intéressons ici, ne seront donc pas analysés dans ce chapitre.

6.2.1 Evolution de l'occupation du sol

Le bassin versant a peu évolué depuis les années 1990. Les principaux changements sont liés à une légère augmentation des zones urbaines (moins de 1%) au détriment des superficies naturelles.

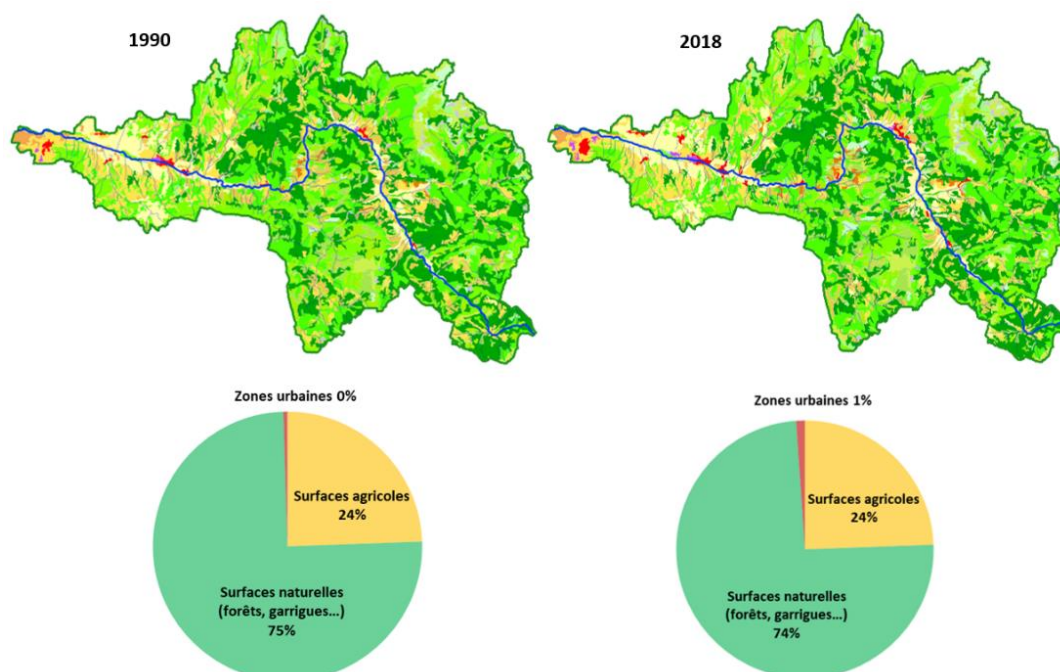


Figure 79 : évolution de l'occupation du sol entre 1990 et 2018

L'occupation du sol du territoire étudié est majoritairement représentée par des surfaces naturelles (près des trois quarts) et agricoles (près d'un quart). Les zones urbaines sont marginales à l'échelle du bassin versant (de l'ordre de 1%).

Le territoire n'a pas connu d'évolutions majeures dans la répartition des différents types d'occupation du sol depuis les années 1990. Seule une légère augmentation des zones urbaines est identifiée (+1%). Ce changement marginal n'est pas susceptible de modifier significativement la réponse hydrologique du bassin versant.

- Remarque : évolution de la végétation naturelle.

Nous verrons dans la suite du rapport que le changement climatique est déjà observé sur certaines variables atmosphériques, notamment la température de l'air. Or, la végétation est particulièrement sensible à ce type de conditions environnementales.

L'analyse de l'évolution des différentes catégories de végétation naturelle montre deux éléments principaux :

- Tout d'abord une augmentation de la végétation de type méditerranéenne (+11% de landes, broussailles et végétation sclérophylle).
- Deuxièmement, l'équilibre entre les essences d'arbres des forêts semble se modifier avec une augmentation des « forêts mélangées » (+7%). On remarque également un recul des forêts de conifères (-4%) au profit des forêts de feuillus (+2%).

Ces signaux d'évolution sont fragiles et peuvent avoir d'autres origines (déprise agricole, urbanisation, incendie, coupe rase...).

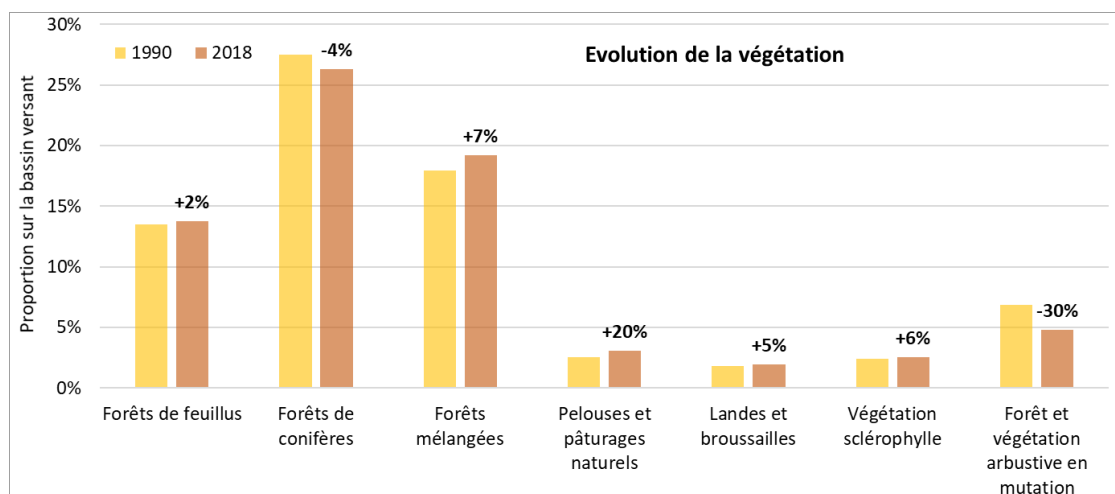


Figure 80 : évolution du type de végétation sur le bassin versant entre 1990 et 2018

6.2.2 Tendances d'évolution du module

De manière à évaluer les tendances d'évolution des débits moyens annuels, les modules ont été tracés sous forme de moyennes glissantes sur des périodes de 30 ans. Les courbes obtenues ont fait l'objet d'une régression linéaire dont le coefficient directeur indique la tendance à la baisse (ou à la hausse).

Ici on remarque que les tendances sont systématiquement à la baisse pour les chroniques des différentes stations hydrométriques analysées.

La valeur du coefficient directeur est en revanche plus ou moins élevée selon les stations, ce qui traduit une hétérogénéité de la réponse hydrologique et du soutien du réseau hydrographique par les nappes.

Par exemple, sur la Gervanne, des pentes des courbes de régression sont très faibles, signe que le changement climatique affecte moins cet affluent. Au contraire, à Saillans, la pente de la droite est très élevée ce qui traduit une forte sensibilité de la partie aval du bassin au changement climatique.

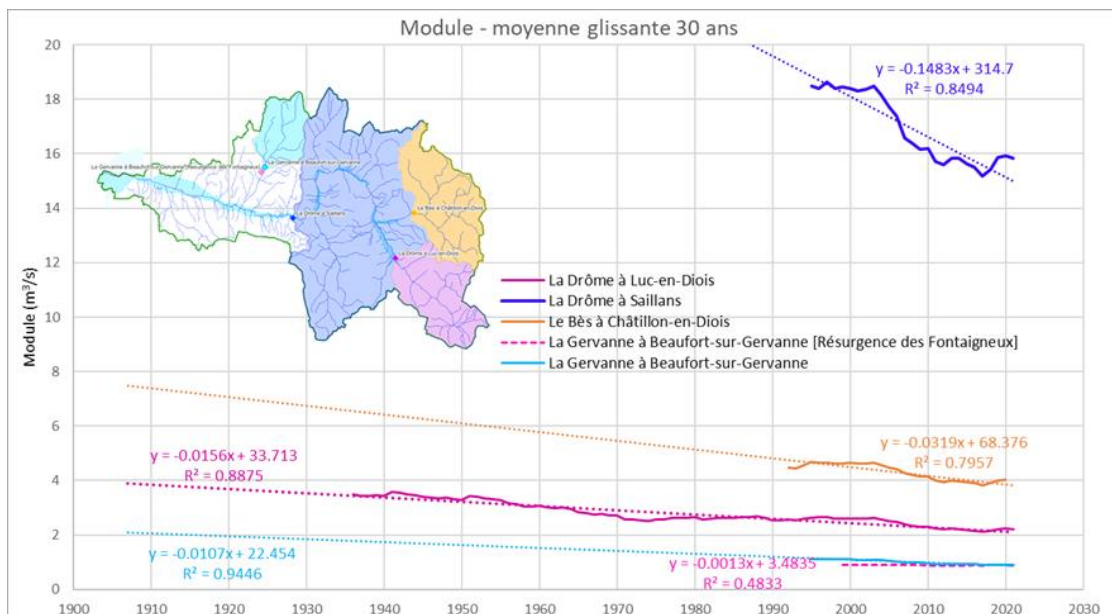


Figure 81 : évolution du module sur les 5 stations (moyenne glissante sur 30 ans)

Le tableau suivant synthétise les diminutions observées sur les modules sur les plus longues plages temporelles disponibles de chaque station. Les profondeurs de chroniques de relevés étant hétérogènes, il est difficile de comparer les valeurs obtenues d'une station à l'autre mais l'on peut retenir que les diminutions déjà à l'œuvre peuvent représenter une baisse de près de 20%.

A Saillans, le module a diminué de 2.6 m³/s entre les périodes 1966-1995 et 1992-2021, soit une baisse de 14%.

	V426 4010 01 : La Drôme à Saillans	V421 4010 01 : La Drôme à Luc-en-Diois	V427 5010 : La Gervanne à Beaufort-sur-Gervanne	V427 5910 : La Gervanne [Résurgence des Fontaigneux]	V422 5010 01 : Le Bès à Châtillon-en-Diois
Plages temporelles	1966-1995 1992-2021	1940-1969 1992-2021	1966-1995 1992-2021	1970-1999 1992-2021	1963-1992 1991-2020
Module	-2.63 m³/s	-0.51 m³/s	-0.21 m³/s	-0.03 m³/s	-0.45 m³/s
	-14%	-19%	-19%	-3%	-10%

Figure 82 : Evolution des modules au droit de 5 stations hydrométriques du bassin de la Drôme

6.2.3 Tendances d'évolution du QMNA

Le même travail a été fait avec les débits moyens mensuels minimum de chaque année (QMNA). Les courbes montrent ici aussi une nette tendance à la baisse des débits d'étiage.

De la même manière que pour les modules, la sensibilité des stations au changement climatique est très hétérogène d'un point à l'autre du bassin versant.

La Gervanne demeure peu sensible aux effets du changement climatique (rôles des résurgences et du karst) alors que la Drôme à Saillans semble très affectée par l'évolution des variables climatiques.

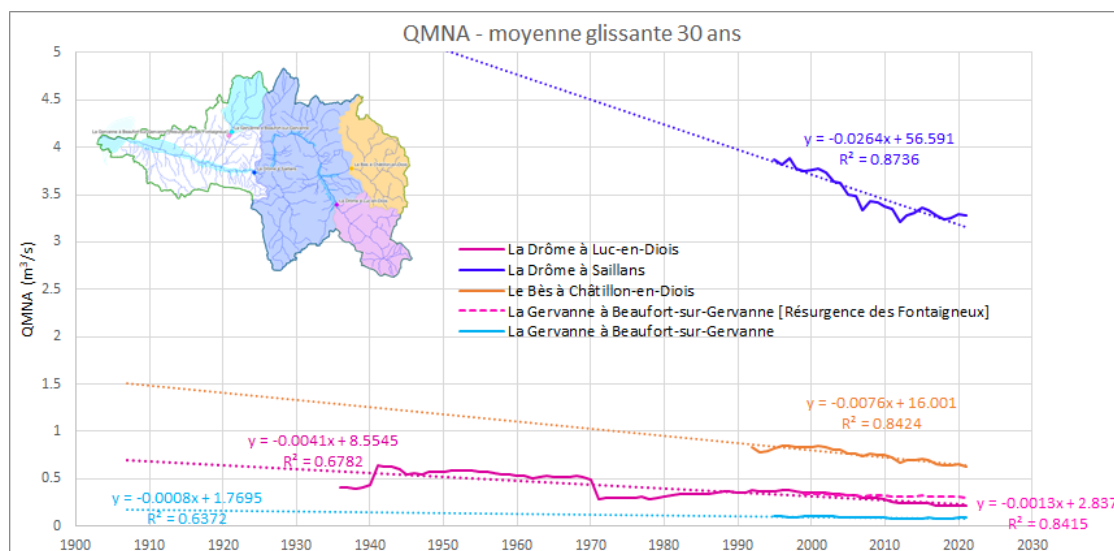


Figure 83 : évolution du QMNA5 sur les 5 stations (moyenne glissante sur 30 ans)

Le tableau suivant synthétise les diminutions observées sur les QMNA sur les plus longues plages temporelles disponibles de chaque station. Les profondeurs de chroniques de relevés étant hétérogènes, il est difficile de comparer les valeurs obtenues d'une station à l'autre.

A Luc-en-Diois, la diminution du QMNA entre les périodes 1940-1969 et 1992-2021 représente - 0.31 m³/s (-59%).

A Saillans, le QMNA a diminué de 0.59 m³/s entre les périodes 1966-1995 et 1992-2021, soit une baisse de 15%.

	V426 4010 01 : La Drôme à Saillans	V421 4010 01 : La Drôme à Luc-en-Diois	V427 5010 : La Gervanne à Beaufort-sur-Gervanne	V427 5910 : La Gervanne [Résurgence des Fontaigneux]	V422 5010 01 : Le Bès à Châtillon-en-Diois
Plages temporelles	1966-1995 1992-2021	1940-1969 1992-2021	1966-1995 1992-2021	1970-1999 1992-2021	1963-1992 1991-2020
QMNA	-0.59 m³/s	-0.31 m³/s	-0.01 m³/s	-0.03 m³/s	-0.18 m³/s
	-15%	-59%	-9%	-9%	-21%

Figure 84 : Evolution des QMNA au droit de 5 stations hydrométriques du bassin de la Drôme

6.2.4 Evolution du comportement à l'étiage

Les étiages sont des phénomènes complexes à décrire et leur genèse particulièrement longue les rend difficiles à identifier. Des indicateurs statistiques ont donc été développés de manière à les caractériser. Les principaux indicateurs sont les suivants :

- Le QMNA-n correspond au débit moyen minimal mensuel calendaire de la période d'étiage (juin à octobre). Chaque année le QMNA a 1/2 chance d'être inférieur au QMNA₂, ou une chance sur 5 d'être inférieur au QMNA₅ ;
- Le VCN X-n correspond au débit moyen minimal annuel calculé sur X jours consécutifs, de période de retour n années. Le VCN₃ permet de caractériser une situation d'étiage sévère sur

une période de 3 jours. Le VCN_{30} renseigne sur la ressource minimum sur une durée de 1 mois. A la différence du débit d'étiage mensuel (QMNA), le VCN_{30} est calculé sur une période de 30 jours consécutifs quelconques (plage de calcul glissante), tandis que le QMNA est calculé sur un mois calendaire (du 1er au dernier jour du mois).

Le tableau synthétise les indicateurs statistiques d'étiage ($QMNA_5$) calculés au droit des différentes stations hydrométriques. Les VCN ne sont pas indiqués car tous inférieurs à 2 l/s, valeur de débit pour laquelle les incertitudes (hydrométriques notamment) sont trop élevées pour annoncer des valeurs suffisamment robustes.

Débits statistiques d'étiage (m ³ /s)	V426 4010 01 : La Drôme à Saillans	V421 4010 01 : La Drôme à Luc-en-Diois	V428 7010 01 : Le ruisseau de Grenette	V427 5010 : La Gervanne à Beaufort-sur-Gervanne	V427 5910 : La Gervanne [Résurgence des Fontaigneux]	V422 6020 01 : Le Bès à Treschenu-Creyers [Archiane]	V422 5010 01 : Le Bès à Châtillon-en-Diois
QMNA5	1.97 m ³ /s (1.71 l/s/km ²)	0.15 m ³ /s (0.76 l/s/km ²)	assecs	0.03 m ³ /s (0.27 l/s/km ²)	0.23 m ³ /s (2.20 l/s/km ²)	0.23 m ³ /s (5.8 l/s/km ²)	0.36 m ³ /s (1.57 l/s/km ²)
Intervalle de confiance statistique (m ³ /s)	[1.74 ; 2.26]	[0.127 ; 0.170]	assecs	[0.0208 ; 0.0392]	[0.205 ; 0.253]	[0.178 ; 0.292]	[0.292 ; 0.425]

Figure 85 : QMNA5 calculés au droit des 7 stations hydrométriques du bassin de la Drôme

L'évolution de la période d'étiage est analysée entre deux périodes distinctes : 1970-1995 et 1996-2021, soit deux séries de 25 années de mesures.

Le début et la fin de la période est identifiée par le sous-passement du débit moyen de juin à octobre sur la période de référence 1970-1995. Ce critère est arbitraire mais permet d'évaluer la durée moyenne de l'étiage et surtout les évolutions qui ont pu se produire entre les deux périodes.

Par la suite, les analyses sont faites pour chaque station.

- La Drôme à Saillans

A Saillans, la période d'étiage 1996-2021 est rallongée d'environ 37 jours par rapport à la période 1970-1995. On remarque +14 jours au démarrage de l'étiage et +23 jours à la fin de la période d'étiage.

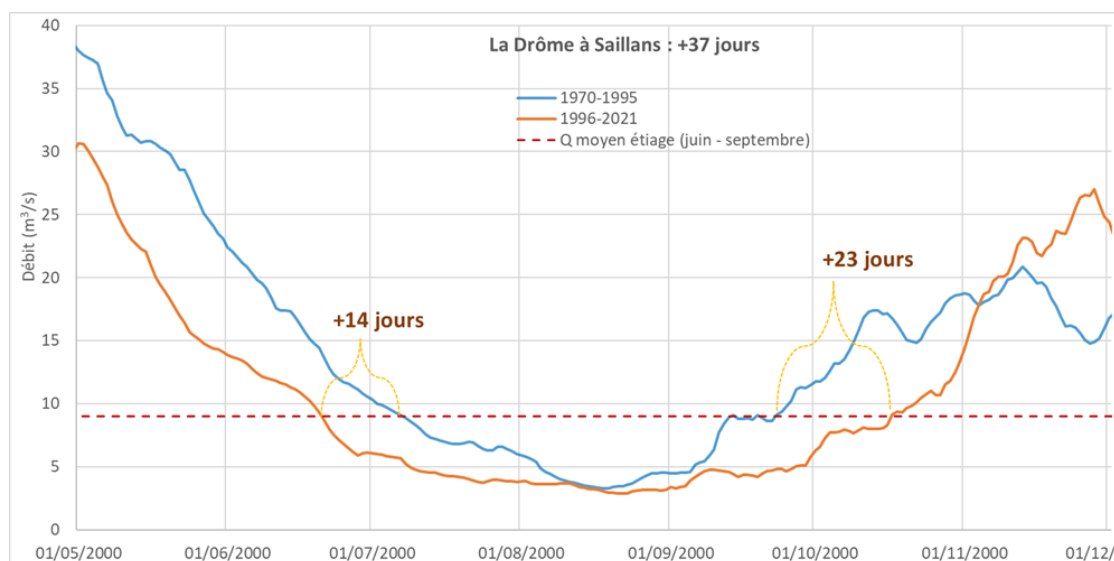


Figure 86 : analyse de la période d'étiage sur la Drôme – station de Saillans (1970-1995 et 1996-2021)

- La Drôme à Luc en Diois

A Luc en Diois, la période d'étiage 1996-2021 est rallongée d'environ 5 semaines par rapport à la période 1970-1995. On remarque +17 jours au démarrage de l'étiage et +18 jours à la fin de la période d'étiage.

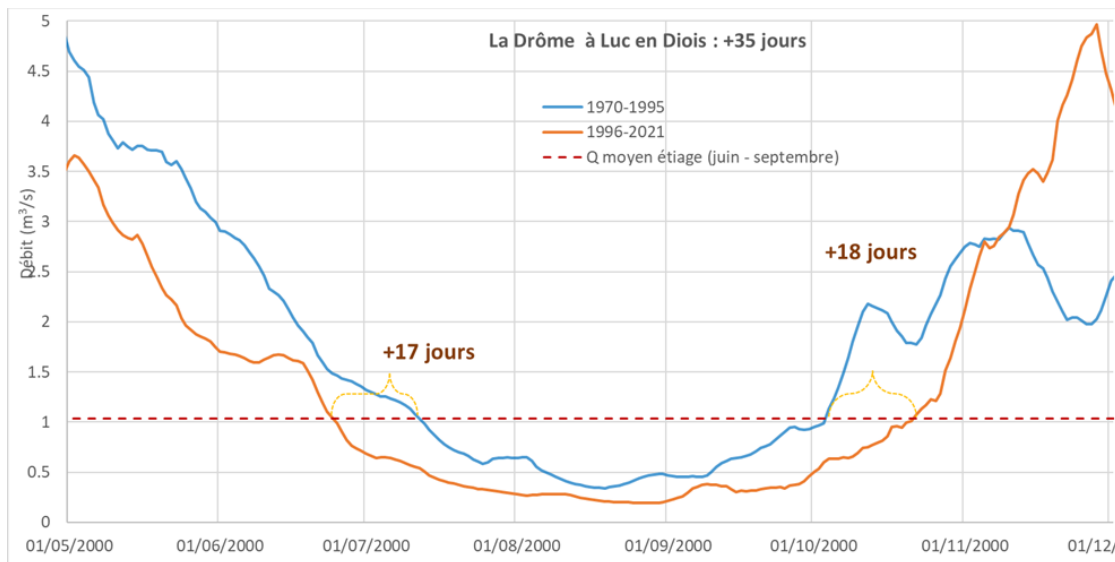


Figure 87 : analyse de la période d'étiage sur la Drôme – station de Luc en Diois (1970-1995 et 1996-2021)

- La Gervanne à Beaufort sur Gervanne

Au niveau de la station hydrométrique de la Gervanne à Beaufort sur Gervanne, la période d'étiage 1996-2021 est rallongée d'environ 53 jours par rapport à la période 1970-1995. On remarque +7 jours au démarrage de l'étiage et +46 jours à la fin de la période d'étiage. Sur cet affluent, c'est surtout la reprise des écoulements qui est retardée par le changement climatique (un mois et demi de décalage). Le tarissement est amorcé légèrement plus tôt dans la saison mais dans une proportion bien plus faible.

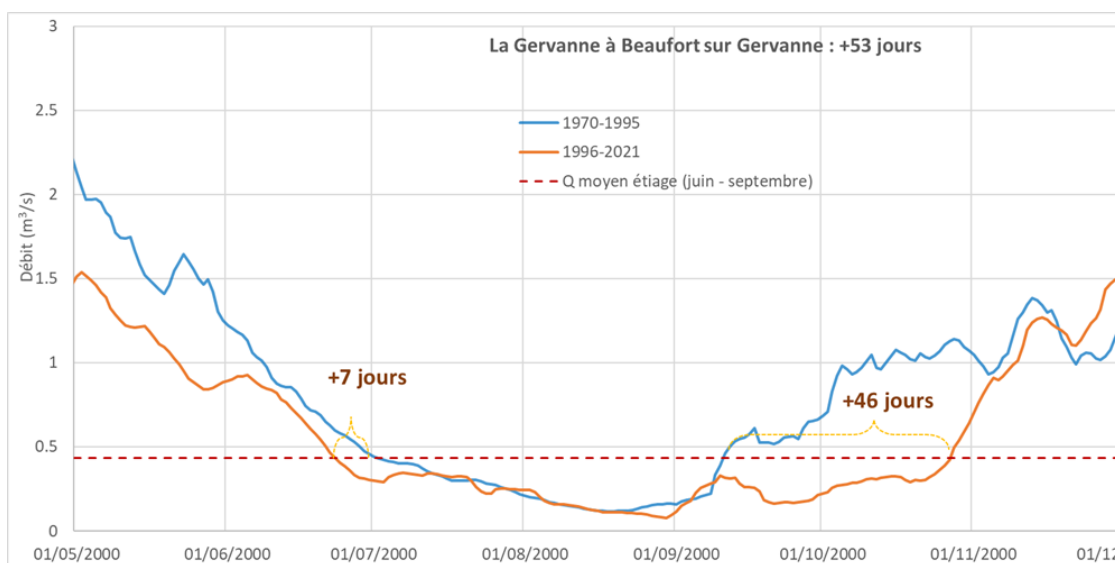


Figure 88 : analyse de la période d'étiage sur la Gervanne – station de Beaufort sur Gervanne (1970-1995 et 1996-2021)

- La Gervanne (résurgence des Fontaigneux)

Au niveau de la résurgence des Fontaigneux, la période d'étiage 1996-2021 est rallongée d'environ 25 jours par rapport à la période 1970-1995. On remarque +6 jours au démarrage de l'étiage et +19 jours à la fin de la période d'étiage. Comme pour la station hydrométrique de la Gervanne à Beaufort sur Gervanne, c'est surtout la reprise des écoulements qui est retardée par le changement climatique.

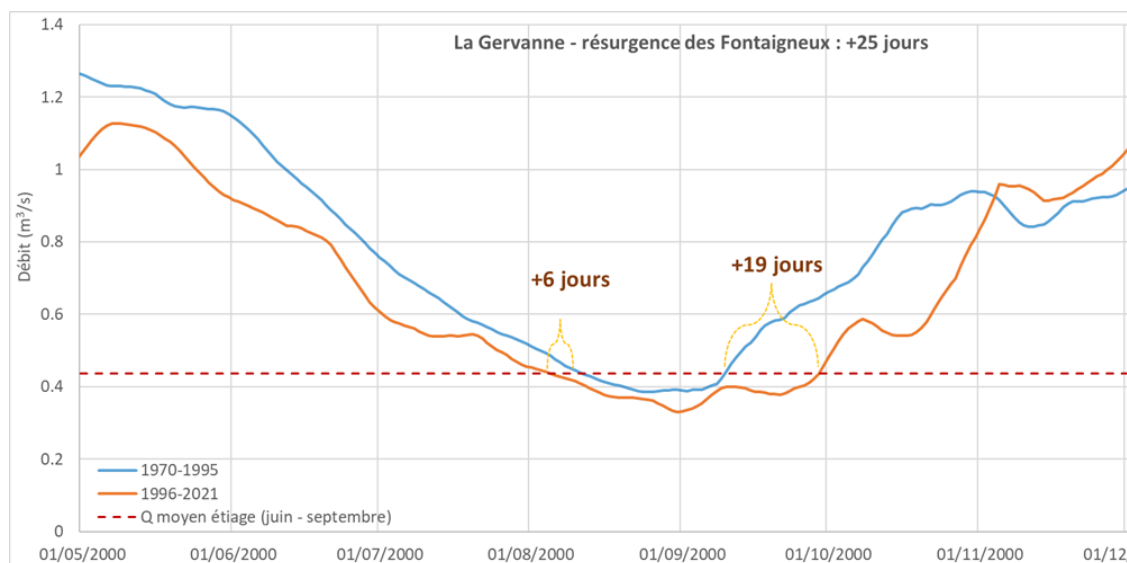


Figure 89 : analyse de la période d'étiage sur la Gervanne – résurgence des Fontaigneux (1970-1995 et 1996-2021)

- Le Bès à Chatillon en Diois

Sur le Bès à Chatillon en Diois, la période d'étiage 1996-2021 est rallongée d'environ 6 semaines par rapport à la période 1970-1995. On remarque +18 jours au démarrage de l'étiage et +24 jours à la fin de la période d'étiage.

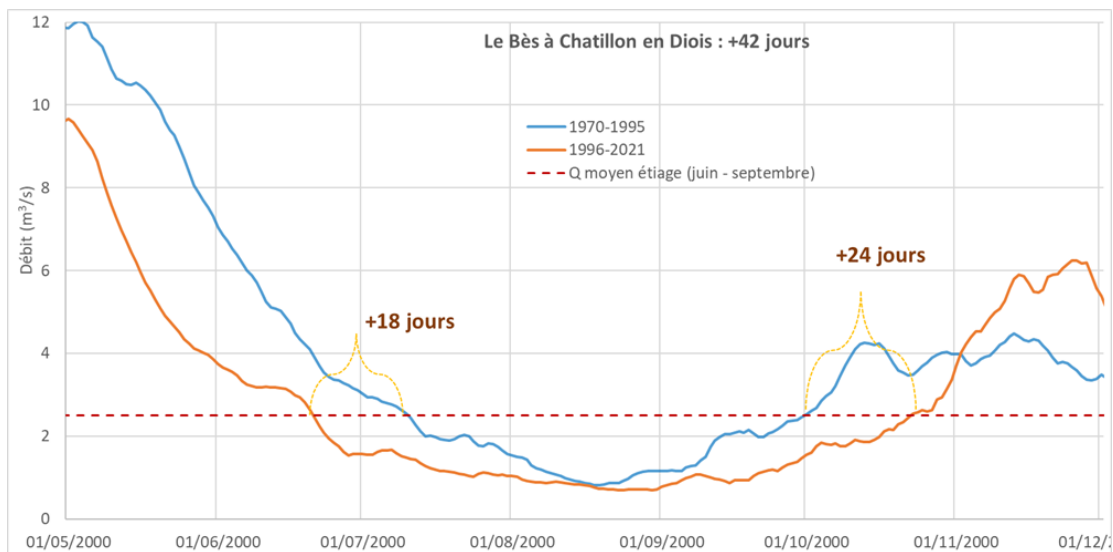


Figure 90 : analyse de la période d'étiage sur la Bès – station de Chatillon en Diois (1970-1995 et 1996-2021)

- Conclusion sur les périodes d'étiage

Les analyses précédentes montrent très nettement une augmentation de la durée des étiages sur la Drôme et ses affluents. Au droit des différentes station, l'augmentation est de l'ordre de 5 à 6 semaines entre la période 1970-1995 et la période 1996-2021.

Le tarissement des débits s'amorce un peu plus tôt mais c'est surtout la reprise des écoulements en fin de période d'étiage qui est retardée (plus d'un mois de décalage sur la Gervanne à Beaufort sur Gervanne).

6.3 EVOLUTION FUTURE

6.3.1 Méthodologie

Pour caractériser l'hydrologie future (sous changement climatique) sur le bassin versant de la Drôme, la méthodologie est la suivante :

- Création et calage d'un modèle hydrologique représentant l'état actuel du bassin versant, toutes caractéristiques confondues (climatologie, occupation du sol, prélèvements, rejets...).
- Injections de chroniques climatologiques représentant le changement climatique.
- Modélisation de scénarios d'évolution et d'adaptation.

Les modélisations hydrologiques seront effectuées avec le logiciel COGERE (programme de recherche et développement Cereg), à partir de la plate-forme logicielle OpenFLUID mise à disposition par l'UMR LISAH. Les éléments d'explication relatif à la création du modèle COGERE, principes de fonctionnement, calage du modèle, etc. sont présenté dans l'[Annexe 5 : le modèle COGERE](#).

Les résultats de projection sur les débits à l'horizon 2050, issus des simulations à partir du modèle COGERE, doivent être considérés en tenant compte de l'ensemble des incertitudes qui se cumulent sur la chaîne de modélisation hydro-climatique :

- Incertitudes sur les données climatiques observées.
- Incertitudes sur les trajectoires socio-économiques et donc les niveaux d'émissions de gaz à effet de serre ;
- Incertitudes sur les données climatiques modélisées récupérées sur le site DRIAS ;
- Incertitudes inhérentes aux équations du modèle hydrologiques ;
- Incertitudes liées à la qualité du calage du modèle hydrologique. En effet, même si les modules, les chroniques journalières et les fluctuations mensuelles sont globalement satisfaisantes, on peut observer ponctuellement des écarts significatifs. Il faut bien se rappeler que le modèle est une représentation simplifiée d'une réalité dont nous ne comprenons qu'une fraction très restreinte.
- Incertitude sur la stabilité de la relation pluie-débit sous contrainte de changement climatique.

6.3.2 Débits à l'horizon 2050

MODULE

Quel que soit l'affluent considéré sur le bassin de la Drôme, le changement climatique n'a que des effets très modérés sur les modules. Les augmentations de débit en période de hautes eaux compensent les diminutions de débit à l'étiage dans le calcul du module.

Ainsi, les effets sur le module atteignent au maximum -6% de diminution à l'horizon 2050 pour le scénario RCP 4.5 (Bès, Drôme amont). Sur l'axe principal de la Drôme (partie aval), les modules diminuent de l'ordre de 2%, ce qui n'est pas significatif compte tenu des incertitudes sur les données climatiques futures et sur les résultats de modélisation.

Sur l'ensemble du bassin versant de la Drôme, les tendances d'évolution du module sont majoritairement à la baisse mais on constate tout de même une légère augmentation sur la Gervanne et sur la Sure.

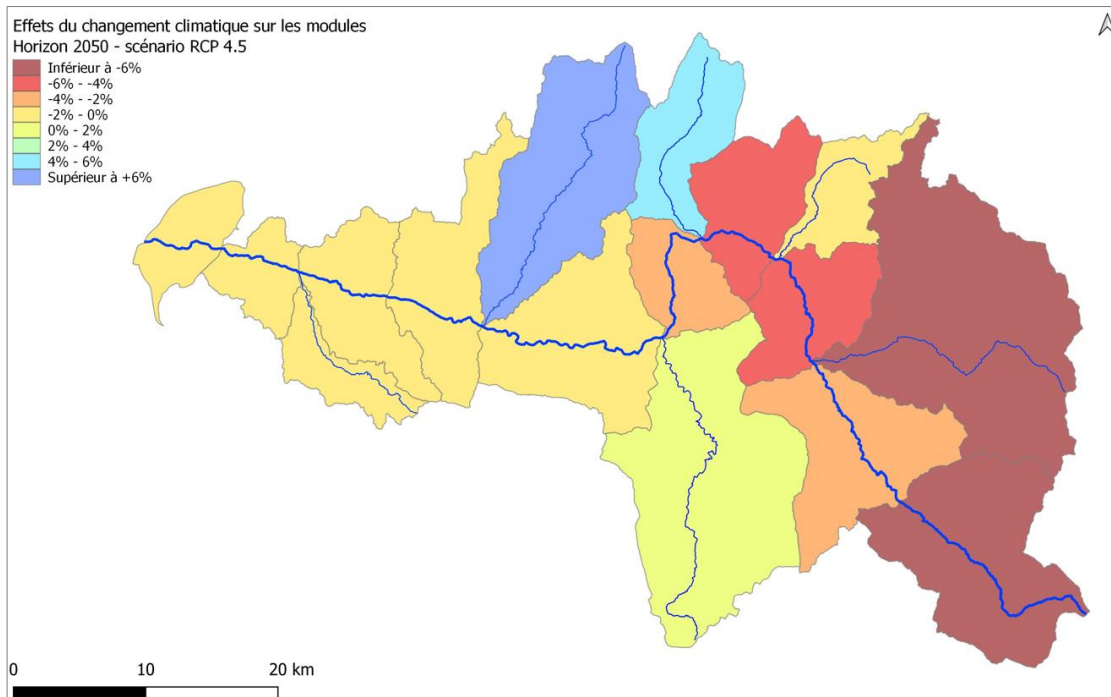


Figure 91 : répartition des tendances d'évolution du module à l'horizon 2050

La figure suivante présente la courbe d'évolution du module sur la Drôme à Saillans (moyennes glissantes sur 30 ans).

A l'horizon 2050 (moyenne 2041-2070) on constate une diminution du module de l'ordre de 1% par rapport à la période de référence (1976-2005). Comme évoqué précédemment, cette évolution n'est pas significative, d'autant plus que, selon l'horizon d'intérêt on peut conclure à une augmentation du module.

Remarque : les fluctuations observées sur ces débits sont très proches de celles constatées sur la pluviométrie annuelle.

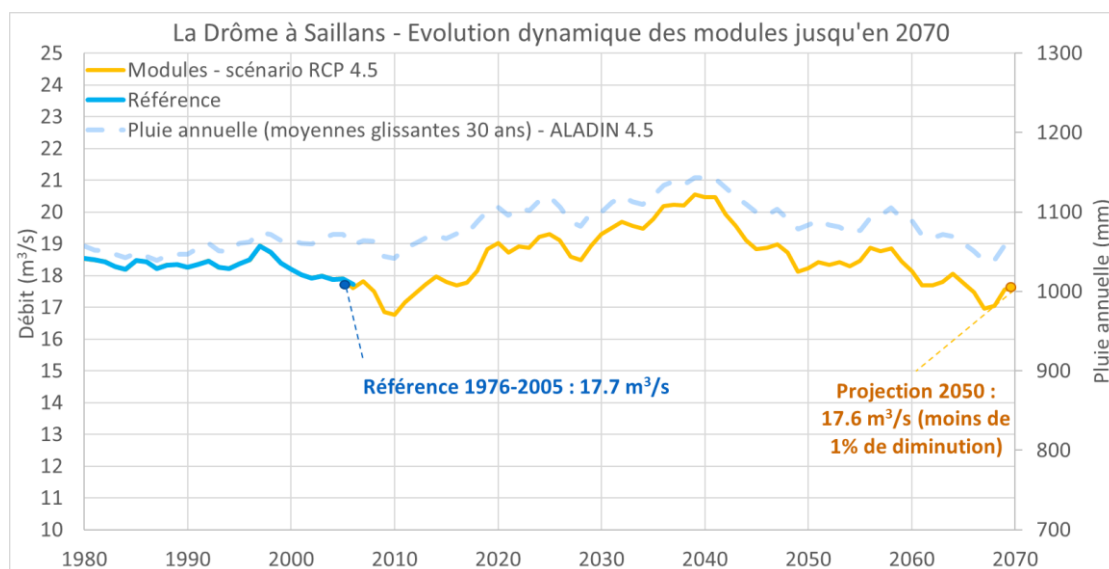


Figure 92 : courbe d'évolution du module sur la Drôme à Saillans (moyennes glissantes sur 30 ans).



L'analyse des **modules** est délicate car fortement influencée par les périodes de hautes eaux. Ainsi, jusqu'à l'horizon 2050, les modules semblent s'orienter vers une légère diminution mais **aucune tendance significative** ne se dégage sur cet indicateur.

A Saillans, l'évolution du module à l'horizon 2050 présente une variation **inférieure à 1%**.

DEBIT MOYEN ESTIVAL

Contrairement aux modules, les résultats sur les débits moyens d'été (juin à septembre) sont univoques : le changement climatique va conduire à une baisse significative de cet indicateur hydrologique à l'horizon 2050.

La baisse est plus ou moins marquée selon les secteurs : les affluents les plus touchés sont le Bès, le Meyrosse et la Sure avec une diminution du débit estival de -30% (voire plus). La Roanne semble légèrement moins impactée (-20%). L'axe Drôme quant à lui subit des diminutions de débit de l'ordre de -25%.

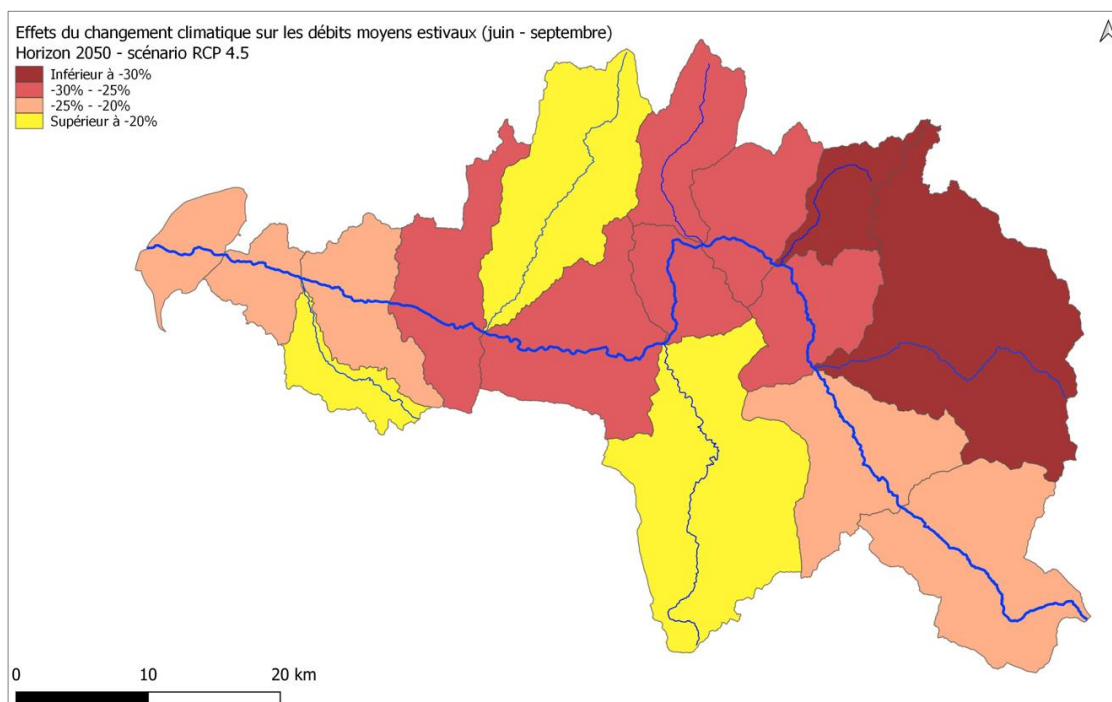


Figure 93 : répartition des évolutions des débits moyens estivaux (juin-septembre) à l'horizon 2050

Le graphique suivant montre l'évolution du débit moyen estival de la Drôme à Saillans sous l'hypothèse du scénario RCP 4.5 (moyennes glissantes sur 30 ans). Malgré quelques oscillations à court terme, l'effet du changement climatique se fait ressentir progressivement et à l'horizon 2050 on constate une diminution du débit estival de 1.7 m³/s, soit -27% par rapport à la période de référence.

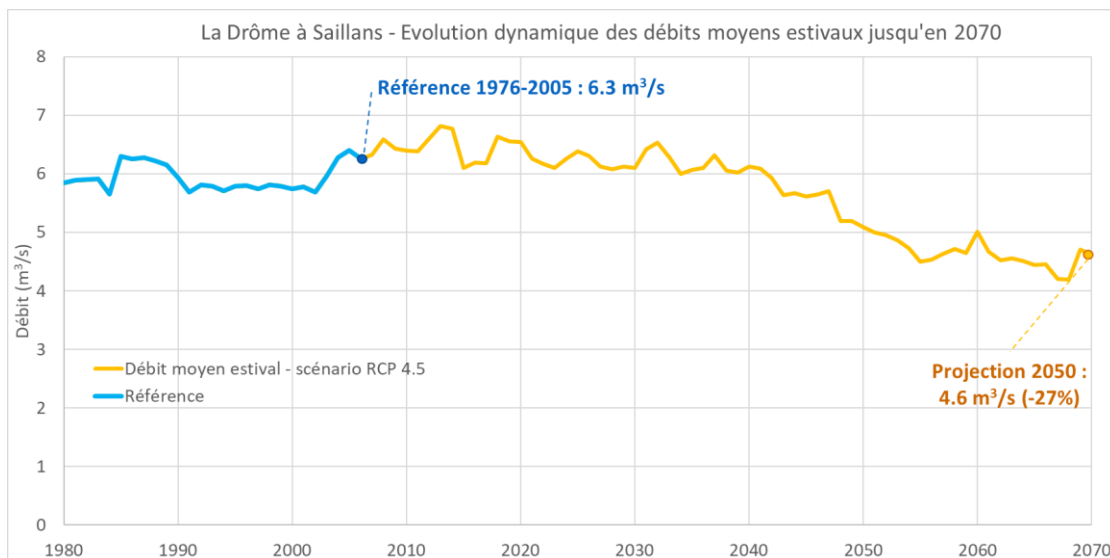


Figure 94 : évolution du débit moyen estival de la Drôme à Saillans (scénario RCP 4.5 - moyennes glissantes sur 30 ans)



L'analyse des débits d'été (juin à septembre) montre une **tendance à la baisse** jusqu'à l'horizon 2050.

A Saillans, il faut s'attendre à des diminutions de débit de l'ordre de **-27%** sur une période où la ressource est particulièrement sollicitée.

QMNA

La carte suivante présente les effets du changement climatique sur les débits minimums mensuels moyens (QMNA). L'ensemble du territoire est affecté avec des diminutions des QMNA. Ces diminutions sont toutefois hétérogènes avec certains affluents présentant une baisse de l'ordre de -5% (Bes, Gervanne) tandis que d'autres devraient subir une diminution de -15%, voire plus.

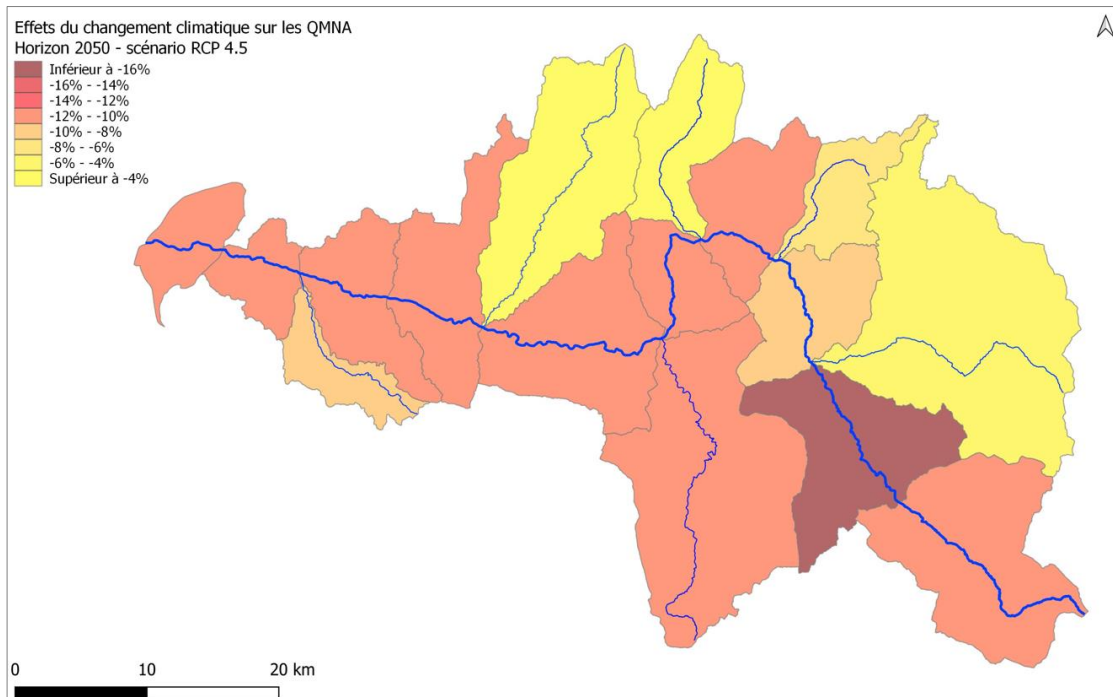


Figure 95 : répartition des évolutions des QMNA à l'horizon 2050

Le graphique suivant présente l'évolution des QMNA jusqu'à l'horizon 2050 sur la Drôme à Saillans. Sur la période de référence le QMNA moyen est de 2.6 m³/s. A l'horizon 2050, il est de 2.2 m³/s, soit une diminution de 400 l/s (-15%).

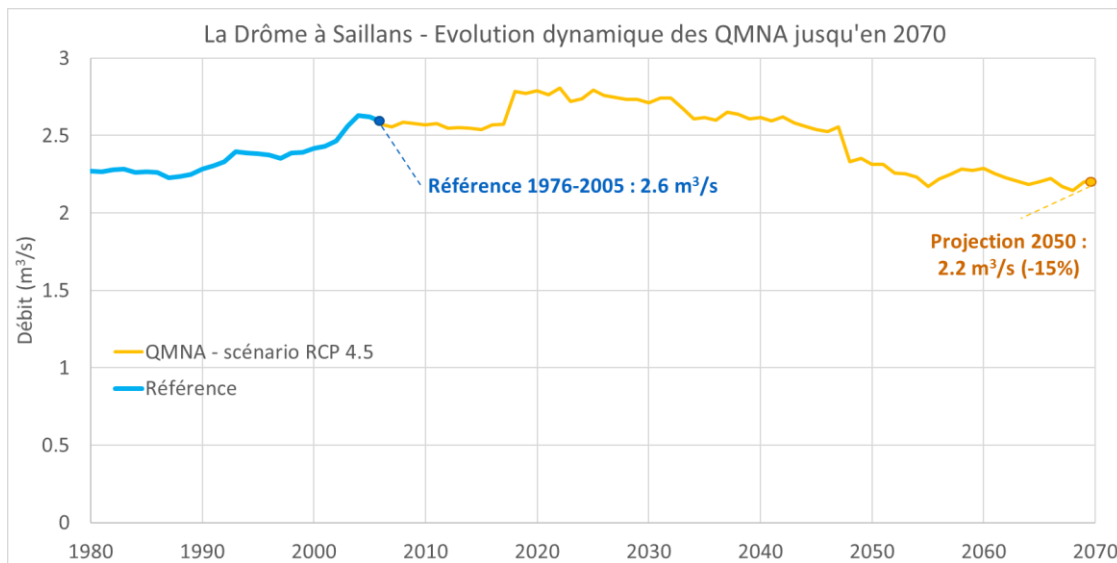


Figure 96 : évolution des QMNA jusqu'à l'horizon 2070 sur la Drôme à Saillans



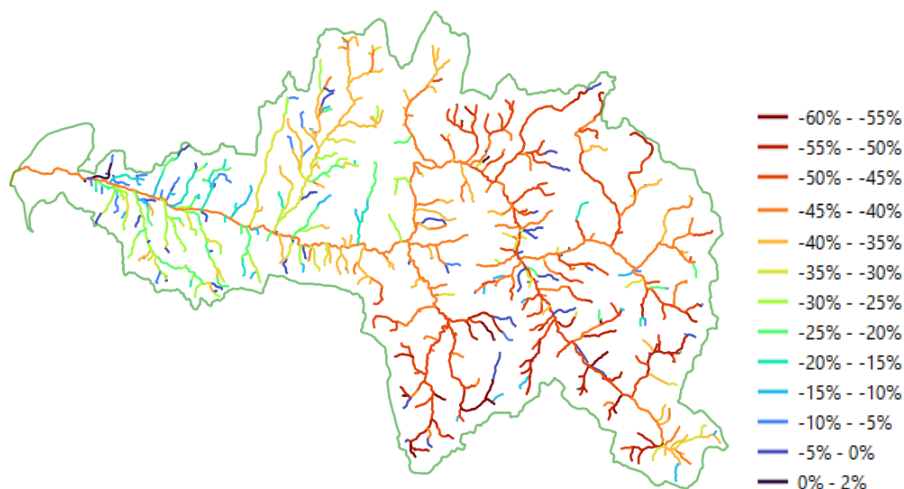
L'analyse des **débits minimaux mensuels de chaque année (QMNA)** montre une tendance progressive à la **baisse** jusqu'à l'horizon 2050.

A Saillans, il faut s'attendre à des diminutions de débit de l'ordre de **-15%** sur cet indicateur hydrologique représentatif d'une **période de tension hydrique**.

FLUCTUATIONS MENSUELLES

Sur l'axe Drôme, la structure générale de la répartition des débits au cours de l'année ne semble pas significativement affectée par le changement climatique à l'horizon 2050 mais on peut toutefois noter :

- Des débits moyens mensuels plus élevés en hiver, en particulier au mois de février ;
- Au printemps c'est surtout le mois de juin qui est marquant avec une baisse de débit de -44% à Saillans. Cette baisse est hétérogène sur le bassin : certains tronçons ne sont quasiment pas affectés tandis que d'autres peuvent subir une diminution pouvant atteindre -60% (ces cas très contrastés concernent surtout les petits affluents et les extrémités du réseau hydrographique avec un fonctionnement particulier comme la présence d'une source ou d'une retenue). On note que c'est la partie amont du bassin versant qui est la plus touchée par les diminutions de débit au mois de juin (figure suivante).



- En été, les débits sont systématiquement plus faibles qu'en période de référence, effet de l'augmentation de l'ETP qui génère une perte hydrique importante à cette période de l'année.
- A l'automne, les débits sont également plus faibles qu'en période de référence. Contrairement aux baisses identifiées en été à cause de l'ETP, cet écart semble principalement dépendant des débits de crue, phénomènes ponctuels que les modèles climatiques peinent à reproduire.

C'est principalement au démarrage de l'étiage que les effets du changement climatique sont les plus importants (mois de juin en particulier). Les évolutions de pluviométrie et d'ETP conduisent à l'apparition d'étiages plus précoces.

La fin de la période d'étiage n'est que peu impactée.

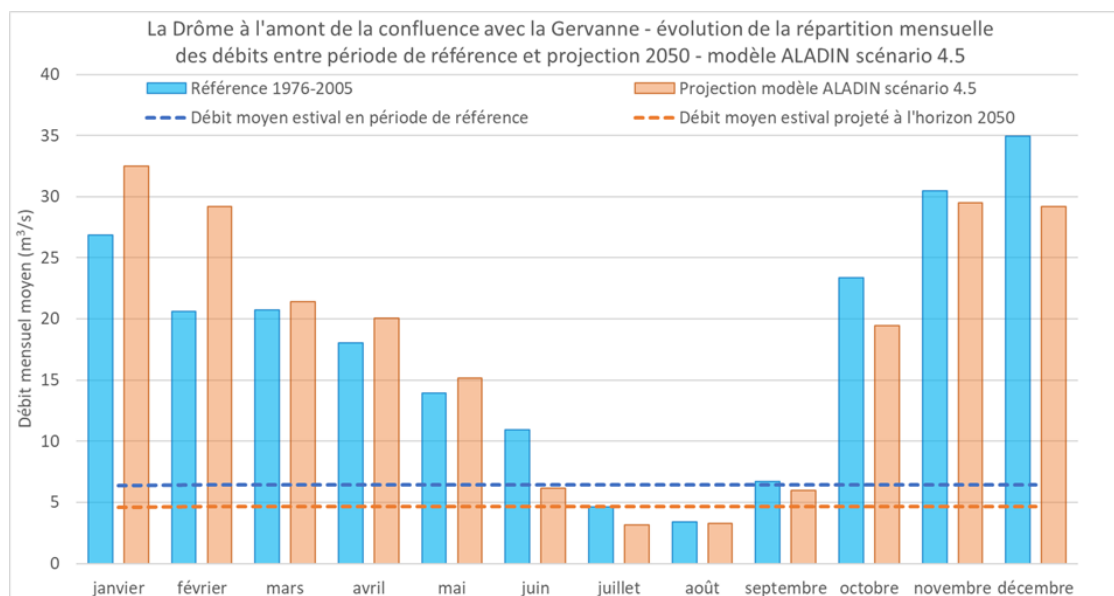


Figure 97 : évolution de la répartition mensuelle des débits de la Drôme à l'amont de la confluence avec la Gervanne

Exercice d'analyse de cohérence des résultats

L'étude en cours sur le bassin du Rhône et menée par BRLi⁵ donne quelques résultats sur la Drôme à Saillans. Les seuls résultats mis à disposition sont donnés pour le scénario 8.5 à l'horizon 2050.

La méthodologie mise en œuvre consistait à tester toutes les modélisations climatiques disponibles sur DRIAS en les injectant dans un modèle hydrologique. Il en résulte un spectre de possibilités relativement étendu.

Le graphique ci-dessous présente la comparaison des écarts aux débits de références entre les 2 études.

Les résultats produits dans le cadre de la modélisation de la Drôme avec l'outil COGERE sont cohérents dans le sens où les écarts par rapport aux débits de la période de référence suivent la même tendance d'évolution et avec des ordres de grandeur comparables.

⁵ Etude de l'hydrologie du fleuve Rhône sous changement climatique - Mission 1: Diagnostic actualisé de la situation hydrologique du fleuve – BRL ingénierie – Mai 2022

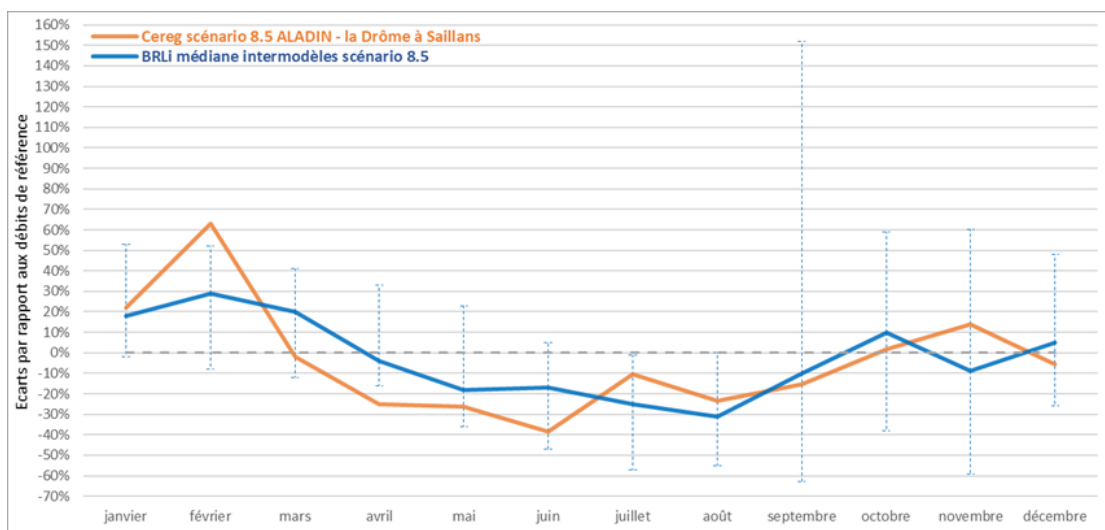


Figure 98 : comparaison des écarts aux débits de références entre les simulations réalisées avec le modèle COGERE et les simulations réalisées dans le cadre de l'étude Rhône



Les principaux éléments notables sur l'évolution des **fluctuations mensuelles** provoquées par le changement climatique à l'horizon 2050 sont les suivantes :

- Débits moyens mensuel **plus élevés en hiver** ;
- **Baisse des débits au printemps et en été**, particulièrement au mois de juin, du fait de l'augmentation de l'ETP.

PERIODE D'ÉTIAGE

1) Définition

Les étiages sont des phénomènes complexes à décrire et leur genèse particulièrement longue les rend difficiles à identifier.

Les étiages sont régulièrement confondus avec les « basses eaux » (période où le débit est inférieur au module).

En réalité, il n'existe pas de définition communément admise de l'étiage mais les hydrologues s'accordent généralement pour le décrire comme « une période présentant un débit exceptionnellement faible d'un cours d'eau ». Certains s'appuient également sur des débits statistiques ou bien la courbe des débits classés.

Finalement, sur le plan réglementaire, on retient souvent l'utilisation du QMNA₅ comme débit de référence d'étiage.

La notion d'étiage est donc extrêmement vague et ne fait pas consensus entre les acteurs appelés à employer ce terme (hydrologues, gestionnaires, services de l'état...).

Ici, la période d'étiage sera approximée à la période estivale (juin à septembre).

2) Analyse par rapport au module – période de basses eaux

Comme vu dans le paragraphe d'analyse du module, cet indicateur ne connaît pas d'évolution significative à l'horizon 2050 (de l'ordre de 1% sur l'axe Drôme).

Ainsi, l'analyse de cet indicateur ne permet pas de dégager une évolution significative de la période de basses eaux.

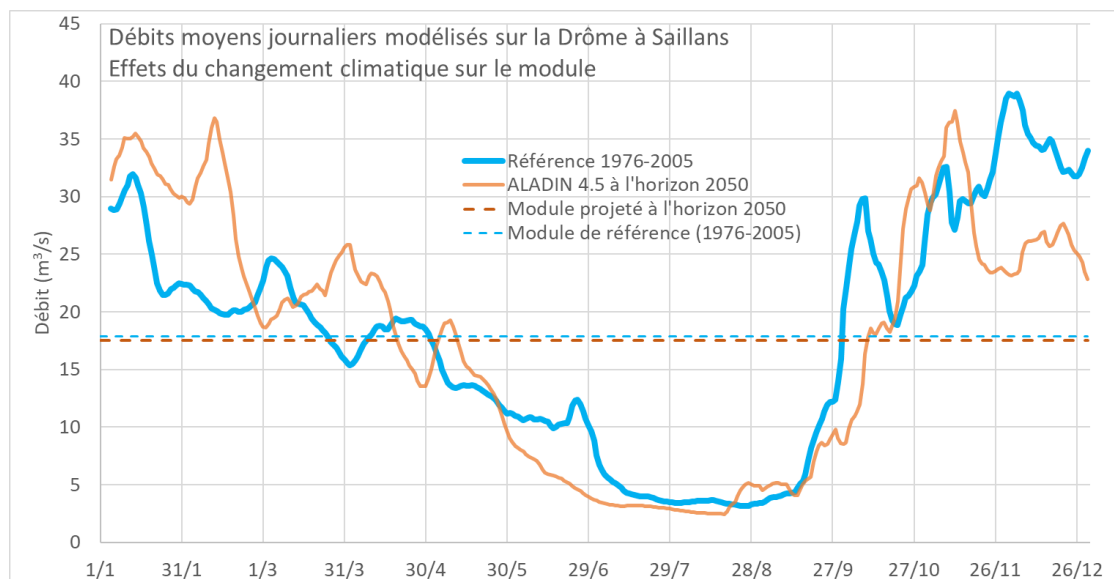


Figure 99 : évolution des débits moyens journaliers et du module sur la Drôme à Saillans

3) Analyse par rapport au débit moyen estival (juin à septembre)

Sur cet indicateur, les effets du changement climatique sont très nettement visibles : on rappelle que sur l'axe Drôme nous avons identifié des diminutions de débit de l'ordre de -25%, voire plus.

L'analyse des débits moyens journaliers montre que le débit moyen estival de référence est atteint trois semaines plus tôt à l'horizon 2050.

Au moment de la reprise des écoulements à l'automne, la temporalité de la dynamique hydrologique n'est que peu affectée et les écarts entre les courbes ne sont pas significatifs.

Note : la tendance est similaire sur les différents sous bassins, modulo des facteurs aggravants/limitants liés aux usages anthropiques. Au niveau des stations analysées, un décalage de l'étiage de 15 jours à 1 mois est observé.

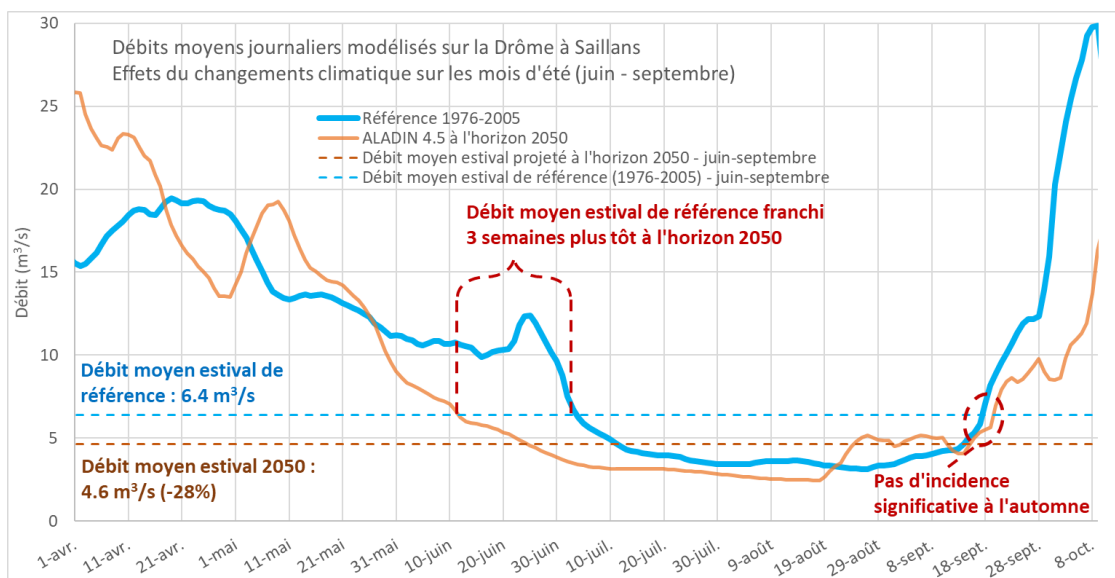


Figure 100 : évolution des débits moyens journaliers sur les mois d'été (juin-septembre) sur la Drôme à Saillans



Les débits annuels ne montrent pas d'évolutions significatives sur la Drôme à l'horizon 2050, les périodes de hautes eaux (plus intenses), compensant des **étiages plus marqués**.

En période de basses eaux, les **débits** seront bien **plus faibles** à l'horizon 2050 : la modélisation indique des diminutions de débit pouvant dépasser **-30%**.

De même, la **temporalité des étiages** est affectée et le **tarissement** des cours d'eau se produit de manière plus **précoce** : le débit moyen estival est atteint en moyenne **3 semaines plus tôt** qu'en période de référence.

CRUES

Les résultats du modèle montrent que pour le scénario RCP 4.5 les crues de faible période de retour risquent de se produire avec plus d'intensité. En effet, l'extraction des débits maximaux annuels permet de remarquer que les débits de pointe à l'horizon 2050 sont systématiquement supérieurs à ceux de la période de référence.

A l'horizon 2050 à Saillans, les crues récurrentes (période de retour de l'ordre de 2 ans) présentent des débits bien plus élevés qu'en période de référence avec une augmentation de l'ordre de 45%.

Les crues fréquentes (période de retour de l'ordre de 5 ans) vont également voir leurs débits augmenter : +30%.

Pour les crues occasionnelles (période de retour de l'ordre de 10 ans), les augmentations des débits sont d'environ 15%.

Pour les crues plus rares, l'analyse est trop délicate car l'échantillon est relativement faible (30 valeurs) et laisse trop d'incertitudes dans les calculs statistiques. Par ailleurs, on rappelle que les événements climatiques extrêmes sont mal reproduits par les modèles climatiques qui fournissent les données d'entrée du modèle hydrologique mis en œuvre.

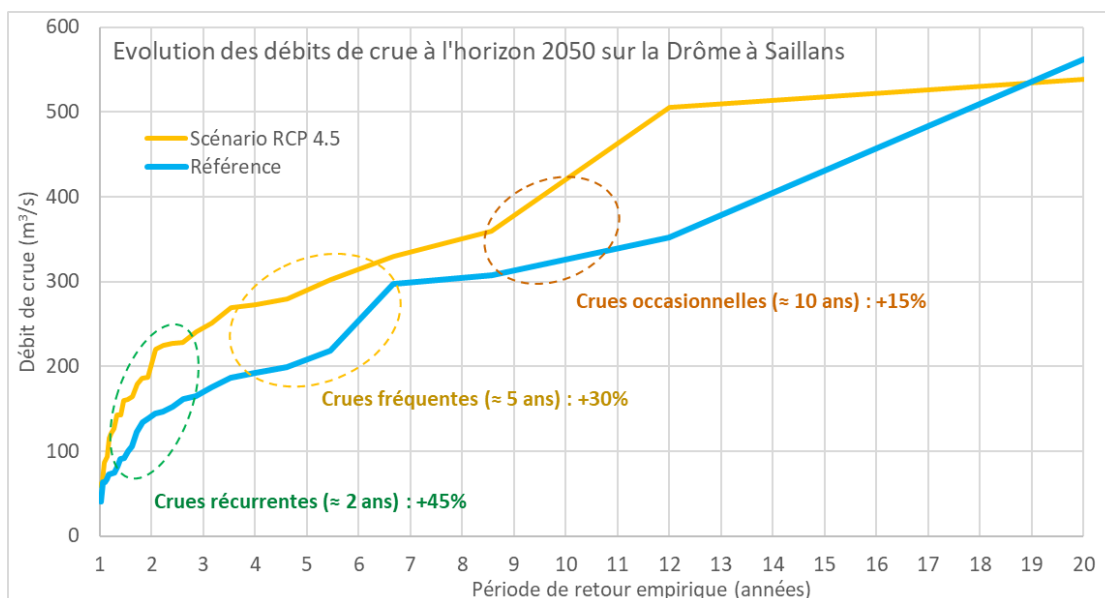


Figure 101 : évolution des débits de crue à l'horizon 2050 sur la Drôme à Saillans



Pour les **crues** fréquentes et occasionnelles, il est attendu une **augmentation significative des débits** :

+30% pour les crues fréquentes (≈ 5 ans)

+15% pour les crues occasionnelles (≈ 10 ans)

Pour les périodes de retour plus rares, les **incertitudes** sont trop **élevées** pour avancer des conclusions fiables (échantillon trop faible pour avoir une signification statistique robuste).

ASSECS

Un cours d'eau ou ruisseau est dit en assec lorsqu'aucun écoulement visible ne s'y produit, le lit est asséché. Ce phénomène peut être naturel, lié au fonctionnement naturel du cycle hydrographique (cas des cours d'eau intermittents sur le pourtour méditerranéen par exemple) ou résulter d'une pression particulièrement forte des prélèvements anthropiques sur le milieu.

Le phénomène d'assec est donc issu de la conjonction de plusieurs facteurs :

- Les **paramètres climatologiques** : des périodes de faible pluviométrie pendant de longues durées favorisent l'apparition d'assecs.
- Les **caractéristiques propres aux cours d'eau** : superficie du bassin versant drainé, perméabilité du substrat...
- Les **actions anthropiques** : prélèvements, rejets...

En particulier, c'est la perméabilité des substrats qui est le paramètre le plus délicat à appréhender à grande échelle. En effet, au gré des formations géologiques rencontrées, et en fonction des caractéristiques hydromorphologiques du lit mineur, les eaux peuvent localement s'infiltrer dans un substrat perméable puis ressurgir plus en aval à la faveur d'une interface avec une couche géologique imperméable. Ces comportements sont difficiles à étudier et très compliqués à modéliser.

En conclusion, même si des phénomènes d'assecs sont déjà observés (Gervanne, Drôme aval), les risques d'assecs seront aggravés à l'avenir du fait de la baisse générale des débits sur les mois d'été. En particulier, ils seront plus fréquents à l'amont du bassin versant sur des secteurs disposant de moins de ressources souterraines assurant le soutien des débits en dehors des périodes de pluie.

6.4 LIMITES ET INCERTITUDE

Dans ce paragraphe ne seront évoquées que les incertitudes sur les variables de débit. Les données générales sur le bassin versant (superficies, pentes, occupation du sol...) ne feront pas l'objet d'analyse d'incertitude.

6.4.1 Débits mesurés

La mesure d'un débit, que ce soit au droit d'une station hydrométrique ou pour un jaugeage ponctuel, est toujours effectuée de manière indirecte :

- Au droit des stations hydrométriques on mesure généralement des hauteurs d'eau. La mesure peut être effectuée à l'aide de capteurs limnimétriques ou de radars. L'information de hauteur d'eau est ensuite convertie en débit via une courbe de tarage (relation hauteur-débit).
- Pour un jaugeage ponctuel il s'agit de mesurer le champ de vitesse de l'écoulement (appareil à moulinet, ADCP...) puis d'effectuer un calcul d'intégration pour transposer la mesure en débit. Les jaugeages servent généralement à définir la courbe de tarage.

A travers ces éléments, on remarque que plusieurs incertitudes viennent se cumuler dans la procédure permettant d'aboutir à une valeur de débit :

- Tout d'abord, les mesures de vitesses lors des jaugeages ponctuels, dont les incertitudes dépendent de la technique utilisée mais aussi des caractéristiques de la section de contrôle choisie, des conditions d'écoulement, de l'opérateur...
- La qualité d'une courbe de tarage et la qualité de la relation entre hauteur et débit, variable selon la hauteur d'eau. Par ailleurs, pour établir une courbe de tarage il est nécessaire de procéder à plusieurs jaugeages, chacun ayant ses propres incertitudes puisqu'effectués dans des conditions potentiellement très différentes. Notons également que la section d'écoulement peut être variable dans le temps : le lit peut subir une érosion et les crues sont susceptibles de venir modifier le profil en travers du cours d'eau, auquel cas la validité de la courbe de tarage devient douteuse.
- Ensuite, les mesures de hauteur via les capteurs comportent eux-mêmes une incertitude. Celle-ci provient généralement du matériel lui-même et de sa dérive dans le temps.

6.4.2 Débits modélisés

La modélisation hydrologique permet la transformation de la pluie en débit à travers un système d'équations et de calculs. Les débits ainsi modélisés sont entachés de biais issus de l'ensemble de la cascade d'incertitude provenant des données nécessaires à la modélisation :

- Les données d'entrée climatologiques (pluie, ETP...) comportent une incertitude non négligeable puisque les stations de mesure ponctuelles sont généralement limitées et il est difficile d'évaluer la représentativité des postes utilisés sur l'ensemble du territoire.
- Les données de débits mesurés qui servent à caler les modèles hydrologiques comportent de fortes incertitudes puisqu'elles sont dépendantes de courbes de tarages établies par des mesures pouvant comporter de nombreux biais.
- La qualité du calage du modèle qui peut conduire à des écarts avec les données mesurées. Cela conduit donc à une incertitude dans les résultats.
- Les débits modélisés sont issus de la transformation de l'information de pluie en débit par un ensemble de systèmes d'équations plus ou moins complexe faisant intervenir divers paramètres. Deux biais principaux peuvent alors intervenir : d'une part la capacité des équations à reproduire la réalité de la genèse des ruissellements, d'autre part la sensibilité des résultats aux paramètres du modèle.
- Pour les projections futures, les incertitudes sur les débits sont encore plus élevées puisqu'ils intègrent les incertitudes des projections climatiques issues des modèles climatologiques.

Cette cascade d'incertitudes est extrêmement difficile à évaluer et des travaux de recherche sont toujours en cours pour définir des méthodes de propagation des incertitudes dans les modèles hydrologiques.

7 ETAT DES MILIEUX

7.1 ANALYSE RETROSPECTIVE ET ETAT ACTUEL

7.1.1 Qualité et objectifs des masses d'eau superficielles

Le territoire comprend **43 masses d'eau superficielle « cours d'eau »** pour une linéaire total de près de 595 km de réseau hydrographique dont 42 naturelles et 1 fortement modifiée (FRDR438a « La Drôme de Crest au Rhône »).

Parmi ces dernières, d'après l'état des lieux 2019 du SDAGE Rhône-Méditerranée, **35 présentent un état écologique bon ou plus**, et **8 un état écologique dégradé** (moyen). Elles affichent, par ailleurs, toutes, un **bon état chimique** (avec et sans ubiquistes).

Les masses d'eau dégradée, au niveau écologique, se concentrent sur la partie aval du bassin versant, où se concentrent les principaux usages anthropiques. Parmi elles on note principalement la Gervanne et la Drôme de Crest au Rhône.

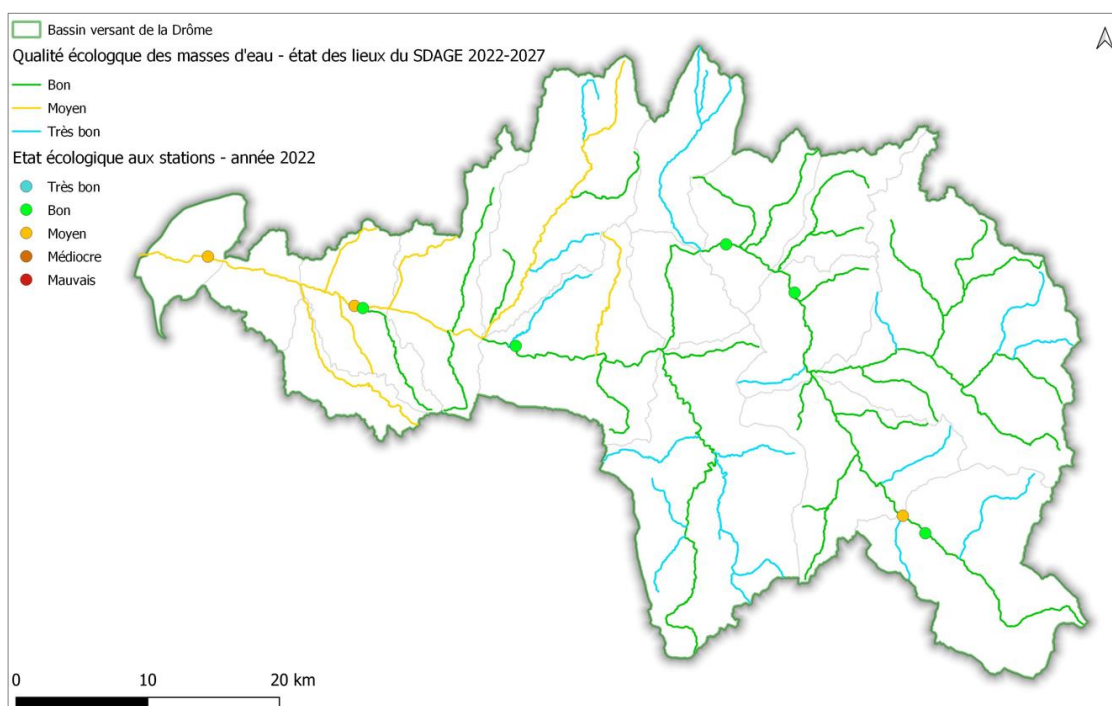


Figure 102 : qualité écologique des masses d'eau superficielles (SDAGE 2022-2027)

Parmi les pressions à l'origine de non atteinte des objectifs environnementaux, l'altération de la **continuité écologique domine**, avec 8 masses d'eau concernées à un niveau fort. L'altération de la morphologie, l'altération du régime hydrologie ou encore les prélèvements en eau arrivent en second plan avec pour toutes, 3 masses d'eau concernée à un niveau fort.

Les tableaux suivants présentent la synthèse de l'état, des pressions et des objectifs associés aux masses d'eau superficielles du territoire.

Figure 103 : Etat des masses d'eau superficielle (source : SDAGE RMC 2022-2027)

Etat/potentiel	Etat/potentiel écologique					Etat chimique (avec ubiquistes)	
Classe d'état	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais	Bon	Mauvais
MESU « cours d'eau »	19	8	16	0	0	43	

Figure 104 : Objectifs des masses d'eau superficielle (source : SDAGE RMC 2022-2027)

Etat/potentiel	Etat/potentiel écologique						Etat chimique (avec ubiquistes)			
Classe d'état	Bon état 2015	Bon état 2021	Bon état 2027	Bon potentiel 2015	Bon potentiel 2027	Objectif moins strict 2027	Bon état 2015	Bon état 2021	Bon état 2027	Objectif moins strict 2027
MESU "cours d'eau"	31	4	5	0	0	3	43			

Figure 105 : Pressions s'exerçant sur les masses d'eau superficielle du territoire et niveau d'impact associé (source : SDAGE RMC 2022-2027)

Pressions	Pollutions par les nutriments urbains et industriels	Pollutions par les nutriments agricoles	Pollutions par les pesticides	Pollutions par les substances toxiques (hors pesticides)	Prélèvements d'eau	Altération du régime hydrologique	Altération de la morphologie	Altération de la continuité écologique
Nombre de masses d'eaux superficielles concernées par la pression	Nul ou faible	Nul ou faible	Nul ou faible	Nul ou faible	Nul ou faible	Nul ou faible	Nul ou faible	Nul ou faible
	40	42	32	41	34	34	31	31
	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
	1	0	11	2	6	6	9	4
	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort
	2	1	0	0	3	3	3	8

Par ailleurs, ces masses d'eau sont sensibles vis-à-vis des phénomènes d'eutrophisation. Sur la Drôme, le linéaire concerné par le risque d'eutrophisation démarre à l'amont de Die et se prolonge jusqu'au Rhône. La Gervanne est également sensible au risque d'eutrophisation.

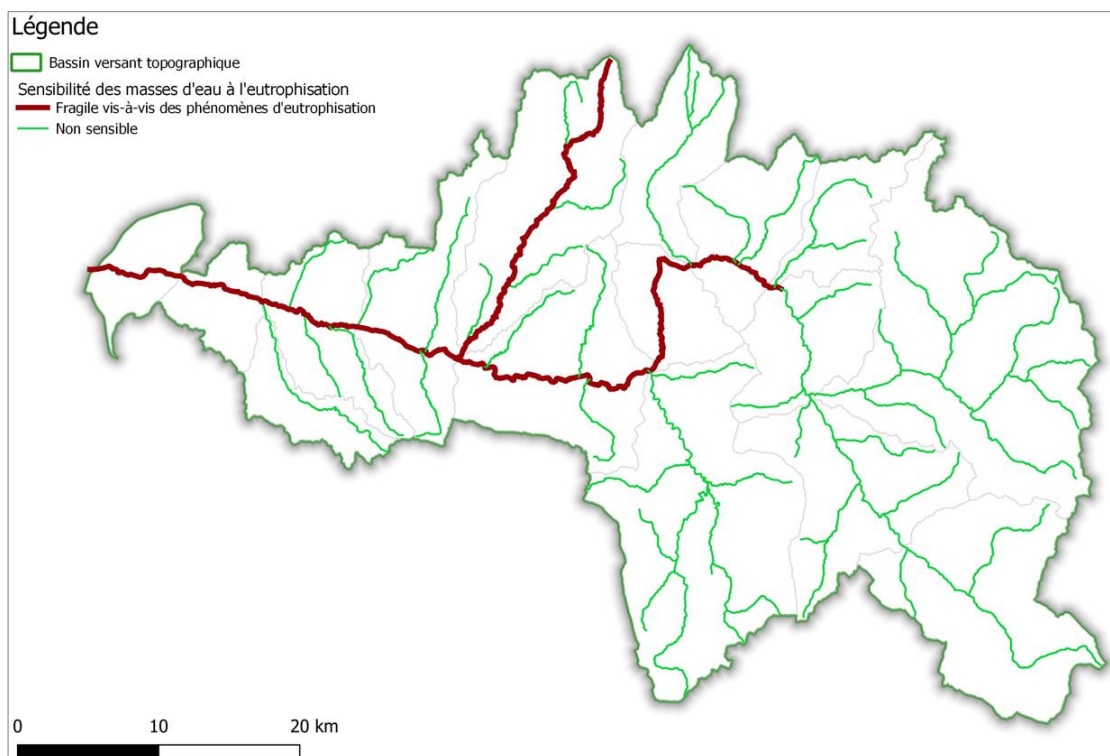


Figure 106 : sensibilité des masses d'eau à l'eutrophisation (source : SDAGE 2022-2027)

7.1.2 Stations de suivi qualité

Le bassin versant comprend **55 stations qualité en service**, détaillées dans le tableau suivant, dont

- 1 station de référence située sur la Drôme à Chabrillan ;
- 1 station faisant à la fois office de station de référence et de station de contrôle et de surveillance (RCS), localisée sur la Roanne ;
- 4 stations de contrôle et surveillance (RCS), sous maîtrise s'ouvrage de l'AE RMC ou de l'état (DREAL, OFB), et qui ont pour objectif d'évaluer de façon pérenne l'état général des eaux.
- 1 station de réseau de contrôle opérationnel (RCO), qui est destiné à suite l'état des masses d'eau et très petits cours d'eau qui n'ont pas atteint le bon état écologique des eaux requis par la DCE, ici la masse d'eau FRGR10518 « Ruisseau de la Romane » ;
- 48 stations complémentaires n'appartenant pas au réseau de la DCE, s'appuyant sur un partenariat avec les maîtres d'ouvrages locaux et qui ont pour objet l'acquisition de données complémentaires.

La qualité physico-chimique des eaux de surface sur le bassin de la Drôme est caractérisée par des relevés au droit de 14 stations de mesure (carte suivante).

Le suivi hydrobiologique des cours d'eau (tous paramètres confondus) est réalisé sur 23 d'entre elles.

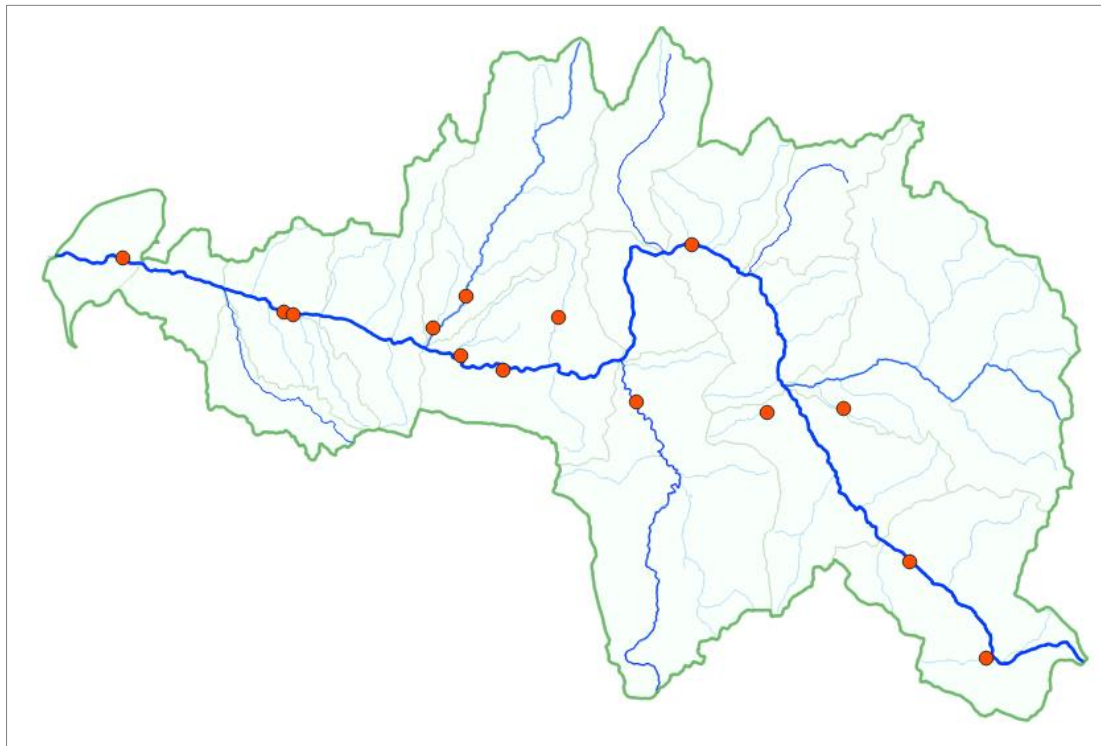


Figure 107 : stations de mesure de la qualité physico-chimique des eaux de surface

Figure 108 : Stations de suivi de la qualité des eaux recensées sur le territoire (source : Naïades)

Code station	Nom station	Type de station	Code MESU	Nom MESU	Cours d'eau	Hydro écorégion (HER) niveau 1	Date de création HB	Date arrêt HB	Etat	Suivi physico-chimique	Suivi hydro biologique
6580437	DROME A CHABRILLAN	REF	FRDR438a	La Drôme de Crest au Rhône	La Drôme	6	20/12/1999	-	en service		Oui
6107980	ROANNE A ST-BENOIT-EN-DIOIS	REF et RCS	FRDR441	La Roanne	La Roanne	7	23/11/2005	-	en service		Oui
6579000	GERVANNE A MONTCLAR-SUR-GERVANNE 2	RCS	FRDR439	La Gervanne	La Gervanne	7	22/11/2006	-	en service		Oui
6108000	DROME A DIE 1	RCS	FRDR440	La Drôme de l'amont de Die à la Gervanne	La Drôme	7	01/01/1900	-	en service		Oui
6109100	DROME A LIVRON-SUR-DROME	RCS	FRDR438a	La Drôme de Crest au Rhône	La Drôme	6	01/01/1900	-	en service		Oui
6109050	DROME A CHARENS 2	RCS	FRDR442	La Drôme de l'amont de Die, Bès et Gourzine inclus	La Drôme	7	22/11/2006	-	en service		Oui
6580001	ROMANE A MIRABEL-ET-BLACONS	RCO	FRGR10518	Ruisseau de la Romane	La Romane	6	23/10/2007	-	en service		Oui
6580434	DROME A DIE 3	reseau hors DCE	FRDR440	La Drôme de l'amont de Die à la Gervanne	La Drôme	7	20/12/1999	-	en service		
6109060	-	reseau hors DCE	FRDG527	Calcaires et marnes crétacés du BV Drôme, Roubion, Jabron	-	7	22/11/2006	-	en service		
6341360	-	reseau hors DCE	FRDG527	Calcaires et marnes crétacés du BV Drôme, Roubion, Jabron	Ruisseau de Rossas	7	26/11/2008	-	en service		Oui
6580460	SYE A AOUSTE-SUR-SYE	reseau hors DCE	FRDR10824	rivière la sye	La Sye	6	21/12/1999	-	en service		Oui
6580040	RUISSEAU DE MARIGNAC A DIE	reseau hors DCE	FRDR11299	ruisseau de marignac	Ruisseau de Marignac	7	23/10/2007	-	en service		
6580429	DROME A CHARENS 1	reseau hors DCE	FRDR442	La Drôme de l'amont de Die, Bès et Gourzine inclus	La Drôme	7	21/12/1999	-	en service		
6580458	GERVANNE A MIRABEL-ET-BLACONS	reseau hors DCE	FRDR439	La Gervanne	La Gervanne	6	21/12/1999	-	en service		
6580444	BES A TRESCHENU-CREYERS	reseau hors DCE	FRDR442	La Drôme de l'amont de Die, Bès et Gourzine inclus	Le Bès	7	20/12/1999	-	en service		
6341330	-	reseau hors DCE	FRDG527	Calcaires et marnes crétacés du BV Drôme, Roubion, Jabron	Ruisseau de Raffignac	7	26/11/2008	-	en service		Oui
6580454	ROANNE A AUREL	reseau hors DCE	FRDR441	La Roanne	La Roanne	7	21/12/1999	-	en service		
6580428	DROME A VALDROME	reseau hors DCE	FRDR442	La Drôme de l'amont de Die, Bès et Gourzine inclus	La Drôme	7	21/12/1999	-	en service		

Code station	Nom station	Type de station	Code MESU	Nom MESU	Cours d'eau	Hydro écorégion (HER) niveau 1	Date de création HB	Date arrêt HB	Etat	Suivi physico-chimique	Suivi hydro biologique
6108700	-	reseau hors DCE	FRDR438b	La Drôme de la Gervanne à Crest	La Drôme	6	01/01/1900	-	en service		
6341300	-	reseau hors DCE	FRDR10998	ruisseau le riousset	Le Riousset	7	25/11/2008	-	en service		Oui
6580431	DROME A LUC-EN-DIOIS 2	reseau hors DCE	FRDR442	La Drôme de l'amont de Die, Bès et Gourzine inclus	La Drôme	7	21/12/1999	-	en service		
6580447	BES A CHATILLON-EN-DIOIS	reseau hors DCE	FRDR442	La Drôme de l'amont de Die, Bès et Gourzine inclus	Le Bès	7	20/12/1999	-	en service		Oui
6580441	RUISSEAU DE MARAVEL A BEAURIERES	reseau hors DCE	FRDR10467	ruisseau le maravel	Le Maravel	7	20/12/1999	-	en service		
6580440	DROME A LORIOLE-SUR-DROME 2	reseau hors DCE	FRDR438a	La Drôme de Crest au Rhône	La Drôme	6	20/12/1999	-	en service		
6580442	BES A GLANDAGE	reseau hors DCE	FRDR442	La Drôme de l'amont de Die, Bès et Gourzine inclus	Le Bès	7	20/12/1999	-	en service		
6580430	DROME A LUC-EN-DIOIS 1	reseau hors DCE	FRDR442	La Drôme de l'amont de Die, Bès et Gourzine inclus	La Drôme	7	21/12/1999	-	en service		
6580453	RUISSEAU D'AUCOLON A PENNES-LE-SEC	reseau hors DCE	FRDR10210	ruisseau d'aucolon	Ruisseau d'Aucolon	7	21/12/1999	-	en service		
6341290	-	reseau hors DCE	FRDG527	Calcaires et marnes crétacés du BV Drôme, Roubion, Jabron	Ruisseau de Saint-Sauveur	7	25/11/2008	-	en service		Oui
6580459	SYE A COBONNE	reseau hors DCE	FRDR10824	rivière la sye	La Sye	6	21/12/1999	-	en service		
6580445	RUISSEAU D'ARCHIANE A TRESCHENU-CREYERS 2	reseau hors DCE	FRDR11958	ruisseau de l'archiane	Ruisseau de l'Archiane	7	20/12/1999	-	en service		
6580455	GERVANNE A BEAUFORT-SUR-GERVANNE 2	reseau hors DCE	FRDR439	La Gervanne	La Gervanne	7	21/12/1999	-	en service		
6108500	DROME A PIEGROS-LA-CLASTRE	reseau hors DCE	FRDR440	La Drôme de l'amont de Die à la Gervanne	La Drôme	7	01/01/1900	-	en service		Oui
6580451	ROANNE A ST-NAZAIRE-LE-DESERT 1	reseau hors DCE	FRDR441	La Roanne	La Roanne	7	21/12/1999	-	en service		Oui
6580435	DROME A ESPENEL	reseau hors DCE	FRDR440	La Drôme de l'amont de Die à la Gervanne	La Drôme	7	20/12/1999	-	en service		
6580443	RUISSEAU DE BOULC A BOULC	reseau hors DCE	FRDR10220	ruisseau de boulc	Ruisseau de Boulc	7	20/12/1999	-	en service		
6108650	-	reseau hors DCE	FRDR440	La Drôme de l'amont de Die à la Gervanne	La Drôme	7	01/01/1900	-	en service		
6580448	BES A ST-ROMAN	reseau hors DCE	FRDR442	La Drôme de l'amont de Die, Bès et Gourzine inclus	Le Bès	7	20/12/1999	-	en service		

Code station	Nom station	Type de station	Code MESU	Nom MESU	Cours d'eau	Hydro écorégion (HER) niveau 1	Date de création HB	Date arrêt HB	Etat	Suivi physico-chimique	Suivi hydro biologique
6580452	ROANNE A ST-NAZAIRE-LE-DESERT 2	reseau hors DCE	FRDR441	La Roanne	La Roanne	7	21/12/1999	-	en service		
6580433	DROME A DIE 2	reseau hors DCE	FRDR442	La Drôme de l'amont de Die, Bès et Gourzine inclus	La Drôme	7	20/12/1999	-	en service		Oui
6580432	DROME A BARNAVE	reseau hors DCE	FRDR442	La Drôme de l'amont de Die, Bès et Gourzine inclus	La Drôme	7	21/12/1999	-	en service		
6580450	SURE A STE-CROIX	reseau hors DCE	FRDR10499	rivière la sure	La Sure	7	21/12/1999	-	en service		Oui
6580449	RUISSEAU DE MEYROSSE A DIE	reseau hors DCE	FRDR12024	ruisseau de meyrosse	Ruisseau de Meyrosse	7	21/12/1999	-	en service		Oui
6580438	DROME A ALLEX 2	reseau hors DCE	FRDR438a	La Drôme de Crest au Rhône	La Drôme	6	20/12/1999	-	en service		
6580456	GERVANNE A BEAUFORT-SUR-GERVANNE 1	reseau hors DCE	FRDR439	La Gervanne	La Gervanne	7	21/12/1999	-	en service		
6109000	DROME A ALLEX 1	reseau hors DCE	FRDR438a	La Drôme de Crest au Rhône	La Drôme	6	01/01/1900	-	en service		
6580462	RUISSEAU DE GRENETTE A GRANE	reseau hors DCE	FRDR11495	ruisseau de grenette	Ruisseau de Grenette	6	20/12/1999	-	en service		Oui
6580446	RUISSEAU D'ARCHIANE A TRESCHENU-CREYERS 1	reseau hors DCE	FRDR11958	ruisseau de l'archiane	Ruisseau de l'Archiane	7	20/12/1999	-	en service		Oui
6580457	GERVANNE A MONTCLAR-SUR-GERVANNE 1	reseau hors DCE	FRDR439	La Gervanne	La Gervanne	6	21/12/1999	-	en service		
6580436	DROME A AOUSTE-SUR-SYE	reseau hors DCE	FRDR438b	La Drôme de la Gervanne à Crest	La Drôme	6	20/12/1999	-	en service		
6580461	GRENETTE A LA-ROCHE-SUR-GRANE	reseau hors DCE	FRDR11495	ruisseau de grenette	Ruisseau de Grenette	6	21/12/1999	-	en service		
6109040	-	reseau hors DCE	FRDR442	La Drôme de l'amont de Die, Bès et Gourzine inclus	La Drôme	7	05/06/2015	-	en service		Oui
6341320	-	reseau hors DCE	FRDG527	Calcaires et marnes crétacés du BV Drôme, Roubion, Jabron	La Barnavette	7	25/11/2008	-	en service		Oui
6580019	DROME A ST-SAUVEUR-EN-DIOIS	reseau hors DCE	FRDR440	La Drôme de l'amont de Die à la Gervanne	La Drôme	7	23/10/2007	-	en service		
6580439	DROME A LORIOLE-SUR-DROME 1	reseau hors DCE	FRDR438a	La Drôme de Crest au Rhône	La Drôme	6	20/12/1999	-	en service		
6590500	DROME A EURRE	reseau hors DCE	FRDR438b	La Drôme de la Gervanne à Crest	La Drôme	6	25/10/2007	-	en service		Oui

ELEMENTS CHIMIQUES

Dans les paragraphes qui suivent nous nous intéresserons aux éléments chimiques détaillés dans le tableau suivant. La thermie fera l'objet d'un paragraphe à part, présenté dans la suite du rapport.

Le tableau ci-dessous donne les valeurs des paramètres pour les différentes classes de qualité :

Etat	Oxygène dissous (mg/l)	Saturation O2 (%)	DBO5 (mg/l)	COD (mg/l)	PO4 3- (mg/l)	Phosphore total (mg/l)	NH4+ (mg/l)	NO2- (mg/l)	NO3- (mg/l)
Très bon	≥ 8	≥90	≤3	≤5	≤0.1	≤0.05	≤0.1	≤0.1	≤10
Bon	[6 ;8[	[70 ;90[	[3 ;6]	[5 ;7]	[0.1 ;0.5]	[0.05 ;0.2]	[0.1 ;0.5]	[0.1 ;0.3]	[10 ;50]
Moyen	[4 ;6[	[50 ;70[	[6 ;10]	[7 ;10]	[0.5 ;1]	[0.2 ;0.5]	[0.5 ;22]	[0.3 ;0.5]	-
Médiocre	[3 ;4]	[30 ;50[	[10 ;25]	[10 ;15]	[1 ;2]	[0.5 ;1]	[2 ;5]	[0.5 ;1]	-
Mauvais	<3	<30	>25	>15	>2	>1	>5	>1	>50

Figure 109 : valeurs des paramètres oxygène dissous, saturation, DBO5, COD, PO4 3-, P, NH4+, NO2-, NO3- pour les différentes classes de qualité (Agence de l'eau – arrêté du 25 janvier 2010)

- Oxygène dissous

Les teneurs en oxygène dissous dépendent de plusieurs conditions environnementales et phénomènes internes à la masse d'eau dont la température, l'activité photosynthétique, les phénomènes d'oxydo-réduction, l'activité microbienne et l'agitation de l'eau.

Pour le paramètre « Oxygène dissous », les stations de mesure sur la Drôme et ses affluents montrent un très bon état. Ponctuellement, quelques mesures indiquent une qualité « bonne » ou « moyenne » mais ce paramètre ne semble pas déclassant pour la caractérisation de l'état des masses d'eau.

		Oxygène dissous (mg O ₂ /l)														
	Nom	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	min	max	Moy. 2015-2017	moyenne
6107980	ROANNE A ST-BENOIT-EN-DIOIS	9	9.4	9.4	9.8	8.89	8.81	9.25	8.57	9.65	9	7.6	7.6	9.8	8.9	9.0
6108000	DROME A DIE 1	10.4	10.2	9.4	10.4	9.83	9.31	9.96	9.25	7.7	9.5	8.9	7.7	10.4	9.5	9.5
6109050	DROME A CHARENS 2	5.7	7.4	8.8	8.5	7.61	9.18	8.85	8.97	6.4	8.6	8.3	5.7	9.2	9.0	8.0
6109100	DROME A LIVRON-SUR-DROME	9.4	9.5	8.9	9.96	10.3	8.43	9.57	9.05	8.58	9.5	8.6	8.4	10.3	9.0	9.3
6341290	ST SAUVEUR A AUBENASSON	10.9	9.8	9.7	9	9.6	9.7			9			9.0	10.9	9.7	9.7
6341300	RIOUSSET A VERONNE	10.8	9	10.2	9.9	10.1	10.4			9.9			9.0	10.8	10.4	10.0
6341320	BARNAVETTE A BARNAVE	10	9.9	9.9	9.3	9.4	10			9.1			9.1	10.0	10.0	9.7
6341330	RAFFIGNAC A MENGLON	9.6	9.6	9.4	9.3	9.4	9.3			9.1			9.1	9.6	9.3	9.4
6341360	RUISSEAU DE ROSSAS A VALDROME	9.9	9.6	9.9	9.6	9.6	9.6			7.1			7.1	9.9	9.6	9.3
6579000	GERVANNE A MONTCLAR-SUR-GERVANNE 2	9.3	9.5	9.7	9.3	9.53	9.56	9.6	9.9	10	9.3	9.4	9.3	10.0	9.7	9.6
6580001	ROMANE A MIRABEL-ET-BLACONS					9.02	8.75	9.03	9.51	8.7	7.4	9.8	7.4	9.8	9.1	8.9
6580437	DROME A CHABRILLAN			10.2	9.77	9.47	8.74	10.1	8.62	8.68	8.9	8.8	8.6	10.2	9.1	9.3
6590500	DROME A EURRE	9.9	9.6	10.2	10.5	8.66	8.73	10	8.63	8.91	9	8.9	8.6	10.5	9.1	9.4

Figure 110 : teneurs en oxygène dissous sur les différentes stations de mesure du bassin (2010 -2020)

- DBO5

La demande biochimique en oxygène sur 5 jours (DBO5) est un paramètre de la qualité de l'eau permettant d'évaluer la quantité de matière organique biodégradable contenue dans l'eau. Elle se mesure via la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes pour dégrader ces molécules sous 5 jours.

Ce paramètre donne un indice sur la pollution organique des cours d'eau et leur capacité auto-épuratoire.

Sur la Drôme, l'ensemble des stations de mesure où est mesuré ce paramètre donne un état très bon.

Les masses d'eau du bassin versant présentent donc de bonnes capacités auto-épuratoires et/ou de faibles apports en pollution organique.

		DBO5 (mg/l)														
	Nom	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	min	max	Moy. 2015-2017	moyenne
6107980	ROANNE A ST-BENOIT-EN-DIOIS	0.7	1.3	1	0.7	0.5	1.3	1.2	1.2	1.3	0.9	1.1	0.5	1.3	1.23	1.02
6108000	DROME A DIE 1	0.7	0.7	1.3	1.2	0.5	1.1	1.9	1.4	1.6	2	2.1	0.5	2.1	1.47	1.32
6109050	DROME A CHARENS 2	0.7	0.7	0.5	0.6	0.6	0.8	1.5	1.7	1.7	0.8	1.2	0.5	1.7	1.33	0.98
6109100	DROME A LIVRON-SUR-DROME	1.1	1	1.3	0.6	1.2	1.4	1.8	1.4	1.2	2.1	1.6	0.6	2.1	1.53	1.34
6341290	ST SAUVEUR A AUBENASSON	0.8	1.6	1	1	2	1			0.8			0.8	2	1	1.17
6341300	RIOUSSET A VERONNE	0.9	1.9	1.1	1.1	1	2			0.9			0.9	2	2	1.27
6341320	BARNAVETTE A BARNAVE	0.8	1.8	1	0.8	2	2			1.2			0.8	2	2	1.37
6341330	RAFFIGNAC A MENGLON	0.9	1.4	0.9	0.7	1	1			1.4			0.7	1.4	1	1.04
6341360	RUISSEAU DE ROSSAS A VALDROME	0.9	1.7	1.1	1.1	1	1			1.5			0.9	1.7	1	1.19
6579000	GERVANNE A MONTCLAR-SUR-GERVANNE 2	1.7	2.7	2.8	1.3	1.3	2.2	3	1.8	2	3	2	1.3	3	2.33	2.16
6580001	ROMANE A MIRABEL-ET-BLACONS					1	1.3	1	0.9	1.5	1.2	0.5	0.5	1.5	1.07	1.06
6580437	DROME A CHABRILLAN			1.9	1.4	0.7	2.9	1.4	1.8	1.4	2.4	0.9	0.7	2.9	2.03	1.64
6590500	DROME A EURRE	1.3	1.1	4	0.8	0.8	2.1	1.5	1.3	1.1	1.4	1.6	0.8	4	1.63	1.55

Figure 111 : teneurs en DBO5 sur les différentes stations de mesure du bassin (2010 -2020)

- Carbone organique dissous (COD)

Le carbone organique dissous regroupe les différents composés organiques provenant de la décomposition de la matière organique (déchets végétaux, excréments, etc.). Il est utilisé pour caractériser la pollution organique des milieux aquatiques. Il existe des sources de carbone organique provenant de l'activité humaine comme les effluents domestiques et industriels.

Une forte concentration de COD peut réduire la concentration en oxygène dans les milieux aquatiques et affecter la biodiversité de ceux-ci.

En effet, une charge élevée en COD peut dénoter une détérioration de la qualité de l'eau car le carbone est un élément nutritif pour certaines bactéries et champignons aquatiques responsables d'une dégradation des milieux.

Sur la Drôme, aucun problème particulier lié à un excès de COD n'est identifié.

		COD (mg/l)															
	Nom	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	min	max	Moy. 2015- 2017	moy enne	
6107980	ROANNE A ST-BENOIT-EN-DIOIS	1.6	3.5	2.2	1.7	1	1.5	1.6	1.2	1.2	1.3	1.6	1	3.5	1.43	1.67	
6108000	DROME A DIE 1	2	1.8	1.9	1.8	1.4	1.6	1.5	4.9	1.5	1.5	1.6	1.4	4.9	2.67	1.95	
6109050	DROME A CHARENS 2	2.1	2	2.1	1.5	1.4	1.8	3.1	1.6	2.1	1.4	1.9	1.4	3.1	2.17	1.91	
6109100	DROME A LIVRON-SUR-DROME	2.2	1.2	1.5	1.4	1.5	1.8	3.2	1.3	1.6	1.6	1.3	1.2	3.2	2.1	1.69	
6341290	ST SAUVEUR A AUBENASSON	1.7	2.1	2	2.2	2.2	2.1			2.1			1.7	2.2	2.1	2.06	
6341300	RIOUSSET A VERONNE	1.7	1.6	1.7	2.3	2.1	2			2			1.6	2.3	2	1.91	
6341320	BARNAVETTE A BARNAVE	1.2	1.9	1.6	1.6	1.7	1.6			1.9			1.2	1.9	1.6	1.64	
6341330	RAFFIGNAC A MENGLON	1.4	1.6	1.9	1.8	2	1.9			1.7			1.4	2	1.9	1.76	
6341360	RUISSEAU DE ROSSAS A VALDROME	1.7	1.9	1.7	2.4	2.8	2.3			2.3			1.7	2.8	2.3	2.16	
6579000	GERVANNE A MONTCLAR-SUR-GERVANNE 2	1.8	1.5	1.6	1.8	1.5	1.7	2.1	1.5	1.8	2.1	1.9	1.5	2.1	1.77	1.75	
6580001	ROMANE A MIRABEL-ET-BLACONS					3.8	4.1	5.1	3.2	5.2	5.1	3.4	3.2	5.2	4.13	4.27	
6580437	DROME A CHABRILLAN			4.8	1.5	1.4	1.8	3	1.3	2	1.8	1.6	1.3	4.8	2.03	2.13	
6590500	DROME A EURRE	1.5	1.3	4.3	1.5	1.4	1.8	2.7	1.4	1.9	1.7	1.6	1.3	4.3	1.97	1.92	

Figure 112 : teneurs en COD sur les différentes stations de mesure du bassin (2010 -2020)

- Orthophosphates

Les orthophosphates constituent la forme dissoute du phosphore la plus simple et la plus répandue. Ces molécules sont issues de l'érosion des sols, de l'activité agricole et des rejets anthropiques (molécule contenue dans les détergents).

Ces ions ne sont pas particulièrement toxiques pour la vie aquatique (piscicole, macro-invertébrés) mais lorsqu'ils sont présents en trop grande quantité ils peuvent conduire à des phénomènes d'eutrophisation : surconsommation d'oxygène et prolifération algale que cela induit (fort développement de la biomasse phytoplanctonique au détriment des autres espèces aquatiques).

Sur le bassin de la Drôme, les mesures d'orthophosphates montrent des valeurs très satisfaisantes permettant de classer les masses d'eau en bon état, voire en très bon état. Ponctuellement, quelques mesures au sein de l'historique montrent des dépassements des seuils de qualité, notamment en 2012 à Eurre et Chabrillan (Drôme aval), phénomène qui n'a pas été identifié à Livron-sur-Drôme, station de mesure pourtant proche des deux stations précédentes. Il s'agit probablement d'une pollution ponctuelle (rejet de station d'épuration, effluents...).

		Orthophosphates															
	Nom	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	min	max	Moy. 2015-2017	moyenne	
6107980	ROANNE A ST-BENOIT-EN-DIOIS	0.02	0.99	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02	0.99	0.02	0.11	
6108000	DROME A DIE 1	0.01	0.22	0.03	0.06	0.02	0.03	0.01	0.03	0.03	0.04	0.03	0.01	0.22	0.02	0.05	
6109050	DROME A CHARENS 2	0.02	0.01	0.24	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.01	0.24	0.03	0.04	
6109100	DROME A LIVRON-SUR-DROME	0.03	0.04	0.12	0.02	0.07	0.07	0.04	0.04	0.44	0.45	0.04	0.02	0.45	0.05	0.12	
6341290	ST SAUVEUR A AUBENASSON	0.08	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03			0			0	0.08	0.03	0.03	
6341300	RIOUSSET A VERONNE	0.03	0.04	0.02	0.03	0.02	0.03			0			0	0.04	0.03	0.02	
6341320	BARNAVETTE A BARNAVE	0.04	0.07	0.03	0.03	0.03	0.03			0			0	0.07	0.03	0.03	
6341330	RAFFIGNAC A MENGLON	0.05	0.1	0.03	0.03	0.18	0.04			0			0	0.18	0.04	0.06	
6341360	RUISSEAU DE ROSSAS A VALDROME	0.04	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03			0			0	0.04	0.03	0.02	
6579000	GERVANNE A MONTCLAR-SUR-GERVANNE 2	0.11	0.09	0.18	0.07	0.12	0.15	0.22	0.17	0.22	0.2	0.15	0.07	0.22	0.18	0.15	
6580001	ROMANE A MIRABEL-ET-BLACONS					0.13	0.11	0.06	0.05	0.23	0.15	0.1	0.05	0.23	0.07	0.12	
6580437	DROME A CHABRILLAN			2.9	0.07	0.14	0.13	0.23	0.28	0.16	0.18	0.03	0.03	2.9	0.21	0.46	
6590500	DROME A EURRE	0.1	0.14	2.4	0.17	0.15	0.13	0.28	0.29	0.2	0.35	0.13	0.1	2.4	0.23	0.39	

Figure 113 : teneurs en orthophosphates sur les différentes stations de mesure du bassin (2010 -2020)

- Phosphore total

Le paramètre « phosphore total » cumule l'ensemble du phosphore organique et du phosphore minéral (orthophosphates). La mesure des deux paramètres permet donc d'apprécier la proportion de phosphore associé à des molécules organiques et celle directement dissoute dans l'eau.

Sur la Drôme, les mesures de phosphates ne conduisaient à aucun dépassement de seuil particulier. Pourtant, les mesures de phosphore total montrent que l'on obtient des qualités moyennes et médiocres sur 5 stations (plus du tiers des sites de mesure). Cela signifie que les éléments phosphorés sont contenus dans l'eau de la Drôme sous forme organique et colloïdale.

Les qualités médiocres sont identifiées sur de petits affluents : Riousset, Barnavette, Raffignac et ruisseau de Rossas. Sur l'axe Drôme, seule la station de Livron-sur-Drôme présente une qualité moyenne au regard du Phosphore total, les autres stations présentent une qualité bonne, voire très bonne.

		Phosphore total														
	Nom	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	min	max	Moy. 2015-2017	moyenne
6107980	ROANNE A ST-BENOIT-EN-DIOIS	0.02	0.33	0.02	0.02	0.01	0.03	0.01	0.22	0.09	0.01	0.08	0.01	0.33	0.08	0.08
6108000	DRÔME A DIE 1	0.12	0.07	0.12	0.02	0.01	0.03	0.01	0.09	0.01	0.02	0.01	0.01	0.12	0.04	0.05
6109050	DRÔME A CHARENS 2	0.03	0.02	0.08	0.02	0.01	0.01	0.06	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.08	0.04	0.03
6109100	DRÔME A LIVRON-SUR-DRÔME	0.04	0.03	0.04	0.05	0.05	0.14	0.48	0.02	0.18	0.15	0.01	0.01	0.48	0.21	0.11
6341290	ST SAUVEUR A AUBENASSON	0.03	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.02		0.01			0.01	0.04	0.02	0.03
6341300	RIOUSSET A VERONNE	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.63			0.01			0.01	0.63	0.63	0.11
6341320	BARNAVETTE A BARNAVE	0.03	0.03	0.1	0.03	0.03	0.58			0.1			0.03	0.58	0.58	0.13
6341330	RAFFIGNAC A MENGON	0.05	0.13	0.13	0.08	0.06	0.62			0.01			0.01	0.62	0.62	0.15
6341360	RUISSEAU DE ROSSAS A VALDRÔME	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.55			0.01			0.01	0.55	0.55	0.09
6579000	GERVANNE A MONTCLAR-SUR-GERVANNE 2	0.05	0.05	0.06	0.03	0.06	0.06	0.16	0.07	0.08	0.07	0.07	0.03	0.16	0.1	0.07
6580001	ROMANE A MIRABEL-ET-BLACONS					0.03	0.04	0.03	0.01	0.15	0.05	0.02	0.01	0.15	0.02	0.04
6580437	DRÔME A CHABRILLAN			0.97	0.03	0.07	0.15	0.29	0.09	0.05	0.12	0.01	0.01	0.97	0.18	0.20
6590500	DRÔME A EURRE	0.03	0.04	0.76	0.06	0.06	0.15	0.25	0.1	0.06	0.11	0.04	0.03	0.76	0.17	0.15

Figure 114 : teneurs en phosphore totale sur les différentes stations de mesure du bassin (2010 -2020)

- Ammonium

L'ammonium (NH_4^+) est une forme dissoute de l'azote relativement fréquente dans les eaux et traduit généralement un processus de dégradation incomplet de la matière organique. Sa mesure est un bon indicateur de pollution des eaux par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industriel.

Sur la Drôme, aucun problème particulier ne ressort vis-à-vis de l'ammonium : toutes les stations présentent une concentration permettant de qualifier le très bon état des eaux. Seule la station de la Gervanne présente un état « bon » avec des concentrations supérieures aux autres mesures sur le reste du bassin versant de la Drôme.

Ce phénomène peut s'expliquer par la présence de plusieurs petites stations d'épuration dont la concentration semble plus élevée sur la Gervanne que sur le reste du bassin versant.

		Ammonium															
	Nom	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	min	max	Moy. 2015-2017	moyenne	
6107980	ROANNE A ST-BENOIT-EN-DIOIS	0.05	0.05	0.05	0.06	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01	0.1	0.01	0.03	
6108000	DROME A DIE 1	0.05	0.05	0.06	0.27	0.04	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.06	0.01	0.27	0.01	0.05	
6109050	DROME A CHARENS 2	0.05	0.05	0.05	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.05	0.01	0.01	0.05	0.01	0.03	
6109100	DROME A LIVRON-SUR-DROME	0.05	0.05	0.08	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.08	0.01	0.03	
6341290	ST SAUVEUR A AUBENASSON	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.09			0.05			0.05	0.09	0.09	0.06	
6341300	RIOUSSET A VERONNE	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05			0.05			0.05	0.05	0.05	0.05	
6341320	BARNAVETTE A BARNAVE	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.1			0.05			0.05	0.1	0.1	0.06	
6341330	RAFFIGNAC A MENGLON	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.1			0.05			0.05	0.1	0.1	0.06	
6341360	RUISSEAU DE ROSSAS A VALDROME	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.09			0.05			0.05	0.09	0.09	0.06	
6579000	GERVANNE A MONTCLAR-SUR-GERVANNE 2	0.21	0.27	0.36	0.22	0.27	0.23	0.2	0.24	0.2	0.37	0.26	0.2	0.37	0.22	0.26	
6580001	ROMANE A MIRABEL-ET-BLACONS					0.04	0.01	0.02	0.08	0.06	0.1	0.01	0.01	0.1	0.04	0.05	
6580437	DROME A CHABRILLAN			0.05	0.14	0.07	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.14	0.02	0.04	
6590500	DROME A EURRE	0.05	0.1	0.05	0.06	0.06	0.02	0.09	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.1	0.04	0.05	

Figure 115 : teneurs en NH_4 sur les différentes stations de mesure du bassin (2010 -2020)

- Nitrites

Les nitrites (NO₂⁻) sont naturellement en faible quantité dans les eaux. Cela est lié à leur forme instable et au fait que l'ion nitrite est une forme intermédiaire entre l'ion ammonium et l'ion nitrate. La présence de nitrites peut être d'origine industrielle (traitements de surface, chimie, colorants, etc.)

		Nitrites															
	Nom	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	min	max	Moy. 2015-2017	moyenne	
6107980	ROANNE A ST-BENOIT-EN-DIOIS	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.02	0.02	
6108000	DROME A DIE 1	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	
6109050	DROME A CHARENS 2	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	
6109100	DROME A LIVRON-SUR-DROME	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02	
6341290	ST SAUVEUR A AUBENASSON	0.02	0.02	0.11	0.02	0.02	0.01			0.01			0.01	0.11	0.01	0.03	
6341300	RIOUSSET A VERONNE	0.02	0.02	0.11	0.01	0.01	0.01			0.01			0.01	0.11	0.01	0.03	
6341320	BARNAVETTE A BARNAVE	0.02	0.02	0.11	0.02	0.02	0.02			0.01			0.01	0.11	0.02	0.03	
6341330	RAFFIGNAC A MENGLON	0.04	0.03	0.11	0.02	0.02	0.01			0.01			0.01	0.11	0.01	0.03	
6341360	RUISSEAU DE ROSSAS A VALDROME	0.02	0.02	0.11	0.02	0.02	0.01			0.01			0.01	0.11	0.01	0.03	
6579000	GERVANNE A MONTCLAR-SUR-GERVANNE 2	0.13	0.18	0.19	0.12	0.14	0.15	0.2	0.16	0.17	0.15	0.11	0.11	0.2	0.17	0.15	
6580001	ROMANE A MIRABEL-ET-BLACONS					0.07	0.02	0.03	0.07	0.09	0.14	0.01	0.01	0.14	0.04	0.06	
6580437	DROME A CHABRILLAN			0.02	0.02	0.7	0.02	0.01	0.04	0.02	0.04	0.01	0.01	0.7	0.02	0.10	
6590500	DROME A EURRE	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.02	0.04	0.01	0.01	0.04	0.02	0.02	

Figure 116 : teneurs en NO₂⁻ sur les différentes stations de mesure du bassin (2010 -2020)

- Nitrates

Le nitrate d'origine naturelle est le plus souvent le produit de l'oxydation de l'azote de l'atmosphère par les microorganismes des plantes, du sol ou de l'eau. Dans l'eau, il peut aussi provenir de la décomposition de matières végétales ou animales, des précipitations ou de formations géologiques renfermant des composés azotés solubles.

A l'état naturel, la concentration de nitrates dans les eaux souterraines et les eaux de surface est faible. Lorsqu'ils sont enregistrés à des taux élevés, il s'agit alors d'une pollution anthropique, c'est à dire provoquée par une activité humaine. Le nitrate est utilisé dans les engrais inorganiques, comme agent de conservation des aliments, et comme substance chimique brute au cours de divers procédés industriels. Il est également présent dans les engrais organiques (fumier, lisier) et dans les eaux usées domestiques.

Dans le milieu aquatique, le nitrate peut avoir des effets néfastes sur le développement des organismes aquatiques aux premiers stades de vie : il limite la capacité du sang à transporter l'oxygène. Des concentrations élevées d'azote dans l'eau, combinées à la présence de phosphore, peuvent occasionner une prolifération de plantes et d'algues, qui consomment l'oxygène nécessaire à de nombreuses espèces (eutrophisation).

		Nitrates															
	Nom	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	min	max	Moy. 2015-2017	moyenne	
6107980	ROANNE A ST-BENOIT-EN-DIOIS	1.1	1	1.1	1	0.7	1.2	0.9	1.1	0.9	1.2	1.7	0.7	1.7	1.07	1.08	
6108000	DROME A DIE 1	3	2.5	2.9	3.2	2.8	2	3.1	3	2.9	2.6	3.1	2	3.2	2.7	2.83	
6109050	DROME A CHARENS 2	1	1	1.1	1.3	0.7	1	1.3	1.2	1.3	1	1.2	0.7	1.3	1.17	1.10	
6109100	DROME A LIVRON-SUR-DROME	5.4	4.9	4.8	6.8	6.4	4.7	5.4	5.8	6	7	6.6	4.7	7	5.3	5.80	
6341290	ST SAUVEUR A AUBENASSON	1.2	1.6	4.42	1	0.89	0.56			0.6			0.56	4.42	0.56	1.47	
6341300	RIOUSSET A VERONNE	1	1	4.42	1	0.5	0.5			0.5			0.5	4.42	0.5	1.27	
6341320	BARNAVETTE A BARNAVE	4.6	3.7	8.85	3.6	3.5	4.3			8.9			3.5	8.9	4.3	5.35	
6341330	RAFFIGNAC A MENGLON	1	1	4.42	2	1.4	0.87			2			0.87	4.42	0.87	1.81	
6341360	RUISSEAU DE ROSSAS A VALDROME	1	1	4.42	1	0.52	0.7			1.2			0.52	4.42	0.7	1.41	

6579000	GERVANNE A MONTCLAR-SUR-GERVANNE 2	4.5	4.4	5.4	4.1	3.3	4.4	5	5	5.6	5.2	5.2	3.3	5.6	4.8	4.74
6580001	ROMANE A MIRABEL-ET-BLACONS					15.9	14.4	17.1	15	34.4	24.6	20.3	14.4	34.4	15.5	20.24
6580437	DROME A CHABRILLAN			3	4.2	4	3.1	4.2	4.6	4.6	5.2	4.5	3	5.2	3.97	4.16
6590500	DROME A EURRE	4	3.4	3.4	4.5	3.6	3.1	4.3	4.1	11.3	4.8	4	3.1	11.3	3.83	4.59

Figure 117 : teneurs en NO₃- sur les différentes stations de mesure du bassin (2010 -2020)

Parmi les différents éléments chimiques analysés sur le bassin de la Drôme, le phosphore total semble être le paramètre le plus déclassant avec certaines stations présentant une qualité médiocre.

Il est possible que l'origine de ces nutriments proviennent d'effluents agricoles, industriels ou tout simplement des stations d'épuration.

Pour les autres éléments chimiques, les qualités sont généralement bonnes à très bonnes.

THERMIE

La température de l'eau est un paramètre particulièrement important de la qualité des eaux. En effet, elle conditionne la présence de nombreuses espèces aquatiques et a une incidence directe sur d'autres paramètres physico-chimiques comme par exemple le taux d'oxygène dissous.

La température de l'eau conditionne de nombreuses conditions vitales chez les organismes aquatiques (métabolisme, taux d'ingestion et/ou de digestion, nage, reproduction...). Pour beaucoup d'espèces, des étapes de la reproduction (maturation sexuelle, formation des gamètes, migration, ponte...) est déclenchée par un changement de la température (élévation, baisse, atteinte d'un seuil, phénomènes liés aux cycles jour/nuit...).

La qualité des eaux est généralement appréciée au regard des types d'habitats auxquels les rivières sont favorables (soit salmonicoles, soit cyprinicoles). Pour la Drôme, les eaux sont plutôt favorables aux espèces salmonicoles.

Le tableau suivant donne les classes de qualité des eaux définies par l'Agence de l'Eau en ce qui concerne les paramètres de température de l'eau.

Etat de la masse d'eau	Température	
	Eaux salmonicoles	Eaux cyprinicoles
Très bon	≤20°C	≤24°C
Bon	]20 ;21.5] °C	]24 ;25.5] °C
Moyen	]21.5 ;25] °C	]25.5 ;27] °C
Médiocre	]25 ;28] °C	]27 ;28] °C
Mauvais	>29°C	>28°C

Figure 118 : classes de qualité des eaux définies pour les paramètres de température de l'eau (Agence de l'eau)

Au regard des résultats donnés aux stations de mesures de qualité, on remarque que c'est principalement sur la Drôme aval (secteur de Livron-sur-Drôme, Eurre et Chabrillan) que les températures peuvent s'avérer problématiques avec une qualité des eaux qualifiée de moyenne, voire médiocre certaines années.

Sur les autres points de mesure, les températures sont globalement bonnes.

On remarque également que l'apparition de températures élevées semble de plus en plus fréquente depuis 2014.

		Température														
	Nom	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	min	max	Moy. 2015-2017	moyenne
6107980	ROANNE A ST-BENOIT-EN-DIOIS	19	18.8	17.3	15.3	21.8	20.3	20.2	23.4	18.3	21.4	26.6	15.3	26.6	21.3	20.2
6108000	DROME A DIE 1	20	19.5	17.6	16.5	19.5	17.4	21	24.5	18.4	20.2	26.8	16.5	26.8	21	20.1
6109050	DROME A CHARENS 2	15.7	16.3	16.6	16.3	16	18.1	21.8	15.9	21	20.1	18.5	15.7	21.8	18.6	17.8
6109100	DROME A LIVRON-SUR-DROME	19.6	20	19.6	21	23	26.2	20.1	21.9	22.7	24.3	24.9	19.6	26.2	22.7	22.1
6341290	ST SAUVEUR A AUBENASSON	18.6	18.3	17	20	20	17.2			23.5			17	23.5	17.2	19.2
6341300	RIOUSSET A VERONNE	16.3	15	16.7	14.8	16.9	16			18			14.8	18	16	16.2
6341320	BARNAVETTE A BARNAVE	16.3	16	18.4	16.5	18.1	17.4			19.9			16	19.9	17.4	17.5
6341330	RAFFIGNAC A MENGLON	14.4	15.2	16	15	16.2	15.6			18.1			14.4	18.1	15.6	15.8
6341360	RUISSEAU DE ROSSAS A VALDROME	12.9	11.2	12.3	12.9	14.8	13.3			14.8			11.2	14.8	13.3	13.2
6579000	GERVANNE A MONTCLAR-SUR-GERVANNE 2	16.5	13.9	13.1	13.4	17	16.6	18.6	15.6	15.7	15.7	18.8	13.1	18.8	16.9	15.9
6580001	ROMANE A MIRABEL-ET-BLACONS					15	17.7	19.4	14.4	15.5	16.8	12.3	12.3	19.4	17.2	15.9
6580437	DROME A CHABRILLAN			19.3	20.8	24.6	22.2	26.2	22.1	22.4	21.1	26	19.3	26.2	23.5	22.7
6590500	DROME A EURRE	23.5	21	19.6	15.4	24	22.5	26.1	22.6	22.7	21.3	27.3	15.4	27.3	23.7	22.4

Figure 119 : données de température sur les différentes stations de mesure du bassin, 2010 -2020 (données Fédération de pêche et SMRD)

Par ailleurs, la température des cours d'eau a pu être analysée grâce aux relevés de 37 sondes thermiques gérées par la fédération de pêche et le SMRD. L'historique relevé est hétérogène entre ces stations : parfois moins d'un an et au maximum nous disposons de données sur la période 2013-2021, soit près de 9 années de données.

Les données recueillies sont analysées ici vis-à-vis des seuils de sensibilité des espèces salmonicoles (notamment la truite) :

- Borne haute du preferendum thermique de la truite : 19°C.
- De 19°C à 21.5°C les poissons sont en stress thermique mais ces températures ne conduisent pas forcément à leur mortalité.
- De 21.5°C à 25°C le risque de mortalité augmente fortement, notamment si l'exposition à ces températures est prolongée.
- Une température de 25°C est létale pour les espèces salmonicoles, en particulier les truites.

La carte suivante représente les différentes stations de mesure avec un jeu de couleur représentant ces classes de températures. Nous avons considéré la température maximale atteinte sur l'ensemble du relevé.

Comme pour les analyses des données de l'Agence de l'Eau, c'est sur la partie aval que les températures sont les plus élevées avec des dépassements des seuils de mortalité des espèces salmonicoles.

Ponctuellement, sur certains affluents (Grenette, Gervanne amont, Roanne), les températures peuvent atteindre des valeurs pour lesquelles les espèces salmonicoles sont sensibles.

Sur les parties amont du réseau hydrographique, proches des sources et où les altitudes sont plus élevées, les températures de l'eau sont plus favorables aux espèces salmonicoles.

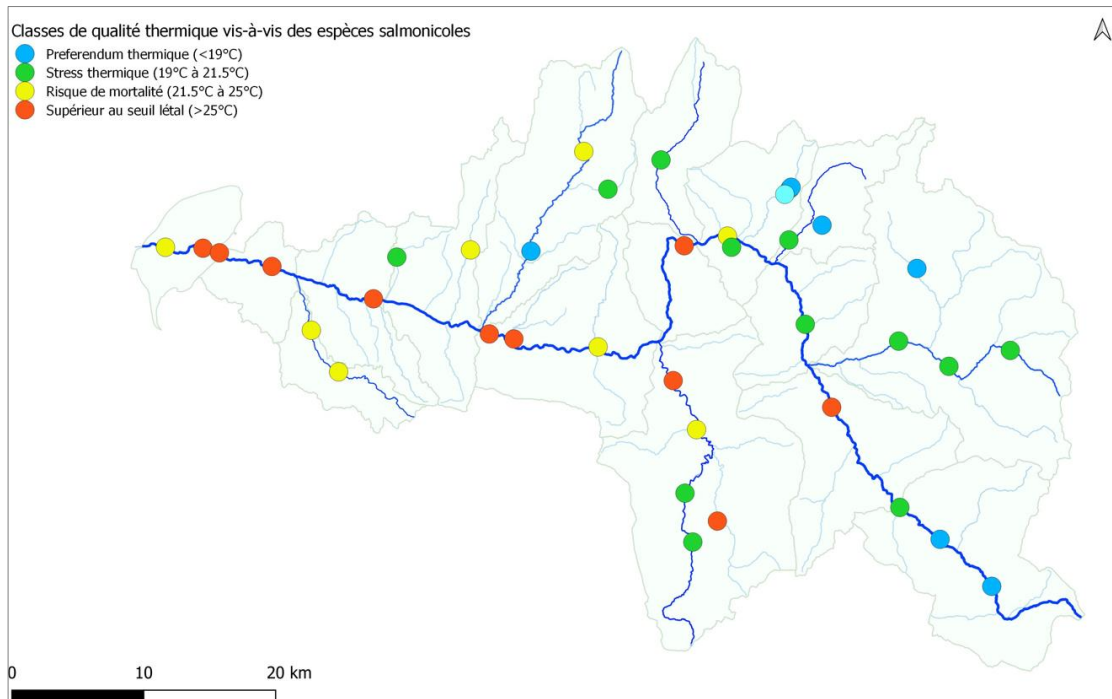


Figure 120 : classe de qualité thermique sur les différentes stations de mesure du bassin de la Drôme

Les températures de l'eau sur la Drôme sont de bonne qualité sur les affluents et les extrémités du réseau hydrographique où les habitats sont favorables aux espèces salmonicoles. En revanche, sur l'axe Drôme, les températures peuvent dépasser les seuils de tolérance de cette catégorie piscicole.

7.1.3 Qualité hydrobiologique

Les organismes biologiques jouent un rôle de surveillance (bio-monitoring), intègrent l'ensemble des perturbations qui s'exerce sur un écosystème et permettent ainsi de rendre compte de l'état général du système. Néanmoins, à la différence des éléments de qualité physico-chimiques, ils ne permettent pas d'identifier simplement l'origine d'une perturbation.

L'évaluation de la qualité biologique des eaux douces superficielles s'effectue par l'analyse des organismes fixés ou libres vivant dans les cours d'eau. Quatre indices biologiques, l'indice macro-invertébré (I2M2 ou IBGN pour les données plus anciennes), l'indice macrophyte (IBMR), l'indice poisson (IPR) et les diatomées (IBD), permettent la caractérisation de l'état biologique (structure et fonctionnement) des écosystèmes aquatiques

DIATOMEES

Les diatomées sont des algues brunes siliceuses microscopiques qui colonisent les différents substrats présents dans le lit des cours d'eau. Elles sont fortement influencées par le pH, les nutriments (azote et phosphore), la présence de matières organiques ou encore l'oxygénation de l'eau. L'IBD permet d'analyser la composition floristique d'une station donnée en prenant en compte la densité relative des espèces et leur sensibilité aux pollutions, (origine organique ou minérale). L'indice permet de rendre compte des modifications de la qualité de l'eau. Par leur cycle de vie court, elles ont une forte réactivité aux perturbations ponctuelles.

Les cours d'eau du bassin versant affichent des communautés de diatomées peu ou non perturbées, représentatifs de **cours d'eau oligotrophes** et témoignant d'une **faible voire de l'absence d'altérations d'origines humaines et pollutions organiques**. Par ailleurs, des modifications des communautés ont été recensées en 2014 et 2019 sur la Gervanne, la Barvanette ou encore le ruisseau de Raffignac, en lien avec, a priori, avec des concentrations de nutriments et pollutions organiques plus élevés au cours des semaines précédant les mesures.

- **Tableau 1 : Résultats des indices biologiques diatomées (IBD) en EQR (source : Naïades)**

Code station	Nom station	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Etat 2015-2017
6107980	ROANNE A ST-BENOIT-EN-DIOIS	1,00	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
6108000	DROME A DIE 1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
6108500	DROME A PIEGROS-LA-CLASTRE											1,00	
6109050	DROME A CHARENS 2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
6109100	DROME A LIVRON-SUR-DROME	0,99	1,11	1,11	1,01	0,94	1,02	1,03	1,03	1,06	1,08	1,08	1,03
6341290	-	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00			0,95	1,00		1,00
6341300	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00			1,00	1,00	1,00	1,00
6341320	-	0,79	0,83	0,98	0,87	0,78	0,80			0,84	0,78	0,80	0,80
6341330	-		0,80	0,84	0,82	0,80	0,83			0,80	0,77		0,83
6341360	-	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	0,99			1,00	1,00	1,00	0,99
6579000	GERVANNE A MONTCLAR-SUR-GERVANNE 2	1,00	1,00	0,92	0,90	0,78	0,84	0,88	0,87	0,86	1,00	0,92	0,88
6580001	ROMANE A MIRABEL-ET-BLACONS							0,92	1,07	0,92	1,04	1,01	1,07
6580433	DROME A DIE 2											1,00	
6580437	DROME A CHABRILLAN			1,06	1,00	1,06	0,99	0,79	0,98	0,92	1,11	1,11	0,99

Code station	Nom station	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Etat 2015-2017
6580446	RUISSEAU D'ARCHIANE A TRESCHENU-CREYERS 1											1,00	
6580447	BES A CHATILLON-EN-DIOIS											1,00	
6580449	RUISSEAU DE MEYROSSE A DIE											1,00	
6580450	SURE A STE-CROIX											1,00	
6580451	ROANNE A ST-NAZAIRE-LE-DESERT 1											1,00	
6580460	SYE A AOUSTE-SUR-SYE											1,11	
6580462	RUISSEAU DE GRENETTE A GRANE											0,87	
6590500	DROME A EURRE	1,05	0,92	1,11	0,99	1,08							

MACRO INVERTEBRES

Les indices macro-invertébrés (IBGN, I2M2) permettent de rendre compte des modifications de la qualité de l'eau et des habitats. Tel que pour les diatomées, par leur cycle de vie court, ils présentent une forte réactivité aux perturbations ponctuelles.

Les stations de mesure de cet indicateur permettent d'évaluer une bonne voire très bonne qualité des eaux au regard des populations de macro-invertébrés. Seule la station de la Roanne semble présenter une perturbation : qualité moyenne (médiocre en 2019) mais bon état en 2022, ce qui peut traduire une amélioration de la qualité du milieu dernièrement.

- **Tableau 2 : Résultats des indices macro-invertébrés (IBGN) (source : Agence de l'Eau RM&C)**

Code station	Nom station	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
06580001	ROMANE A MIRABEL-ET-BLACONS					MOY	MOY	MED	MOY	MOY	BE
06579000	GERVANNE A MONTCLAR-SUR-GERVANNE 2	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE
06107980	ROANNE A ST-BENOIT-EN-DIOIS	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE
06108000	DROME A DIE 1	BE	BE	BE	BE	BE	TBE	BE	BE	BE	TBE
06109050	DROME A CHARENS 2	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE

MACROPHYTES

Les macrophytes représentent le peuplement végétal aquatique visible à l'œil nu. L'IBMR traduit préférentiellement le degré trophique de la rivière, à savoir sa charge globale en azote et phosphore qui constituent les véritables facteurs limitants de leur développement.

Au vu des données hydro biologiques relatives au macrophytes (IBRM), les cours d'eau suivis du bassin versant présentent un niveau trophique faible à très faible, témoignant d'une qualité hydrobiologique bonne à très bonne.

- **Tableau 3 : Indice biologique macrophyte en rivière (source : Naïades)**

Code station	Nom station	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Etat 2015-2017
6107980	ROANNE A ST-BENOIT-EN-DIOIS	13,90		13,00	14,40	14,00	13,60	12,40	15,89	13,42	14,44	14,86	12,40
6108000	DROME A DIE 1				12,00		10,60		10,23		12,00		10,23
6109050	DROME A CHARENS 2			12,90		12,00		11,40		10,75		12,05	10,75
6109100	DROME A LIVRON-SUR-DROME	9,50			10,20		11,00		10,93		9,06		9,06
6579000	GERVANNE A MONTCLAR-SUR-GERVANNE 2	9,70		11,70		9,80		10,30		10,52		11,91	9,70
6580437	DROME A CHABRILLAN			9,00	11,10	9,40	9,60	10,40	10,38	9,86	11,08	11,58	9,00

VIE PISCICOLE

Le poisson, organisme intégrateur par excellence puisqu'il se situe en bout de la chaîne alimentaire, apparaît comme un très bon indicateur de l'ensemble des perturbations du milieu. Les indices basés sur les poissons (IPR, IPR+) permettent de rendre compte principalement des pressions liées à la modification de la qualité de l'eau et de l'hydromorphologie.

De nombreuses espèces piscicoles sont rencontrées sur le bassin de la Drôme, les espèces cibles principalement rencontrées sont les suivantes :

- Truite (TRF)
- Barbeau méridional (BAM)
- Apron (APR)
- Blageon (BLN)
- Chabot (CHA)
- Toxostome (TOX)
- Vandoise (VAN)
- Anguille (ANG), localement

Il s'agit d'espèces patrimoniales et/ou d'espèces vulnérables qui apportent une forte valeur à la qualité écologique des cours d'eau.

La carte suivante, produite par la fédération de pêche de la Drôme, donne la répartition des espèces cibles sur l'ensemble du réseau hydrographique.

On remarque que sur les petits affluents et les extrémités amont des cours d'eau la truite est systématiquement affichée.

En fonction du profil piscicole on retrouve tantôt des cyprinidés, tantôt des espèces salmonicoles.



Débits minimum biologiques

Le débit minimum biologique est le débit minimum à laisser dans une rivière pour garantir la vie, la circulation et la reproduction des espèces, notamment les espèces piscicoles.

Dans le cadre de l'EVP réalisée en 2012, 7 points de calcul ont été retenus pour la définition des débits minimum biologiques sur le bassin versant de la Drôme. Ceux-ci sont représentés sur la carte ci-dessous.



Figure 122 : Débits minimum biologiques sur le bassin versant de la Drôme (source : EVP, 2012).

Le tableau suivant synthétise les espèces cibles de chaque station et les débits biologiques retenus.

Sous bassin	Espèce cible	Débit minimum biologique
Drôme 1	<i>Truite fario</i>	0.5 m³/s
Drôme 2	<i>Apron - Blageon</i>	2.1 m³/s
Drôme 3	<i>Apron - Blageon</i>	2.4 m³/s
Drôme 4	<i>Apron - Blageon</i>	4.2 m³/s
Le Bès	<i>Truite fario - Chabot</i>	0.6 m³/s
Gervanne	<i>Truite fario</i>	0.4 m³/s
Grenette	<i>Truite fario</i>	0.2 m³/s

Figure 123 : Débit minimum biologique sur le bassin versant de la Drôme (source : EVP, 2012)

Obstacles à la continuité écologique :

Le schéma régional de cohérence écologique (SRCE) propose un inventaire des obstacles à la continuité écologique sur le réseau hydrographique. Sur le bassin versant de la Drôme on identifie 232 ouvrages.

On remarque que leur répartition spatiale est très inégale : certains affluents présentent une très forte densité tandis que d'autres semblent très épargnés par les ouvrages anthropiques.

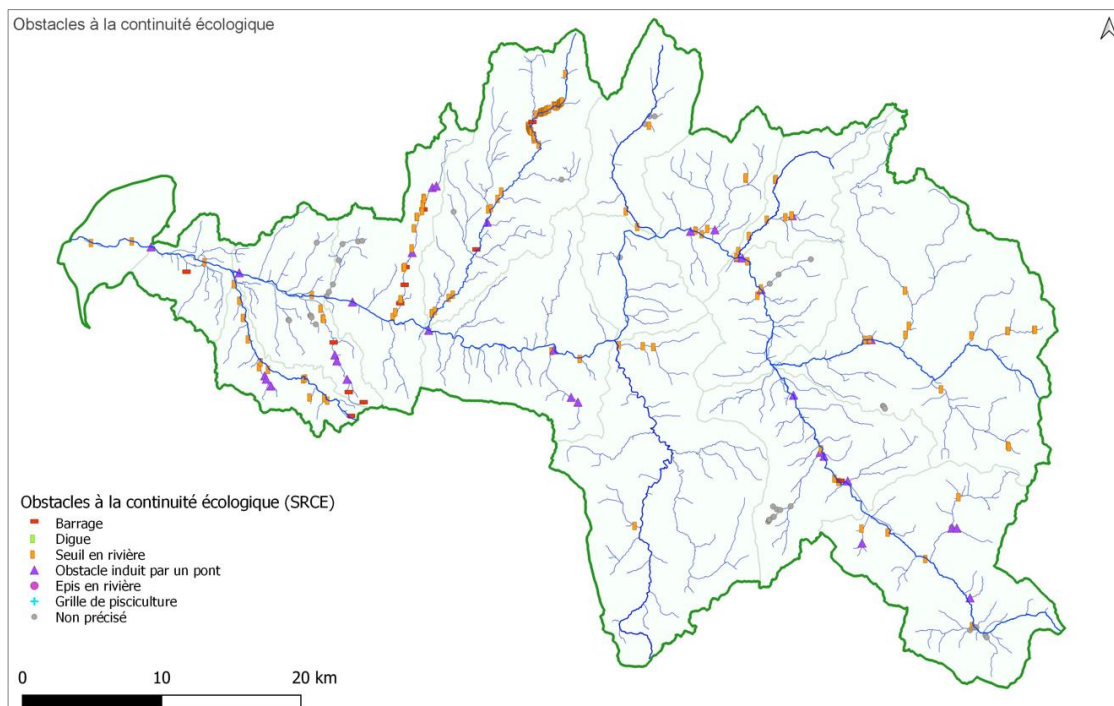


Figure 124 : répartition spatiale des obstacles à la continuité écologique sur le bassin de la Drôme.

Les obstacles sont de plusieurs types sur le bassin de la Drôme :

- Les seuils en rivière sont les plus abondants (142 ouvrages identifiés, soit 61%).
- Les ouvrages liés aux ponts et franchissements représentent 14% des obstacles identifiés (33 ouvrages).
- 12 barrages ressortent dans cette analyse (5%).
- Près de 20% des ouvrages contenus dans la base de données ne sont pas qualifiés (45 ouvrages).

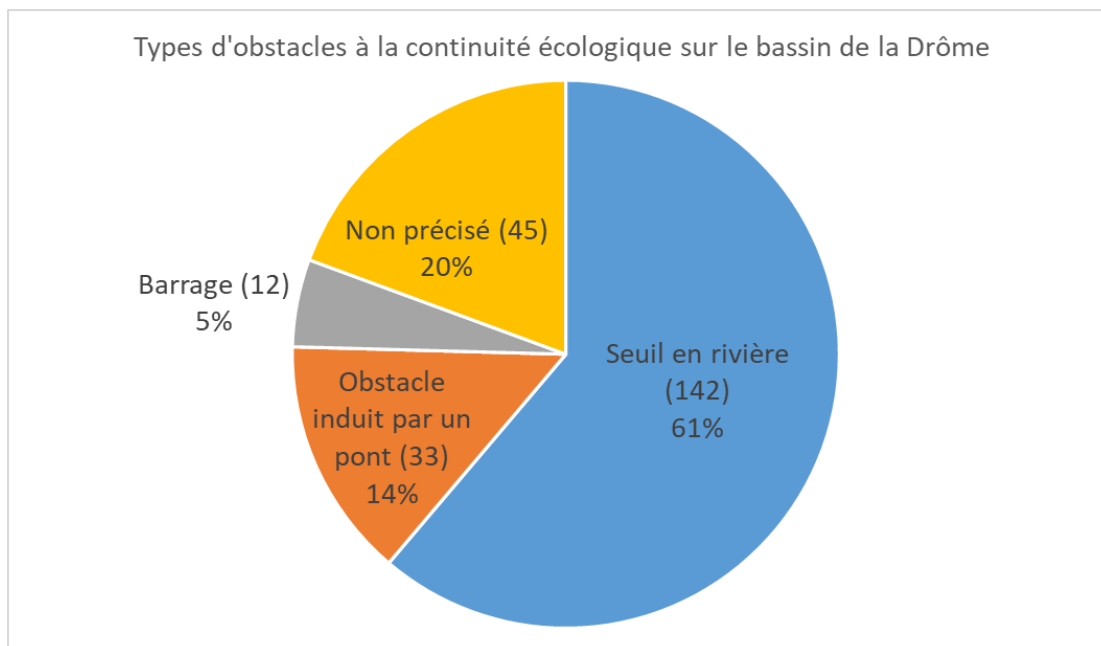


Figure 125 : types d'obstacles à la continuité écologique sur le bassin de la Drôme.

La carte suivante donne une représentation de la densité des obstacles sur les différents sous bassins versants de la Drôme. On remarque que la Gervanne et la Grenette présentent la plus forte concentration d'ouvrages.

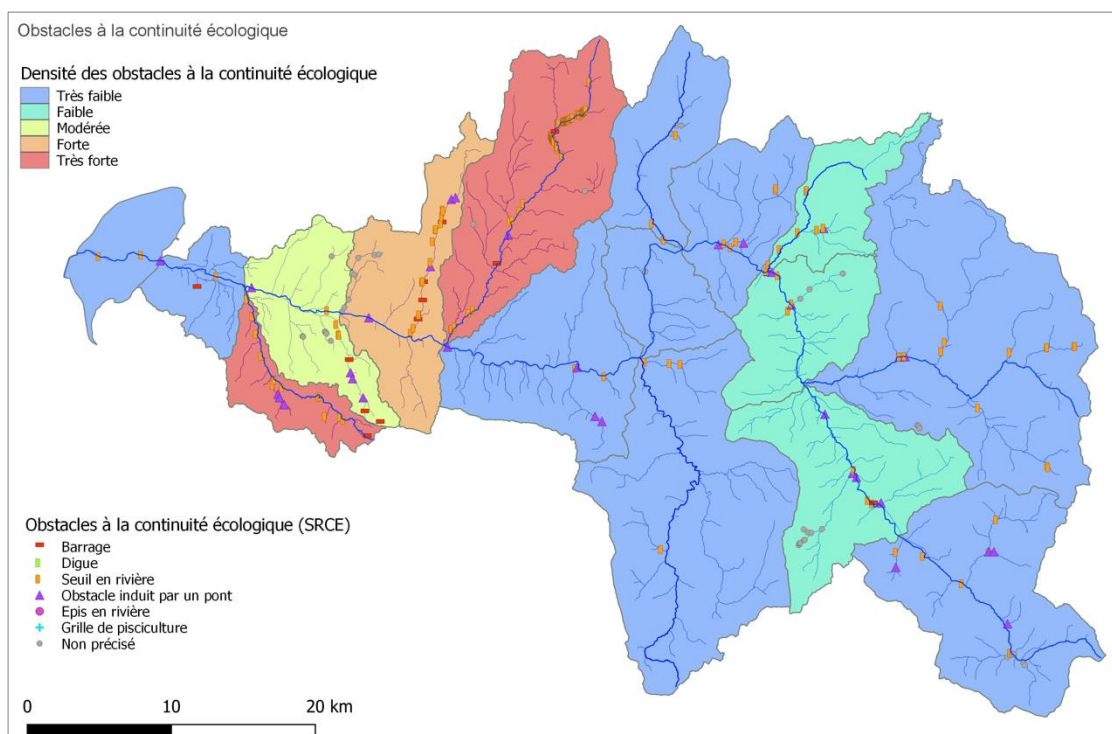


Figure 126 : densité d'obstacles à la continuité écologique sur le bassin de la Drôme.

Projets de restauration de la continuité écologique :

Compte tenu de la présence de nombreux ouvrages et obstacles à la continuité écologique sur le bassin versant de la Drôme, la fédération de pêche de la Drôme avait ciblé cet axe de travail et réalisé différents aménagements et travaux :

- En 2017 : 5 effacements de seuils sur la Grenette et le Ruisseau de Chapiat ;
- En 2021 : effacement de 13 seuils sur le territoire.

La fédération de pêche de la Drôme n'a pas prévu d'autres interventions sur le bassin versant, celle-ci se concentrant sur d'autres territoires du département.

ZONES HUMIDES

Les zones humides sont des terrains habituellement inondés ou gorgés d'eau de façon permanente ou temporaire, ou dont la végétation est dominée par des plantes hydrophiles pendant au moins une partie de l'année. (Art. L.211-1 du code de l'environnement).

Sur le bassin de la Drôme, les zones humides ont fait l'objet d'un inventaire exhaustif et celles-ci représentent 2% du territoire (carte suivante).

L'intégralité de ces espaces qui hébergent une grande richesse de biodiversité sont inféodés aux cours d'eau (soit de manière directe, soit par des annexes hydrauliques du réseau hydrographique).

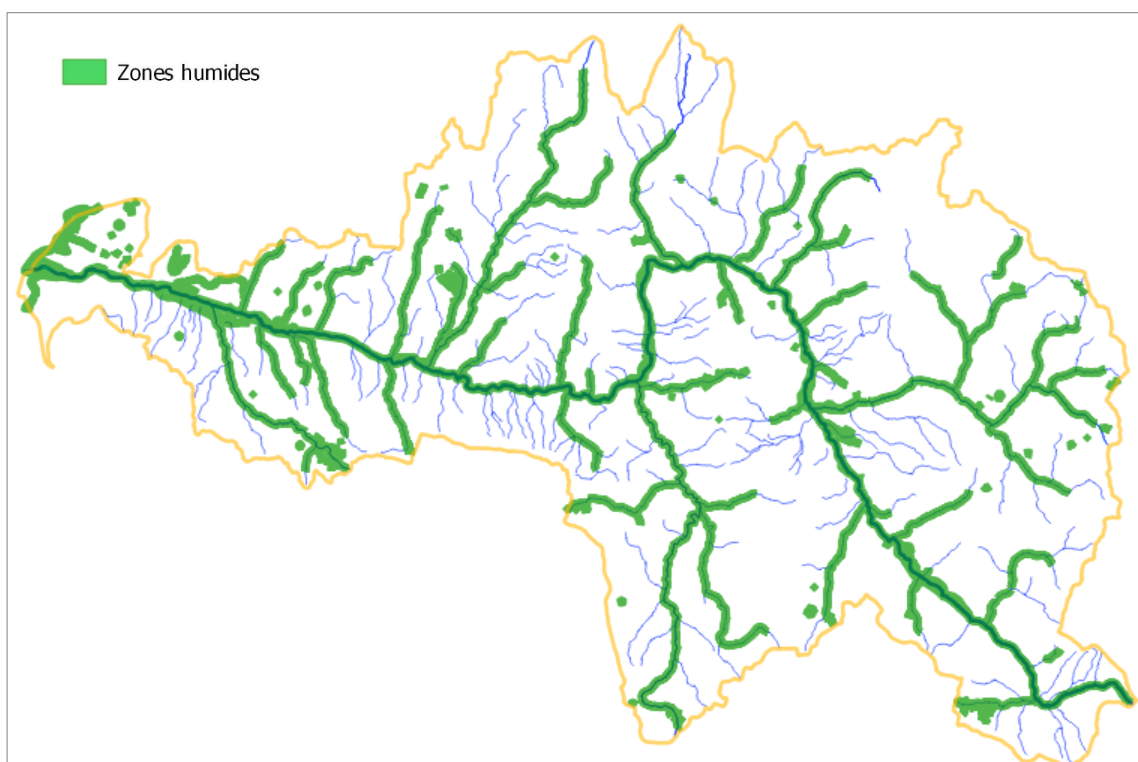


Figure 127 : cartographie des zones humides du bassin de la Drôme (source : DREAL Auvergne-Rhône-Alpes)

D'après nos connaissances, il n'existe aucune donnée rétrospective concernant une évolution de ces zones humides ces dernières années. Les spécialistes en charge de cette thématique constatent tout de même une régression des zones humides, un phénomène qui semble généralisé sur l'ensemble du pourtour méditerranéen.

En effet, ces espaces sont fortement dépendants de l'état quantitatif des ressources superficielles et sont donc extrêmement vulnérables aux sécheresses qui ont été de plus en plus fréquentes ces dernières années. Des modifications dans les équilibres entre les populations sont probablement déjà en œuvre actuellement.

Une étude est en cours sur ce volet sur le bassin versant de la Drôme, les résultats ne sont pas encore publiés au moment de la rédaction de ce rapport.

7.2 EVOLUTION FUTURE

7.2.1 Qualité physico-chimique

ELEMENTS CHIMIQUES

Pour caractériser l'effet du changement climatique sur la qualité physico-chimique, la méthodologie mise en œuvre est la suivante :

Les résultats du modèle hydrologique ont été récupérés, donnant une évolution du débit à l'horizon 2050. **En faisant l'hypothèse de charge polluante constante dans le futur**, un calcul de dilution des éléments chimiques a été effectué. Cela se traduit par une évolution de la concentration des différents composés et la comparaison aux seuils de qualité actuels permet de caractériser les déclassements des points de mesure et pour quels paramètres.

Ainsi, on remarque que la baisse des débits risque de conduire au déclassement de plusieurs stations de mesure sur la Drôme. Les éléments chimiques responsables de cette dégradation de la qualité est quasiment systématiquement liée au phosphore (orthophosphates et/ou phosphore total). Aux environs de Saillans, les nitrites sont responsables d'un changement de classe mais l'état de la masse d'eau demeure bon.

Sur la partie aval de la Drôme en revanche la qualité des eaux projetée est moyenne, voire mauvaise sur le secteur d'Eurre.

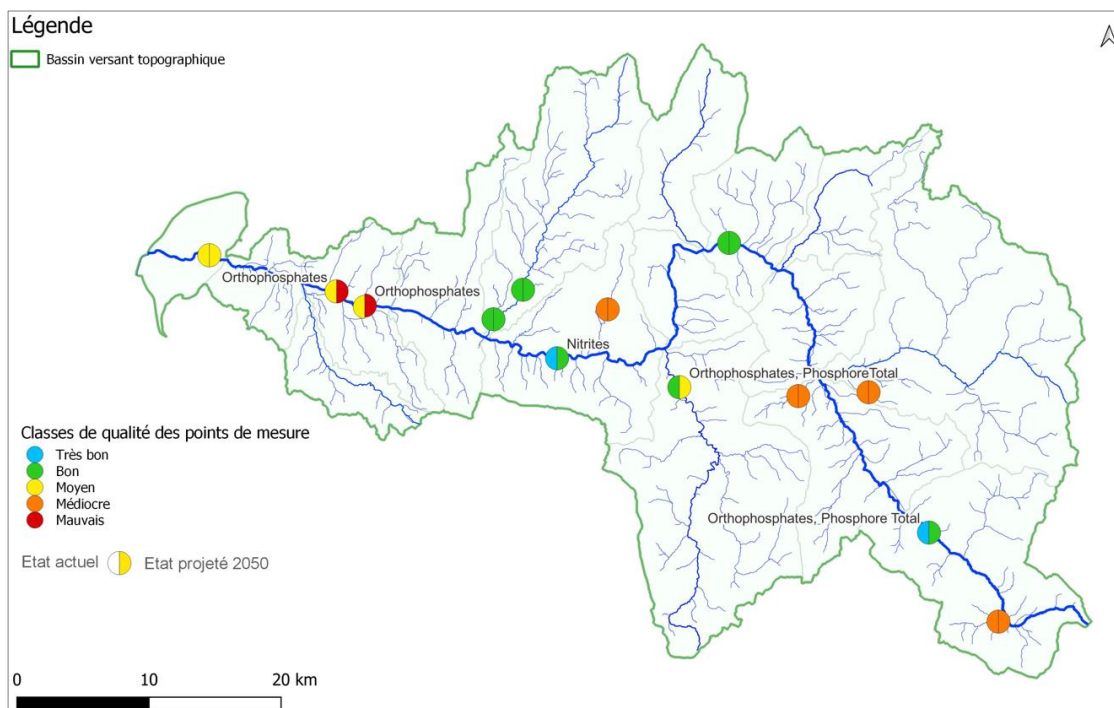


Figure 128 : classe de qualité, à l'horizon 2050, des stations de mesure du bassin versant de la Drôme

Une autre représentation peut être donnée avec le graphique suivant, représentant la classe de qualité actuelle et la classe de qualité projetée à l'horizon 2050.

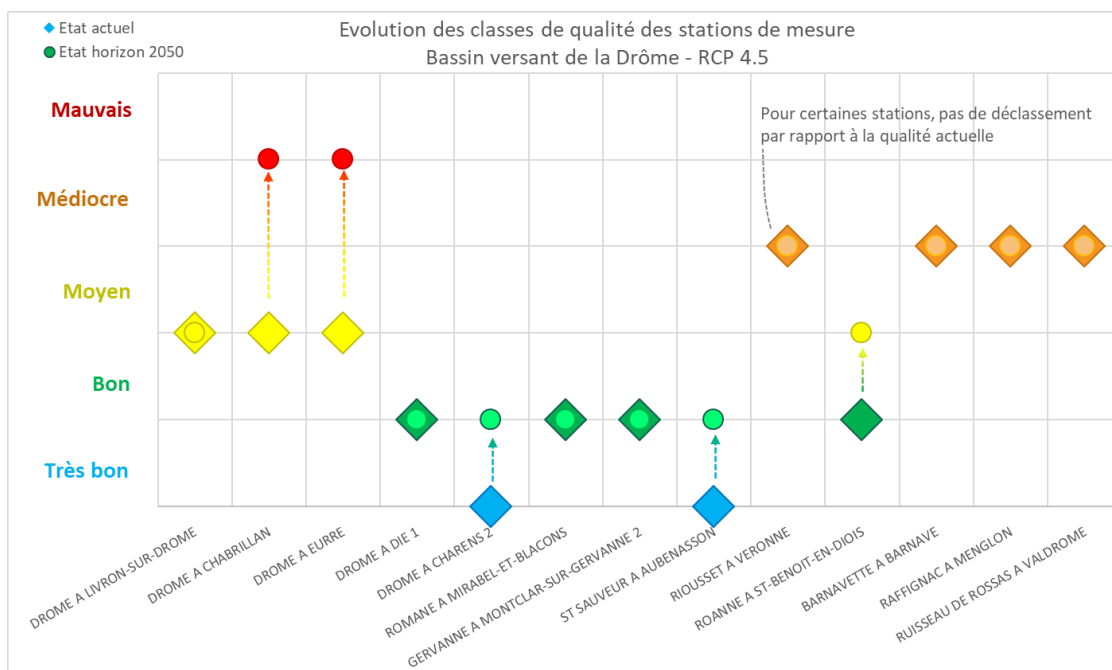


Figure 129 : évolution des classes de qualité des stations de mesure, état actuel à état à 2050



Le phénomène de concentration des pollutions généré par la baisse des débits projetée à l'horizon 2050 va conduire à une dégradation de la qualité des eaux, en particulier au regard des éléments issus des composés phosphorés qui sont les plus problématiques sur le bassin versant de la Drôme.

THERMIE

Cereg a développé un module de calcul de la température de l'eau au sein de son modèle hydrologique. Cet élément a donc été exploité pour évaluer l'effet du changement climatique sur les températures.

On remarque que ce sont les parties amont du réseau hydrographique qui seront touchées par les augmentations de températures les plus importantes. Le Bès apparaît donc particulièrement sensible.

Pour rappel, à l'heure actuelle, seuls les secteurs amont et certains affluents présentent des températures favorables aux espèces salmonicoles. Des augmentations de températures de l'eau de plus de 2°C sont susceptibles de ne plus permettre un accueil propice aux populations salmonicoles.

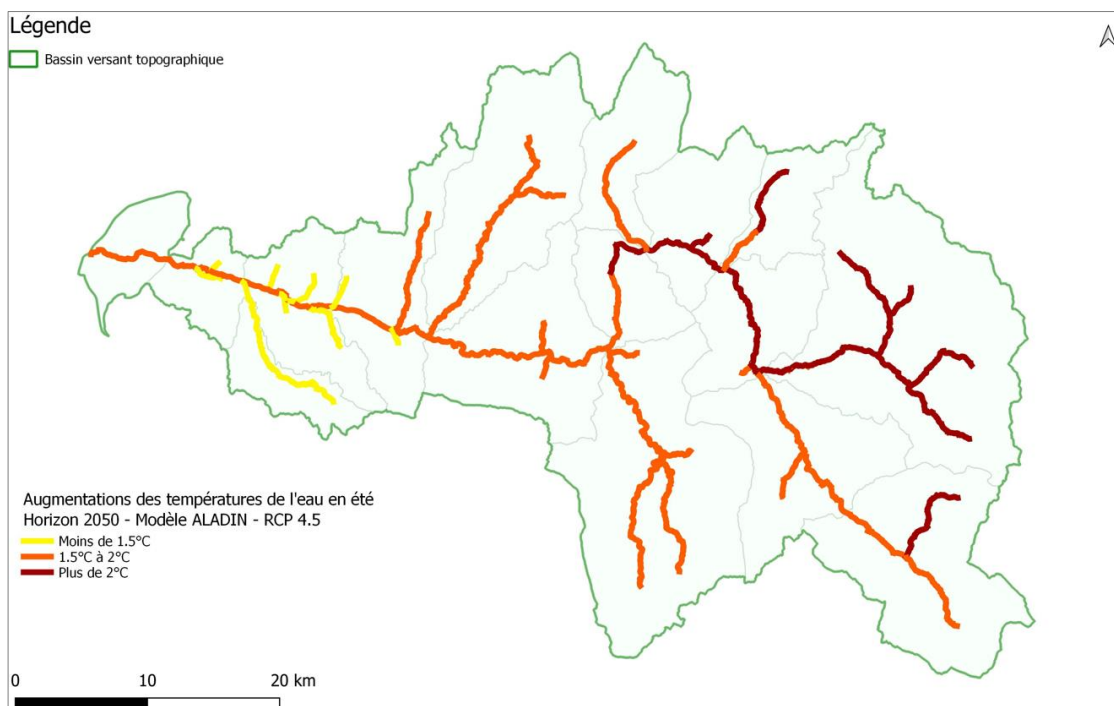


Figure 130 : répartition des variations de température sur les principaux cours d'eau du bassin de la Drôme à l'horizon 2050 (module thermie du modèle COGERE)

L'analyse de la courbe mensuelle des températures de l'eau à Saillans montre que ce sont principalement sur les mois d'été que les écarts sont les plus importants avec les températures de la période de référence.

Les fluctuations mensuelles ainsi obtenues à l'horizon 2050 sont comparées à :

- La borne maximale du preferendum thermique du blageon (18°C), valeur atteinte en moyenne chaque année.
- La borne maximale du preferendum thermique de la truite et du barbeau méridional (19°C). Ce seuil peut être franchi pendant plus d'un mois, ce qui peut fortement affecter les populations piscicoles.
- La borne maximale du preferendum thermique de l'apron (23°C), poisson plus tolérant aux extrêmes thermiques. Il est possible que cette température puisse être atteinte localement sur la Drôme, sur de courtes durées.

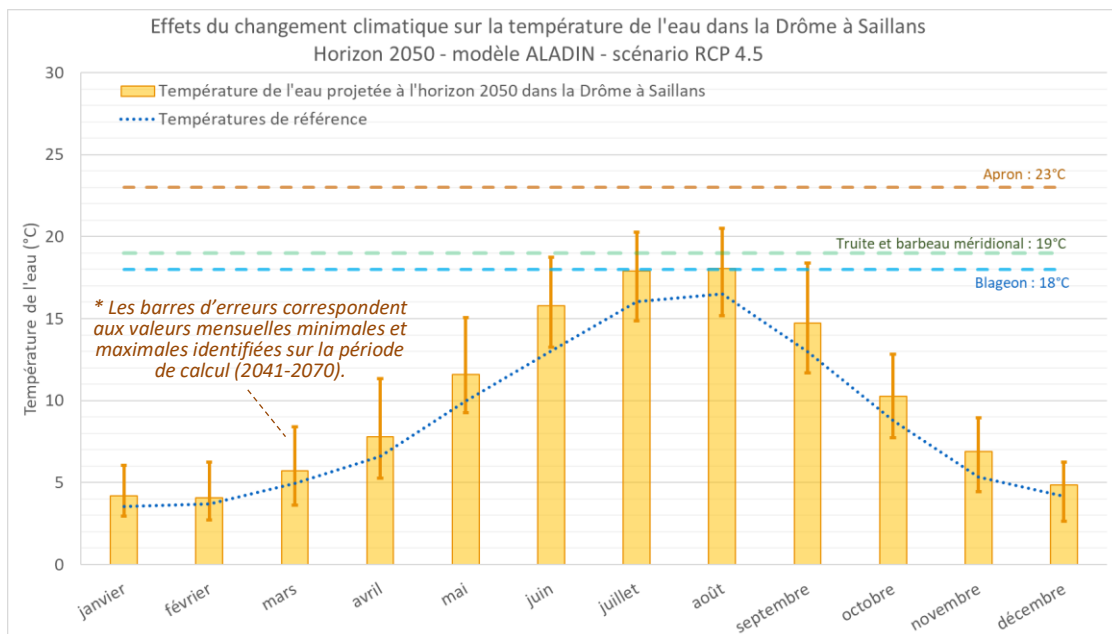


Figure 131 : estimation de la température de l'eau, par mois à l'horizon 2050, sur la Drôme à Saillans et comparaison au préférendum thermique de l'apron, de la truite et du barbeau méridional et du blageon

Enfin, une analyse de dépassement de la borne maximale du préférendum thermique de la truite et du barbeau méridional (19°C) a été effectuée au niveau de la Drôme à Saillans.

En situation de référence, cette température n'est dépassée en moyenne que 5 jours par an. A l'horizon 2050, les fréquences de dépassement de ce seuil augmentent fortement : on compte en moyenne 22 jours par an de dépassement, on multiplie donc par 4 le nombre de jours où la température dépasse 19°C.

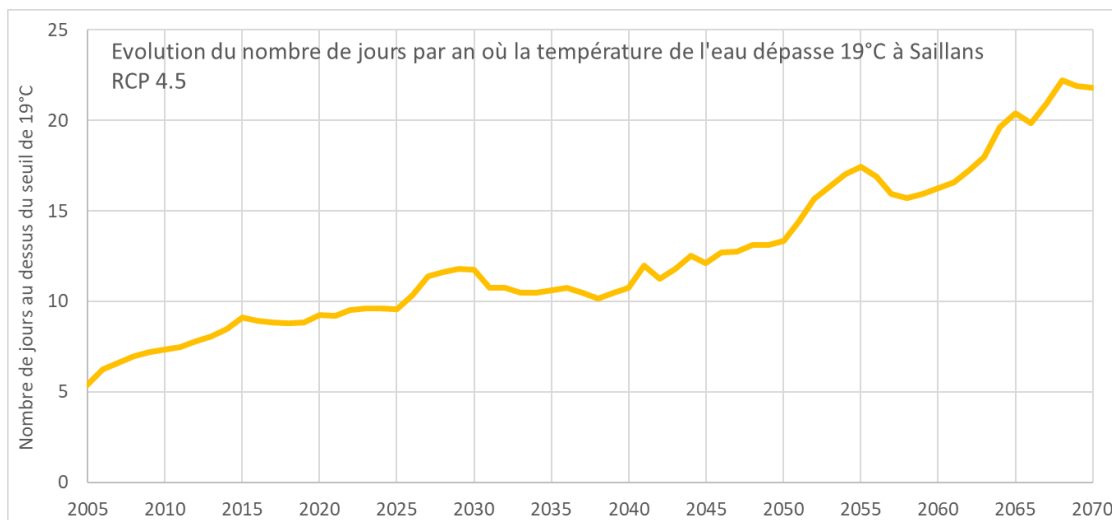


Figure 132 : évolution du nombre de jours par an où la température de l'eau est supérieure à 19°C, sur la période 2005-2070



Le changement climatique, par les hausses de températures atmosphériques dans les cours d'eau. Cela va se traduire par une **dégradation des capacités d'accueil des milieux aux espèces piscicoles, voire à leur mortalité sur certains secteurs. Ainsi, le nombre de jours où les niveaux de température atteindront les seuils de tolérance thermique des espèces salmonicoles devrait être multiplié par 4 d'ici 2050.**

1.1.1 Conséquences sur les autres compartiments

ZONES HUMIDES ET MILIEUX AQUATIQUES

La qualité des zones humides et des milieux aquatiques est généralement la conséquence plus ou moins directe de deux composantes :

- D'une part l'état quantitatif de la ressource (sans eau, pas de vie aquatique).
- D'autre part la qualité physico-chimique qui en découle (du fait de la dilution des substances polluantes).

Les analyses menées précédemment sur l'hydrologie et la qualité physico-chimique des eaux ont fait ressortir les conclusions suivantes :

- Les étiages seront plus précoces, plus longs et plus intenses avec une diminution importante des débits en été et une forte augmentation du risque d'assecs.
- La qualité physico-chimique des eaux va se dégrader du fait de la concentration des pollutions et de l'augmentation des températures.

En conséquence, les zones humides et les milieux aquatiques risquent de subir une perte de biodiversité importante.

HYDROMORPHOLOGIE ET TRANSPORT SOLIDE

L'hydromorphologie et le transport solide sont un aspect du bassin versant faisant intervenir beaucoup de variables qu'il est parfois difficile de quantifier précisément.

Ici nous retiendrons les éléments suivants :

- **Climatologie** : les alternances de gel/dégel provoquent peu à peu la dislocation des roches jusqu'à ce que les matériaux atteignent une granulométrie compatible avec un transport par les ruissellements. La diminution du nombre de jours de gel à l'horizon 2050 semble indiquer une diminution de la production de matériaux
- **Hydrologie** : le transport solide et l'hydromorphologie des rivières sont principalement influencés par les crues morphogènes. Ces crues présentent généralement des périodes de retour modestes (2 à 10 ans selon le profil du cours d'eau). Nous avons vu précédemment que pour ce type d'événement le changement climatique semblait conduire à des crues plus intenses (+30% pour les crues de période de retour 2 ans, +15% pour les crues de période de

retour 10 ans). Il faudrait donc s'attendre à un charriage de matériaux plus important sur la Drôme à l'avenir.

- **Occupation du sol (végétation)** : la prépondérance des espaces forestiers sur le bassin versant permet, grâce aux systèmes racinaires, de limiter la mobilisation des matériaux. Les projections climatiques font toutefois craindre une évolution des essences d'arbres avec, potentiellement, des mortalités brutales à l'occasion d'événements climatiques extrêmes. Dans ces cas, la remise à nu des sols va conduire à une forte augmentation de la production de matériaux sur les versants.

Au final, si les processus de mise en mouvement des matériaux sont connus, l'absence de données quantifiées ne permet pas une analyse très poussée. Par ailleurs, le fait que certains phénomènes soient favorisés par le changement climatique (crues plus intenses, changement et mortalité probable de la végétation) tandis que d'autres sont atténués (moins de jours de gel) rend difficile toute conclusion.

En effet, il n'est pas possible d'évaluer la proportion du rôle de ces différents processus dans l'hydromorphologie et le transport solide sur le bassin de la Drôme, d'autant plus que d'autres phénomènes peuvent influencer leur dynamique (géomorphologie, pédologie...).

7.3 LIMITES ET INCERTITUDE

7.3.1 Qualité physico-chimique

Les données concernant la qualité physico-chimique sont issues de relevés très ponctuels (échantillonnage puis analyse en laboratoire et/ou mesure directe sur site). Les valeurs retenues sont alors extrêmement dépendantes des conditions de prélèvement et des conditions hydrologiques dans lesquelles les mesures ont été effectuées. Il en découle une incertitude très élevée et cela pose la question de la représentativité de la concentration obtenue : 1/au droit de la station de mesure, 2/ sur l'ensemble des secteurs inféodés à cette station de mesure.

Par ailleurs, cette incertitude vient se cumuler à celle des mesures elles-mêmes, dépendantes des éléments chimiques ciblés et des techniques utilisées. Faute d'information sur les conditions d'écoulement et sur les appareils/méthodes de mesure, il est impossible de quantifier les incertitudes sur les données diffusées par l'Agence de l'Eau.

L'étude des valeurs minimales et maximales obtenues sur les années successives ne permet pas non plus une analyse robuste des écarts possibles car les valeurs sont trop dépendantes des conditions hydrologiques (inconnues) qui viendraient biaiser les conclusions.

7.3.2 Thermie

- Données observées

Les incertitudes sur les données de thermie observées proviennent principalement :

- Du matériel (qualité, taux de dysfonctionnement, tendance à la dérive) et sa maintenance (étalonnage régulier, contrôle avec témoin...) ;
- Du site de mesure : représentativité du point de mesure, risque de mise hors d'eau de la sonde...

Ces incertitudes ne sont pas quantifiables en l'absence d'éléments précis sur chaque point de mesure. Par ailleurs il s'agirait d'un travail particulièrement lourd à mettre en œuvre dans le cadre de cette étude.

- Données modélisées

Comme pour les simulations hydrologiques, l'évaluation de la thermie des cours d'eau à l'horizon 2050 via la modélisation comporte toute une chaîne d'incertitude issue :

- De la qualité du calage aux stations de mesures (et donc des incertitudes sur les chroniques observées).
- Des chroniques climatiques projetées (nous avons vu que selon les scénarios, de larges gammes de températures pouvaient survenir à l'horizon 2050).
- De la capacité des équations du modèle à représenter les phénomènes réels influençant la température de l'eau. Certains phénomènes locaux, par exemple des résurgences plus fraîches, ne peuvent pas être pris en compte dans le modèle faute d'éléments de connaissance suffisamment fins sur l'ensemble du bassin.

Ainsi, des incertitudes importantes pèsent sur les modélisations de la thermie des cours d'eau. Les résultats avancés n'ont pour objectif que d'évaluer les tendances projetées et n'ont du sens que de manière relative (en pourcentage d'évolution d'ici 2050).

7.3.3 Milieux aquatiques

De nombreuses incertitudes existent dans les protocoles d'évaluation de la qualité des milieux aquatiques. En effet, l'hydrobiologie doit s'intéresser à des écosystèmes par nature complexes du fait des interrelations entre les compartiments (hydrologie, qualité physico-chimique, usages anthropiques venant influencer les espèces...) et des singularités liées aux caractéristiques du vivant.

Cette complexité apporte une variabilité importante, difficilement appréciable, qui ne peut être approximée que par le biais d'expérimentations ou de modèles.

Par ailleurs, les mesures effectuées en hydrobiologie se basent sur des protocoles où les connaissances et l'expérience des hydrobiologistes, et donc leur subjectivité, sont au cœur des évaluations.

Les sources d'incertitude sont donc nombreuses en hydrobiologie : mosaïque d'habitats sur un même site offrant des lieux hétérogènes de prélèvement et récolte, fluctuation naturelle (spatiale et temporelle) des populations, définition des sites, de la surface ou du volume des collectes, choix de la méthode d'échantillonnage, effet opérateur (erreurs d'extraction et d'identification), sous-traitement quantitatif de l'échantillon, difficulté de prise en compte des taxons rares...

Des études menées sur un ensemble de protocoles d'IBG et d'I2M2 ont montré que l'accumulation d'erreurs pouvait conduire à des écarts de 20% à 25% de la note finale⁶. Ces erreurs sont rarement mises en perspectives avec les risques de déclassement ou de surclassement des cours d'eau analysés.

⁶ Wiederkehr J (2015), Estimation des incertitudes associées aux indices macroinvertébrés et macrophytes pour l'évaluation de l'état écologique des cours d'eau, thèse, U Strasbourg, École doctorale des Sciences de la terre et environnement.

8 ALIMENTATION EN EAU POTABLE

8.1 RETROSPECTIVE SUR L'AEP, JUSQU'À L'ACTUEL 2020

8.1.1 Gestion de l'eau pour l'alimentation en eau potable

La gestion de l'eau potable se fait de manière très hétérogène d'un point à l'autre du bassin versant de la Drôme. La carte suivante synthétise les différents syndicats et regroupements de communes pour la gestion de l'eau potable. Les autres communes, majoritaires, gèrent l'eau potable de façon autonome, que ce soit avec un fonctionnement en régie ou par délégation de service public.

Ce type de communes indépendantes sont principalement localisées à l'amont du bassin versant où la topographie et la dispersion de l'habitat sur différents hameaux rend coûteux la mise en place de réseaux interconnectés sur de longs linéaires.

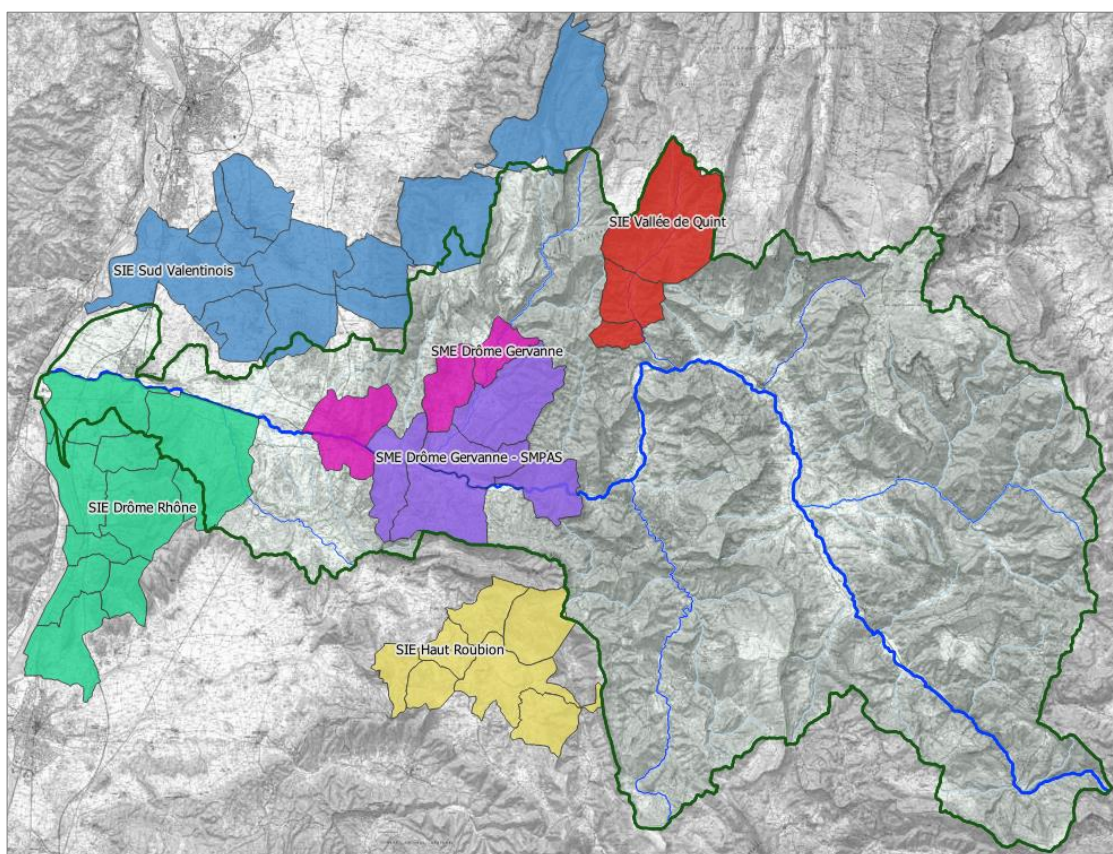


Figure 133 : Structures collectives de gestion d'eau potable.

8.1.2 Bilan des prélèvements pour l'alimentation en eau potable

Les données sur les prélèvements pour l'AEP sont issues de la base des redevances de l'AERMC, ces données ont été complétées ces dix dernières années avec l'équipement en compteurs volumétriques et l'amélioration des bases de données. Ces données sont considérées comme fiables.

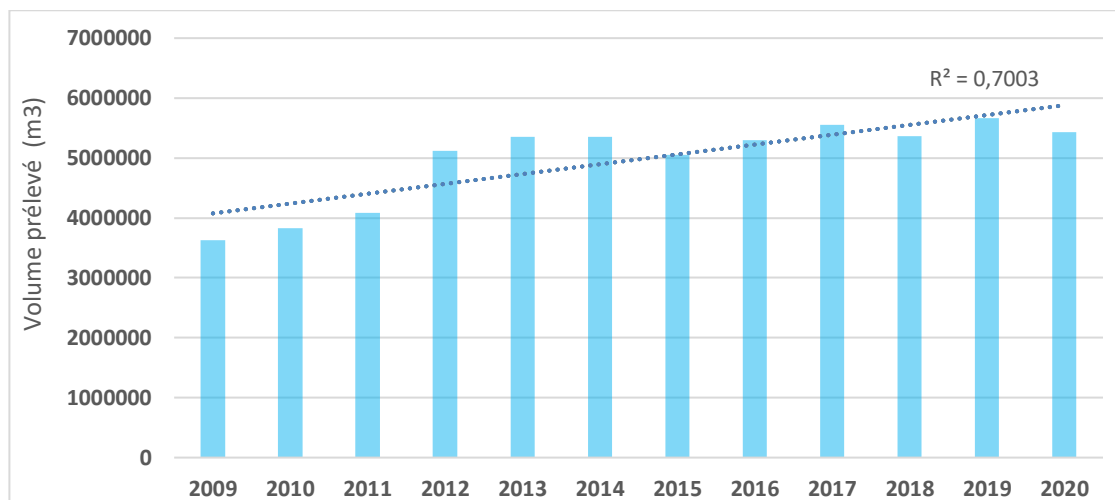


Figure 134 : Bilan des prélèvements annuels pour l'alimentation en eau potable sur la période 2009-2020 (Données AERMC)

Sur la période 2009-2020, les prélèvements pour l'AEP s'élèvent en moyenne à **4,9 Mm³** avec une augmentation quasi-linéaire à raison d'environ **3%/an**. À noter, le nombre de points de prélèvements actifs sur la période est en constante augmentation, avec 56 prélèvements actifs en 2009 contre 100 prélèvements actifs en 2020, soit un doublement en dix ans.

Cette augmentation des prélèvements pour l'alimentation en eau potable peut s'expliquer par plusieurs facteurs :

- La croissance démographique du territoire de l'ordre de 1%/an entre 2013 et 2019
- L'augmentation de la fréquentation touristique
- L'amélioration des modes de détermination des volumes, avec un passage du forfait à la mesure par compteur volumétrique
- Une augmentation des déclarations de points de prélèvements
- Des conditions climatiques susceptibles d'engendrer des augmentations de consommation d'eau en période estivale

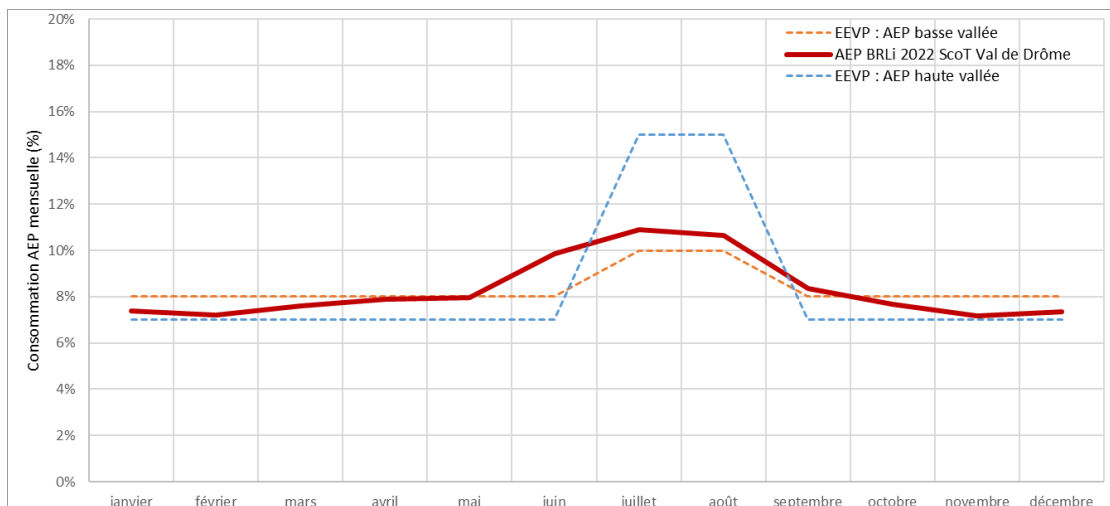


Figure 135 : Fluctuations mensuelles des prélèvements en eau potable

Les fluctuations mensuelles des prélèvements en eau potable sont analysées à partir des données de l'EEVP et de l'étude BRLi pour le ScOT Val de Drôme. Sur le secteur de la basse vallée, les fluctuations mensuelles estimées par ces deux études sont très proches, avec seulement une différence marquée sur le mois de juin. À l'aval, les prélèvements en période estivale (juin-septembre) représentent de l'ordre de 40% des prélèvements annuels selon l'étude BRLi sur le périmètre du ScOT Val de Drôme. À l'amont, les estimations de l'EEVP indiquent que les prélèvements en période estivale sont de l'ordre de 48% des prélèvements annuels, soit une demande estivale plus importante à l'amont du territoire. Cela peut s'expliquer notamment par la fréquentation touristique estivale à l'amont, qui augmente sensiblement les prélèvements. Pour le calage du modèle, les fluctuations mensuelles issues de l'étude BRLi ScOT Val de Drôme sont affectées aux prélèvements situés à l'aval du bassin versant, tandis que les fluctuations mensuelles issues de l'EEVP sont appliquées aux prélèvements à l'amont.

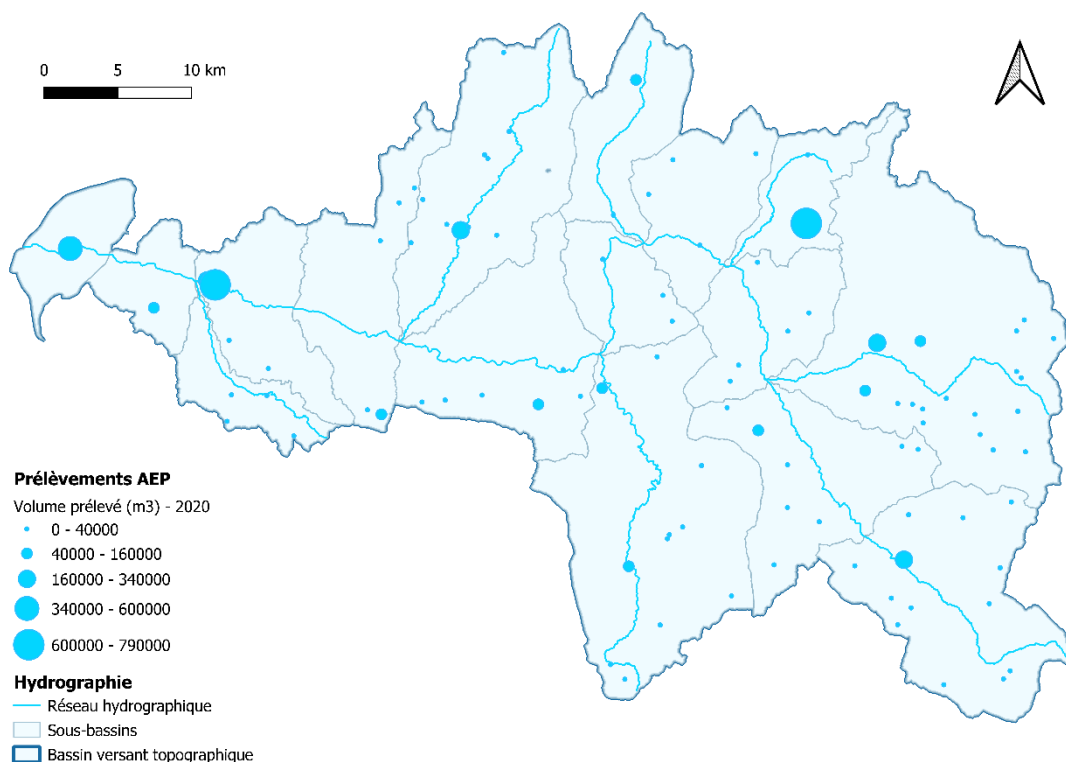


Figure 136 : Répartition des points de prélèvements pour l'alimentation en eau potable sur le bassin versant de la Drôme (Données AERMC)

La répartition des points de prélèvement pour l'alimentation en eau potable reflète bien la démographie du territoire. On observe effectivement une concentration des prélèvements à l'aval du bassin versant, avec notamment le forage de Domazane pour l'alimentation en eau potable de l'agglomération de Livron-sur-Drôme, le puits de la gare destiné à alimenter la commune d'Allex et le puits des Pues relié au réseau de la ville de Crest. À l'amont du territoire, les principaux points de prélèvements se situent au niveau des communes de Romeyer (pour l'AEP de Die), Chatillon-en-Diois et Luc-en-Diois. On remarque de nombreux points de prélèvement avec des volumes de prélèvement annuels inférieurs à 40 000 m³ à l'amont du bassin versant, qui concernent les communes rurales de ce secteur.

Concernant les ressources mobilisées par les prélèvements AEP (cf. illustration ci-dessous), la totalité des prélèvements se font dans des ressources souterraines selon les proportions principales suivantes :

- 52% pour les prélèvements dans les calcaires et marnes Crétacé
- 31% pour les prélèvements dans les alluvions de la Drôme
- 11% pour les prélèvements sur le secteur de la Gervanne

Même si les limites des ressources souterraines peuvent dépasser le bassin versant hydrographique de la Drôme, l'alimentation en eau ne se fait pas à partir de transferts d'eau des territoires voisins.

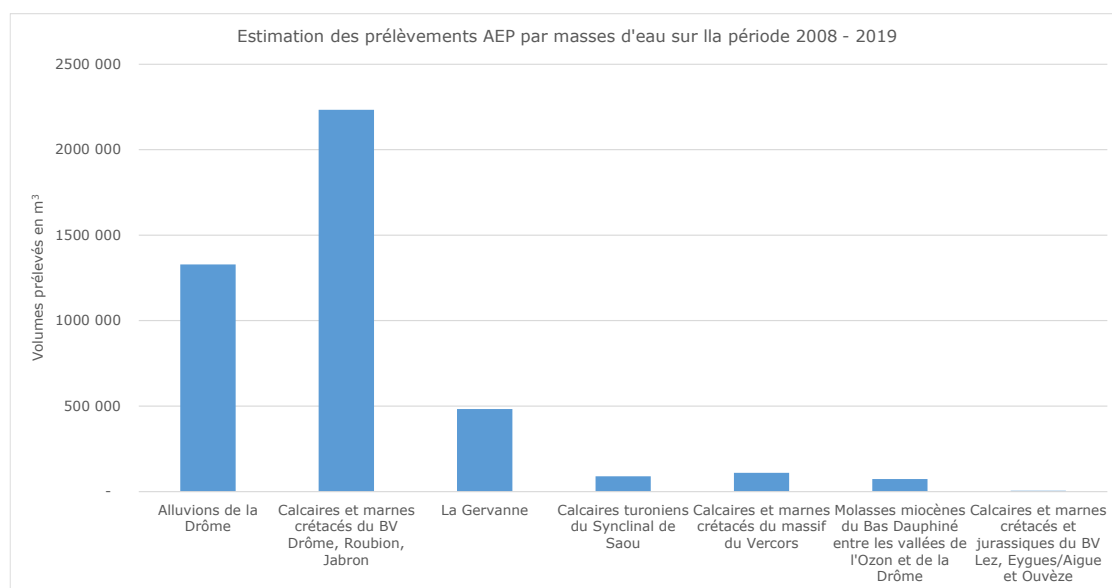


Figure 137 : Estimation des prélèvements AEP par masses d'eau sur le bassin versant de la Drôme pour la période 2008 – 2019 (Données PGRE)

1.1.2 Transferts d'eau pour l'alimentation en eau potable

Des interconnexions existent entre les différents réseaux d'eau potable, des échanges peuvent donc avoir lieu entre les communes du bassin versant mais aussi avec celles hors des limites topographiques du bassin de la Drôme.

Certaines connexions sont indispensables pour l'alimentation de certaines communes tandis que d'autres sont simplement créées en guise de sécurisation de la ressource.

L'EVP et le PGRE ne s'attardent pas sur cette thématique, seul le rapport de BRLi pour le SCOT de la vallée de la Drôme aval permet d'avoir des éléments à ce sujet. Le tableau suivant est extrait de ce rapport, il synthétise les volumes achetés/vendus entre les gestionnaires d'eau potable sur le périmètre de ce SCOT.

Acheteur	Vendeur	Captage utilisé	Type d'interconnexion	Débit conventionné	Volume acheté annuel moyen (m3/an)	Part volume acheté / volume distribué (%)
Allex	SIE Sud Valentinois	Jupe	Secours	50 m3/h	0	0%
Beaufort-sur-Gervanne	SME Drome Gervanne	La Bourne	Secours	5 L/s	2 016	7%
SMPAS	Cobonne	Les Bourbous	Secours	NC	0	0%
Vercheny	Aurel	Goutat (Colombes)	Secours	NC	0	0%
Chabrilan	Autichamp	Dorier	Permanente	5,4 m3/j	3 724	13%
La Répara-Auriples	Autichamp	Dorier	Permanente	-	4 201	26%
Divajeu	Crest	Les Pues	Permanente	NC	32 817	100%
Eurre	Crest	Les Pues	Permanente	NC	100 000	100%
Vaunaveys-la-Rochette	Crest	Les Pues	Permanente	NC	45 234	100%
Crest	SME Drome Gervanne	La Bourne	Permanente	76 L/s	80 008	12%
Montclar-sur-Gervanne	SME Drome Gervanne	La Bourne	Permanente	1,9 L/s	7 435	34%
SMPAS	SME Drome Gervanne	La Bourne	Permanente	15,2 L/s	348 559	62%
Suze	SME Drome Gervanne	La Bourne	Permanente	1,9 L/s	8 566	28%
SIE Sud Valentinois	Livron-Sur-Drome	Domazane + Couthiol	Ecart d'alimentation	-	2 243	0,5%
Francillon-sur-Roubion	SIE Haut Roubion	La Bine	Ecart d'alimentation	3 m3/h	2 951	27%
Saou	SIE Haut Roubion	La Bine	Ecart d'alimentation	3 m3/h	678	2%

Figure 138 : Ventes et achats d'eau potable entre les communes et syndicats (source : rapport BRLi sur les ressources en eau potable du SCOT de la vallée de la Drôme aval, 2022)

La carte suivante propose une représentation de ces échanges, permettant de visualiser le sens de ces transferts.

On remarque que la majorité des échanges se font en interne sur le bassin versant. La ressource de la Gervanne génère de nombreux flux dans un rayon proche du captage de la Bourne.

De même, la ville de Crest, alimentée principalement par le captage des Pues, redistribue une partie de la ressource aux communes voisines (Eurre, Vaunaveys-la-Rochette, Divajeu).

En ce qui concerne les imports-exports d'eau en dehors du bassin versant de la Drôme, les échanges sont extrêmement limités : on ne recense qu'un export de l'ordre de 2000 m3 par an vers le SIE Sud Valentinois à partir des forages de Domazane-Couthiol.

Dans le sens inverse, une connexion est établie par le SIE Sud Valentinois pour sécuriser l'alimentation en eau potable de la ville d'Allex, celle-ci n'est que rarement mise en œuvre jusqu'à présent.

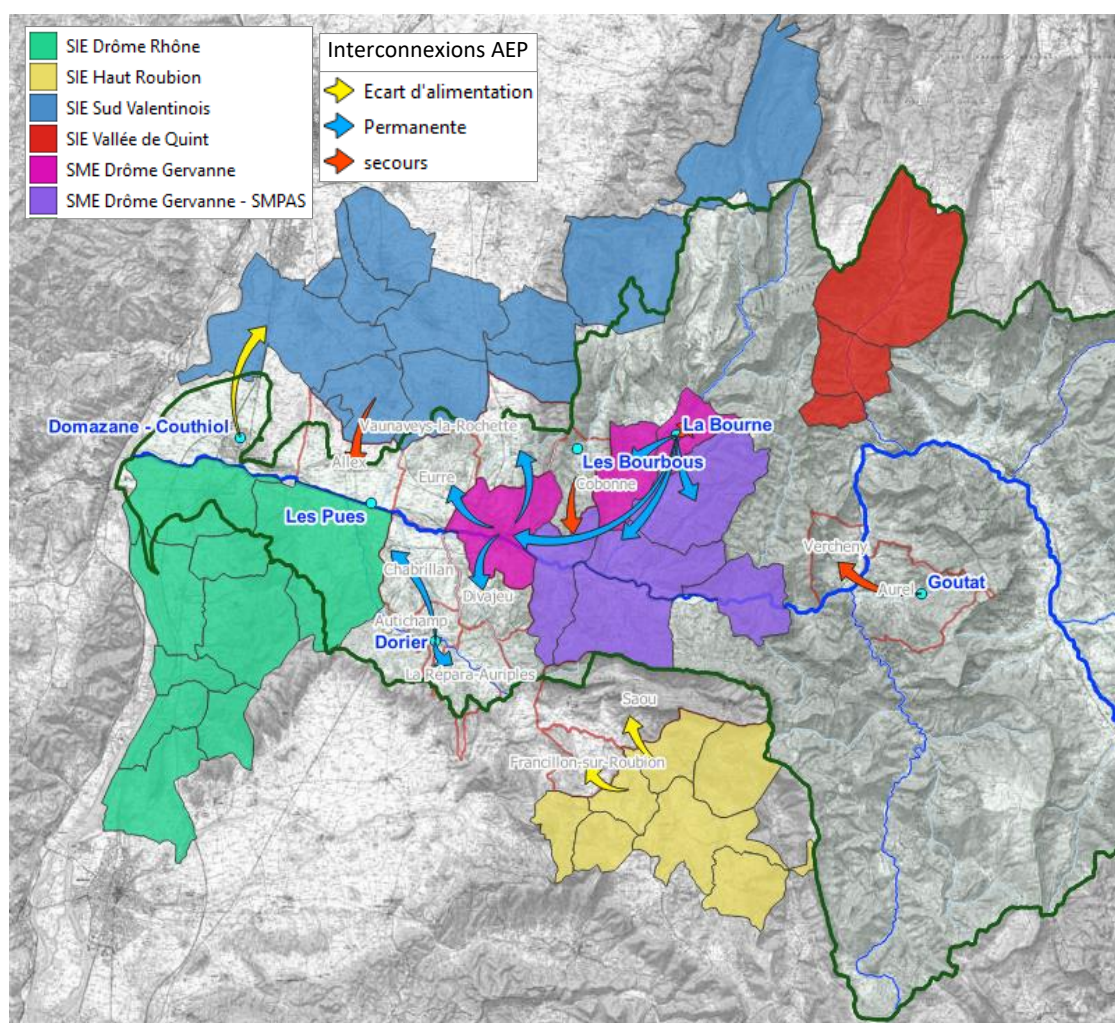


Figure 139 : Synthèse des échanges en eau potable (achat, vente et sécurisation)

8.1.3 Recherches de ressources de substitution à l'aval

L'usage eau potable semble être en tension d'un point de vue quantitatif. Si des interconnexions existent pour sécuriser l'accès à l'eau des certaines communes, le risque d'insuffisance de certaines ressources est bien réel.

Des interconnexions d'appoint estivales sont envisagées pour certaines communes sensibles : Autichamp, Chabrillan, La Roche sur Grane, La Répara-Auriples. Une interconnexion de secours devrait également être créée entre Loriol et Livron.

Pour pallier le risque de limite quantitative de la ressource, une série d'actions ont été actées dans le cadre du SCOT de la vallée de la Drôme aval pour la recherche de ressources de substitution.

Des ressources potentielles ont déjà été identifiées et restent à explorer par des études hydrogéologiques chargées d'évaluer les possibilités d'exploitations. Les principaux aquifères ciblés sont :

- Le karst de la Gervanne,
- Les molasses miocènes à Montoison (zone de sauvegarde identifiée)
- Calcaires du synclinal de Saou,
- Cône de déjection des alluvions de la Drôme,

Des substitutions de certains prélèvements effectués dans les alluvions de la Drôme sont déjà envisagées vers les molasses miocènes et le karst de la Gervanne afin de limiter les ruptures de services et les coupures d'eau auprès des abonnés.

Remarque : sur le secteur amont du bassin versant où la densité de population est plus faible et où l'habitat est plus dispersé, la recherche de nouvelles ressources n'a pas été identifiée comme une priorité. Les principales actions menées actuellement concernent plutôt des éléments de connaissance des réseaux, leur renouvellement (recherches de fuites) et la sécurisation (maillages intercommunaux notamment).

8.1.4 Bilan des restitutions au milieu

Les restitutions provenant de l'usage AEP peuvent être liées :

- aux **fuites de réseau**,
- aux rejets via les **stations d'épuration**.

Dans le premier cas, il est nécessaire d'évaluer les rendements de réseaux d'adduction et de distribution d'eau, dont les données sont hétérogènes à l'échelle du bassin versant. En ce qui concerne les rejets par les stations d'épuration, une analyse spécifique est développée.

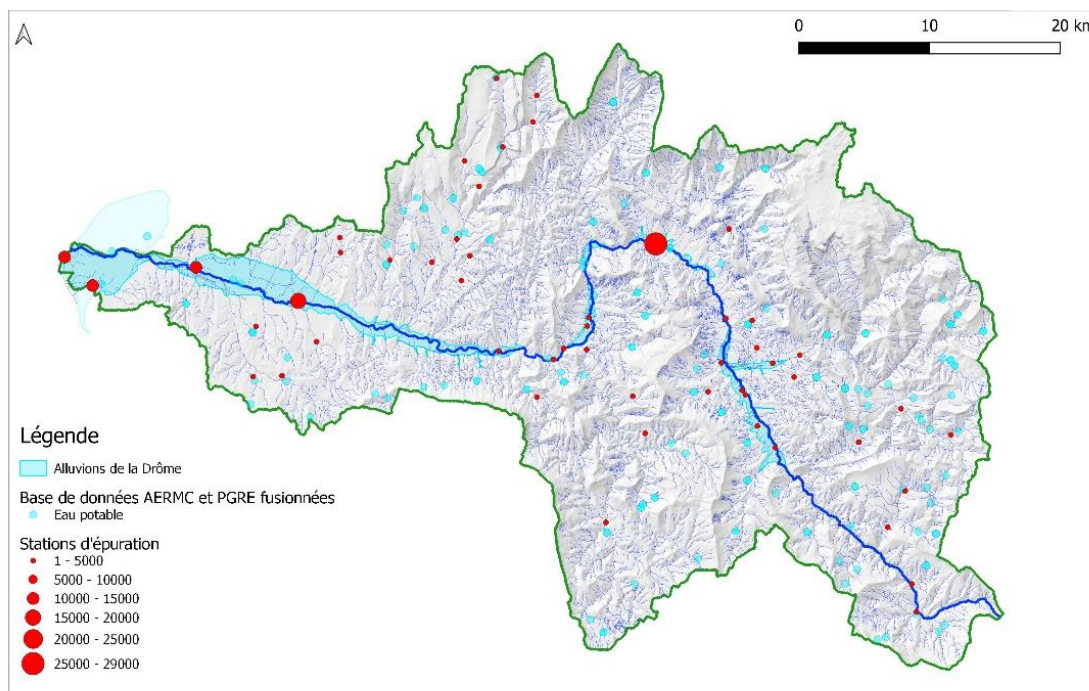


Figure 140 : Localisation des rejets de STEP sur le bassin versant de la Drôme

La répartition des rejets de stations d'épuration s'approche de celle des prélèvements pour l'alimentation en potable, où les principaux points de rejets correspondent aux zones urbaines du bassin. De nombreux rejets ponctuels de faible volume s'effectuent à l'amont du territoire, au niveau des communes rurales du Diois.

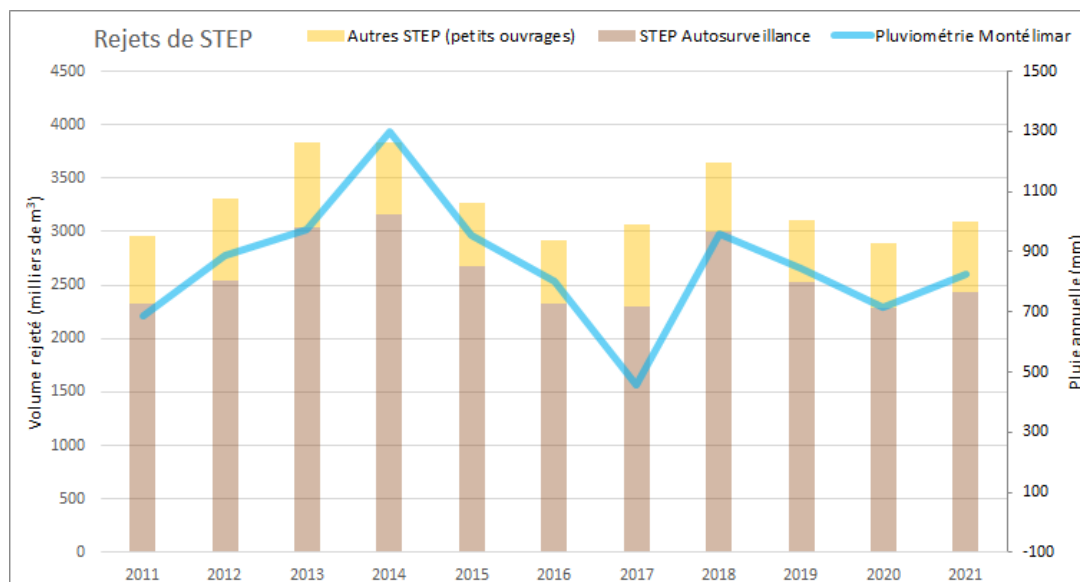


Figure 141 : Bilan des rejets de STEP annuels sur la période 2011-2021

Les volumes annuels rejetés représentent environ 3.3 millions de mètres cube par an en moyenne.

Cette valeur peut varier de façon significative d'une année à l'autre (2.9 à 3.8 millions de m3). Les fluctuations observées (Figure 141) semblent particulièrement bien corrélées à la pluviométrie. On peut donc suspecter des raccordements et intrusions d'eaux pluviales au réseau d'assainissement.

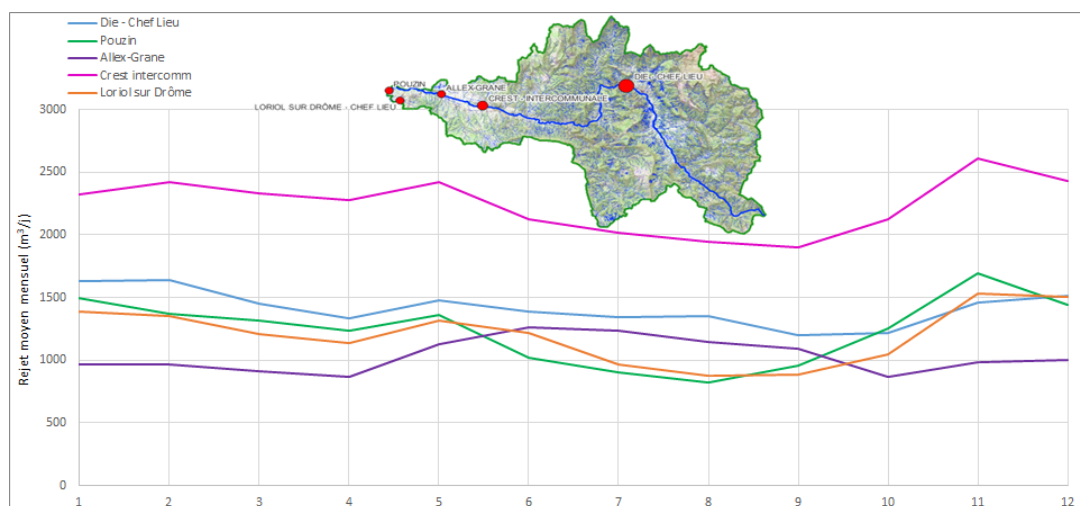


Figure 142 : Fluctuations mensuelles des rejets de STEP aux principaux points de rejet

Les fluctuations mensuelles des rejets présentent des évolutions relativement peu marquées tout au long de l'année (Figure 142). On peut toutefois noter l'allure particulière de la courbe de la STEP d'Allex-

Grâne, avec une augmentation des volumes rejetés sur la période estivale (mai à septembre) alors que la tendance est plutôt à la baisse sur les autres STEP à cette période⁷.

8.2 COMPARAISON AVEC LES DONNEES DE L'EEVP

À titre d'information, les volumes obtenus précédemment ont été comparés aux volumes évalués dans l'EEVP qui ne disposait pas des relevés d'autosurveillance qui démarrent en 2011.

L'écart obtenu est important : l'EEVP recensait un rejet annuel maximal de 1.7 millions de m³ alors que l'on identifie un volume annuel minimal de 2.8 millions de m³ depuis 2011 (Figure 143). Il y a donc au moins 1.1 millions de m³ de différence entre les derniers relevés et les hypothèses prises dans le cadre de l'EEVP (ce qui représente un débit moyen annuel d'environ 32 l/s).

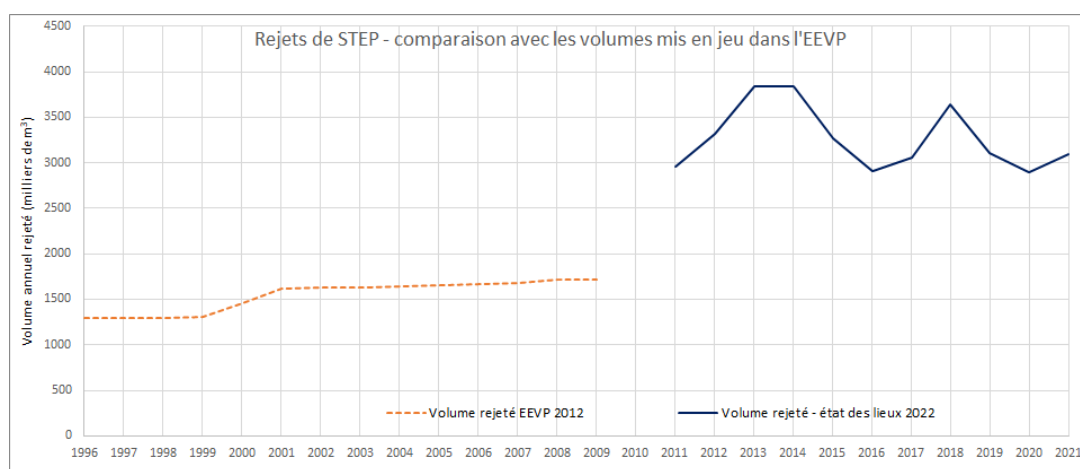


Figure 143 : Comparaison des volumes moyens des rejets de STEP avec les données de l'EEVP

À noter, l'EEVP avait utilisé deux fluctuations mensuelles différentes entre l'amont et l'aval du bassin.

1.1.3 Des efforts d'économie d'eau réalisés à l'échelle des réseaux

Les collectivités du bassin de la Drôme sont déjà mobilisées dans l'amélioration de la performance. Il est à noter que les rendements des réseaux d'AEP (pour lesquels il existe aujourd'hui de fortes incertitudes⁸) sont aujourd'hui très hétérogènes d'une intercommunalité à l'autre en termes d'équipement de compteurs et de capacités d'investissement pour l'entretien et l'amélioration des réseaux.

À noter, le transfert de compétence de l'AEP prévu par la loi NOTRe n'est pas encore mis en œuvre sur le bassin et devrait l'être à l'échéance 2026.

⁷ À noter : le modèle ne permet pas d'intégrer une infiltration des rejets de STEP, cet élément n'est donc pas pris en compte : les volumes rejetés se font intégralement en eau de surface.

Les données utilisées ont été fonction des informations disponibles : parfois en entrée de STEP, parfois en sortie.

⁸ Bilan du PGRE, SMRD

A ce jour, les rendements moyens des réseaux AEP sur le territoire indiquent une disparité entre l'amont et l'aval du bassin versant de la Drôme. Ainsi, le rendement moyen sur le territoire est de 78% avec un rendement sur l'aval de 81% contre 73% sur l'amont.

	Drôme amont	Drôme aval	Bassin de la Drôme
Rendement moyen des réseaux AEP	73%	81%	78%

Ainsi **les secteurs à l'amont connaissent des difficultés chroniques**. Les communes du Diois, par exemple, s'investissent au travers de contrats de progrès et des schémas directeurs AEP pour améliorer la connaissance des réseaux et leur rendement.

Les communes disposant des réseaux les plus importants du territoire ont mené des **projets d'amélioration** des rendements au niveau des services AEP de **Saillans, Die et du Syndicat Mirabel Piegros Aouste (SMPA)** - trois réseaux desservant 10.440 habitants (soit environ 20% de la population du bassin versant) et conduisant à des économies estimées depuis 2013 à 275 005 m³/an. Les efforts réalisés pour l'amélioration des rendements des réseaux de la **commune de Crest** ont également permis une économie estimée de 94 475 m³/an par rapport à 2013.

Les efforts se poursuivent encore aujourd'hui avec, selon les données de l'Agence de l'Eau Rhône – Méditerranée, des rendements qui sont passés de 69.87% en 2018 à 71.18% en 2019 puis 72.22% en 2020 qui correspond à la dernière valeur connue.

Malgré ces efforts, les économies atteintes par l'amélioration des rendements de réseaux de distribution restent insuffisantes au regard de l'augmentation des prélèvements ces dernières années⁹.

1.1.4 Transferts de compétences : loi NOTRe et 3DS

En 2015, la loi NOTRe prévoyait de rendre obligatoire le transfert des compétences eau et assainissement aux communautés de communes et aux communautés d'agglomération à compter du 1^{er} janvier 2020.

Face aux difficultés d'application, divers textes réglementaires comme la loi « Engagement et proximité » puis la loi 3DS (différenciation, décentralisation, déconcentration et simplification) sont venues assouplir la loi NOTRe et repousser l'échéance au 1^{er} janvier 2026.

Opportunités : en théorie, ce passage de compétence à l'intercommunalité est un levier pour augmenter les capacités d'action, en particulier l'entretien des réseaux (rénovation, recherche de fuites...). Cela doit permettre de centraliser les services, les moyens, les connaissances et d'uniformiser les pratiques sur un territoire homogène.

Menaces : les principales craintes des petites communes rurales devant se rattacher à une structure couvrant un territoire plus étendu est de voir la qualité des services se dégrader et de perdre la main sur une gestion qui avait toujours été conservée localement. Réciproquement, les agglomérations

⁹ Bilan du PGRE, SMRD

chargées de récupérer la gestion des réseaux de ces petites communes sont réticentes à ces changements dans le sens où les installations des petites communes sont parfois mal connues et nécessitent d'importants travaux, coûteux en termes de budget, de temps, d'énergie et de main d'œuvre.

1.1.5 Conclusion sur l'analyse rétrospective de l'usage AEP



Depuis 2012, une augmentation des prélèvements pour l'AEP de près de **400 000 m³ (+3%/an)** est observée du fait de l'augmentation de la population et de l'amélioration de la connaissance des prélèvements.

Des économies estimées à **330 000 m³/an** (7% des volumes AEP - 4,9 Mm³) résultant des démarches d'amélioration des rendements des réseaux (Die, Saillans, SMPA, Crest) qui restent inférieures à l'augmentation des prélèvements.

8.3 EVOLUTION FUTURE

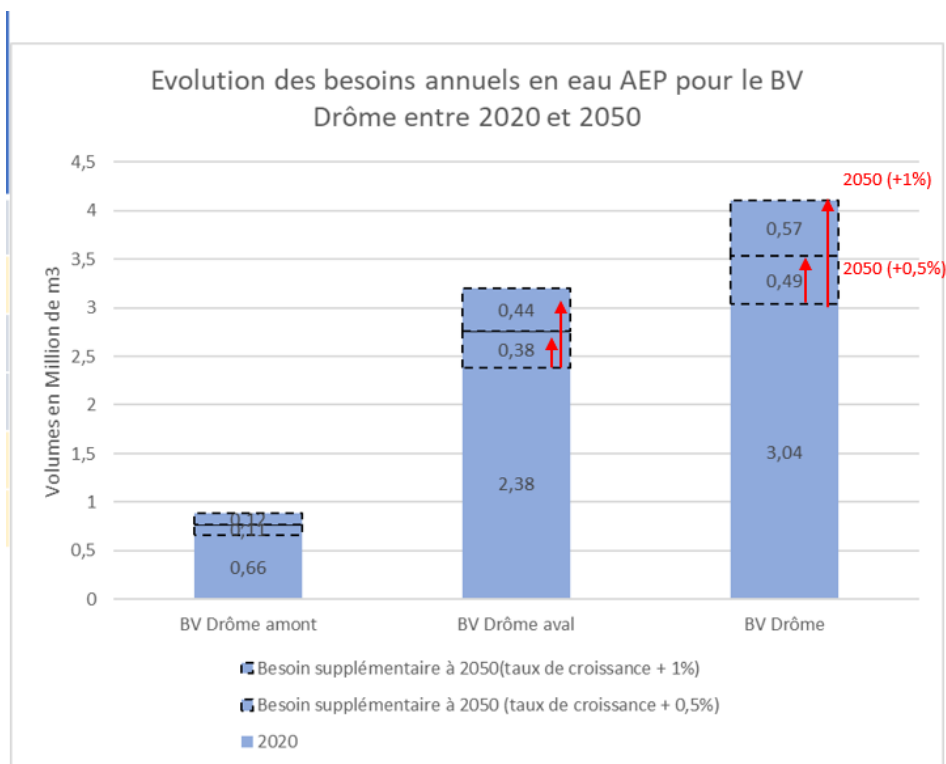
La population est de **55 500 habitants** en 2019 sur le bassin versant.

Le territoire pourrait connaître un **taux de croissance démographique annuel moyen d'environ +0,5%** par an selon les projections démographiques de l'Insee pour le département de la Drôme¹⁰. D'après ces projections, la population totale du territoire est donc estimée à **64 500 habitants en 2050** (soit +15,5% ou +9.000 habitants). En faisant l'hypothèse d'une consommation constante de 150 L/jour/habitant, l'augmentation de la population estimée par l'Insee conduirait à un **besoin supplémentaire pour l'Alimentation en Eau Potable d'environ 0.5 M m³/an**.

À titre de comparaison, le ScOT Drôme aval (CCVD & 3CPS) a retenu une hypothèse de croissance de la population de +1%/an supérieure aux projections démographiques de l'INSEE. Ce taux de croissance correspond à la croissance démographique de 2013 à 2019 (+0,96%) des trois intercommunalités du bassin versant et ne tient pas compte du vieillissement de la population. Appliquer cette hypothèse de croissance à l'ensemble du bassin versant conduirait à une population de **74 800 habitants en 2050** (+30%), soit une augmentation des besoins pour l'Alimentation en Eau Potable de 0.96 M m³/an (+16%).

Le graphique ci-dessous présente l'évolution des consommations à 2050 pour le bassin amont et le bassin aval de la Drôme avec les hypothèses différentes de l'évolution de la croissance démographique.

¹⁰ Source Insee pour le département de la Drôme - <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2869709> - taux estimé entre 2013-2050, hors migration urbaine liée au Covid.



- **Figure 144: Evolution des besoins AEP à 2050 pour le bassin versant de la Drôme**

Préférant se situer pour notre scénario tendanciel dans une hypothèse haute, permettant de bien mettre en relief la vulnérabilité à 2050, nous avons pris pour hypothèse de travail, pour l'ensemble du territoire, **+ 1% de croissance démographique**. Cette hypothèse nous conduit à plus de 72 600 habitants en Drôme en 2050 et une **consommation en eau de l'ordre de 4,10 Mm³ d'eau annuellement et 1,71 Mm³ d'eau à l'été**.

En résumé, l'augmentation des besoins en eau potable pour alimenter une population croissante à l'horizon 2050 se situerait entre **+0,5 M m3/an et +1 M m3/an**.

La baisse de la pluviométrie en période estivale à l'horizon 2050, combinée à l'augmentation de l'évapotranspiration, conduirait également à une augmentation des besoins en eau des collectivités (arrosage des espaces verts par exemple, ou protection contre les feux de forêt).

Par ailleurs, la diminution des débits d'été de la Drôme et de ses affluents limite les capacités épuratoires du milieu et induit de nouveaux enjeux pour l'assainissement, du fait d'une moindre dilution des polluants.

8.4 CONCLUSION SUR L'ANALYSE DE L'EVOLUTION FUTURE DE L'USAGE AEP



Une augmentation limitée de la demande en eau comprise entre **+0,5 Mm³ (+10%)** et **+1 Mm³ (+16%)** pour l'AEP selon les projections d'augmentation de la population à l'horizon 2050

Une tendance **d'augmentation des prélèvements pour l'AEP** qui risque de se poursuivre engendrant **une pression accrue sur les milieux en période estivale**, à proximité des zones à plus forte densité de population, amplifiée par la fréquentation touristique

Des enjeux futurs pour l'assainissement liés à la réduction des débits et capacités d'autoépuration du milieu

8.5 LIMITES ET INCERTITUDES

Les limites de l'analyse des prélèvements pour l'AEP résident essentiellement dans les connaissances des réseaux et de leurs caractéristiques techniques (linéaire, rendement...). En effet, les données restent incomplètes pour mener une analyse détaillée des pertes en eau au niveau des réseaux. La caractérisation des rejets de STEP avec les données d'autosurveillance permet d'affiner les estimations de l'EEVP malgré des incertitudes liées à l'infiltration d'eaux pluviales. Les connaissances sont également très limitées en ce qui concerne l'assainissement non collectif, en particulier en milieu rural.

Dans l'analyse prospective, les projections démographiques conditionnent l'évolution future des besoins en AEP pour le territoire. Or, ces projections peuvent relever de visions politiques qui infléchissent les trajectoires démographiques et le développement du territoire.

9 AGRICULTURE

9.1 ETAT ACTUEL

9.1.1 Caractérisation générale de l'agriculture

L'agriculture est un secteur d'activité majeur dans l'économie du bassin versant de la Drôme, avec un produit brut standard (PBS) qui s'élève à **117 millions d'euros**. Près de **921** exploitations agricoles ont été recensées sur le territoire en 2020 sur une Surface Agricole Utile de 25 000 ha¹¹, dont la plupart sont orientées vers les **grandes cultures** (23%), la **viticulture** (20%), la **polyculture-élevage** (16%) et **l'arboriculture** (12%). Ce tissu d'exploitations est majoritairement constitué par des micro-exploitations (34%) et des petites exploitations (29%) tandis que les moyennes et grandes exploitations concentrent 85% du produit brut standard.

Sur le territoire, 381 postes salariés sont existants dans le domaine de l'agriculture (2020) mais l'emploi agricole concerne **1541 équivalents temps-plein en 2020** (RGA 2020) qui intègrent principalement les chefs d'exploitations (60%) et les emplois saisonniers (20%). Le dynamisme agricole du territoire repose sur un tissu d'entreprises agricoles implantées sur le territoire, où près du tiers des entreprises sont agricoles ou agroalimentaires. Cependant, **l'emploi agricole est en recul** sur le territoire avec une baisse de 18% du nombre d'ETP entre 2010 et 2020, affectant principalement la main d'œuvre familiale et les emplois saisonniers.

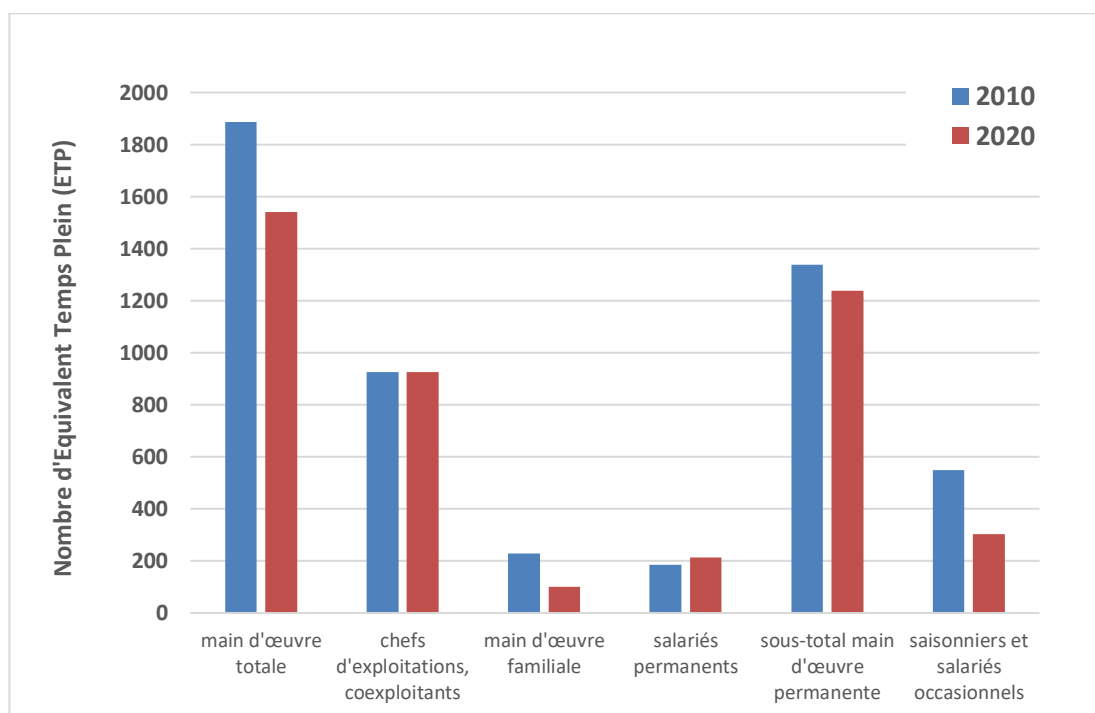


Figure 145 : Evolution de l'emploi agricole entre 2010 et 2020 en nombre d'ETP (Source : RGA 2020)

¹¹ Données RPG 2019, hors surfaces en estives

L'agriculture locale est caractérisée par **une dynamique de diminution du nombre d'exploitations et d'agrandissement depuis les années 1970**. En effet, le nombre d'exploitation a été divisé par trois entre 1970 et 2020, et la SAU moyenne par exploitation est passée de 15 à 40 ha. Cette dynamique d'agrandissement a été atténuée entre 2010 et 2020 et la baisse du nombre d'exploitations (-13%) s'est traduite par une diminution de la SAU totale (-11%). Cette diminution de la SAU totale illustre un phénomène de **déprise agricole**, qui touche particulièrement les territoires d'élevage en amont.

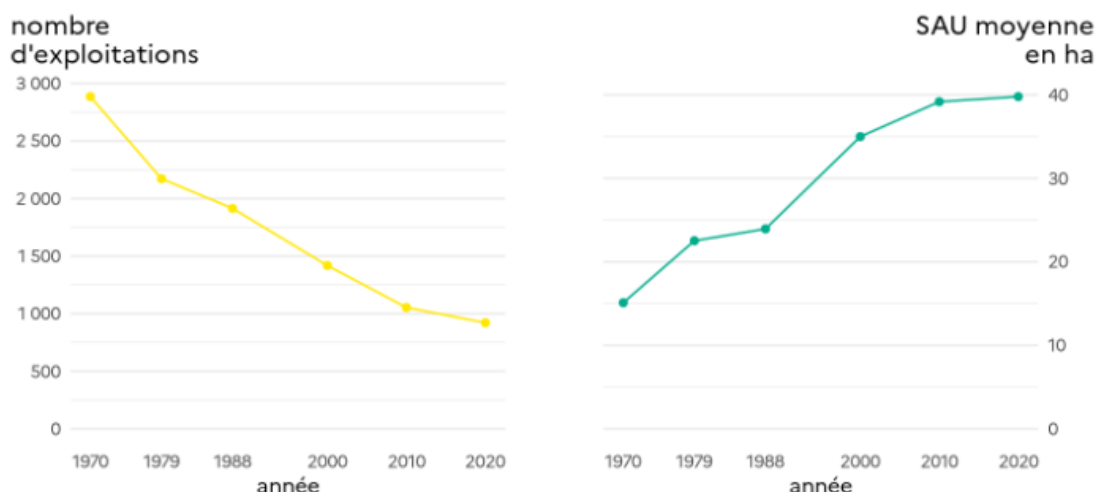


Figure 146 : Evolution du nombre d'exploitations et de la SAU moyenne par exploitation (Source : Agreste, 2022)

9.1.2 Assolement

De manière générale, les assolements des exploitations du bassin versant de la Drôme sont très diversifiés, avec une moyenne de **4 à 5 cultures par exploitation**. L'agriculture du bassin versant de la Drôme est fortement orientée vers **l'agriculture biologique** (37% de la SAU et 45% des exploitations), avec des **productions sous signe de qualité** (36% des exploitations) et des démarches de **valorisation locale** à l'échelle des filières : transformation (24%) et commercialisation en circuits-courts (41%).

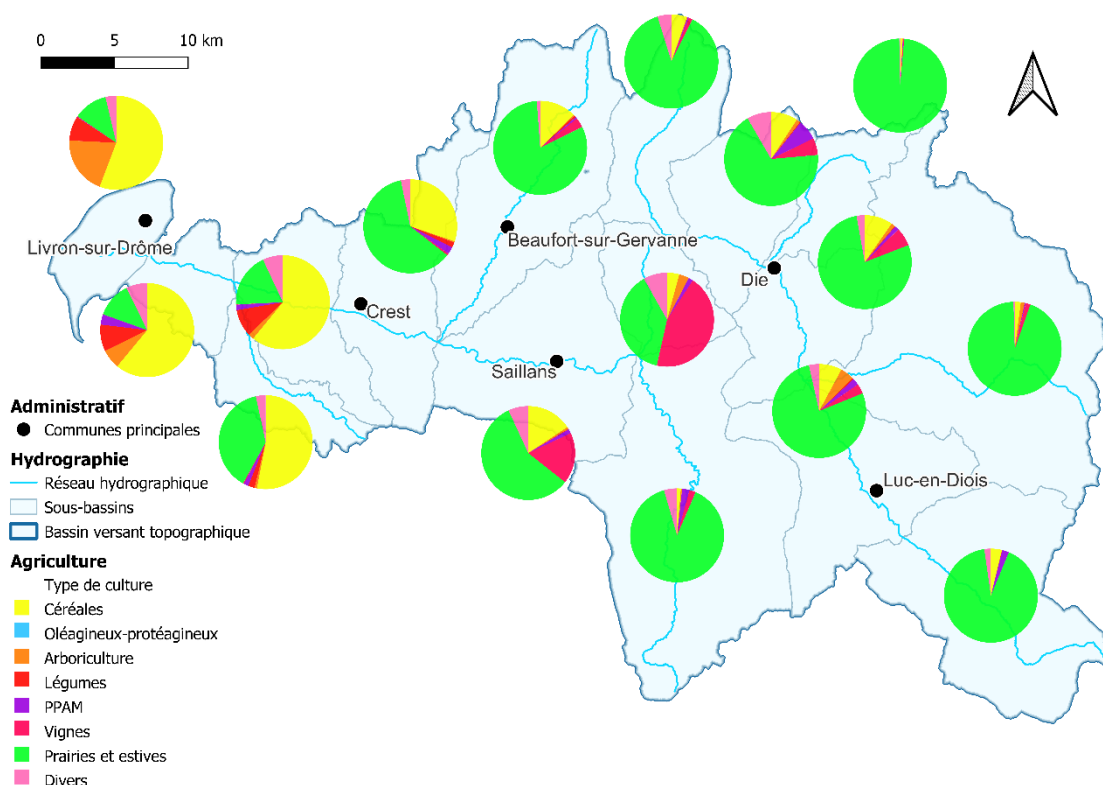


Figure 147 : Carte de la répartition des assolements par sous-bassins (RPG 2019)

Comme le montre la répartition des assolements sur le bassin versant, il existe **une dualité** dans les systèmes agricoles de l'amont et de l'aval du bassin versant du fait des contrastes naturels entre le massif du Diois et la plaine, et de l'accès à l'eau.

Le Diois est une **terre d'élevage** de moyenne montagne marquée par le pastoralisme et la production fourragère pour l'alimentation des troupeaux ovins et caprins, avec d'importantes surfaces en prairies et estives. Les plantes à parfum aromatiques et médicinales (PPAM) constituent également une filière emblématique du territoire (614 ha). L'arboriculture est également développée en lien avec les canaux d'irrigation, notamment pour la culture de noyers (470 ha).

Les côteaux de Saillans et les sous-bassins limitrophes abritent un **vignoble** de 1690 ha essentiellement dédié la production de Clairette de Die. Du fait de la qualité de la production, de l'attractivité des paysages, et du recours à une main d'œuvre saisonnière importante, la vigne contribue également au rayonnement du territoire du Diois et à son dynamisme agricole.

La vallée de la Drôme est une **plaine céréalière** où le développement des réseaux d'irrigation a permis la diversification des exploitations vers des cultures à forte valeur ajoutée, comme l'arboriculture près de la vallée du Rhône, les cultures maraîchères (ail, oignon, pommes de terre...) et semencières (ail, maïs, tournesol). En-dehors des périmètres irrigués, l'élevage avicole en intégration s'est fortement développé ainsi que les grandes cultures en agriculture biologique.

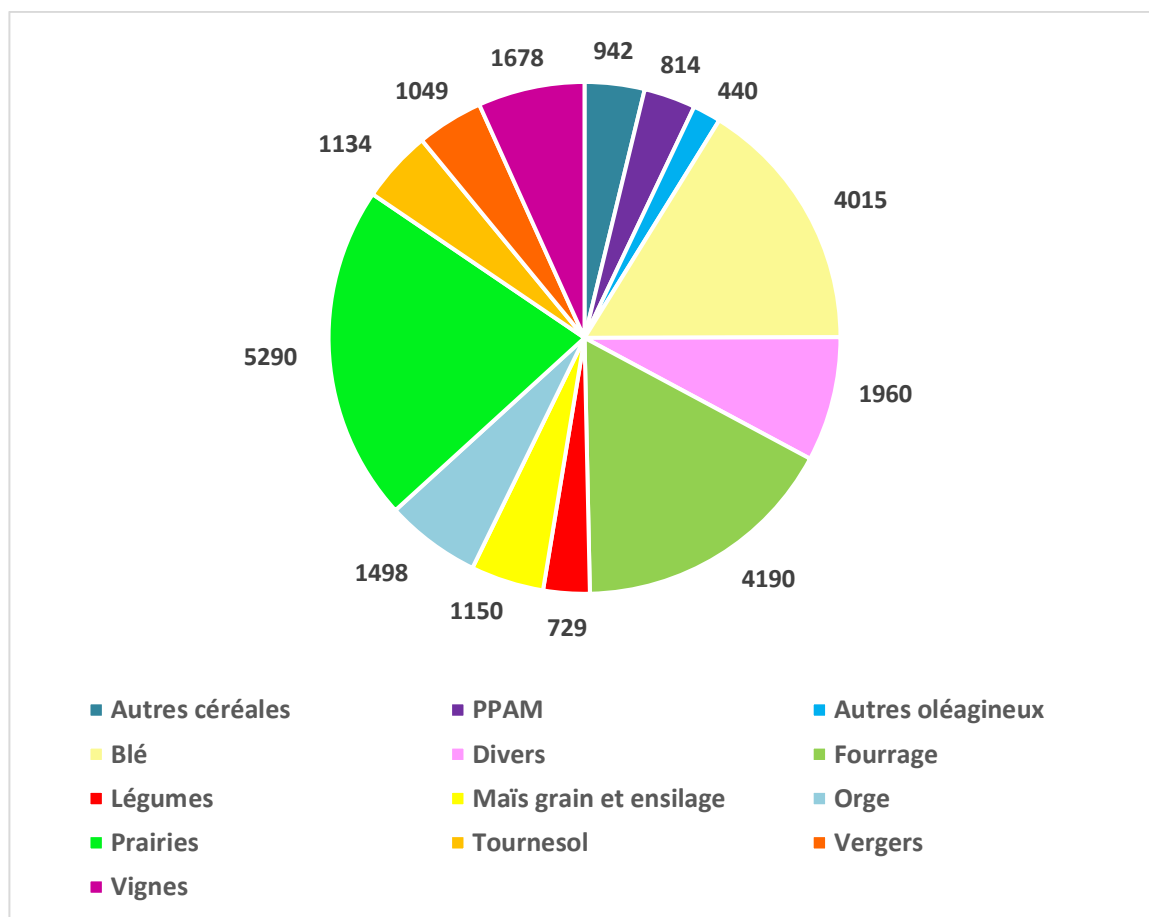


Figure 148 : Répartition des surfaces cultivées sur le bassin versant de la Drôme (Données RPG 2019)

La répartition des surfaces cultivées sur le territoire fait apparaître la diversité des cultures et leur importance relative en termes d'emprise foncière. Les surfaces en prairies et fourrage représentent un cumul de 9480 hectares, soit près de 38% des surfaces cultivées du territoire ce qui témoigne de l'importance des activités d'élevage extensif à l'amont notamment. Les grandes cultures (céréales et oléo-protéagineux) représentent quant à elles près de 37% des surfaces cultivées, essentiellement à l'aval du territoire avec 16% des surfaces en blé, 6% en orge, 5% en maïs et 5% en tournesol. La vigne occupe près de 7% des surfaces cultivées sur le bassin versant, et concentre une importante activité économique à l'amont du territoire. L'arboriculture (4% de la SAU), les cultures légumières (3%) et les PPAM (3%) sont des cultures à forte valeur ajoutée qui dépendent d'une main d'œuvre importante et diversifient les assolements à l'échelle du territoire.

9.1.3 Surfaces irriguées

Les données sur les surfaces irriguées sont fortement limitées, en l'absence de suivi à l'échelle locale. Néanmoins, le recensement agricole répertorie tous les dix ans les surfaces irriguées à l'échelle des communes. Il est à noter que les surfaces irriguées d'une exploitation, dans le RA, sont affectées à la commune du chef-lieu de l'exploitation. Ainsi, l'exploitation des données du RA2010 et du RA2020 ne permettent pas d'évaluer finement les surfaces irriguées à l'échelle du bassin versant topographique de la Drôme, du fait de l'intégration partielle de certaines communes dans ce périmètre, et des effets de

concentration des surfaces irriguées au chef-lieu des exploitations. En revanche, ces données permettent d'estimer un pourcentage d'irrigation pour chaque culture du bassin versant. Ensuite, ces pourcentages d'irrigation peuvent être attribués aux surfaces en culture recensées dans le Registre Parcellaire Graphique sur le périmètre du bassin versant. Cette méthode d'estimation des surfaces irriguées ne constitue pas une donnée réelle, mais permet d'approcher la situation actuelle, afin d'analyser le recours à l'irrigation.

Culture	Surface (ha)		Pourcentage d'irrigation (%)
	Total	Irriguée	
Maïs grain et ensilage	1150	1024	89%
Blé	4015	1004	25%
Tournesol	1134	624	55%
Ail	504	454	90%
Fruits à noyaux	364	338	93%
Soja	257	229	89%
Légumes	250	225	90%
Fruits à pépins	214	182	85%
Sorgho	359	122	34%
PPAM	814	113	14%
Prairies et fourrage	9480	95	1%
Noyers	469	80	17%
Colza	171	74	43%
Autres céréales	2081	0	0%
Vigne	1678	0	0%
Divers	1960	0	0%
Total	24899	4561	18%

Figure 149 : Estimation des surfaces irriguées sur le bassin versant de la Drôme (Données RPG 2019 ; RA 2020)

En appliquant les taux d'irrigation par culture indiqués par l'extraction communale du RA2020 aux surfaces déclarées dans le Registre Parcellaire Graphique, on estime que **18% des surfaces cultivées du bassin versant sont irriguées en 2020**, soit environ **4561 hectares**. À titre de comparaison, le SAGE de 1997 instaure le gel des surfaces irriguées à hauteur de 4800 hectares.

Par ailleurs, les pourcentages d'irrigation par culture mesurent le degré de dépendance à l'irrigation des cultures du bassin versant. En effet, l'irrigation s'avère nécessaire pour maintenir la viabilité des fruits à noyaux (93% d'irrigation) et à pépins (85%), des légumes (90%), ainsi que du maïs et du soja (89%). Lorsque l'on projette ces ratios d'irrigation aux surfaces cultivées, on peut estimer les principales cultures irriguées du territoire : les cultures de maïs et de blé représentent chacune 22% des surfaces irriguées, les cultures légumières (15% des surfaces irriguées), le tournesol (14%), les cultures fruitières (13%).

9.1.4 Besoins en irrigation des cultures

Pour reconstituer les besoins en irrigation des cultures du bassin versant, une revue de littérature des travaux existants sur le sujet a été menée. Plusieurs études ont été croisées à différentes échelles

géographiques pour obtenir une estimation la plus précise possible des besoins annuels moyens en irrigation selon les données disponibles pour chaque culture¹².

Ensuite, les besoins annuels en irrigation ont été distribués au pas de temps mensuel d'après les fluctuations mensuelles estimées par CEREG¹³ et les coefficients culturaux issus du memento sur l'irrigation établi par BRL¹⁴. Du fait de l'absence de données et de la complexité de leur traitement à l'échelle locale, les besoins en irrigation des prairies, du colza et des PPAM n'ont pas été intégrés à l'analyse, soit au total 6% des surfaces irriguées. Par ailleurs, ces cultures ont de faibles taux d'irrigation et des besoins en irrigation relativement limités en ordre de grandeur, qui ne reconditionnent pas l'analyse.

Les résultats de cette estimation des besoins en irrigation mensuels des cultures irriguées du territoire sont présentés dans le graphique suivant.

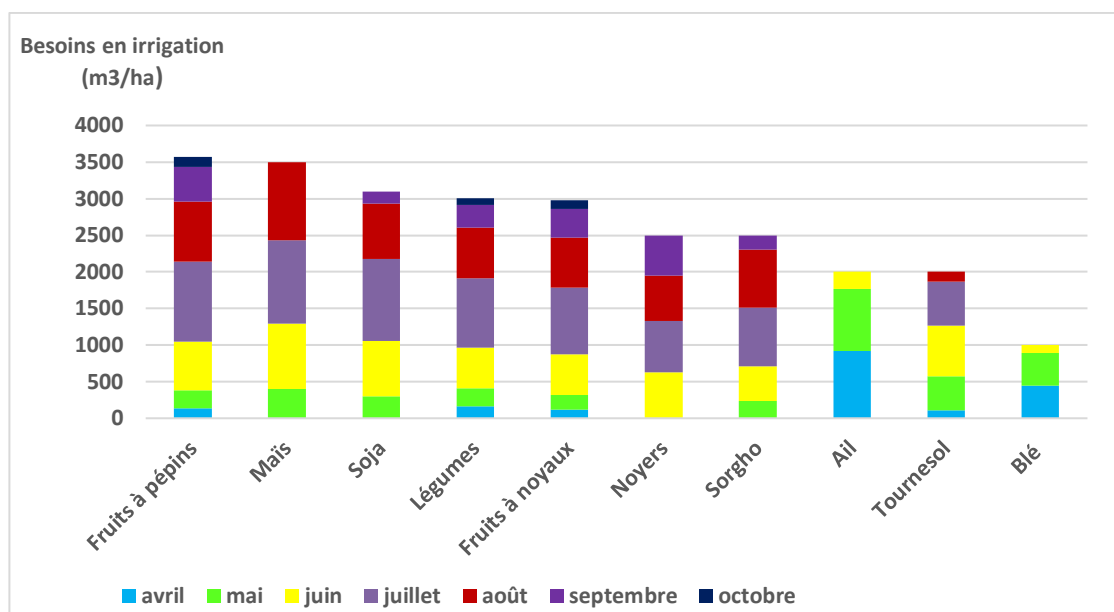


Figure 150 : Besoins en irrigation mensuels des cultures du bassin versant de la Drôme (m3/ha) - 2020 (Données CA26 2016 ; CEREG ; BRL 2019 ; Bouihed 2022)

Ainsi, les cultures avec les besoins en irrigation annuels les plus importants sont les fruits à pépins et à noyaux, le maïs, le soja et les cultures légumières dont les besoins s'étendent de 3000 m3/ha à 3600 m3/ha sur l'ensemble de leur cycle cultural. De plus, ces estimations des besoins en irrigation mensuels permettent de calculer les besoins en irrigation des cultures en période d'été (juin-septembre).

Besoins en irrigation par culture (m3/ha)	Annuel	Etiage	% Etiage
---	--------	--------	----------

¹² Bouihed 2022 ; BRL 2019 ; CA26 2016

¹³ Plan stratégique de la prolongation de la concession du Rhône, CEREG, 2020

¹⁴ Memento sur l'irrigation, BRL, 2019

Maïs	3500	3100	89%
Fruits à pépins	3600	3050	85%
Soja	3100	2800	90%
Fruits à noyaux	3000	2550	85%
Légumes	3000	2500	83%
Noyers	2500	2500	100%
Sorgho	2500	2250	90%
Tournesol	2000	1450	71%
Ail	2000	230	12%
Blé	1000	110	11%

Figure 151 : Besoins en irrigation des cultures du bassin versant de la Drôme – annuel et étiage (Données CA26 2016 ; CEREG ; BRL 2019 ; Bouihed 2022)

La répartition des besoins mensuels fait apparaître les cultures fortement dépendantes de l'irrigation en période d'étiage (maïs, soja, arboriculture) avec des besoins en irrigation importants (~3000 m³/ha) et une répartition de l'irrigation centrée sur la période d'étiage. On remarque également des cultures majoritairement irriguées au printemps comme l'ail et le blé, avec des besoins en irrigation plus faibles, de l'ordre de 2000 m³/ha.

En multipliant les besoins en irrigation moyens aux surfaces irriguées estimées pour chaque culture, on estime le cumul des besoins en irrigation à l'échelle du bassin versant.

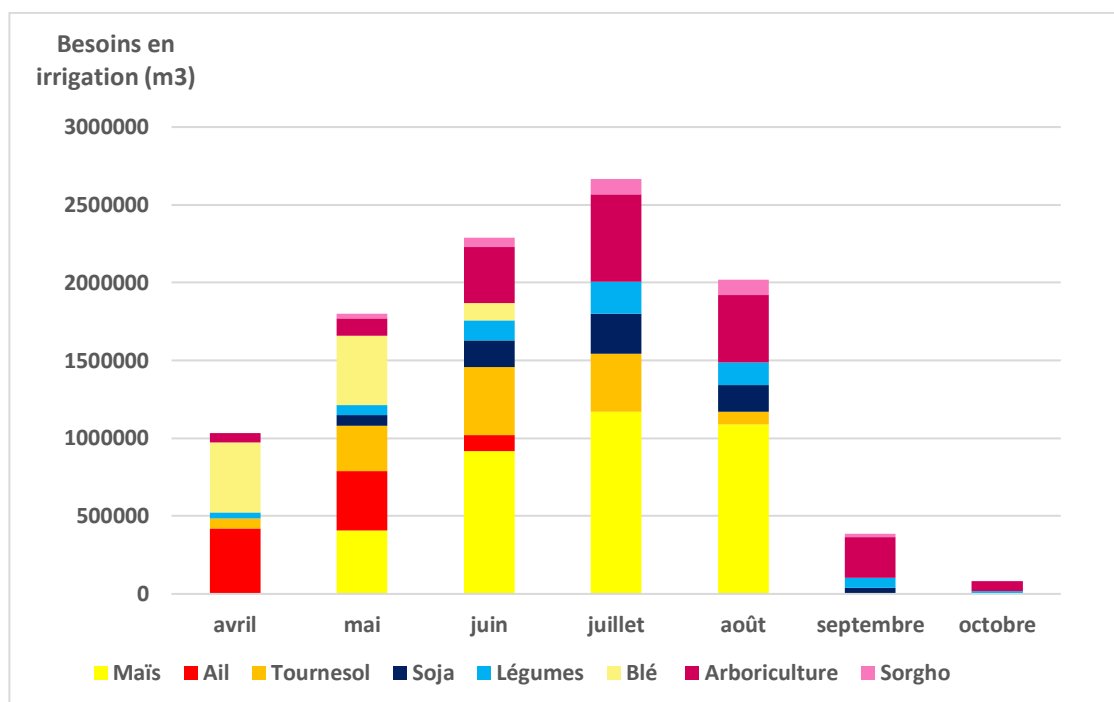


Figure 152 : Besoins en irrigation mensuels des cultures irriguées du bassin versant de la Drôme – 2020

Les besoins en irrigation annuels pour l'ensemble des cultures irriguées du bassin versant sont estimés à **10,3 millions de m³** dont **7,35 millions de m³** à l'étiage, soit 71% des besoins en irrigation à l'étiage. Les besoins en irrigation des cultures sont concentrés autour du mois de juillet, avec un pic de besoins en irrigation de l'ordre de 2,7 millions de m³.

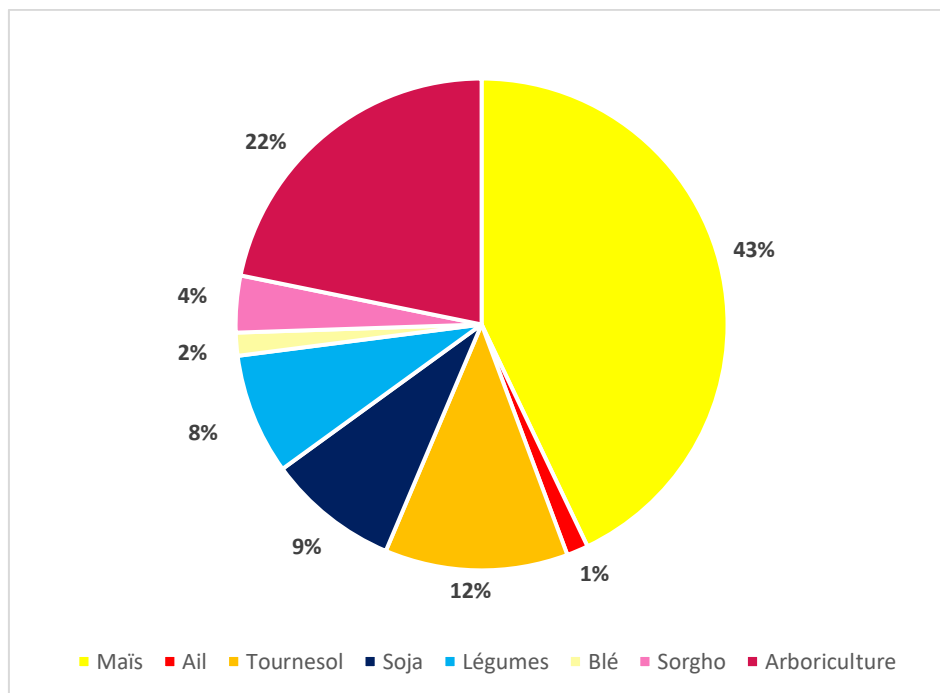


Figure 153 : Répartition des besoins en irrigation des cultures à l'été dans le bassin de la Drôme - 2020

La répartition des besoins en irrigation en période d'été selon les cultures irriguées sur le territoire montre l'importance de l'irrigation du **maïs** et des **cultures fruitières** en particulier, qui représentent près de **65% des besoins en irrigation de l'ensemble des cultures irriguées à l'été**. Les surfaces irriguées en **soja**, **tournesol** et **légumes** représentent **29% des besoins en irrigation à l'été**.

Ces différences de besoins en irrigation s'expliquent par l'importance des surfaces irriguées en maïs (1024 ha) et en arboriculture (600 ha) avec une forte demande en irrigation de ces cultures à l'été, tandis que les surfaces cultivées et irriguées en soja et légumes sont plus faibles. En revanche, les faibles besoins en irrigation du tournesol à l'été (~1450 m³/ha) limitent l'importance relative des besoins de cette culture pour des surfaces irriguées importantes (624 ha). Par ailleurs, on note le faible poids des surfaces irriguées en blé et en ail dont la plupart des besoins en irrigation interviennent avant la période d'été.

9.1.5 Conclusion sur l'analyse rétrospective et actuelle du secteur d'activité agricole



Des assolements diversifiés d'amont en aval du bassin versant, avec de nombreuses productions sous signe de qualité et valorisées localement

En 2020, près de **18%** de la surface agricole utile est irriguée, soit environ **4 561 hectares** essentiellement à l'aval du bassin versant

Des besoins en irrigation annuels pour l'ensemble des cultures irriguées du bassin versant estimés à **10,3 Mm³** dont **7,35 Mm³** à l'étiage

Les principales cultures qui concentrent **les besoins en irrigation à l'étiage** sont le **maïs** (43%), les **cultures fruitières** (22%), le **tournesol** (12%) ainsi que le **soja** (9%) et les **légumes** (8%)

9.2 RETROSPECTIVE

9.2.1 Historique de l'irrigation

L'irrigation s'est développée dans la basse vallée de la Drôme avec la construction des réseaux d'irrigation d'Allex-Montoison, Crest-Nord et Crest-Sud à partir des années 1970. Au fil des années, son développement a été de plus en plus fortement conditionné par la diminution des débits d'étiage de la Drôme en aval, notamment du débit réservé au seuil SMARD qui est fréquemment modulé en période de sécheresse pour assurer une irrigation de survie aux cultures semencières du réseau de Crest-Sud.

Afin de limiter la dépendance aux prélèvements dans la Drôme, des projets de substitution ont émergé depuis les années 2000 : **la réserve des Juanons** (2006) alimentée par le canal de la Bourne à hauteur de 0,7 à 1,2 Mm³ ; **l'adduction de l'eau du Rhône** (2023) qui représente en moyenne 1 à 1,5 Mm³ et **l'extension de la réserve de Chauméane** (2023) alimentée par la Drôme pour un volume de 0,1 Mm³ : soit un volume mobilisable compris entre **1,8 Mm³ et 2,8 Mm³**.

Les réseaux d'irrigation ont été réaménagés par le Syndicat d'Irrigation Drômois (SID) afin d'**optimiser le dimensionnement des maillages entre les réseaux** et de **sécuriser leur alimentation en eau** à l'étiage. Les efforts se sont concentrés pour utiliser au mieux les ressources du Rhône, de la retenue des Juanons, ainsi que de la nappe d'Allex en période d'étiage. À noter, l'alimentation du réseau de Crest-Sud reste dépendante du prélèvement dans la rivière Drôme au seuil SMARD, via la retenue de Chauméane.

Les principaux aménagements des réseaux d'irrigation sont résumés dans le schéma suivant :

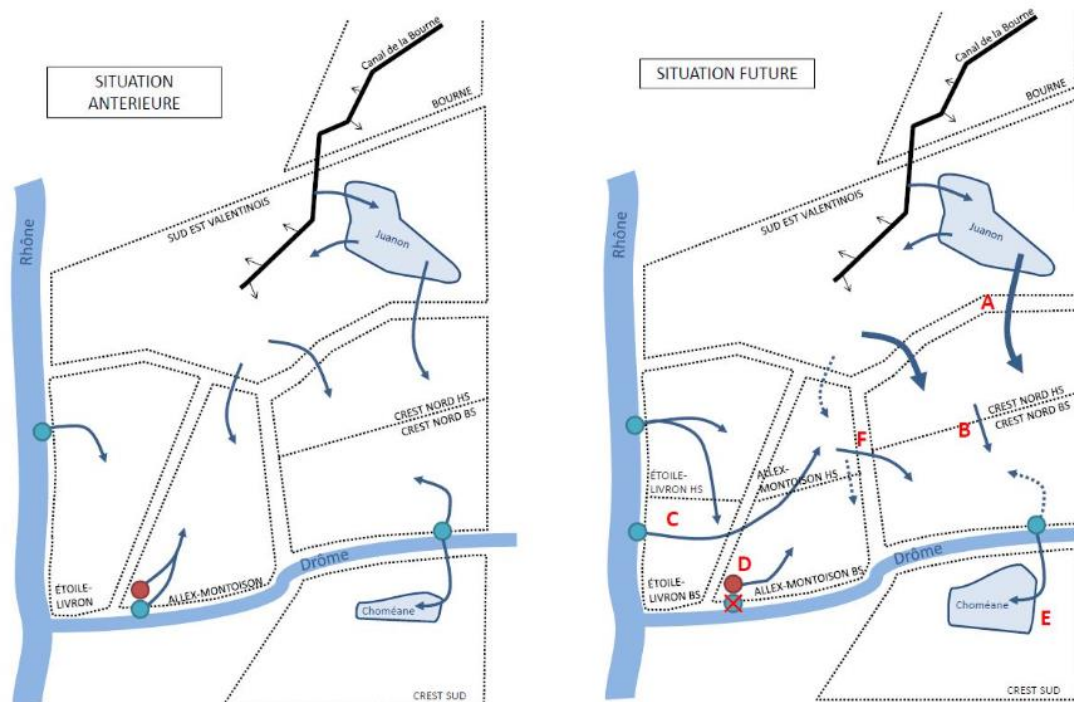


Figure 154 : Schéma d'évolution de l'alimentation des réseaux d'irrigation de la basse vallée de la Drôme (Source : SID)

- Transfert de la retenue de Juanons au réseau de Crest-Nord Haut Service (A)
- Renforcement du maillage Crest-Nord Haut Service et Bas Service (B)
- Séparation du réseau d'Allex-Montoison en un réseau Haut Service alimenté par l'eau du Rhône et en secours par le réseau du Sud-Est Valentinois et un réseau Bas Service alimenté par le champ captant d'Allex (C)
- Aménagement du champ captant de la station de pompage d'Allex : 4 puits d'une capacité unitaire de 250 m³/h en remplacement du pompage dans la rivière Drôme au seuil des Pues (D)
- Extension de la retenue de Chauméane de 40 000 m³ à 100 000 m³ (E)
- Maillage du réseau Haut Service d'Allex-Montoison avec le réseau Bas Service de Crest Nord afin de permettre l'alimentation de ce réseau par l'eau du Rhône (F)

9.2.2 Bilan des prélèvements pour l'irrigation

Les prélèvements en eau pour l'irrigation représentent en moyenne **7,65 Mm³** (2009-2021) dont **6,25 Mm³** pour la période d'été. Corrélés au bilan hydrique de la saison en cours, ces prélèvements sont très variables – de 5,22 Mm³ (2021) à 10,01 Mm³ (2015) soit de 4,28 Mm³ à 8,21 Mm³ à l'été¹⁵. Sur la période 2009-2021, les prélèvements pour l'irrigation oscillent autour de la moyenne, sans tendance significative. À titre de comparaison, le **volume prélevable maximal** pour l'irrigation est de **5,4 Mm³ à l'été** dont **4,92 Mm³** à respecter en moyenne glissante sur dix ans, avec une dérogation temporaire du volume prélevable à 7,13 Mm³ pour la période 2017-2026 précédant la mise en service de la substitution du Rhône.

¹⁵ En utilisant le ratio de l'Etude Volumes Prélevables : Prélèvements à l'été / Prélèvements annuels = 82%

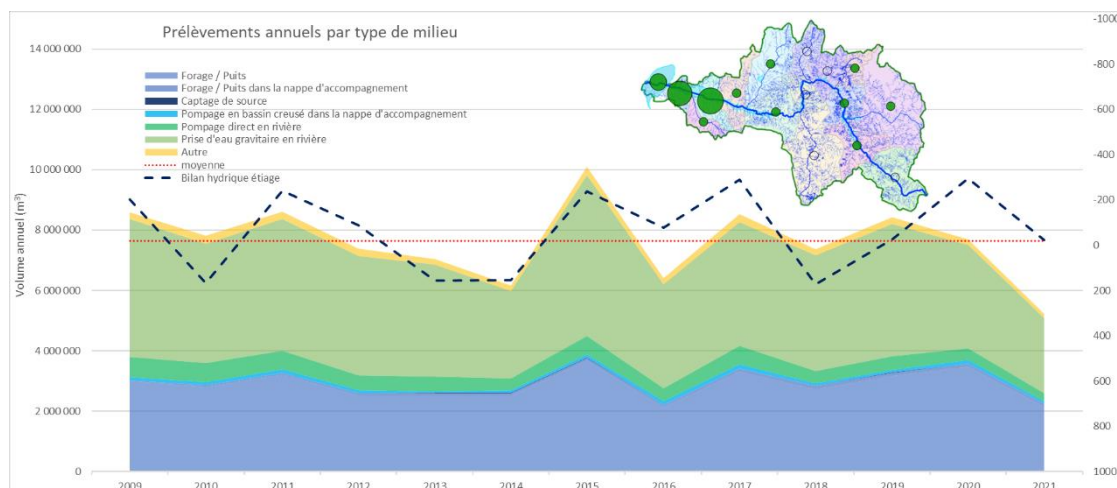


Figure 155 : Evolution des prélèvements annuels dans le bassin de la Drôme pour l'irrigation (2009-2021) - données OUGC

La répartition des prélèvements entre l'irrigation collective et individuelle est relativement homogène sur le territoire, les prélèvements pour les réseaux d'irrigation collectifs étant réalisés par des prises d'eau gravitaire en rivière (29%) et des forages dans la nappe d'accompagnement (23%), les prélèvements individuels quant à eux étant essentiellement réalisés par forage (40%).

Les réseaux collectifs ont des rendements élevés de l'ordre de 87% avec des variations de 81% pour le réseau de Crest Nord à 91% pour le réseau d'Allex¹⁶. Ces rendements élevés sont nécessaires pour maintenir une pression suffisante dans les réseaux d'irrigation et assurer l'alimentation en eau des bornes d'irrigation.

Par ailleurs, les prélèvements destinés à alimenter les canaux d'irrigation à l'amont du territoire représentent environ 4% des prélèvements (~300 000 m³/an). Ces canaux sont gérés par des Associations Syndicales Autorisées (ASA) et sont utilisés à la fois pour des usages d'irrigation et de jardinage, ils doivent respecter un débit réservé. Un objectif de restauration des canaux à l'amont de Saillans avait été acté dans le PGRE afin d'entretenir ces installations et de limiter les fuites, mais il n'a pas été réalisé à ce jour.

À titre de comparaison, les besoins en irrigation estimés à l'étiage sont en moyenne de **7,35 Mm³** (besoins exprimés sur les différentes ressources en eau : eaux superficielles, nappe alluviale et ressource stockée), alors que la moyenne des prélèvements à l'étiage est de l'ordre de **6,25 Mm³** (eaux superficielles et nappe alluviale). Cette différence peut s'expliquer notamment par l'apport d'eau de la retenue des Juanons qui permet une substitution de **0,7 à 1,2 Mm³** à l'étiage, mais aussi d'autres retenues plus petites et dispersées sur le territoire, qui ne sont pas forcément bien répertoriées et dont les volumes ne sont pas connus.

¹⁶ Rapport annuel du SID, 2021

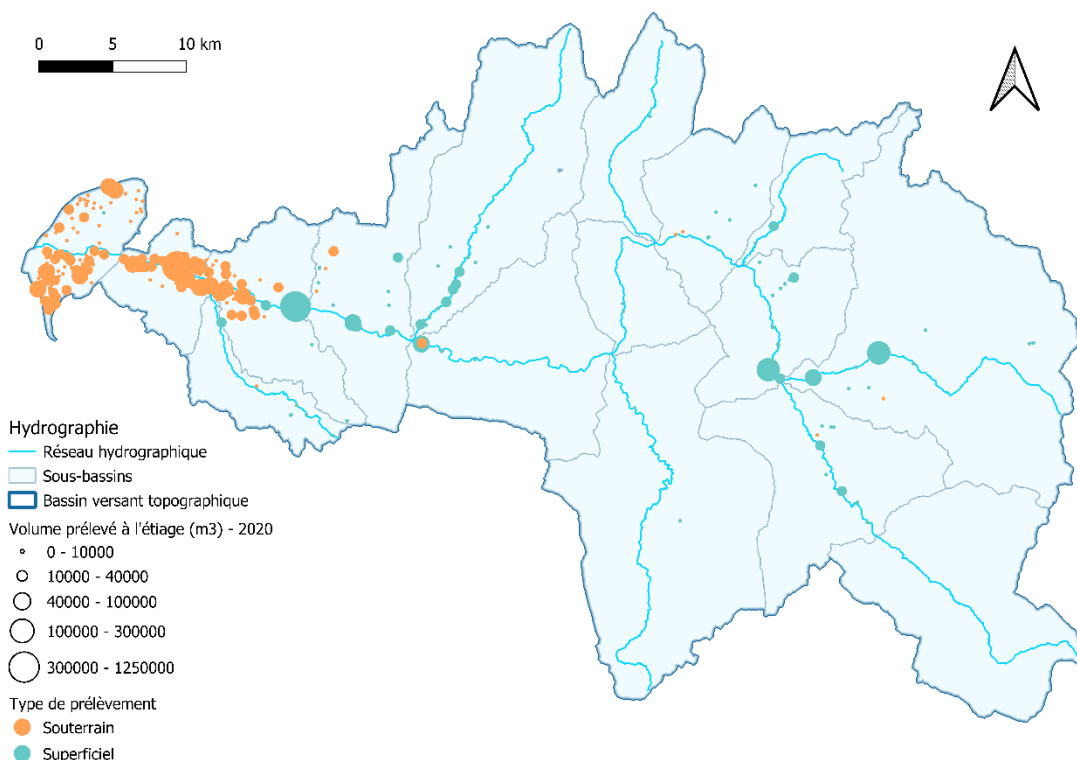


Figure 156 : Répartition des prélèvements pour l'irrigation sur le bassin versant de la Drôme – volume prélevé à l'étiage 2020 (données OUGC)

Les prélèvements pour l'irrigation se concentrent à l'aval du bassin versant autour des réseaux d'irrigation, où les exploitations sont orientées plus particulièrement vers les cultures céréalières, semencières, légumières et l'arboriculture. En moyenne, les sous-bassins à l'aval du territoire concentrent 90% des prélèvements pour l'irrigation, contre 10% à l'amont. Les forages pour l'irrigation s'effectuent essentiellement dans la nappe alluviale de la Drôme, en forte relation avec le cours d'eau, notamment à l'étiage. À l'amont, les prélèvements s'effectuent principalement par les canaux d'irrigation ou par des pompages en rivière ponctuels.

9.2.3 Evolution des assolements

Pour étudier l'évolution des assolements sur le bassin versant de la Drôme, les données issues du Registre Parcellaire Graphique (2010-2019) ont été croisées avec celles du Recensement Agricole (2010-2020). Le croisement de ces deux sources de données permet d'avoir une estimation des surfaces cultivées sur l'ensemble des parcelles situées dans le périmètre du bassin versant, et de connaître la proportion de surfaces irriguées par culture. Les données du RA2020 et RA2010 permettent également d'établir des tendances d'évolution des surfaces cultivées, qui sont ensuite appliquées aux surfaces cultivées déclarées dans le RPG pour obtenir rétrospectivement une estimation des assolements et des surfaces irriguées en 2010. En effet, le degré de précision du RPG 2010 ne permet pas une analyse détaillée des évolutions de cultures, mais permet cependant de dégager des tendances d'évolution spatiale.

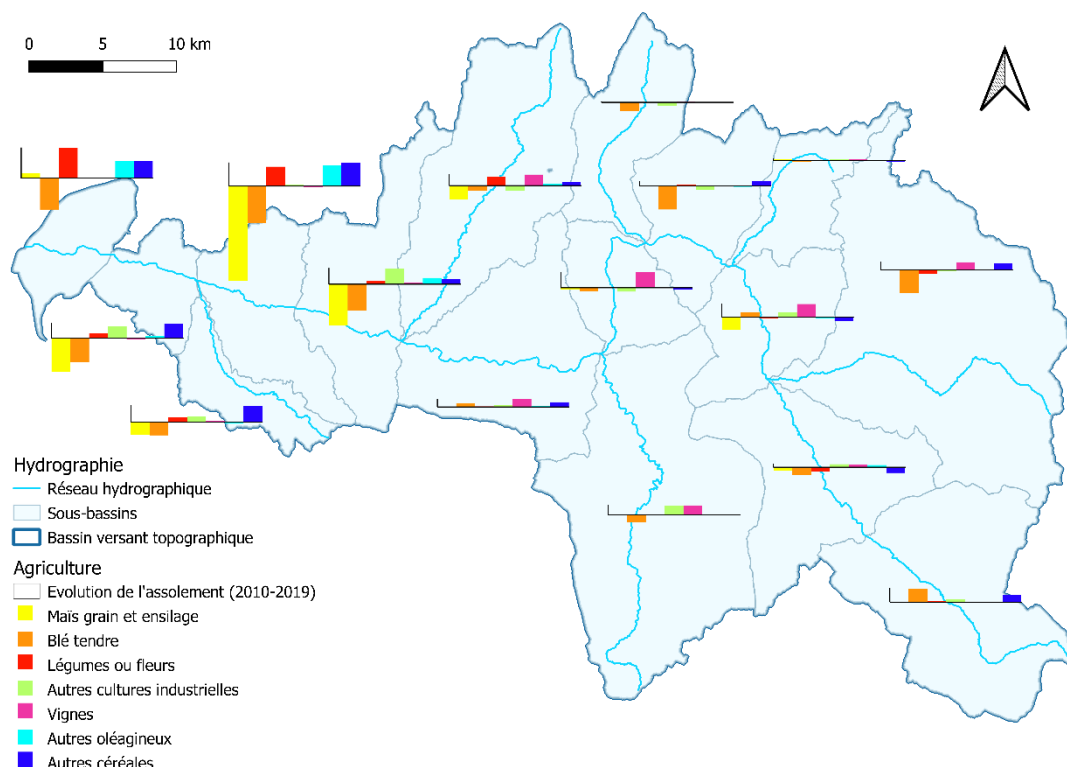


Figure 157 : Evolution des assolements par sous-bassins sur le bassin versant de la Drôme de 2010 à 2019 (Données RPG)

L'évolution des assolements par sous-bassins montre une stabilité des surfaces cultivées à l'amont du territoire, qui masque en réalité une diminution des surfaces en prairies et en fourrages. Sur l'ensemble du bassin versant, on observe un recul des surfaces cultivées en blé souvent au profit d'autres céréales à l'aval notamment. À l'aval du bassin versant, on observe une diminution significative des surfaces en maïs, avec une augmentation des surfaces cultivées en légumes et en autres oléagineux. Cette tendance peut s'expliquer par la forte dépendance à l'irrigation du maïs en période d'été, et l'essor de la culture d'ail semence et consommation sur la période 2010-2020. L'augmentation des surfaces en oléagineux est due majoritairement au développement de la culture de soja pour diversifier les productions et allonger les rotations.

Culture	2020		2010		Evolution de la surface (%)	
	Surface totale	Surface irriguée	Surface totale	Surface irriguée	Surface totale	Surface irriguée
Prairies et fourrages	9480	95	11114	25	-15%	+282%
Colza	171	74	243	20	-30%	+279%
Blé	4015	1004	5462	293	-26%	+243%
Soja	257	229	98	80	+161%	+186%
PPAM	814	113	618	54	+32%	+108%
Tournesol	1134	624	1101	447	+3%	+40%
Légumes	754	679	547	487	+38%	+39%
Noyers	469	80	370	63	+27%	+26%

Autres céréales	2081	0	2056	0	+1%	0%
Vigne	1678	0	1554	0	+8%	0%
Fruits à noyaux	364	338	476	439	-24%	-23%
Sorgho	359	122	352	124	+2%	-1%
Fruits à pépins	214	182	211	184	+1%	-2%
Mais grain et ensilage	1150	1024	1442	1290	-20%	-21%
Total	22938	4562	25643	3505	-12%	24%

Figure 158 : Evolution des surfaces cultivées et irriguées entre 2010 et 2020 (Données RA ; RPG)

En croisant les données d'évolution des surfaces irriguées par culture du RA2020 et les surfaces cultivées du Registre Parcellaire Graphique, l'évolution des surfaces irriguées entre 2010 et 2020 peut être reconstituée. De manière globale, **les surfaces cultivées ont diminué de 12%** entre 2010 et 2020, du fait de la diminution des surfaces en prairies et en blé. En revanche, **les surfaces irriguées ont augmenté de 24%**, notamment du fait des surfaces irriguées en blé, en tournesol, en soja et en légumes.

L'évolution des assolements entre 2010 et 2020 montre une tendance au recul des surfaces en prairies et fourrages (-1634 ha) avec l'apparition de l'irrigation pour des productions fourragères, de l'ordre de 95 ha entre 2020 contre 25 ha estimés en 2010. Cette évolution traduit à la fois une dynamique de recul de l'élevage, et un recours à l'irrigation pour limiter l'impact des sécheresses sur les productions fourragères et permettre d'améliorer les rendements sur des parcelles ayant un accès à l'irrigation. On retrouve cette dynamique de diminution des surfaces cultivées et d'augmentation des surfaces irriguées pour les cultures de blé et de colza notamment. Cela traduit l'influence de l'augmentation de la demande climatique estivale, qui augmente le recours à l'irrigation sur ces cultures qui étaient irriguées de manière marginale en 2010. L'augmentation des surfaces irriguées pour le blé représente 711 hectares, soit 16% des surfaces irriguées en 2020 contre seulement 8% en 2010. Cette dynamique illustre le développement d'une irrigation de printemps, renforcée par l'augmentation des surfaces irriguées en légumes (dont ail) à hauteur de 192 hectares.

On note également que les surfaces irriguées diminuent significativement pour les cultures dont les besoins en irrigation à l'été sont les plus importants, le maïs (-266 ha) et les fruits à noyaux (-100 ha) par exemple. En effet, on observe un recul de ces cultures à la fois en termes de surface cultivée et de surface irriguée. Pour nuancer ce constat, on remarque également le développement de la culture de soja dont la demande en eau à l'été est équivalente à celle du maïs, avec une augmentation significative des surfaces irriguées (229 ha).

9.2.4 Conclusions sur l'analyse des prélèvements agricoles



Les prélèvements annuels pour l'irrigation se stabilisent ces dernières années, malgré de fortes variations interannuelles en fonction du bilan hydrique estival : ils représentent en moyenne **7,65 Mm³ (2009-2021) dont 6,25 Mm³ pour la période d'été**

Afin de limiter la dépendance aux prélèvements dans la Drôme, **des projets de substitution** ont émergé depuis les années 2000 pour un volume mobilisable à l'été compris entre **1,8 et 2,8 Mm³**

Une augmentation de 24% des surfaces irriguées (+1057 ha) entre 2010 et 2020 qui s'explique essentiellement par **le recours à l'irrigation de printemps** pour les cultures de blé et d'ail, et **le développement du soja** au détriment du maïs

9.3 EVOLUTION FUTURE

9.3.1 Méthodologie

Afin de caractériser l'évolution de la dépendance en eau de l'activité agricole sur le bassin versant, la méthode retenue repose sur l'estimation de l'évolution future des besoins en irrigation des cultures.

Pour chaque culture, les besoins en irrigation mensuels sont décomposés selon la relation suivante¹⁷ :

$$\text{Besoins en irrigation (mm/mois)} = Kc * ETP - \text{Précipitations}$$

Les données mensuelles moyennes d'évapotranspiration et de précipitations sur les périodes 1976-2005 et 2041-2070 sont calculées à partir des simulations climatiques (ALADIN 4.5).

On cherche donc à estimer le coefficient cultural (Kc) à l'échelle mensuelle pour chaque culture à partir des besoins en irrigation mensuels sur la période de référence. Ce coefficient pondère la demande en eau de la culture en fonction de l'évapotranspiration, selon ses besoins physiologiques à chaque stade de développement. L'estimation repose sur l'hypothèse d'un coefficient cultural constant entre la période de référence et la période 2041-2070.

$$\text{Pour chaque mois, on a donc : } Kc = (\text{Besoins en irrigation} + \text{Précipitations}) / ETP$$

Cette relation empirique nous permet alors d'estimer les besoins en irrigation des cultures sur la période 2041-2070 à partir des moyennes mensuelles de l'ETP et des précipitations.

¹⁷ La réserve utile est intégrée dans l'estimation des besoins en irrigation avec l'hypothèse d'une réserve utile moyenne de 60 mm

9.3.2 Evolution des besoins en eau des cultures irriguées

Au regard de la diminution du bilan hydrique à l'été, les besoins en irrigation des cultures du bassin versant augmentent significativement entre la période de référence et la période 2041-2070. Les augmentations les plus importantes (> 40%) concernent les fruits à noyaux, les légumes, ainsi que le blé, les fruits à pépins et le tournesol. On remarque également une forte augmentation des besoins en irrigation à l'été pour les cultures de printemps, du fait de l'amplification du déficit hydrique en juin.

Evolution des besoins en irrigation des cultures	Besoins en irrigation (m3/ha)		Evolution 2020-2050 (%)	
	Annuel	Etiage	Annuel	Etiage
Fruits à pépins	5033	3993	+41%	+31%
Maïs	4390	3930	+25%	+27%
Fruits à noyaux	4366	3419	+46%	+34%
Légumes	4365	3447	+45%	+38%
Soja	4081	3721	+32%	+33%
Sorgho	3393	3103	+36%	+37%
Noyers	3365	3365	+35%	+35%
Tournesol	2809	2051	+40%	+44%
Ail	2553	508	+28%	+120%
Blé	1470	370	+47%	+233%

Figure 159 : Evolution des besoins en irrigation des cultures du bassin versant de la Drôme (2020-2050)

L'agrégation des besoins d'irrigation estimés à l'horizon 2050 à l'échelle des surfaces irriguées en 2020 permet de mettre en évidence l'évolution des besoins en irrigation des cultures du bassin versant à l'échelle mensuelle.

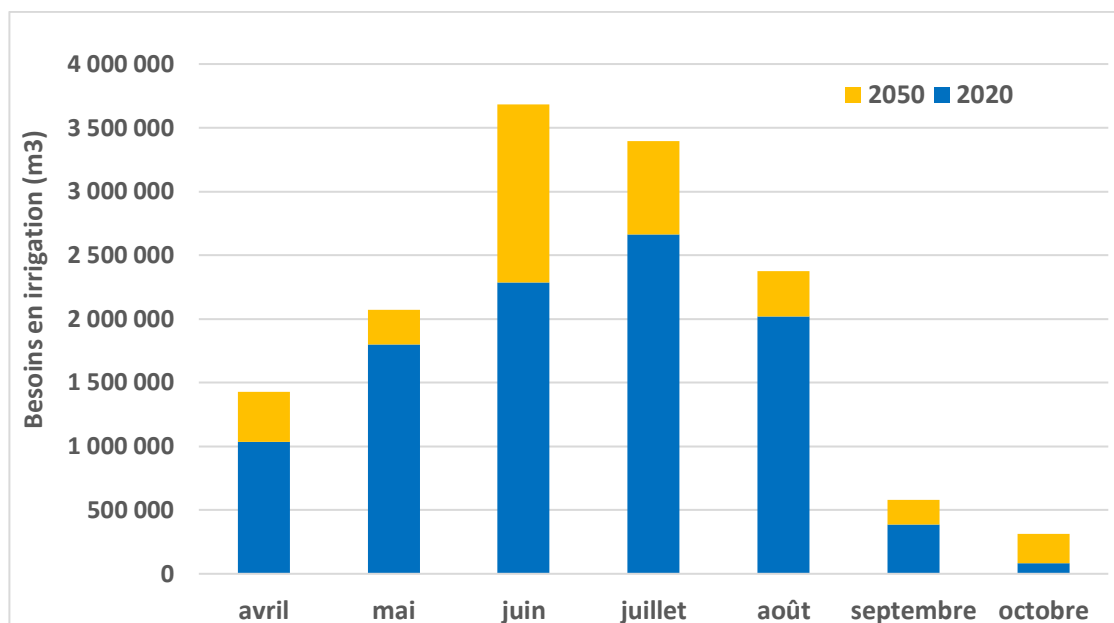


Figure 160 : Evolution des besoins en irrigation mensuels des cultures du bassin versant de la Drôme (2020-2050)

En cumul, les besoins en irrigation des cultures sont susceptibles d'augmenter de 35% à l'échelle du bassin versant pour atteindre environ 13,8 Mm³ annuellement dont 10,0 Mm³ à l'étiage. Cette situation correspond à une augmentation de 2,7 Mm³ de besoins en irrigation en période d'étiage, à assolement constant avec les pratiques d'irrigation actuelles.

Lorsque l'on s'intéresse à la répartition mensuelle des besoins en irrigation, on remarque une forte augmentation des besoins en irrigation au mois de juin (+61%) qui correspond à la période où le bilan hydrique devient fortement déficitaire par rapport à la situation actuelle. Alors que le mois de juillet représentait le pic de la période d'irrigation, celui-ci pourrait intervenir dès le mois de juin à l'avenir, notamment du fait du développement de l'irrigation de printemps.

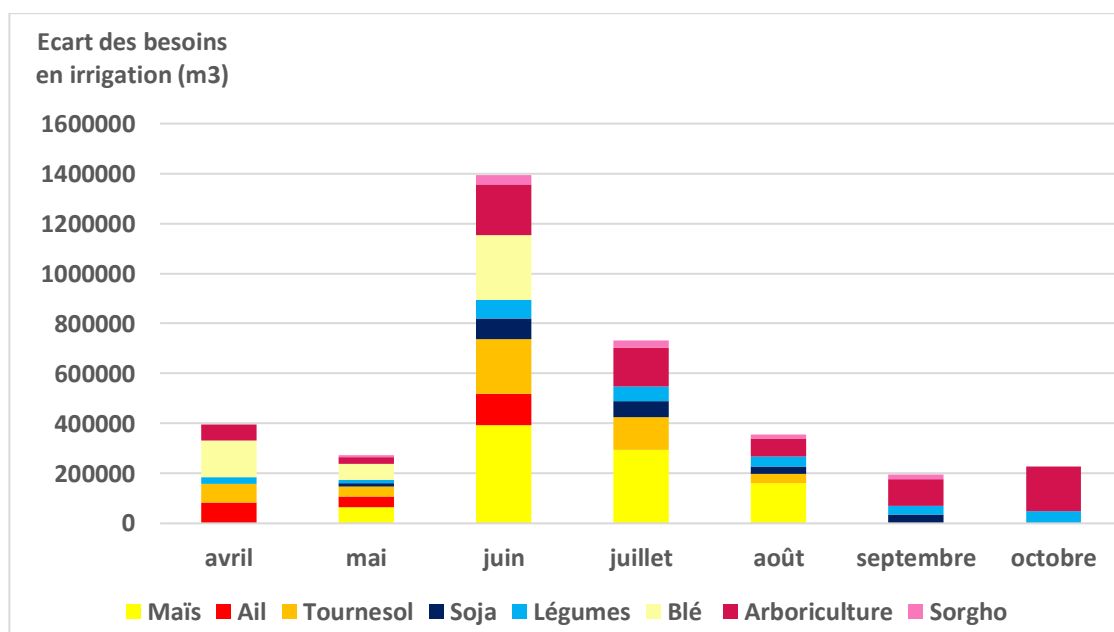


Figure 161 : Ecart des besoins mensuels en irrigation des cultures du bassin versant de la Drôme (2050 - 2020)

Lorsque l'on décompose l'écart des besoins mensuels en irrigation selon les cultures du bassin versant, on note l'importance du maïs (40%) et des cultures fruitières (21%) dans l'augmentation des besoins en irrigation en période d'été. Le pic des besoins en irrigation au mois de juin ne s'explique non pas par l'augmentation des besoins en irrigation d'un type de culture en particulier, mais par une augmentation générale qui se répercute sur la diversité des cultures irriguées, dont les besoins se cumulent à cette période avec la fin de l'irrigation de printemps et le début de l'irrigation estivale.

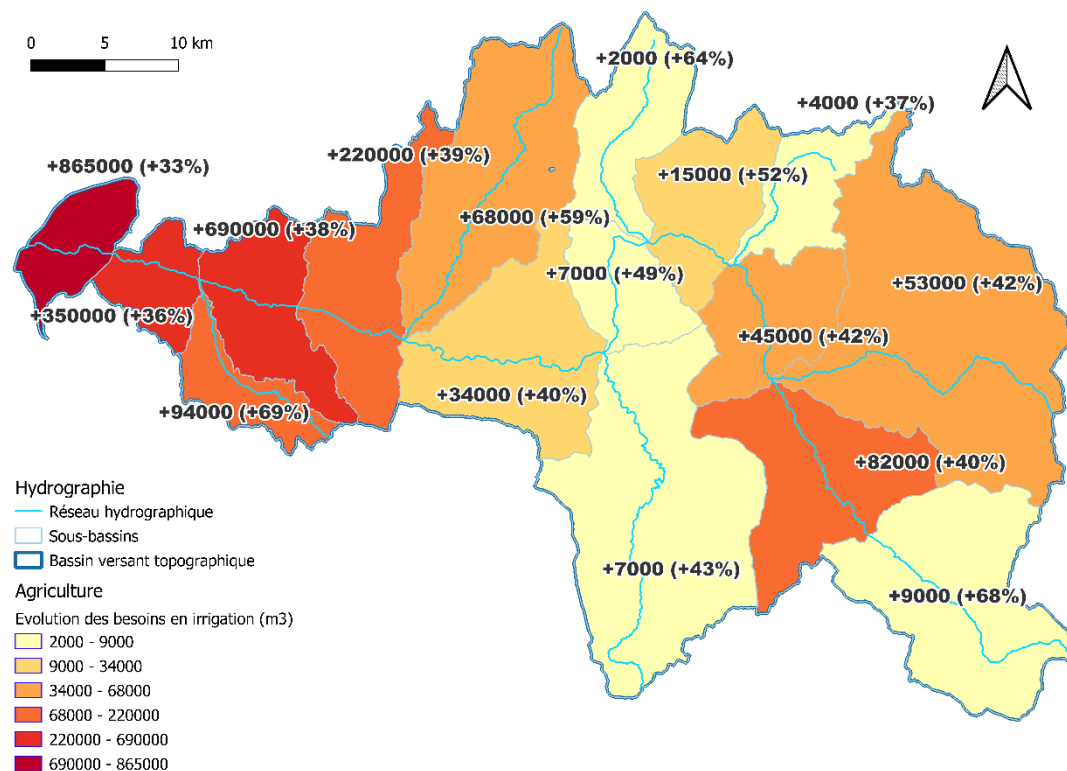


Figure 162 : Evolution des besoins en irrigation des cultures irriguées par sous-bassin à l'horizon 2050

À l'aide des surfaces cultivées indiquées dans le Registre Parcellaire Graphique, l'écart des besoins en irrigation pour chaque culture est appliqué aux surfaces irriguées correspondantes à l'aide du pourcentage d'irrigation indiqué dans le RA2020. Les écarts des besoins en irrigation sont ensuite agrégés à l'échelle des sous-bassins versants de la Drôme pour permettre des analyses territoriales. À l'échelle des sous-bassins, les tendances se prolongent avec une augmentation des besoins d'irrigation au niveau des secteurs irrigués à l'aval. En effet, les sous-bassins à l'aval du bassin versant concentrent 90% de l'écart des besoins en irrigation à l'échelle du bassin versant. Le sous-bassin de la confluence de la Drôme avec le Rhône est le plus impacté par l'augmentation des besoins en irrigation, avec une particularité de ce secteur dédié à l'arboriculture et dont l'irrigation repose en partie sur des prélèvements dans le Rhône. À l'amont, les sous-bassins du Bès et de la confluence de la Drôme avec le Bès sont particulièrement sensibles à l'augmentation des besoins en irrigation, avec un total de 180 000 m3 (+41%) de besoins en irrigation supplémentaires. Cette augmentation des besoins en irrigation dans les secteurs du Bès et de la confluence de la Drôme avec le Bès s'explique notamment par l'arboriculture (+44%), le tournesol (+22%) et les cultures maraîchères (+14%).

9.3.3 Analyse de sensibilité des cultures non irriguées

Le changement climatique n'affecte pas seulement les besoins en eau des cultures irriguées, mais l'ensemble des cultures du bassin versant à des degrés différents. En effet, la diminution du bilan hydrique estival et l'augmentation des températures se répercutent également sur les cultures non irriguées en 2020 dont des besoins en irrigation pourraient émerger à l'horizon 2050 pour maintenir les productions. Ces problématiques d'émergence de besoins en irrigation se posent plus particulièrement dans les secteurs n'ayant pas d'accès aux moyens d'irrigation, ou de manière très limitée, à l'amont du territoire notamment.

Par ailleurs, d'après les projections climatiques, les augmentations de température sont les plus importantes à l'amont ce qui amplifie les risques dans ces secteurs. En effet, les systèmes agricoles de l'amont du bassin versant sont centrés sur des cultures pérennes ou pluriannuelles comme la vigne, les cultures fruitières, les PPAM et les prairies. Ces cultures sont d'autant plus vulnérables aux évolutions climatiques, car leurs cycles biologiques s'étendent sur plusieurs années et les investissements de départ sont particulièrement importants pour les exploitations.

Dans le cas de la vigne, les épisodes de sécheresse récurrents combinés aux aléas climatiques (épisodes de gel printanier, grêle) fragilisent les plants et font chuter les rendements. Avec l'accroissement du stress hydrique, les vignes pourraient également être plus sensibles aux pathogènes, avec l'émergence de nouvelles maladies. L'élévation des températures se traduit également par une teneur en sucres plus importante pour les raisins due à une augmentation de la maturité, qui donne des vins plus alcoolisés avec des profils aromatiques différents. À noter, les vignes ne sont pas irriguées sur le territoire.

Pour l'arboriculture, le développement des noyers dans le Diois autour des communes de Montlaur-en-Diois, Menglon et Châtillon-en-Diois dans une logique de diversification des exploitations fait peser des risques climatiques sur ces cultures à terme. En effet, les surfaces cultivées en noyers ont augmenté de 36% entre 2010 et 2020 selon les données du Recensement Agricole. Or, seulement 17% des surfaces cultivées en noyers sont irriguées en 2020, soit 80 ha sur 469 ha au total. Les besoins en irrigation des noyers sont susceptibles d'augmenter de 35% à l'horizon 2050 pour atteindre environ 3365 m³/ha. À l'avenir, les écarts de rendements entre les systèmes irrigués et non irrigués risquent de se creuser avec l'augmentation des températures et la diminution des précipitations estivales à l'amont du territoire.

À l'heure actuelle, l'élevage est l'un des secteurs les plus fortement impacté par les sécheresses et le changement climatique. L'alimentation des animaux étant peu plastique sur une longue période, nécessaire chaque jour, avec des rendements fourragers dépendants du climat, l'anticipation est indispensable pour l'éleveur s'il ne veut pas décapitaliser en réduisant son cheptel. La sécheresse printanière affecte à la fois la production de fourrages des prairies permanentes et des prairies temporaires (fétuque, ray-grass), et également les cultures céréalières destinées à l'alimentation animale (avoine, orge, triticales)¹⁸. Du fait de la pression climatique, les baisses des rendements fourragers de la luzerne sont estimées à près de 15% sur les trois premières coupes, destinées à assurer l'alimentation du troupeau en hiver¹⁹. Néanmoins, la distribution des pluies dans l'année pourrait compenser des déficits en eau et lisser la production fourragère selon les années.

¹⁸ Chazeau et al., BRL Ingénierie, 2012

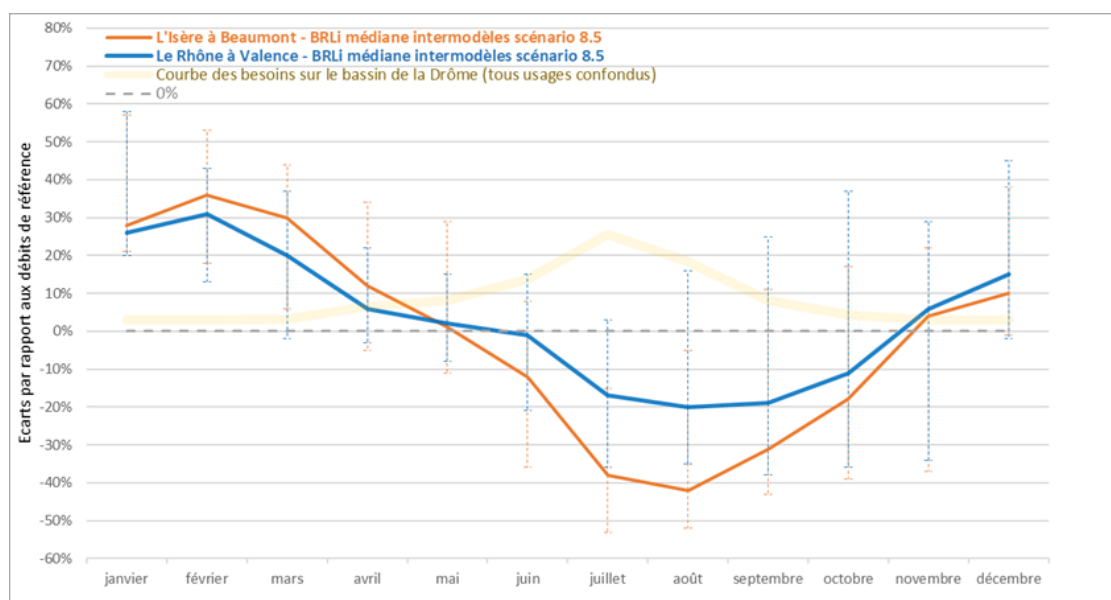
¹⁹ Étude agronomique et impact économique et environnemental de l'irrigation sur l'amont du bassin versant de la Drôme, Diatae, 2012

9.3.4 Autres facteurs à prendre en compte

En parallèle de l'augmentation des besoins en irrigation des cultures sous la pression climatique, la diminution des débits d'étiage de la Drôme au niveau des secteurs stratégiques pour l'irrigation risque de conduire à une augmentation significative de la fréquence, de la durée et de l'intensité des périodes de restriction. Cette situation se traduirait en particulier par un allongement des périodes de restriction dès le mois de juin et un fort impact sur les prélèvements au mois d'août. Par exemple, les tensions sur les modulations du débit réservé de la Drôme au seuil SMARD risquent de s'amplifier à l'avenir, avec la diminution des débits d'étiage à l'aval du bassin versant.

Par ailleurs, les investissements dans les aménagements et le matériel pour l'irrigation se cumulent avec la flambée des coûts de l'électricité et des intrants agricoles (engrais, carburant, semences...) qui pèsent sur les exploitations. En 2022, la facture du SID pour les exploitants agricoles a augmenté de l'ordre de 30% en moyenne pour faire face au surcoût de l'électricité. Entre 2020 et 2022, la facture d'électricité du SID est passée de 2,5 M€ à 7,5 M€ soit un triplement du coût de l'électricité²⁰. Ce surcoût de l'électricité se répercute directement sur la facture d'eau des irrigants, avec des impacts considérables sur l'économie des exploitations. À moyen terme, le coût de l'irrigation pourrait donc remettre en question la viabilité de certains systèmes irrigués dans un contexte de pression sur les ressources en eau.

À ce jour, l'alimentation des réseaux d'irrigation dépend de ressources externes au bassin versant à partir des projets de substitution mis en œuvre (Rhône, Juanons) pour un volume mobilisable de 1,8 M m³ et 2,8 M m³ soit environ 25% à 38% des besoins en irrigation estimés à l'étiage. Or, ces ressources sont également impactées par le changement climatique avec une diminution des débits à l'étiage. En effet, l'étude menée par BRLi à l'échelle du fleuve Rhône donne des éléments prospectifs sur l'évolution des débits à l'horizon 2050 en différents points clés, en particulier sur le Rhône à Valence et sur l'Isère à Beaumont²¹.



²⁰ Lettre du président aux clients du SID concernant le prix de l'électricité

²¹ BRLi, 2022, Etude de l'hydrologie du fleuve Rhône sous changement climatique – Mission 1 : Diagnostic actualisé de la situation hydrologique du fleuve

Figure 163 : Evolution des débits moyens de l'Isère à Beaumont et du Rhône à Valence à l'horizon 2050 (Données BRLi)

Pour le Rhône et l'Isère, les mois où les débits sont les plus impactés sont les mois de juillet, août et septembre. Les mois de juillet et d'août risquent donc d'être problématiques puisque ce sont ceux pour lesquels les besoins en eau sur le bassin de la Drôme sont les plus importants. Si les ressources externes au bassin venaient à diminuer, la limitation des ressources pourrait conduire à des difficultés pour assurer la substitution des prélèvements pour l'irrigation sur le bassin de la Drôme.

9.3.5 Conclusions sur l'analyse prospective du secteur d'activités agricole



Une augmentation des besoins en irrigation des cultures à l'été estimée à +35% (+2,5 M m³), en majorité en Drôme aval et du même ordre de grandeur que les efforts de substitution déjà réalisés

Un risque **d'augmentation de la fréquence**, de la **durée**, et de la **précocité des restrictions dès le mois de juin**.

Une augmentation des **besoins en eau des cultures non irriguées actuellement** (vigne, fourrage, noyers, PPAM...) qui risque de fragiliser les filières élevage et viticulture à l'amont du territoire

9.4 LIMITES ET INCERTITUDES

Les principales limites de l'estimation des impacts du changement climatique sur l'irrigation résident dans l'estimation des surfaces irriguées et des besoins en irrigation par culture.

En effet, l'estimation des surfaces irriguées se base sur le recensement agricole de 2020 à l'échelle des communes du bassin versant, ce qui ne permet pas de différencier les dynamiques d'irrigation entre les différents sous-bassins. Par ailleurs, l'évolution des surfaces irriguées de 2010 à 2020 repose sur une extrapolation de l'évolution des pourcentages d'irrigation par culture, et ne correspond pas à des surfaces irriguées réellement observées sur le territoire. L'année du recensement agricole induit également un biais, comme l'année 2020 était une année sèche avec un développement de l'irrigation du blé, qui n'est pas généralisable aux années climatiques plus humides. De plus, les données ne précisent pas à partir de quelle masse d'eau les surfaces sont irriguées, il n'est donc pas possible de distinguer les surfaces irriguées à partir des prélèvements dans la Drôme ou sa nappe alluviale, et dans le Rhône par exemple pour les secteurs de la confluence.

L'estimation des besoins en irrigation des cultures est uniforme sur le bassin versant, sans distinction des différents secteurs aux variations climatiques différentes ou aux types de sol différents. Les besoins en irrigation des cultures sont fortement dépendants des variabilités interannuelles du climat, l'analyse a été réalisée à l'échelle mensuelle pour une année climatique moyenne. Ces résultats sont à relativiser pour des années particulièrement humides ou sèches. Dans l'analyse, les pratiques d'irrigation sont

fixées au niveau actuel pour le calcul des besoins en irrigation. Autrement dit, les techniques d'irrigation, les variétés cultivées, les taux d'irrigation ainsi que les périodes d'irrigation sont fixes. Cela permet de projeter la dynamique d'irrigation actuelle sous un climat différent à l'horizon 2050. Or, le changement climatique a également des effets sur la phénologie des espèces cultivées et les cycles culturaux. Enfin, les effets des extrêmes climatiques ne sont pas estimés du fait de leur imprévisibilité et des impacts en cascade qu'ils peuvent occasionner.

10 TOURISME

10.1 ETAT ACTUEL

Secteur socio-économique clé du bassin versant de la Drôme, le tourisme contribue au rayonnement du département²² grâce notamment aux activités de sports de nature et d'eaux vives et sites de baignade. Le tourisme du bassin représente une **capacité d'accueil touristique d'environ 40.000 personnes** (hébergement touristique et résidence secondaire), **1.75 millions de nuitées de touristes français** (soit 20% des nuitées du département), **96M€ de revenus** pour les hébergements accueillant les touristes français et **840 emplois** (hébergement et restauration – soit 10% des emplois touristiques du département).

Les **activités liées à l'eau** sont attractives pour le territoire mais contribuent d'une manière marginale au développement socio-économique global du secteur, avec environ **1 M€ de volume d'activités**²³ et des emplois créés qui sont essentiellement saisonniers. D'une part, les **sports d'eau vive** contribuent à près de 800.000€ de revenus pour les professionnels : pour le canoë-kayak, le revenu est estimé à 550.000€ sur la base de 22.000 bateaux de location par saison et d'un panier moyen de 25€ ; pour le canyoning et la randonnée aquatique, le revenu est estimé à 240.000€ pour environ 6.000 pratiquants par an et sur la base d'un panier moyen de 40€. D'autre part, la **pêche de loisir** qui est largement répandue, et essentiellement par des habitués (3.000 personnes environ), représente 150.000€ de revenus.

10.2 RETROSPECTIVE

1.1.1 Fréquentation

La fréquentation touristique sur le **département** de la Drôme est en hausse depuis 2017 hors effet conjoncturel Covid, et atteint 11.3 millions de nuitées en 2021. Les nuitées touristiques sont **en grande majorité** représentées par les **touristes français** (81%).

²² Source : Observatoire ADT Drôme

²³ Source : étude d'impact environnemental, socio-économique et juridique des loisirs et sports d'eau vive sur les milieux aquatiques du bassin versant de la Drôme -2017

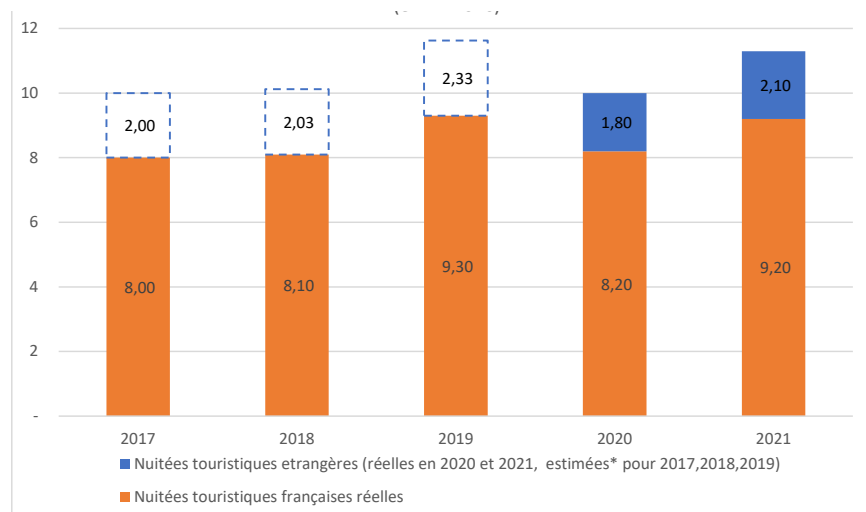


Figure 164 : Nuitées touristiques annuelles sur le département de la Drôme (millions) - Source : Observatoire de l'Agence de Développement Touristique de la Drôme. *Estimation des touristes étrangers pour les années 2017, 2018 et 2019 sur la base d'une hypothèse d'une quote-part de 20% de touristes étrangers et 80% de touristes français en 2020 et 2021.

Sur le bassin versant de la Drôme, malgré les conditions climatiques récentes exceptionnelles (canicules, sécheresses, insuffisances de la qualité et niveau de l'eau, risques d'incendie), et l'interdiction d'accès à certains cours d'eau, **les nuitées annuelles des touristes français ont augmenté de 15% entre 2017 et 2021 (hors effet conjoncturel Covid) pour s'établir à 1.75 millions** (soit environ 20% des nuitées totales du département), bénéficiant de l'attractivité croissante des espaces naturels.

Les données des nuitées des **touristes étrangers** ne sont pas disponibles pour le territoire et ont été estimées à **0.4 millions** (+5% entre 2017 et 2021) sur la base d'une part de 20% identique à celle du département.

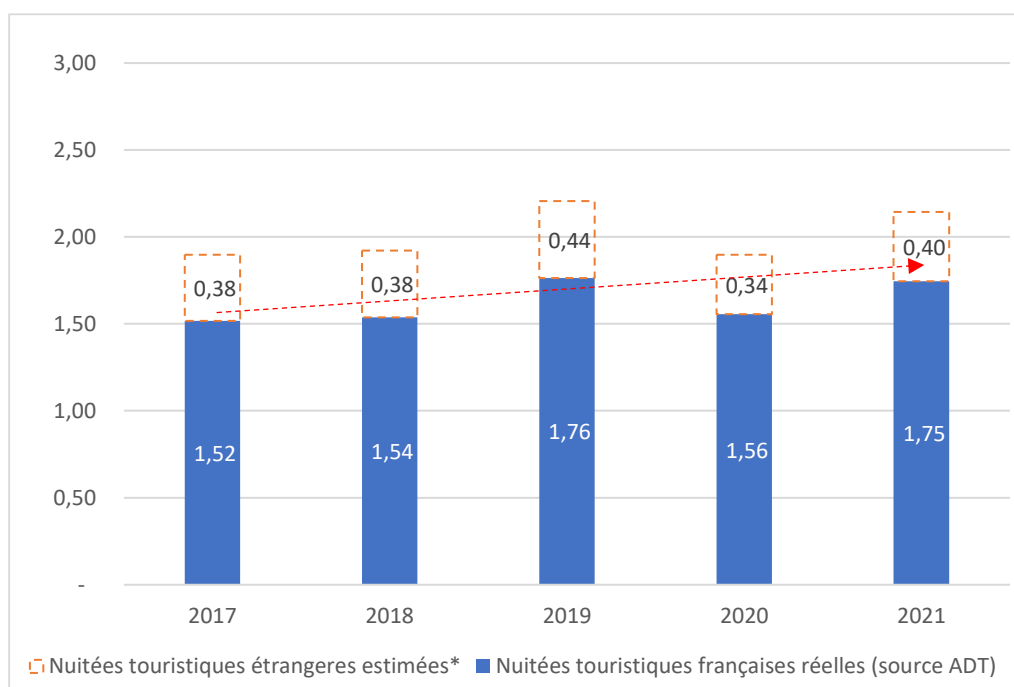


Figure 165 : Nuitées touristiques annuelles sur le bassin versant de la Drôme (millions) - Source : Observatoire de l'Agence de Développement Touristique de la Drôme. *Estimation des touristes étrangers sur la base d'une hypothèse d'une quote-part de 20% de touristes étrangers et 80% de touristes français, identique à celles du département.

1.1.2 *Dépense moyenne des touristes français pour l'hébergement*

La **dépense moyenne des touristes français pour l'hébergement** est environ de **55€ par nuitée et par personne** en 2021 sur le département de la Drôme. Sur la base de 1.745.000 nuitées, le revenu estimé est de **96.0 M€** pour l'hébergement touristique par les clients français sur les communes du bassin versant de la Drôme.

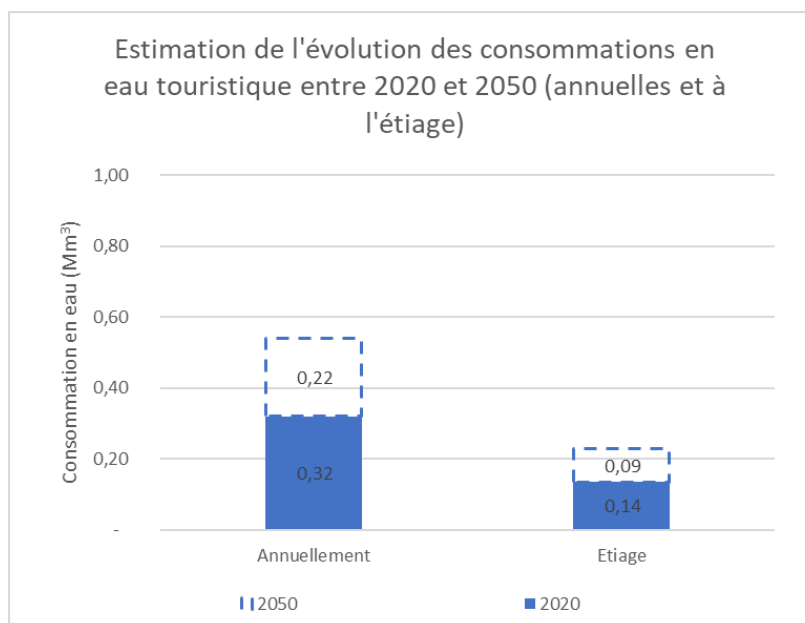
10.3 **EVOLUTION FUTURE**

1.1.3 *Estimation des nuitées touristiques en 2050 et consommation en eau liée*

La capacité d'accueil sur les communes du bassin versant de la Drôme a augmenté de +2.5% en moyenne par an pour le nombre de chambres d'hôtels et +1% en moyenne par an pour le nombre d'emplacements de campings (source : INSEE, 2013-2022).

En projetant linéairement cette tendance à la fréquentation touristique à l'horizon 2050, **les nuitées touristiques annuelles s'établiraient à 3.62 millions, dont 2.95 millions pour les touristes français et 0.67 pour les touristes étrangers** (croissance de +1.75% en moyenne par an), en supposant que le taux d'occupation resterait inchangé.

La consommation en eau estimée des touristes passerait donc de 0,32 Mm³ en 2020 à 0,54 Mm³ en 2050. A l'étiage (42% des consommations), la consommation en eau estimée des touristes passerait donc de 0,14 Mm³ à 0,23 Mm³ d'eau



- Figure 166 : Estimation de l'évolution des consommations en eau touristiques entre 2020 et 2050 (annuelles et à l'étiage)

1.1.4 Un futur à risque pour les activités récréatives d'eau et les campings

L'été 2022 marque une première pour les loueurs de canoë-kayak forcés d'interrompre leur activité pendant 6 semaines en haute saison (de mi-juillet et fin août) en raison du niveau d'eau et de débits insuffisants. Les loueurs ont limité leur activité sur un parcours de 10-15 km bénéficiant d'un débit d'eau de 0.8 m³/s inférieur au seuil minimal de 1.2 m³/s considéré comme nécessaire à leur pratique (d'après le Syndicat des loueurs de canoë-kayak). La communication intense des médias et des politiques sur le changement climatique et le risque canicule a été également très pénalisante pour la demande. Le démarrage réussi de la saison au printemps n'a pas pu compenser l'activité perdue pendant la période estivale ou plus tard au début de l'automne. L'activité a ainsi chuté de 70-80%.

Cet épisode de sécheresse et d'étiage intense a également eu un **impact sur l'activité touristique des campings** (situés globalement le long de la rivière Drôme), leur clientèle étant essentiellement des touristes étrangers à la recherche d'eau. Ces derniers ont écourté leur séjour avec des départs dès la mi-août.

Les événements climatiques récents mettent ainsi à risque certaines activités récréatives. La réduction des périodes propices aux activités de sports d'eau vive (augmentation des assecs, niveau d'eau insuffisant et débits impraticables) et le risque d'augmentation d'interdictions de baignade (comme à Crest en 2013 ou Beaufort sur Gervanne en 2022) en lien avec l'augmentation de la température de l'eau et des incidents ponctuels de qualité qui résulteront du changement climatique représentent un risque fort pour ces activités.

De plus, des restrictions d'eau pour les usages de loisirs en période estivale **pourraient indirectement impacter également l'activité économique des hébergements de touristes** (campings) de plus en plus fortement.

Globalement, les activités de navigation sur la Drôme seront de plus en plus vulnérables en période d'étiage, avec **des périodes critiques plus fréquentes, plus précoces et plus longues, centrées sur le mois d'août, les zones de risque d'assecs fort correspondant au tronçon navigué aujourd'hui**. En revanche, les mois de mai, juin et juillet seraient moins impactés avec des débits permettant la pratique du canoë-kayak, pouvant conduire à un décalage des périodes d'activité vers le printemps et le début de l'étiage pour compenser partiellement la perte d'activité d'août.

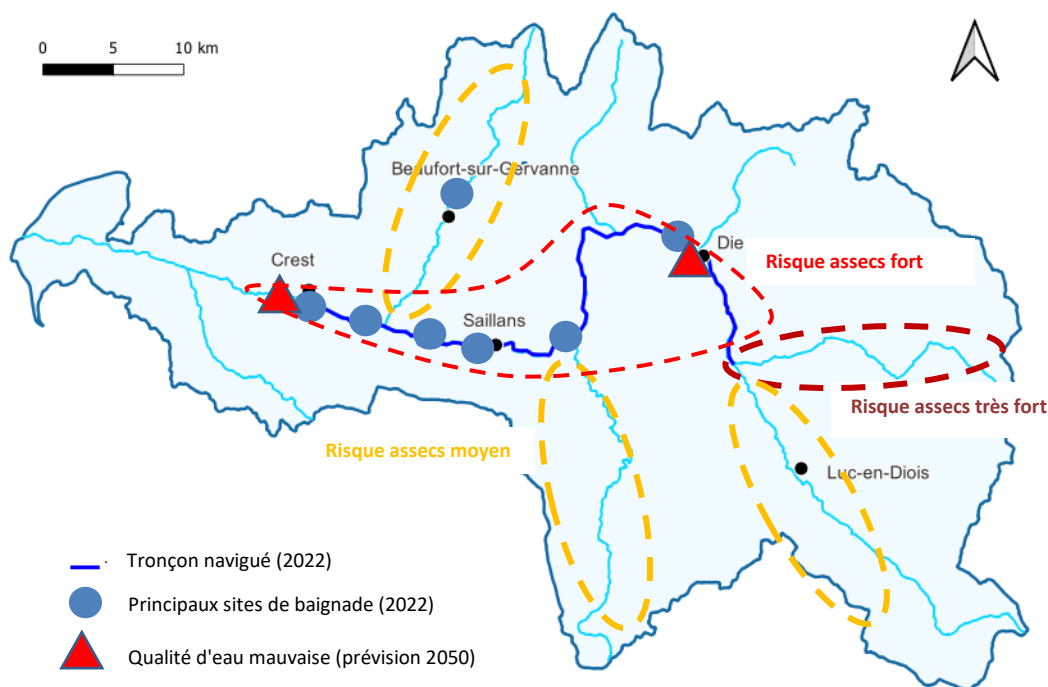


Figure 167 : Sites de baignade et de canoë Kayak à risque en 2050 (risques assecs et qualité des eaux)

1.1.5 Une diversification déjà en marche chez les professionnels

Les événements climatiques récents ont déjà conduit les professionnels de sports de nature à s'adapter en **se diversifiant dans des activités complémentaires** (agriculture de proximité, locations saisonnières touristiques activités récréatives liées à la montagne ou location de matériel) bénéficiant pour certaines de la diversité et de la beauté des paysages boisés de la Drôme.

D'autres activités, en lien avec les milieux naturels et de montagne, contribuent à l'attractivité touristique du territoire. Les activités de **randonnée** sont favorisées par le taux de boisement important (environ 50% au niveau du département²⁴), et quatre grands itinéraires de randonnée pédestre dans le bassin versant²⁵. Les **sorties naturalistes** viennent compléter l'offre touristique avec deux sites naturels protégés sur le territoire : le marais des Boulignons avec environ 6.500 visiteurs par an en 2020 et 2021 et la montagne du Sapey (comptage non réalisé).²⁶ Enfin le territoire offre de nombreux sites d'**escalade** (à minima cinq²⁷) et parcours de **via ferrata** (à minima 3 parcours²⁸) qui ont le vent en poupe. Enfin la

²⁴ source : <https://www.ladrome.fr/actualites/filiere-bois-nouveau-plan-departemental-de-3-me/>

²⁵ source : ladrometourisme.com

²⁶ source : département

²⁷ source : ladrometourisme.com

²⁸ source : <https://www.viaferrata-fr.net/>

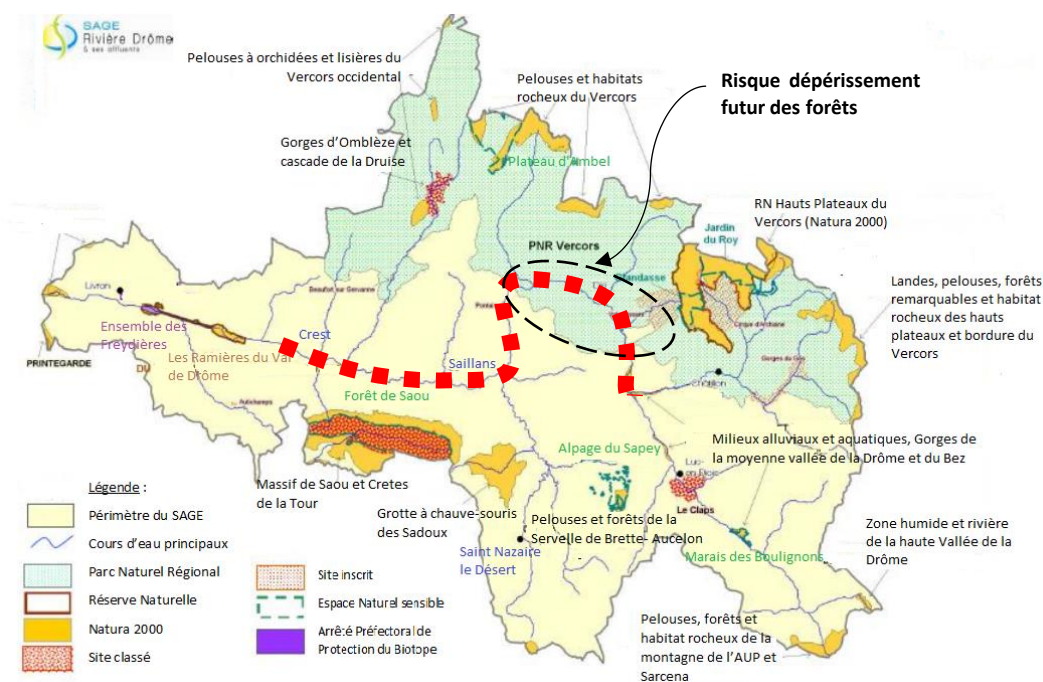
diversité des paysages (cols, montagnes, gorges et cours d'eau le long de la rivière Drôme et affluents) offre un terrain de jeu extraordinaire pour le **vélo** (VTT et route) et crée de l'activité économique (une dizaine de loueurs de vélo²⁹ y sont implantés). Environ une dizaine d'itinéraires à vélo existent, dont l'un de 130km qui remonte les sources de la rivière Drôme. **Toutes ces activités soulignent ainsi l'importance d'un patrimoine naturel préservé pour soutenir une telle diversification.**

1.1.6 Atouts à préserver pour le secteur du tourisme en 2050 : l'eau potable et les espaces naturels

Ainsi le tourisme ne serait globalement que peu affecté par les évolutions climatiques à venir si la fourniture en eau potable nécessaire à ce secteur est assurée et le patrimoine naturel préservé.

D'une part, **concernant la fourniture en eau potable**, pour accueillir les touristes du territoire, les volumes en eau potable nécessaires sont estimés **aujourd'hui à 0.32 Mm³** sur une année pleine³⁰, dont 0.14 Mm³ à l'été (entre le 1er juin et le 15 septembre qui concentre 42% des nuitées annuelles). **En 2050, ce besoin augmenterait à 0.54 Mm³ sur l'année³¹, dont 0.23 Mm³ à l'été.**

D'autre part, **l'adaptation des espaces naturels (en particulier les forêts) au changement climatique sera donc un facteur clé pour maintenir l'attractivité du territoire pour le tourisme.** D'après le modèle Climessences, les peuplements forestiers constitués aujourd'hui essentiellement d'espèces de pins (pin noir, pin sylvestre) et de feuillus, ne seraient pas compatibles avec le climat futur sur un bandeau le long de la rivière Drôme, avec un risque de dépérissement de ces essences sur ces zones. Sur le reste du territoire, en altitude notamment, la compatibilité climatique semble plus favorable, davantage pour les pins que pour les feuillus³².



²⁹ source : ladrometourisme.com

³⁰ Sur la base de 150L par personne par jour et de 2,79M nuitées pour les touristes français et étrangers estimés

³¹ Sur la base de 150L par personne par jour et de 4.72M nuitées en 2050 pour les touristes français et étrangers estimés

³² D'après le modèle Climessences (ONF), scénario intermédiaire

Figure 168 : Localisation des espaces naturels du bassin de la Drôme³³ et zones de non compatibilité des peuplements forestiers (pins et feuillus) au climat futur (pointillés rouge d'après le modèle Climessences)

10.4 LIMITES ET INCERTITUDE

Les événements climatiques extrêmes comme **les feux de forêts** sont susceptibles d'affecter le tourisme dans le futur que ce soit par les destructions occasionnées d'espaces naturels accueillant des activités récréatives ou le risque associé perçu. Le feu dans le Diois (Romeyer) en août 2022, par exemple, a été l'incendie le plus important de la Drôme depuis 30 ans (300 hectares brûlés en une semaine). **L'augmentation du risque incendie** en raison du changement climatique, en fréquence et intensité (+30% à horizon 2040 et +60% en 2060 en France métropolitaine par rapport à 1960-2000 d'après l'indice Forêt Météo de Météo France) **affectera tout particulièrement le quart Sud-est de la France.**

10.5 CONCLUSIONS POUR LE SECTEUR D'ACTIVITE DU TOURISME



A l'horizon 2050, un risque fort pour les activités de loisir liées à l'eau.

Le développement du secteur du **tourisme dans son ensemble relativement** peu impacté au regard de l'attractivité globale du territoire (température, patrimoine naturel ...), sous hypothèse d'une disponibilité en eau potable assurée (**~ 0.5 Mm³ dont 0.2 Mm³ à l'été**) et un patrimoine naturel conservé, qui relèvent de choix politiques.

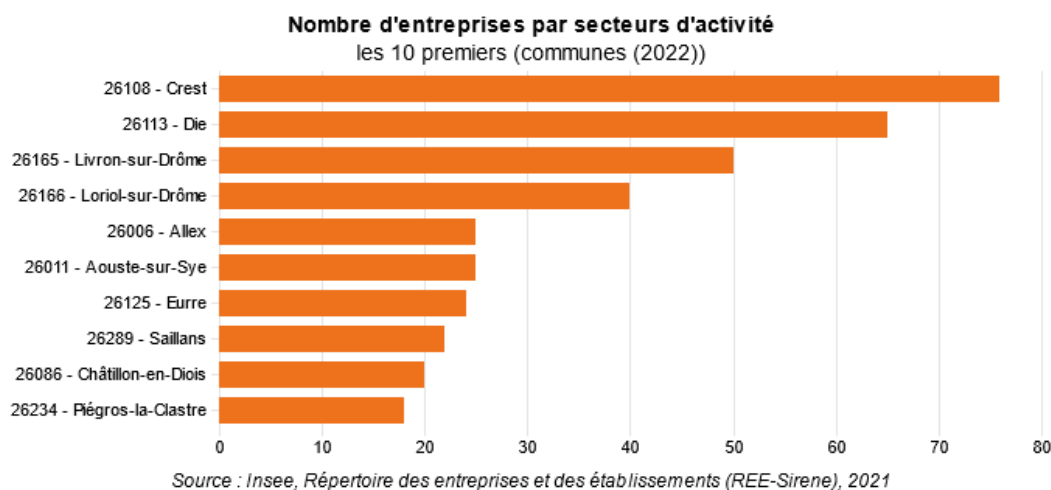
³³ Source : Etude d'impact environnemental, socio-économique et juridique des loisirs et sports d'eau vive sur les milieux aquatiques du bassin versant de la Drôme -2017

11 INDUSTRIE

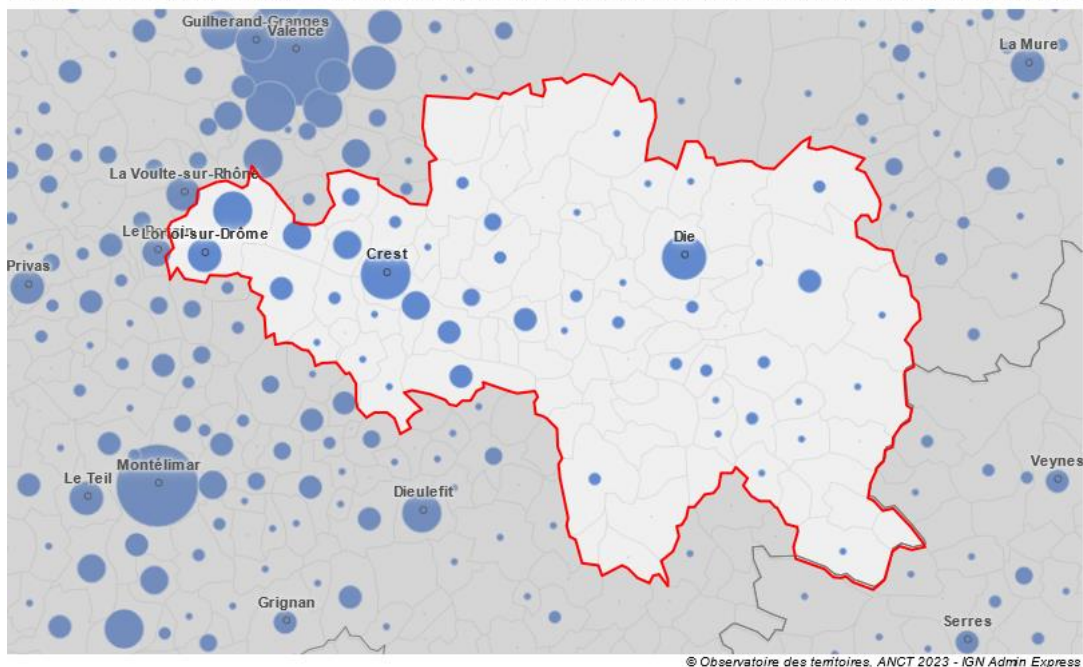
11.1 ETAT ACTUEL

11.1.1 Caractéristiques générales

Le territoire est doté de 580 entreprises³⁴, Crest, Die, Livron-sur-Drôme et Loriol-sur-Drôme étant les villes les plus dotées en sites industriels.



Nombre d'entreprises par secteurs d'activité - Industrie, 2021 (entreprises) - Source : Insee, Répertoire des entreprises et des établissements (REE-Sirene), 2021

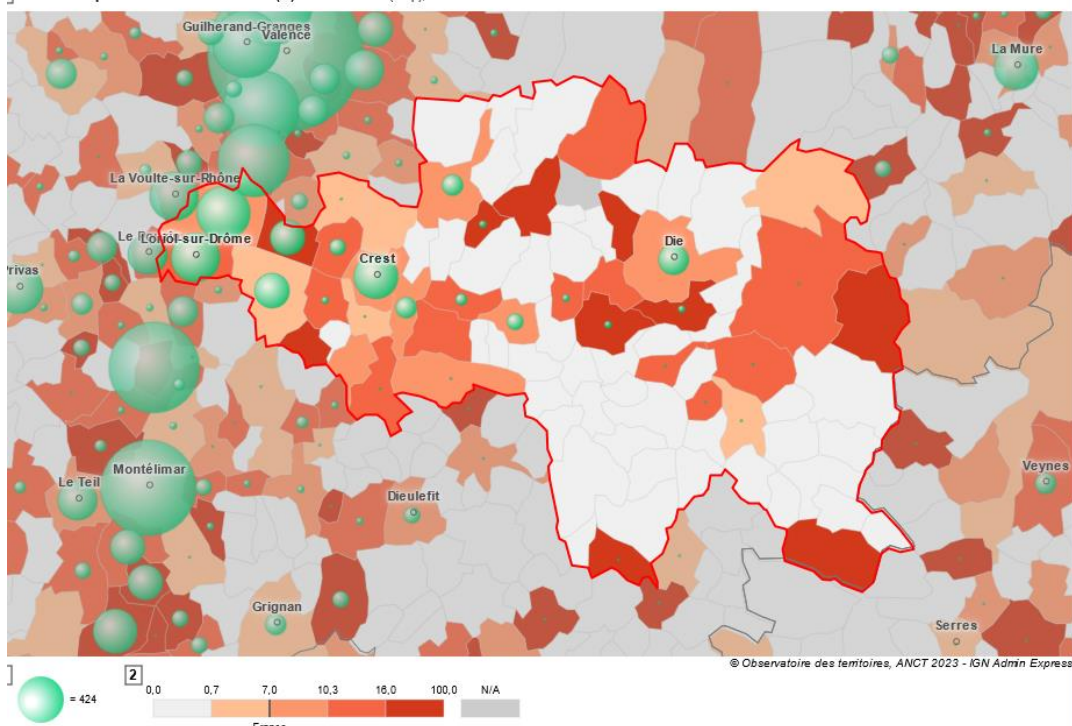


- Figure 169 : Répartition des industries dans les communes du territoire (source : INSEE SIRENE 2021)

³⁴ Insee, SIRENE , 2021

Nombre de postes salariés par secteurs d'activité - Industrie, 2020 - Source : Insee, Flores 2020

Part de l'emploi salarié dans l'industrie (%) - Source : Insee (Clap), 31/12/2020



- **Figure 170 : Nombre de postes salariés dans l'industrie et part de l'emploi salarié dans l'industrie (source INSEE 2020)**

Le territoire est peu industriel comparé à la vallée du Rhône par exemple. Cependant, sur le territoire 9,4 % des salariés ont un emploi dans l'industrie ce qui est supérieur à la moyenne nationale (7%) et régionale (8,7%). Au total plus de 2 838 personnes ont un emploi dans l'industrie sur le territoire. Les industries et les salariés sont principalement présents à l'aval du territoire et autours de Die pour l'amont.

D'après le fichier des prélèvements d'eau de l'AEMRC, les industriels ont consommé en moyenne **0.72 Mm³/an entre 2012 et 2019**, oscillant entre un minimum de 0.55 Mm³/an en 2019 et un maximum de 1.00 Mm³/an en 2014.

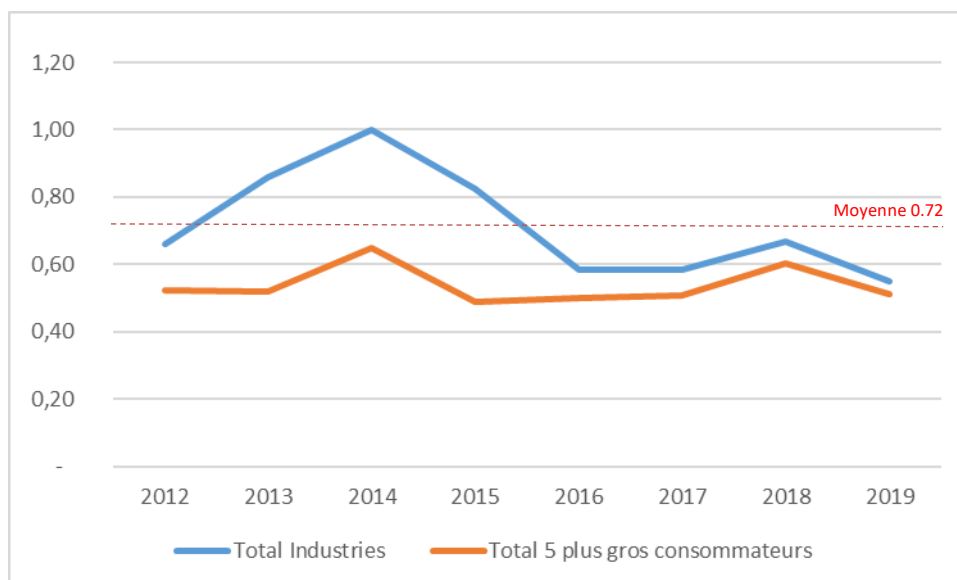


Figure 171 Evolution de la consommation d'eau par prélèvement souterrain ou prise d'eau des industries du BV de la Drôme entre 2012 et 2019 (en Mm3), source fichier redevance AERMC

Bien qu'ayant des prélèvements limités avec environ 3,5% des volumes totaux d'eau (AEP et prélèvements individuels), les industriels regroupent la majorité des **gros consommateurs** d'eau potable (>500 m³/an) du bassin. **Les cinq plus gros consommateurs d'eau représentent un volume d'eau prélevé moyen de 0.54 Mm³/an** entre 2012 et 2019 (soit 75% de la consommation d'eau des industries) pour les besoins des procédés industriels et des employés. Ces industries appartiennent à **différents secteurs d'activités** : transformation alimentaire, abattoir, carrières, construction/ bâtiment, fabrication de médicaments et coopérative fruitière. Ils sont pour la plupart **situés en aval de Crest**. Leur **consommation maximale** sur la période 2012-2019 a varié globalement entre 100.000 et 200.000 m³/an et **le plus gros consommateur a atteint 280.000 m³/an**. Leurs prélèvements d'eau se sont faits dans les **eaux souterraines par forage**.

La réduction significative des ressources en eau disponibles sur le bassin de la Drôme pourrait conduire à **imposer des restrictions drastiques** aux prélèvements d'eau des industriels gros consommateurs d'eau.

1.1.7 Des restrictions d'eau imposées aux industries classées ICPE au cours de la sécheresse de 2022

Le bassin versant de la Drôme a été placé en « crise sécheresse » (niveau 3) en juillet 2022, imposant ainsi aux **entreprises classées ICPE d'appliquer les mesures de restriction d'eau prévues par les arrêtés préfectoraux** d'autorisation des installations classées ICPE. Par exemple, concernant l'industrie de transformation alimentaire ayant une consommation annuelle de 280.000 m³/an, d'après son arrêté préfectoral elle a dû se limiter à 5m³/jour pour ses besoins sanitaires et à 25m³/jour pour le maintien de ses groupes froids en fonctionnement. Pour les ICPE, non soumis à des modalités spécifiques de restriction d'eau (c'est le cas des carrières), les prélèvements d'eau ont été **restreints de 60 % globalement**.

11.2 RETROSPECTIVE

Pour faire face à ce défi, certains industriels se sont déjà engagés dans **le recyclage de l'eau utilisée pour leurs process industriels**. Ainsi, l'industrie de transformation alimentaire a déjà réduit sa consommation d'eau pour ses process industriels de 45% entre 2004-2012³⁵, des réductions supplémentaires de consommation demandant d'investir dans des technologies nouvelles.

11.3 EVOLUTION FUTURE

Le réchauffement climatique et la baisse des disponibilités en eau **augmenteront le risque d'application de mesures contraignantes** limitant les prélèvements en eau des entreprises classées ICPE³⁶.

La réduction des disponibilités en eau pourrait ainsi devenir un **facteur limitant important pour le développement de l'activité industrielle**. Les cinq industriels les plus gros consommateurs d'eau pourraient quitter le territoire si elles ne peuvent plus opérer, ce qui aura un **impact sur l'emploi** du territoire (elles représentant un chiffre d'affaires de 600M€³⁷ et 1.000 emplois).

Enfin, la diminution des disponibilités en eau pour les industries **limitera également l'attractivité du territoire pour de nouvelles industries** et activités économiques.

11.4 LIMITES ET INCERTITUDE

Une approche sectorielle « Industries » n'a pas été possible étant donné l'absence de données macro-économiques (chiffres d'affaires, PIB) et sociales (nombre d'emploi) pour l'ensemble du secteur industriel du bassin versant.

Par ailleurs, des volumes d'eau sont restitués par les industriels après usage mais ces volumes ne sont pas communiqués.

11.5 CONCLUSIONS POUR L'USAGE INDUSTRIEL



Un risque accru pour des industriels gros consommateurs d'eau au regard de restrictions aux prélèvements d'eau plus fréquentes de par la tension croissante sur la ressource en eau.

Des tensions accrues sur les ressources en eau qui pourraient **limiter l'attractivité future du territoire** pour de nouvelles industries et activités économiques

³⁵ SMRD 2012

³⁶ <https://www.drome.gouv.fr/aggravation-de-la-secheresse-en-drome-renforcement-a8392.html>

³⁷ D'après societe.com

12 USAGE DOMESTIQUE

12.1 ETAT ACTUEL

Les prélèvements à usage domestique concernent des prélèvements indépendants du réseau d'eau potable et qui sont effectués pour les besoins des particuliers via un forage privé ou un pompage direct en cours d'eau.

Il n'existe aucune connaissance fine des prélèvements à usage domestique sur le bassin versant de la Drôme. Le sujet est connu et les témoignages recueillis mentionnent de nombreux forages particuliers pouvant servir à l'arrosage des jardins, au remplissage des piscines, etc.

Toutefois, aucun recensement de ces forages n'a jamais été entrepris et malgré l'obligation de déclaration en mairie de tout forage, très peu d'informations ont pu être collectées.

Il a donc été nécessaire de trouver une méthode de reconstitution des volumes liés aux usages domestiques.

12.2 RETROSPECTIVE

La bibliographie au sujet des prélèvements domestiques fait ressortir une diversité de méthodes d'évaluation de ces volumes mais la plupart sont très lourdes et coûteuses à mettre en œuvre. En particulier, les méthodes suivantes nous semblaient inadaptées dans le cadre de l'étude en termes de coût et de délai de mise en œuvre :

- **Télédétection,**
- **Modélisation de réseau,**
- **Expertise hydrogéologique couplée à une modélisation économique.**

Parmi les solutions, il restait donc deux possibilités :

- **Détection de l'habitat par analyse SIG (source : BRGM),**
- **Estimations du taux d'équipement et consommation unitaire.**

Le choix a été de combiner ces deux approches qui semblaient complémentaires.

Les hypothèses de travail sont les suivantes pour tenter d'identifier des prélèvements domestiques suffisamment important pour qu'ils ne soient pas prélevés sur le réseau AEP :

- **On s'intéresse à des parcelles situées en milieu urbain** (au sens du Corine Land Cover) car les parcelles hors zones urbaines sont généralement agricoles et disposent de leur propre système d'irrigation et c'est n'est pas cet usage qui est ciblé ici.
- **Leur superficie doit être supérieure à 500 m² (hypothèse du BRGM).** Pour des superficies plus faibles on considère que les particuliers peuvent utiliser l'eau du réseau AEP et ne prennent pas la peine de créer leur propre forage.
- **Les parcelles doivent comprendre sur leur emprise un bâti de 100 m² minimum.**

- Les volumes annuels sont évalués par des ratios de consommation provenant de deux études de volumes prélevables environnantes (Brerre Drômoise et Drôme des collines). Ces données aboutissent à une fourchette de 100 à 150 m³/an par forage.

Les traitements cartographiques ont permis de sélectionner environ 7080 parcelles susceptibles de présenter un forage domestique (carte suivante).

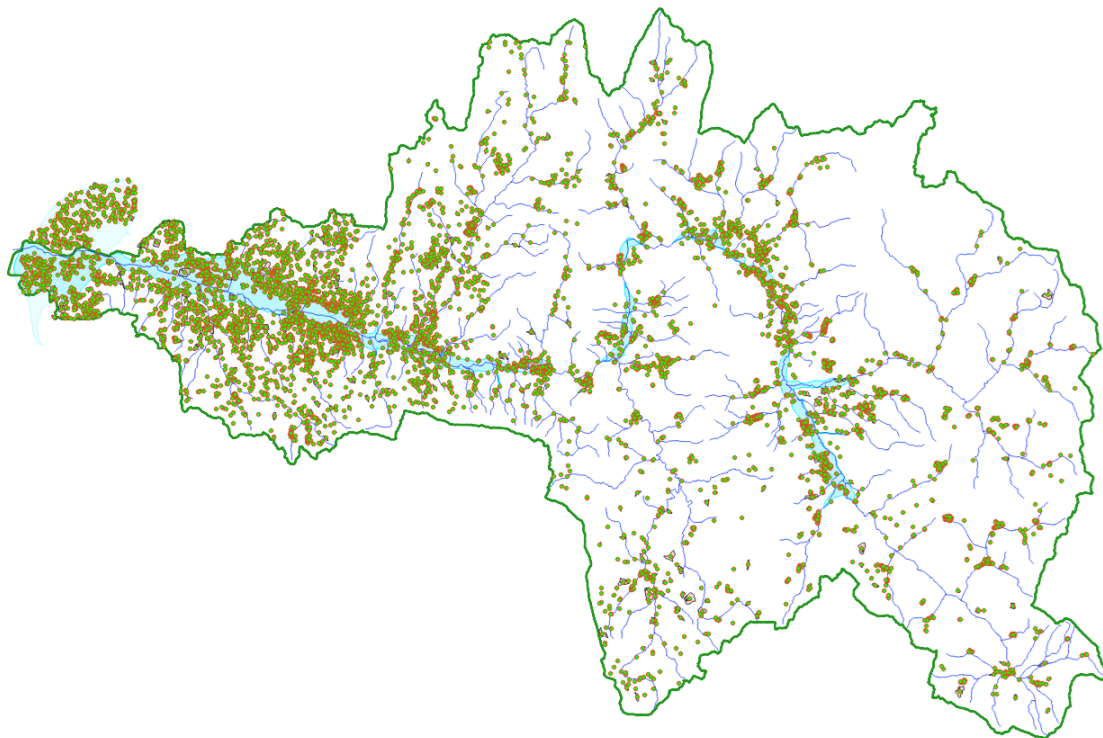


Figure 172 Sélection des parcelles susceptibles de présenter un forage individuel

Avec un ratio de consommation de 100 à 150 m³/an, cela conduit à un volume annuel de **708 000 à 1 060 000 m³/an**, soit 5 à 8% du volume total prélevé sur le bassin de la Drôme.

En ce qui concerne les fluctuations saisonnières aucune donnée n'a été identifiée dans les sources bibliographiques.

Etant donné la forte diversité d'usages de l'eau pour les prélèvements domestiques, les fluctuations proposées sont issues d'une courbe mixte entre les consommations AEP et certains besoins agricoles (arboriculture, maraichage, prairies).

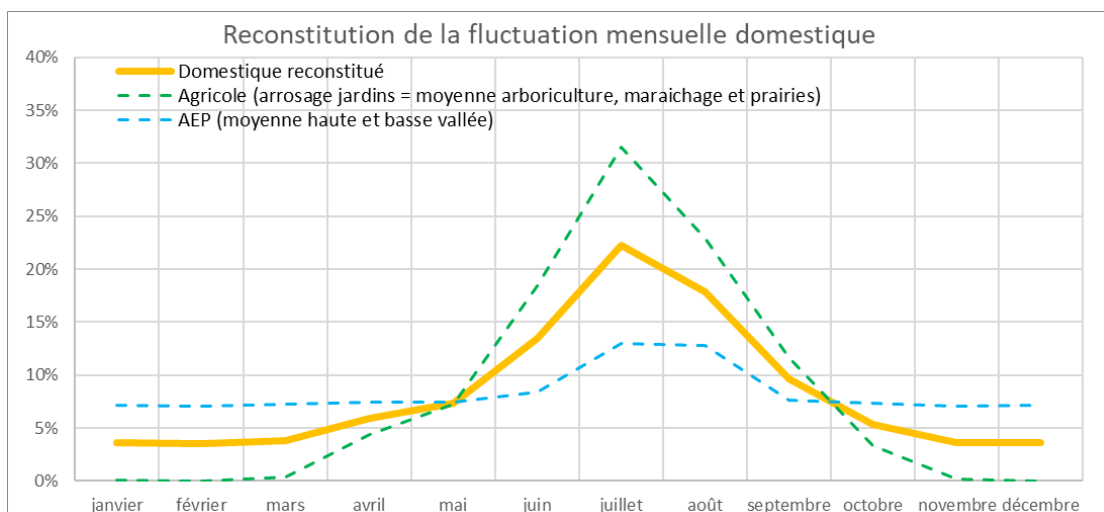


Figure 173 Fluctuations mensuelles des prélèvements en eau pour l'usage domestique

12.3 EVOLUTION FUTURE

Compte tenu des très fortes incertitudes sur les localisations, les volumes annuels et les fluctuations mensuelles présentées ci-avant pour les prélèvements domestiques, aucune évolution future n'a été proposée.

En effet, deux principaux phénomènes peuvent se produire, tous deux allant dans des directions opposées :

- **D'une part les règlements d'urbanisme tendent à imposer une densification urbaine (loi Alur) qui devrait rendre les forages individuels de moins en moins intéressants puisque les parcelles devraient être de plus en plus petites. En conséquence, le ratio coût de l'installation / volume d'eau nécessaire sera de plus en plus disproportionné et devrait dissuader les futurs ménages.**
- **Mais d'autre part, face à la raréfaction de la ressource, à l'augmentation des besoins et à l'augmentation du prix de l'eau potable, il est possible que les forages existants soient plus fortement utilisés pour maintenir certains niveaux de vie (piscines) et certaines activités (arrosage des jardins).**

Dans les calculs et modélisations, les prélèvements individuels pour l'usage domestique resteront identiques en situation future.

12.4 LIMITES ET INCERTITUDES

Les nombres de forages et les volumes prélevés calculés précédemment sont l'objet d'une grande incertitude. Par exemple, le seuil de surface de 500 m², bien qu'influencé par des éléments techniques et des éléments de connaissance dans la méthodologie du BRGM, demeure très arbitraire : une variation positive ou négative de 10 à 20% aurait donné des résultats potentiellement très différents.

Les volumes annuels et leur ventilation saisonnière sont également très dépendants des usages de l'eau pour lesquels les forages individuels sont sollicités : les consommations pour le remplissage d'une piscine n'ont rien à voir avec l'arrosage d'un jardin.

12.5 CONCLUSIONS POUR L'USAGE DOMESTIQUE



Les prélèvements domestiques ont été estimés par une approche mixte (cartographique / estimation des consommations individuelles) et a identifié environ 7600 points de prélèvement potentiels.

Les estimations avancées donnent un volume annuel de l'ordre de de 700 000 à 1 060 000 m³/an, soit 5 à 8% du volume total prélevé sur le bassin de la Drôme

De très fortes incertitudes pèsent sur ces résultats car aucune connaissance suffisamment fine n'existe à l'échelle locale.

13 SCENARIO TENDANCIEL AGREGÉ EN 2050

13.1 RAPPEL DES PRINCIPALES HYPOTHESES

Le scénario tendanciel à 2050 proposé ci-après est un scénario prenant en compte l'évolution du climat, poursuivant les trajectoires « lourdes » d'évolution des usages de l'eau à 2050 et donnant les impacts de cette combinaison sur la ressource en eau (débit, température de l'eau, qualité de l'eau, etc.).

Les hypothèses du volet climat sont celles décrites au chapitre « 5.2 Evolution future »

Pour le scénario tendanciel à 2050, nous avons décidé de ne moduler que les hypothèses présentant des tendances lourdes d'évolution, observables depuis au moins 5 ans et préférentiellement au-delà (10-15 ans).

Concernant la démographie, nous avons gardé l'estimation proposée dans le SCoT, à savoir + 1%, l'hypothèse ayant été validée comme possible par le SCoT. Pour le nombre de nuitées touristiques nous avons basé notre analyse sur une croissance annuelle de +1,76%, correspondant à la croissance annuelle du nombre de lits touristiques sur le territoire ces 10 dernières années.

Pour les consommations en eau des habitants et touristiques, nous avons gardé les ratios de consommations identiques à ceux observés actuellement étant donné les faibles modulations de ces dernières années et des retours d'acteurs gestionnaires de l'AEP ayant indiqué l'atteinte d'un certain « plateau » (150 l/j/personne).

Concernant les rendements de réseaux, nous avons gardé les ordres de grandeurs actuels à savoir 81% de rendement pour l'aval du territoire et 73 % pour l'amont du territoire. Les retours d'acteurs n'ayant pas spécialement évoqué de trajectoire d'amélioration de réseau fortement impactante.

Les prélèvements sur le réseau AEP (hors consommation d'eau habitants / touristes) pour la petite industrie, l'artisanat, les petites activités agricoles (abreuvement, nettoyage des cuves de la Clairette) ont été conservés sur le même ordre de grandeur que celui observé actuellement.

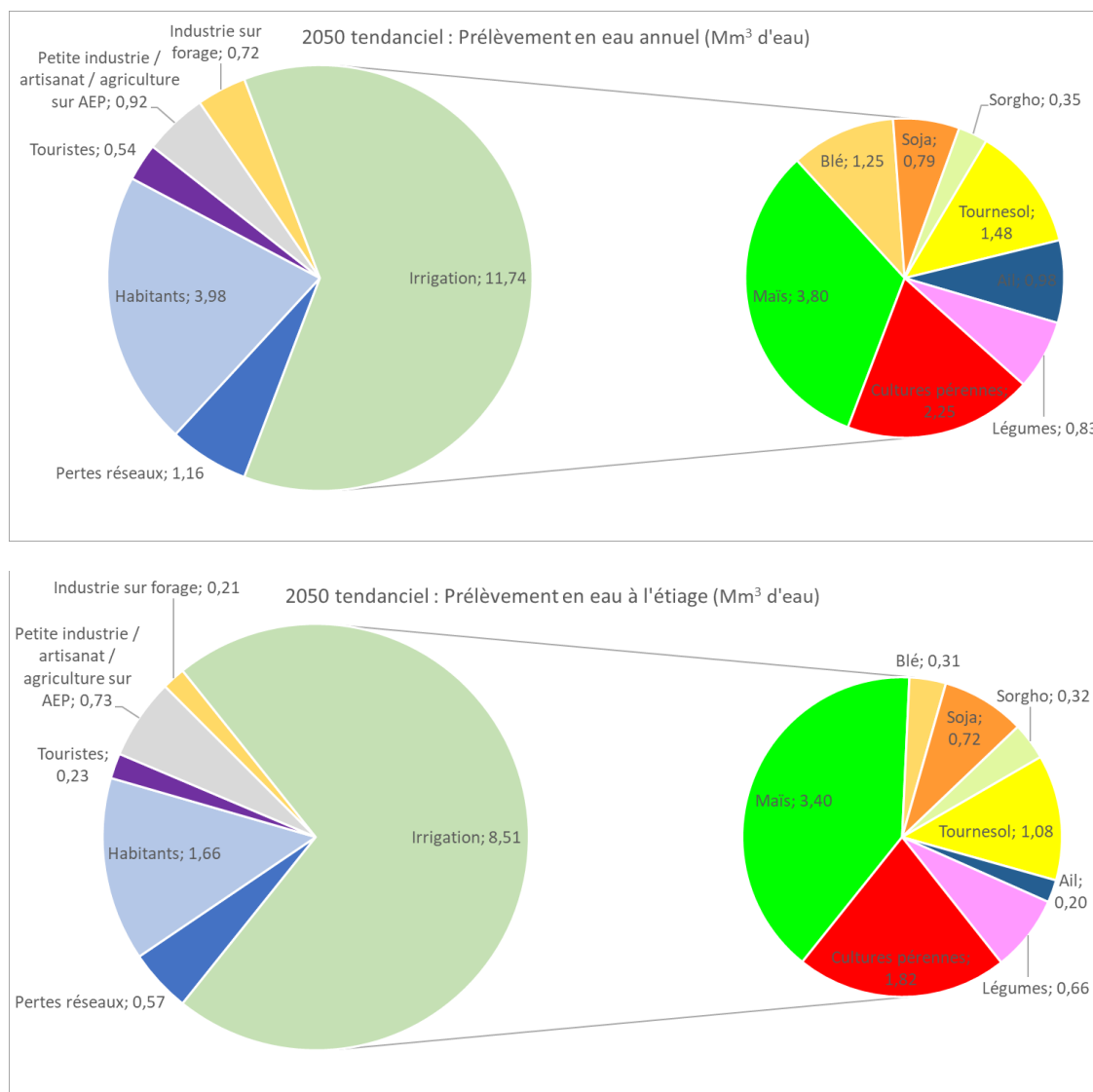
Les prélèvements en eau des industriels ont été conservés selon les niveaux actuels.

Les besoins en eau des plantes ont été augmentés de l'ordre de + 35% sur la base du travail réalisé dans le présent rapport, à défaut d'autre étude locale plus poussée et proposant un autre chiffre. Étant donné les difficultés de prévision de l'évolution de l'assolement (de plus en plus variable annuellement au regard de la variabilité des marchés et des contextes liés aux crises), nous avons pris le parti de prendre le même qu'en 2020. De même les pratiques d'irrigation et le pourcentage de SAU irrigués par type de culture ont été conservés tels qu'observés en 2020. Aucune tendance lourde ne se dégageait ces dernières années sur ces 2 facteurs. Le ratio besoin en eau des plantes – volumes prélevés pour l'irrigation a été appliqué selon le même ordre de grandeur que celui observé en 2020.

13.2 LES PRINCIPAUX RESULTATS

13.2.1 Prélèvements annuels

Les graphiques ci-dessous présentent l'évolution projetée à 2050 des prélèvements totaux en eau des différents usages (sur la nappe, en rivière, sur les stockages existants). A noter que l'ensemble des volumes présentés sont des **volumes théoriques** basés sur une projection des besoins et des prélèvements réalisés en conséquence.



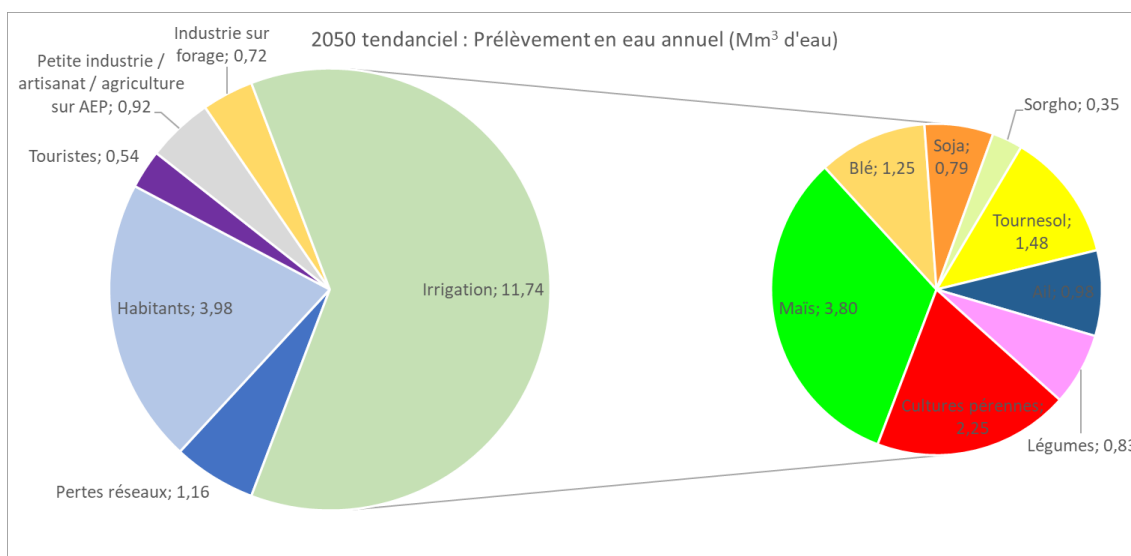
- **Figure 174 : Evolution des prélèvements des différents usages pour le scénario tendanciel à l'horizon 2050 annuel (en haut) et à l'été (en bas) (en Mm³ d'eau)**

En 2050, l'AEP (dont petit artisanat-petite agriculture) représentent 34 % des prélèvements annuels et l'agriculture 62%.

Les prélèvements sur les réseaux AEP passeraient de 5,20 Mm³ d'eau/an en 2020 à 6,60 Mm³ d'eau/an en 2050. C'est la consommation d'eau des habitants qui est la plus impactantes (+ 1 Mm³ d'eau). La

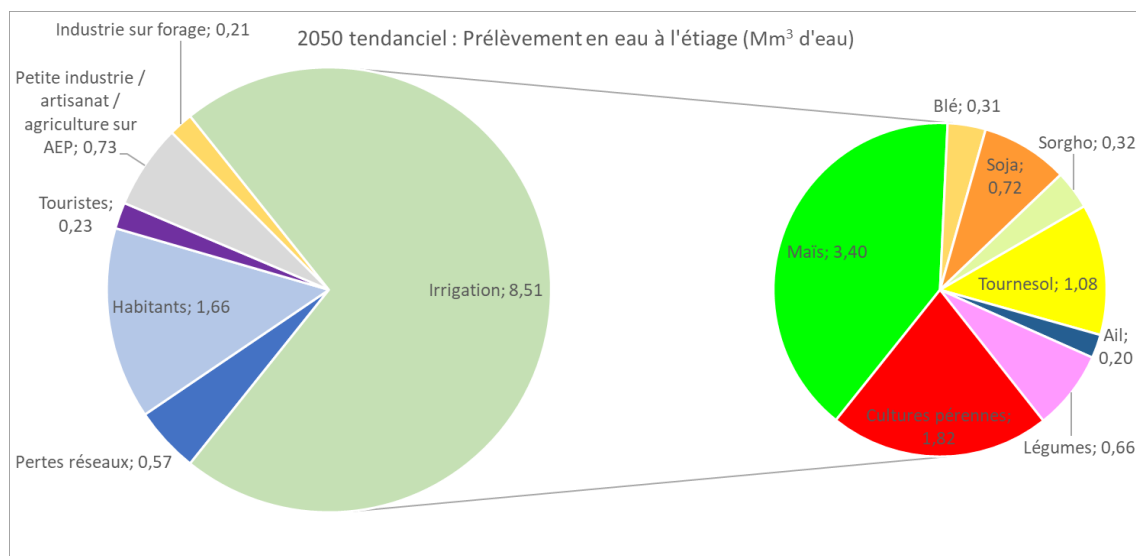
totalité de ces prélèvements se fait sur la nappe des alluvions de la Drôme. A l'été, ils passeraient de 2,6 Mm³ à 3,19 Mm³.

Les prélèvements totaux (sur nappe, eaux superficielle, stockage) pour l'irrigation passeraient de 7,6 Mm³ d'eau par an en 2020 à 11,7 Mm³ d'eau par an en 2050. Les plus gros volumes sont consommés par le maïs, les cultures pérennes (vergers), le tournesol et le blé. A noter que sur ces 11,7 Mm³ d'eau prélevés, 8,9 Mm³ le seraient sur les ressources superficielles, nappe des alluvions de la Drôme et 2,8 Mm³ le seraient sur d'autres ressources (**réserve des Juanons** (2006) alimentée par le canal de la Bourne à hauteur de 0,7 à 1,2 M m³ ; **adduction de l'eau du Rhône** (2023) de 1 à 1,5 M m³ et **l'extension de la réserve de Chauméane** (2023) pour 0,1 M m³ : soit un volume mobilisable compris entre **1,8 Mm³ et 2,8 Mm³**.

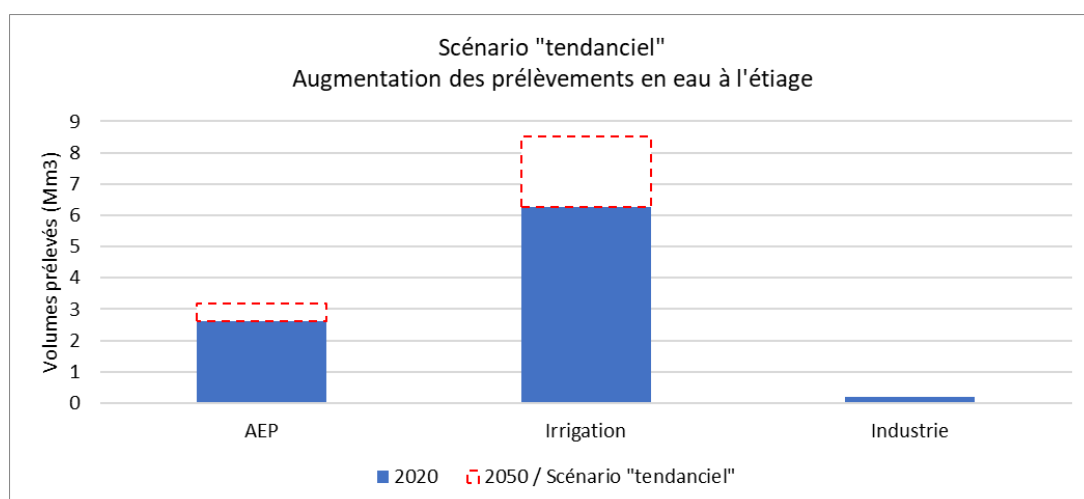


- **Figure 175 : Evolution des prélèvements annuels des différents usages pour le scénario tendanciel à l'horizon 2050 (en Mm³ d'eau)**

13.2.2 Prélèvements à l'été



- **Figure 176 : Evolution des prélèvements à l'été des différents usages pour le scénario tendanciel à l'horizon 2050 (en Mm³ d'eau)**



- **Figure 177 : Evolution des prélèvements totaux en eau à l'été dans le bassin de la Drôme à 2050 (en Mm³ d'eau)**

En 2050, à l'été, l'AEP (dont petit artisanat-petite agriculture) représentent 27 % des prélèvements et l'agriculture 71%. A l'été, le poids des prélèvements agricoles est donc renforcé.

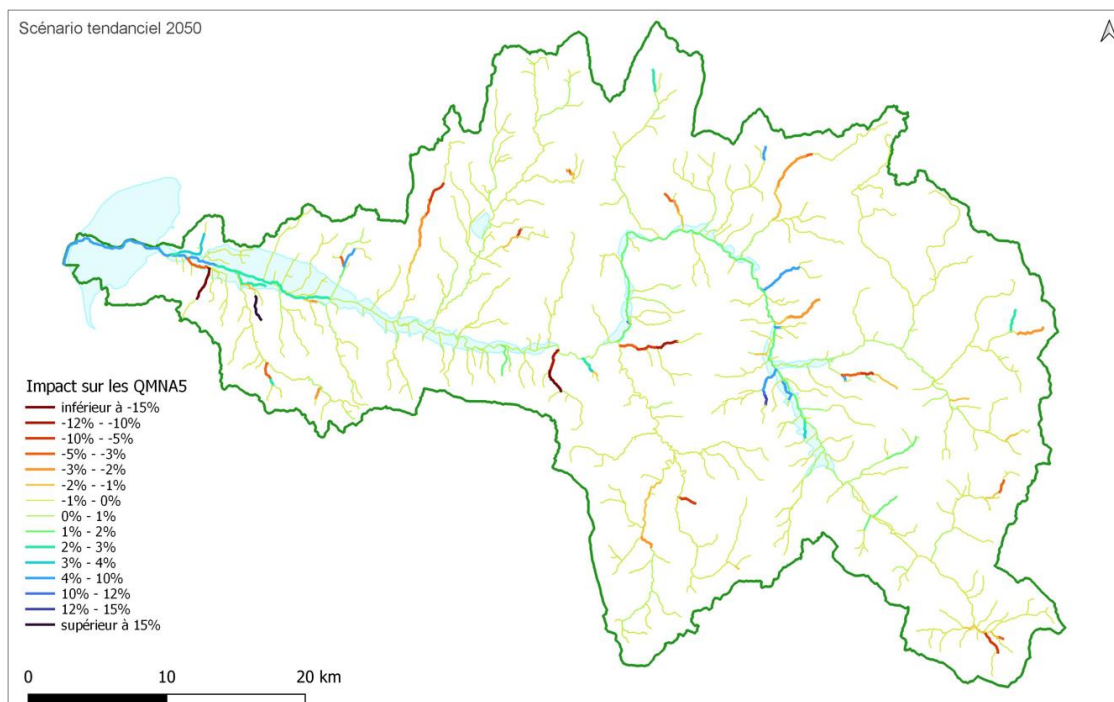
En 2050, à l'été, le poids du maïs dans les prélèvements pour l'irrigation puisqu'il représente théoriquement à l'été 28% de l'eau prélevée (contre 20% annuellement), de même pour les cultures pérennes (15% à l'été contre 12% annuellement).

13.2.3 Impacts sur l'hydrologie

L'ensemble des éléments décrits précédemment et qui interviennent au niveau des entités modélisées ont été intégrées au modèle : évolutions des prélèvements, ouvrages de substitutions...

La carte suivante donne les effets sur les QMNA₅ de ce scénario tendanciel par rapport à la situation projetée avec maintien des usages actuels. Sur la majorité du réseau hydrographique, les effets sont marginaux (inférieurs à 1%) mais on peut noter quelques biefs qui peuvent être impactés localement.

Le principal élément notable concerne la mise en œuvre de la substitution par les eaux du Rhône sur la Drôme aval. L'effet positif est visible sur tout le bras principal de la Drôme de Crest jusqu'à l'exutoire (jusqu'à +8% sur le QMNA₅).



- **Figure 178 : Impacts du scénario Tendanciel sur les QMNA₅ (source : modélisation COGERE)**

D'autres indicateurs hydrologiques ont été analysés en plus du QMNA₅ : le débit moyen d'étiage (juin – septembre) et le débit moyen du mois d'août. Ces indicateurs ont été extraits en deux points de calcul : à Saillans et à Livron (exutoire).

Comme pour la carte précédente, l'impact indiqué correspond à celui identifié pour le tendanciel par rapport à la situation projetée avec les usages actuels.

On remarque que les effets du scénario tendanciel n'ont qu'une incidence marginale sur les débits moyens d'étiage (de l'ordre de 1%).

Pour le débit moyen du mois d'août, on commence à déceler une hétérogénéité de la réponse du modèle entre l'amont et l'aval : à Saillans les effets du scénario tendanciel ne sont pas significatifs alors qu'à Livron on atteint +5% sur ce débit mensuel. Cet effet est principalement lié à la mise en œuvre de la substitution par les eaux du Rhône qui soulage la partie aval de la Drôme.

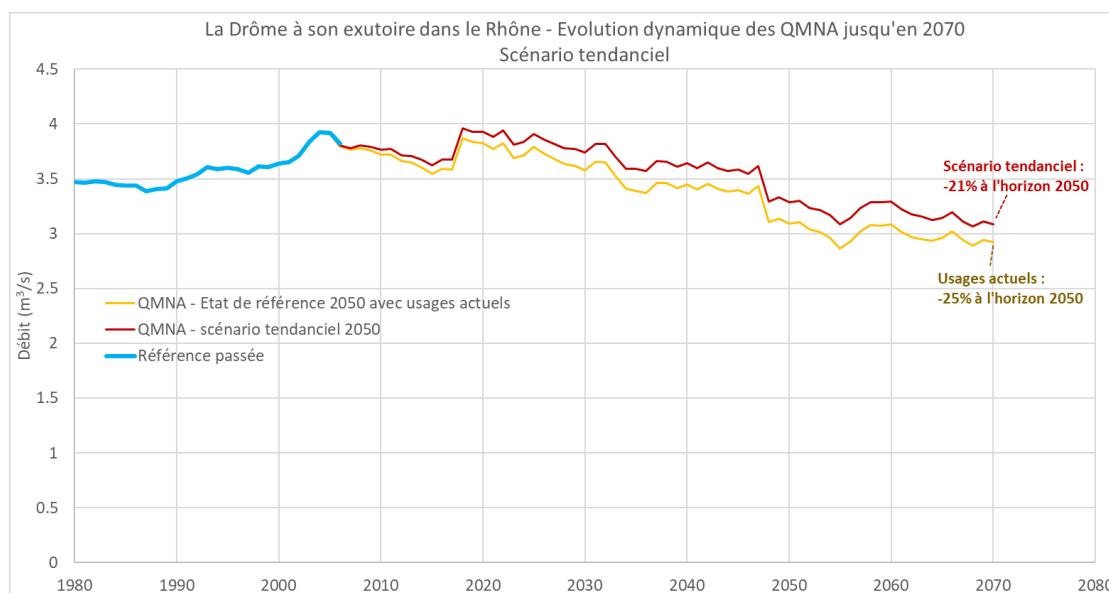
Enfin, comme évoqué précédemment, les effets sur le QMNA5 atteignent jusqu'à +8% au niveau de l'exutoire du bassin versant alors qu'ils sont marginaux sur le reste du territoire (hors effets ponctuels très localisés).

	Débit moyen d'étiage (juin – septembre)	Débit moyen du mois d'août	QMNA ₅
Saillans	<1%	<1%	<1%
Livron	+1%	+5%	+8%

- **Figure 179 : Impacts du scénario Tendanciel sur les indicateurs hydrologiques (source : modélisation COGERE)**

Le graphique suivant illustre l'évolution dynamique des QMNA (moyennes glissantes sur 30 ans) à Livron sur la période de référence puis pour les deux situations projetées : scénario tendanciel et situation avec usages actuels. Ces deux courbes s'écartent peu à peu et on atteint un écart de l'ordre de 4% entre ces deux situations.

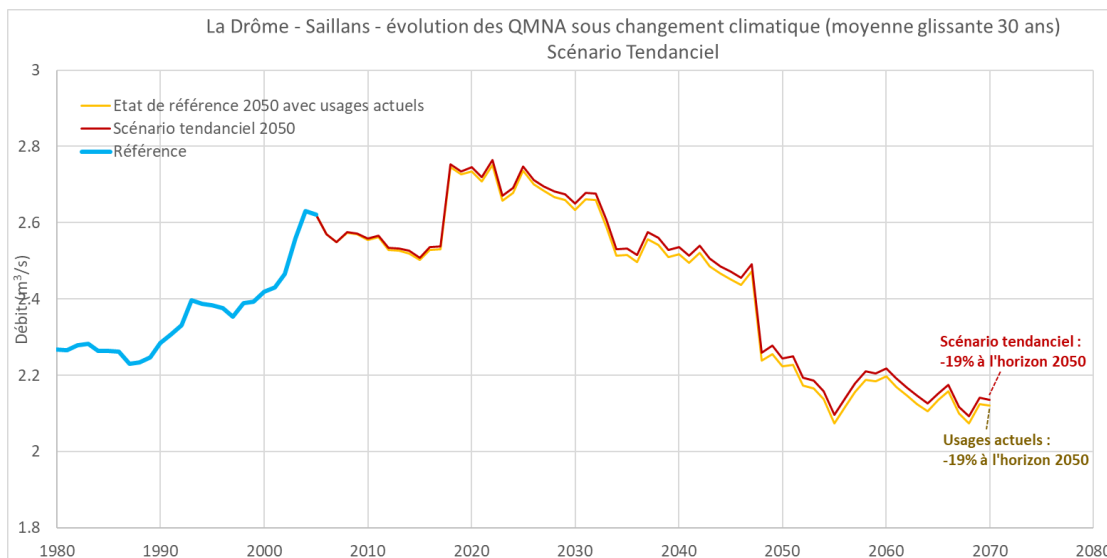
Par rapport à la période de référence, le QMNA à Livron pourrait diminuer de -21% à l'horizon 2050 dans le cadre du scénario tendanciel (à comparer aux -25 % de la projection du climat à 2050 mais avec les usages actuels).



- **Figure 180 : Impacts du scénario Tendanciel sur les QMNA à l'exutoire dans le Rhône (Livron) (source : modélisation COGERE)**

Le même graphique a été élaboré avec les résultats obtenus à Saillans : on constate que les courbes sont très proches, le scénario tendanciel ne se dégage pas suffisamment de l'état actuel projeté pour déceler des différences significatives sur l'amont du bassin versant (moins de 1% d'écart).

A l'horizon 2050 à Saillans, les résultats indiquent une diminution de débit de l'ordre de -19%.



- Figure 181 : Impacts du scénario Tendanciel sur les QMNA à Saillans (source : modélisation COGERE)

13.2.4 Impacts sur la qualité des eaux

La quantification de l'impact du scénario tendanciel sur la qualité des eaux est délicate dans le sens où l'on ne connaît pas comment va évoluer la qualité des rejets vers le milieu naturel. Or il s'agit d'une donnée indispensable pour effectuer le calcul.

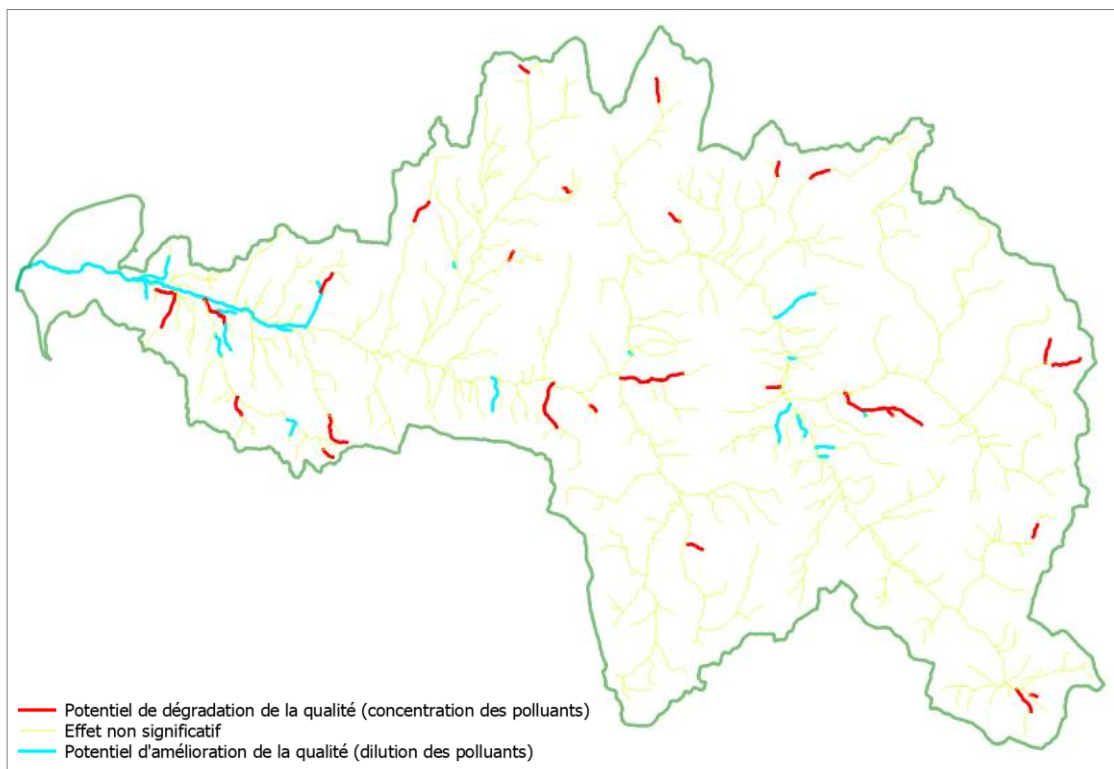
Compte tenu de l'impossibilité de présager de l'évolution des niveaux d'émission des pollutions, nous sommes contraints de raisonner à partir des phénomènes de dilution seuls, imposés par l'évolution de la quantité d'eau transitant dans le réseau hydrographique.

Puisqu'il manque la moitié des termes de l'équations, l'indicateur est donc qualitatif en fonction du **potentiel** de dégradation/d'augmentation de la qualité des eaux.

Les résultats suivent ainsi la même tendance que les débits : la majorité du réseau hydrographique n'est pas impactée de façon significative avec le scénario tendanciel par rapport à l'état projeté avec les usages actuels.

Ponctuellement, on peut noter des potentiels de dégradations ou d'amélioration de la qualité mais il s'agit de phénomènes très locaux.

Sur la partie aval, à partir de la mise en œuvre de la substitution par les eaux du Rhône, le potentiel d'amélioration de la qualité est plus élevé.



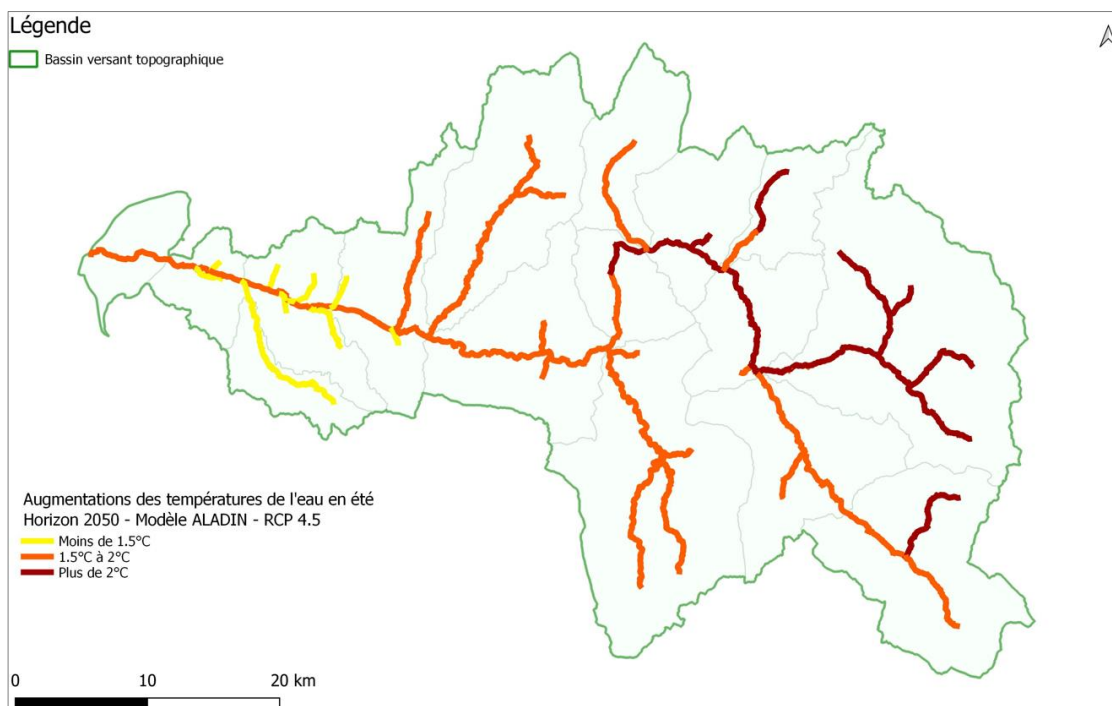
- **Figure 182 : Potentiel d'évolution de la qualité des eaux avec le scénario tendanciel (source : modélisation COGERE)**

13.2.5 Thermie

La variable thermie dans les biefs de cours d'eau est principalement pilotée par la température de l'air, c'est-à-dire à partir des données climatiques en entrée de modélisation. En conséquence, les éléments propres au scénario tendanciel ne sont pas de nature à modifier, dans le modèle, le comportement de la température de l'eau.

Des améliorations du code de calcul sont en cours pour tenir compte d'autres variables (ex : rejets plus frais à partir d'une source ou plus chauds à partir d'une STEP) mais actuellement les résultats sont identiques entre le scénario tendanciel et l'état projeté avec usages actuels.

On retrouve donc la carte de diagnostic thermique à l'horizon 2050 avec certains sous bassins versants plus sensibles que d'autres aux augmentations de température, notamment sur les secteurs amont du bassin versant. Sur la majorité du bassin versant les augmentations de températures sont de l'ordre de +1.5°C à +2°C.



- **Figure 183 : Augmentations de températures en été à l'horizon 2050 avec le scénario tendanciel (source : modélisation COGERE)**

13.2.6 Conclusions

Les résultats de modélisation du scénario tendanciel ont permis d'obtenir des éléments quantifiés au sujet de l'impact des usages (et leurs évolutions) à l'horizon 2050.

Le principal élément qui se dégage concerne la substitution par les eaux du Rhône sur la partie aval de la Drôme. Cette substitution est bénéfique car elle permet de limiter la pression exercée par l'homme sur la rivière à l'étiage mais celle-ci ne concerne qu'un secteur limité sur le bassin versant.

Cela dit, malgré les volumes importants mis en jeu dans le scénario tendanciel (le projet de substitution par les eaux du Rhône représente à lui seul 1.5 millions de mètres cubes d'eau), les forçages climatiques projetés conduiront à une forte diminution des débits à l'étiage.

En conséquence, la thermie et la qualité des cours d'eau en général risque de se dégrader de façon importante.

13.3 INDICATEURS DE VULNERABILITE

Les indicateurs de vulnérabilité présenté ci-après traduisent la vulnérabilité des activités des sous-bassins versant de la Drôme aux changements climatiques. Cette vulnérabilité est la traduction du croisement entre un indicateur hydroclimatique (exprimant la sensibilité) avec un indicateur socio-

économique pertinent (exprimant l'exposition). Le travail a été fait pour les activités eau-dépendantes (Eau potable, irrigation, tourisme en lien avec l'eau).

13.3.1 Eau potable

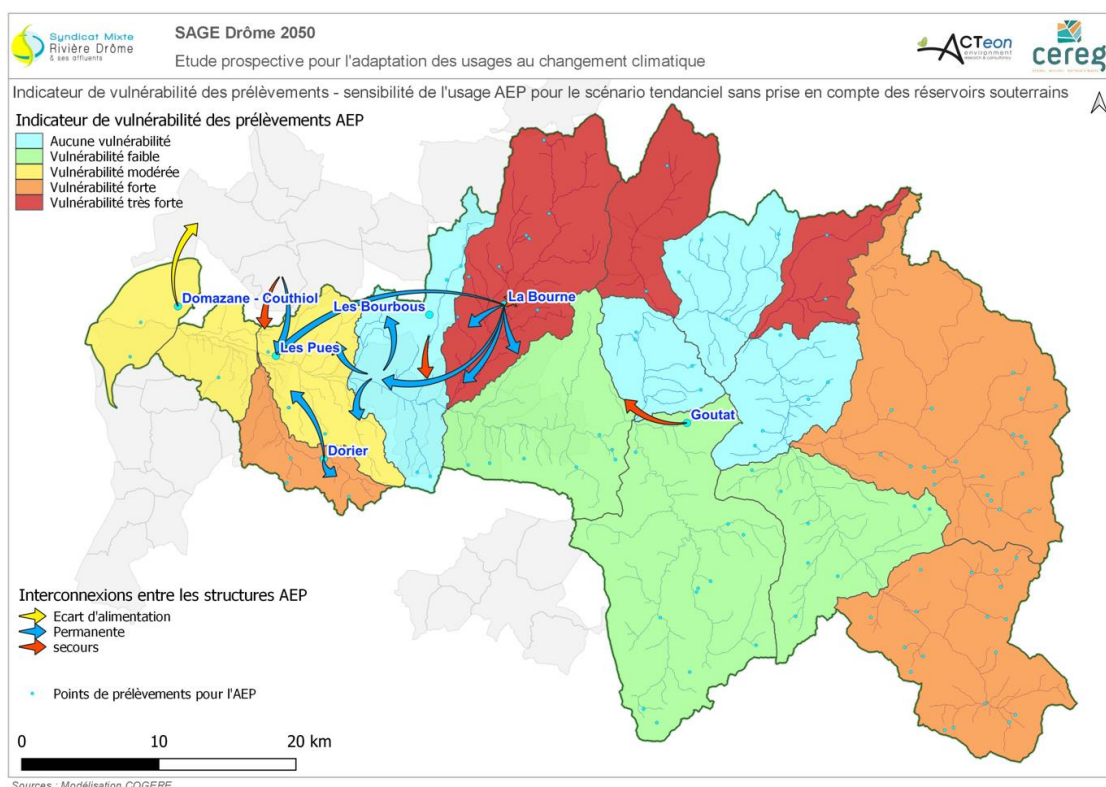
La carte suivante synthétise la vulnérabilité des sous bassins versants vis-à-vis de l'usage eau potable. Cet indicateur se base principalement sur les résultats de modélisation en analysant le ratio « volume prélevé pour l'AEP en 2050 » / « Débit à l'étiage en 2050 ». Plus les volumes prélevés sont élevés plus la vulnérabilité augmente et à l'inverse plus les débits diminuent plus la vulnérabilité augmente.

La Sure et le Meyrosse sont identifiés comme des sous-bassins versant très fortement vulnérables, principalement en raison des faibles débits à l'étiage en 2050.

La Grenette, le Bès et la Drôme amont sont également fortement vulnérables en lien avec la faible hydrologie de ces sous bassins et les nombreux points de prélèvements pour l'eau potable.

La plaine aval de la Drôme apparaît comme modérément vulnérable malgré les importants prélèvements AEP effectués dans la nappe alluviale (forage des Pues, forage de la Gare...). Ceux-ci se produisent aussi sur la partie terminale du bassin versant où les apports d'eau actuels (qui perdureront en 2050) permettent de soutenir ce fonctionnement, ce qui est moins le cas sur les secteurs amont.

Pour les autres secteurs (la Roanne et l'axe Drôme en général), l'hydrologie à 2050 est suffisante pour des prélèvements AEP 2050 qui resteront très modérés, ils sont donc classés comme faiblement vulnérables.



La principale limite de cet indicateur provient de la difficulté du modèle à prendre en compte les réservoirs souterrains (compartiments hydrogéologiques), en particulier sur la Gervanne identifiée en vulnérabilité très forte alors que ses karsts semblent constituer un stock stratégique pour l'eau potable.

13.3.2 Agricole

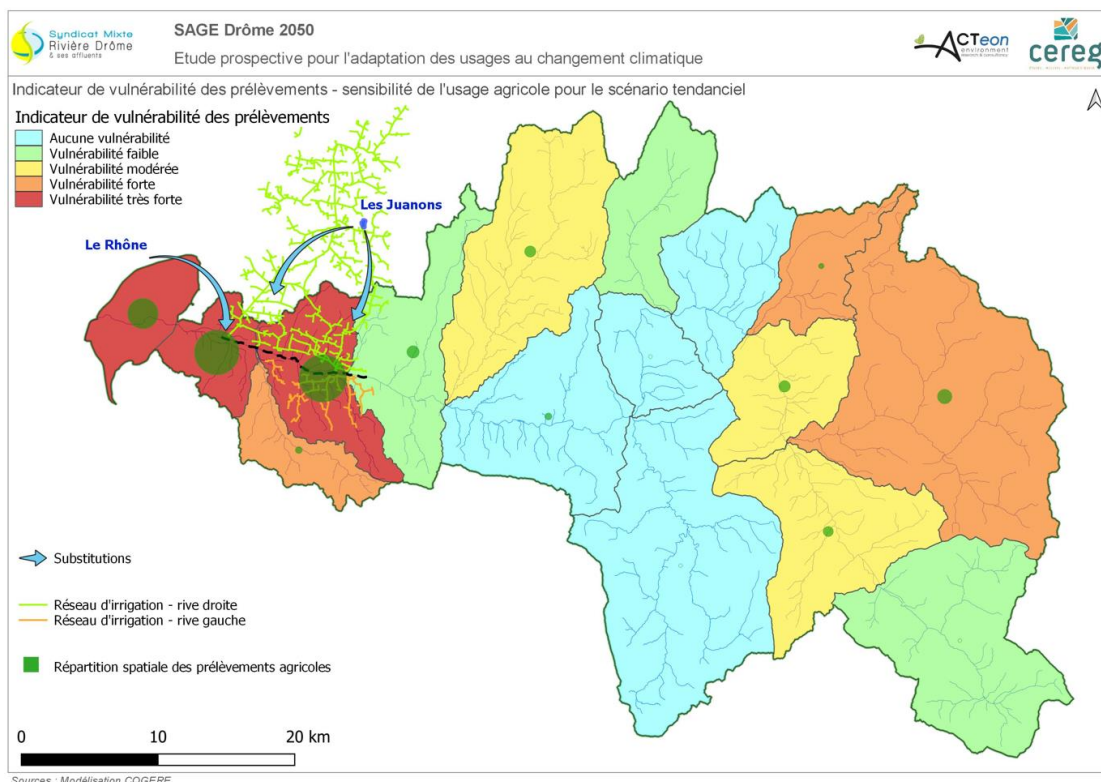
La carte suivante synthétise la vulnérabilité des sous bassins versants vis-à-vis de l'usage d'irrigation agricole. Cet indicateur se base principalement sur les résultats de modélisation en analysant le ratio « volume prélevé pour l'irrigation à 2050 » / « Débit à l'étiage à 2050 ».

Pour rappel à 2050, l'assolement et les pourcentages de SAU irrigués par culture ne changent pas par rapport à 2020. En revanche les besoins en eau des cultures sont augmentés (+ 35% en moyenne). Les activités agricoles nécessitant irrigation se trouvent essentiellement sur la plaine aval de la Drôme où les sous bassins sont alors classés comme très fortement vulnérables. Les aménagements en place en 2020 et qui perdureront en 2050 comme les substitutions alimentant les réseaux d'irrigation ne seront pas suffisants pour limiter la vulnérabilité.

Quelques affluents sont également qualifiés de fortement vulnérables (la Grenette, le Meyrosse et le Bès), en lien avec la faible hydrologie de ces sous bassins et une petite activité agricole.

La Gervanne et l'axe Drôme entre Luc-en-Diois et Die apparaissent comme modérément vulnérables : volumes prélevés raisonnables pour une hydrologie convenable).

Les autres secteurs, quasiment pas concernés par les activités agricoles, ne présentent qu'une vulnérabilité faible ou nulle.



13.3.3 Tourisme

La carte suivante synthétise la vulnérabilité des sous bassins versants vis-à-vis des activités touristiques en lien avec les cours d'eau. Cet indicateur se base sur un croisement entre les résultats de modélisation et les niveaux de fréquentation touristiques (assimilés ici à la capacité d'accueil des campings au bord de l'eau en 2050 sous l'hypothèse d'une croissance également répartie entre les campings et une répartition des campings similaire à celle de 2020).

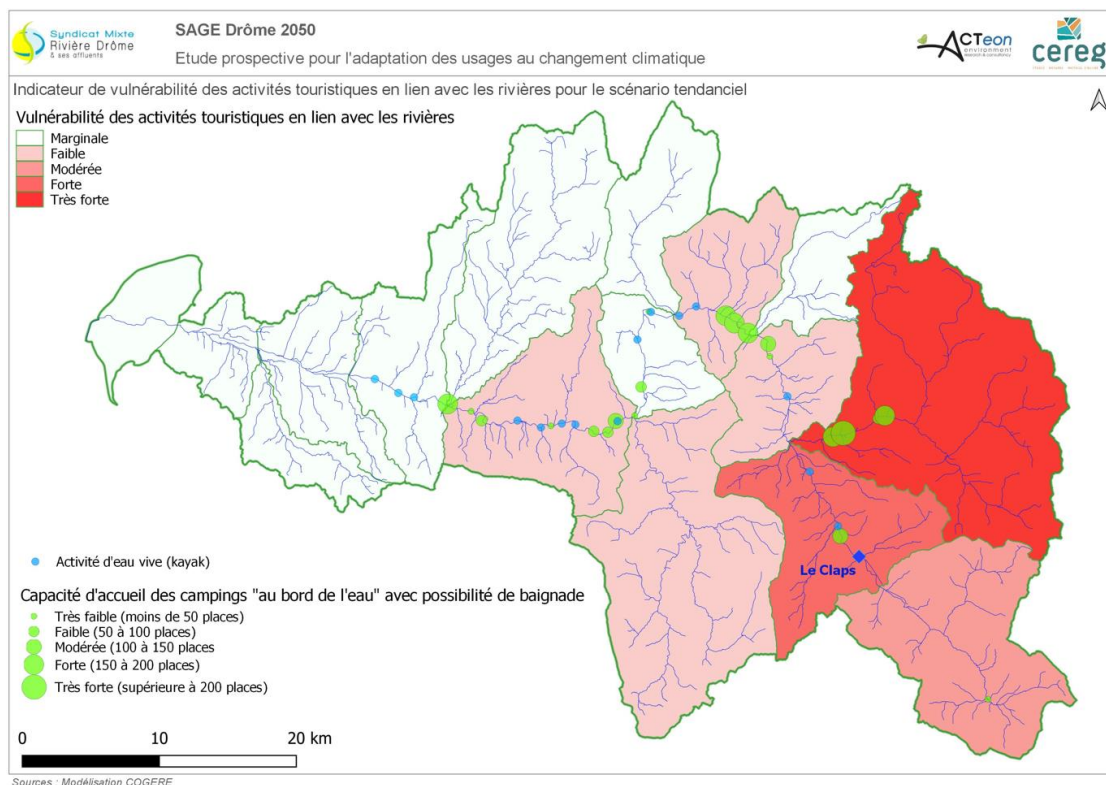
Le Bès ressort comme le sous bassin le plus vulnérable au regard des activités touristiques : les diminutions de débit attendues et la présence de plusieurs campings disposant d'une forte capacité d'accueil au bord de l'eau conduisent à ce résultat.

Sur l'axe Drôme, le secteur entre Beaumont-en-Diois et la confluence avec le Bès est également identifié comme fortement vulnérable du fait d'une hydrologie relativement faible et de la présence d'un camping avec une capacité d'accueil notable.

Sur les autres secteurs, la vulnérabilité de l'activité touristique est modérée (la Drôme à l'amont de Beaumont en Diois) ou faible (Roanne, le Drôme entre la confluence avec la Roanne et la confluence avec la Gervanne, la Drôme entre la confluence avec le Bès et la confluence avec la Sure).

Sur la plaine aval de la Drôme, principalement agricole, les activités touristiques « bord de l'eau » ne seront pas vulnérables car elles sont très peu présentes en 2020 et donc nous faisons l'hypothèse qu'il en sera de même en 2050.

De même, certains affluents ne présentent qu'une vulnérabilité marginale en raison du faible niveau d'équipement touristique actuel et à venir (la Gervanne, la Sure, le Meyrosse).

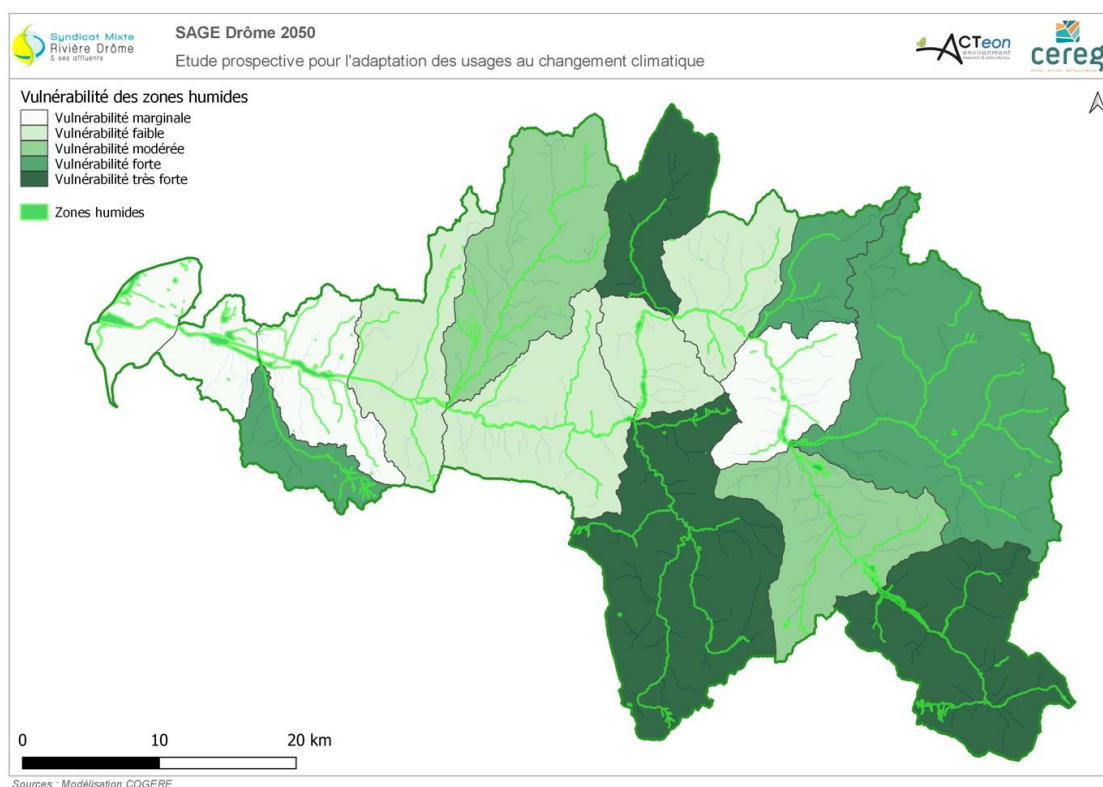


13.3.4 Zones humides

La carte suivante synthétise la vulnérabilité des sous bassins versants vis-à-vis des zones humides (inféodées aux cours d'eau). Cet indicateur se base sur un croisement entre les résultats de modélisation (QMNA₅) et la couverture spatiale des zones humides (hectares). A 2050, nous faisons l'hypothèse que tendanciellement, les surfaces en zones humides restent similaires et réparties de la même façon qu'en 2020.

On remarque que ce sont surtout les affluents qui présentent une forte vulnérabilité (la Roanne, la Sure mais aussi le Meyrosse, le Bès et la Grenette). Cela s'explique par la forte ramification du réseau de zones humides sur les affluents et les faibles débits d'étiage.

Sur l'axe Drôme on remarque l'effet inverse : faible emprise des zones humides pour des débits d'étiage plus élevés que sur les petits affluents, d'où une vulnérabilité faible voire marginale.



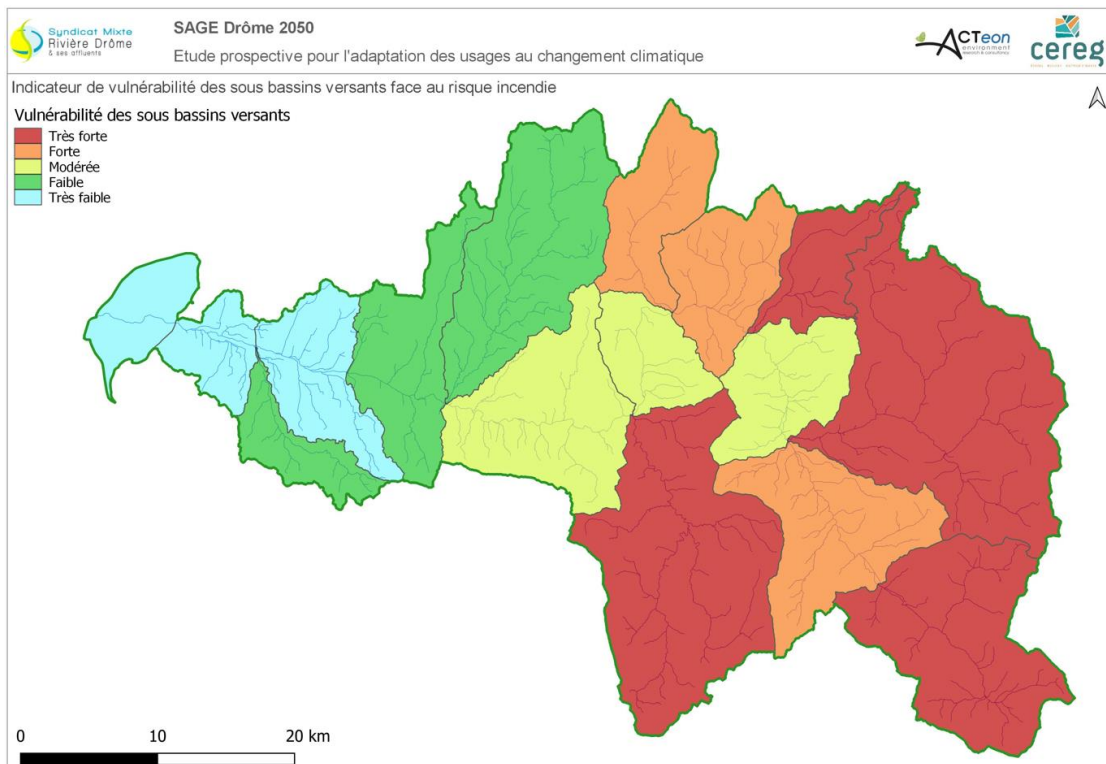
13.3.5 Risque incendie

La carte suivante synthétise la vulnérabilité des sous bassins versants face au risque d'incendie. Cet indicateur se base sur un croisement entre les bilans hydriques projetés en 2050 (Pluie – ETP) et la couverture forestière. Nous faisons l'hypothèse qu'en 2050, les surfaces en forêt restent équivalentes et réparties de la même façon qu'en 2020.

Cet indicateur montre que les massifs forestiers présents sur les secteurs amont sont particulièrement vulnérables : la Roanne, le Meyrosse, le Bès et la Drôme amont présentent une vulnérabilité très forte.

Il semble y avoir un gradient amont-aval sur cet indicateur car les secteurs de la partie aval du bassin versant ne sont pas concernés : la Drôme à l'aval de Saillans ainsi que la Grenette et la Gervanne ne sont que faiblement, voire très faiblement vulnérables au risque incendie.

Les secteurs intermédiaires présentent une vulnérabilité modérée (axe Drôme principalement) à forte (la Sure et l'axe Drôme).



14 CONCLUSIONS

Le changement climatique augmentera significativement la tension sur les ressources en eau dans le bassin de la Drôme, dans la continuité des évolutions que connaît le bassin depuis plusieurs années, illustrée par la situation dramatique qu'a connu le bassin en 2022. Cette évolution impactera tout autant les milieux – cours d'eau et zones humides inféodées – que les usages de l'eau du bassin, en particulier l'agriculture (irriguée) et les activités récréatives liées à l'eau. Même si de nombreuses incertitudes subsistent, le bassin versant devrait connaître également une augmentation des risques liés aux événements extrêmes, telles les inondations ou les incendies, dont les impacts sur le développement et l'attractivité du territoire restent difficiles à estimer aujourd'hui.

En réponse aux événements climatiques extrêmes qui ont déjà affecté le territoire, aux évolutions des demandes en eau des principaux usagers et aux demandes pour améliorer l'état et le fonctionnement des milieux aquatiques, différentes initiatives ont été menées depuis plusieurs années y compris pour limiter les prélèvements en eau de la rivière Drôme. Même si ces initiatives pourraient représenter des réponses proportionnées au regard du déséquilibre quantitatif et de l'état de dégradation des cours d'eau du bassin, elles ne permettront aucunement de compenser le déséquilibre quantitatif supplémentaire résultant du changement climatique à l'horizon 2050. Des efforts supplémentaires, du même ordre de grandeur que l'ensemble des efforts menés par les différents usages de l'eau depuis deux décennies, sont nécessaires aujourd'hui pour répondre aux impacts à venir du changement climatique.

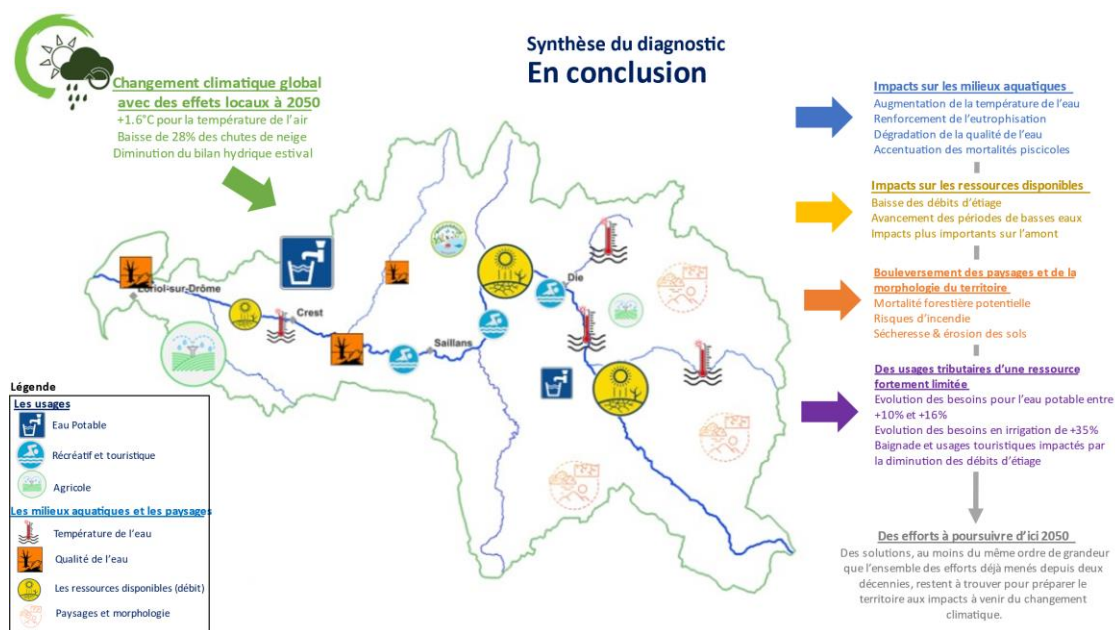


Figure 184 : synthèse illustrée du diagnostic

Elaborer (collectivement) des solutions pour réduire les vulnérabilités de l'hydro-socio-système du bassin de la Drôme au changement climatique demandera de prendre en compte les forces (Atouts) et faiblesses actuelles du territoire, tout en saisissant des opportunités nouvelles et prenant en compte des menaces auxquelles les acteurs du territoire seront confrontés.

Quelles forces (atouts) du territoire pour répondre à l'enjeu de réchauffement climatique ?

- **Un territoire diversifié et un patrimoine naturel important** : le bassin de la Drôme est un territoire diversifié à la fois par son cadre de vie et par ses différents secteurs d'activités. Il est caractérisé par une diversité de paysages et une biodiversité exceptionnelle qui contribuent à son attractivité pour la population permanente et pour les populations touristiques, une attractivité qui serait peu affectée par les effets du changement climatique. L'agriculture y est également très diversifiée que ce soit en ce qui concerne ses productions et spécialisations (avec une différence marquée entre les secteurs amont et aval du bassin) ou la diversité des ressources en eau prélevées pour l'irrigation (rivière, nappe, canaux, réserve de substitution, ouvrage de transfert) pouvant faciliter l'adaptation du secteur agricole au changement climatique ;
- **Une expérience de gestion collective de l'eau qui répond aux situations de crise** : les acteurs du territoire bénéficient d'une longue expérience de gestion collective tels que l'illustrent l'adoption du premier Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SAGE) de la Drôme (1995) une première fois révisé en 2013, la définition de volumes prélevables (2012) et l'adoption par la Commission Locale de l'Eau du Plan de Gestion de la Ressource en Eau (PGRE) de la rivière Drôme (2015). Collectivement, les acteurs ont su faire face à des épisodes de crises via les instances de la CLE, les comités sécheresses et la mise en application de mesures de gestion collective de restriction des prélèvements (application de l'arrêté cadre) ;
- **Des réponses et adaptations déjà mises en œuvre à différentes échelles et par différents secteurs** : des adaptations des pratiques et stratégies des acteurs de l'eau et des territoires sont déjà mises en œuvre, que ce soit dans le cadre de contrats territoriaux de gestion de l'eau, de stratégies d'aménagement du territoire ou d'initiatives « climat ». Le PGRE, en particulier, instaure des objectifs d'économie d'eau pour l'usage agricole : 1/programme de substitution des prélèvements à l'étiage, 2/incitation aux économies d'eau par le matériel innovant, le choix des assolements et des variétés de culture, le pilotage de l'irrigation (sondes capacitatives, tensiomètres, température des sols). Pour l'usage AEP, les acteurs multiplient les programmes de communication et les actions d'incitation aux économies d'eau notamment au travers de bulletin d'information ou la distribution de kits hydro-économies. L'obligation d'installation de compteur d'eau pour les collectivités qui déclaraient encore leur consommation au forfait et les travaux d'optimisation de rendement de réseau ont permis des économies d'eau importantes (de près de 330 000 m³/an) qui restent cependant inférieures à l'augmentation des besoins que connaît le territoire depuis plusieurs années. Les professionnels du secteur « sport de nature » et plus particulièrement ceux avec une activité liée à l'eau, ont également déjà diversifiés et développés d'autres activités pour faire face au manque d'eau chronique ;

Quelles faiblesses du territoire pour répondre à l'enjeu de réchauffement climatique ?

- **Un développement fortement eau-dépendant** : l'agriculture et l'industrie ont développé des stratégies et systèmes fortement dépendant de l'accès aux ressources en eau. Cette forte dépendance à l'eau rend ces systèmes, et le développement socio-économique du territoire dans son ensemble, plus vulnérables aux réductions des ressources en eau disponibles qui résulteront du changement climatique ;
- **Une capacité d'anticipation limitée illustrée par des solutions de réduction des tensions déjà insuffisantes** : bien que de nombreuses actions territoriales aient été mises en œuvre, via les contrats territoriaux de gestion de l'eau notamment les documents contractuels d'encadrement des prélèvements d'irrigation (arrêté cadre) ou les projets de substitution, les épisodes de franchissement des objectifs environnementaux de seuils de débit sont récurrents

depuis les dernières années. Des mesures de gestion collective des prélèvements d'irrigation semblent être instaurées trop tardivement dans la saison pour permettre de préserver les objectifs de seuils fixés. Globalement, alors que la réalité du changement climatique n'est plus remise en question depuis plusieurs années, les efforts menés sur le territoire pour réduire les tensions sur la ressource n'ont permis de résoudre que partiellement les problèmes déjà existants sans être en capacité de prendre en compte d'un changement lointain mais déjà jugé considéré comme inéluctable ;

- **Une gouvernance qui peine à appliquer les règles (p.e. débits seuils fixés) en situation de crise** : les outils de gouvernance et de cadrage sont en place pour anticiper, gérer et éviter les situations de crise : le SAGE Drôme et la Commission Locale de l'Eau, l'arrêté cadre de gestion des prélèvements pour l'irrigation et les comités sécheresses, le classement du bassin en ZRE et la notification de volumes prélevables globaux par le préfet. Cependant, leur mise en œuvre n'est pas optimale du fait de la mise en place fréquente de dérogations. Le document de SAGE n'a pas intégré les seuils environnementaux existants comme objectifs à atteindre, ce qui ne leur confère pas de valeur réglementaire et restreint le champ des actions possibles pour les atteindre. Malgré la définition de volumes prélevables et l'adoption du PGRE en 2015, les volumes prélevables ne sont pas atteints aujourd'hui y compris de par les délais très long nécessaires à la mise en œuvre opérationnelle de programmes d'aménagement de substitution ou de transfert de la ressource en eau. L'arrêté cadre de gestion des prélèvements d'irrigation qui fixe les limitations de prélèvements en cas des franchissements des seuils de débit fait également l'objet de fréquentes dérogations ;
- **Des solutions fortement énergivores** : Certaines solutions proposées pour substituer les prélèvements en eau de la rivière Drôme font appel à des installations de pompage qui consomment de l'énergie. Dans un contexte de crise énergétique liée en particulier à la guerre en Ukraine, l'augmentation importante des coûts de l'énergie questionne la viabilité financière (et climatique – au regard de la nécessaire atténuation des émissions de gaz à effets de serre) de ces solutions.

Quelles opportunités à saisir pour répondre à l'enjeu de réchauffement climatique ?

- **Un territoire qui conservera une attractivité relative forte (tourisme) à l'horizon 2050** : le diagnostic le démontre : bien que les activités récréatives liées à l'usage de l'eau (canoë-kayak) et que les réservations dans les campings (généralement en bordure de rivière) aient connu une forte diminution estivale en 2022, compte tenu des conditions climatiques, le développement du tourisme en général, à l'échelle du bassin versant, semble peu affecté par l'évolution climatique (possibilités d'activités « nature » diversifiées, des intersaisons qui devraient « gagner du tourisme, dégradation en parallèle des conditions climatiques de territoires voisins ou proposant une offre de services et d'activités identiques, etc.).
- **Une infrastructure de l'eau (stockage, réseaux) déjà bien développée** : le territoire a su développer des infrastructures de transfert et de stockage d'eau hivernale pour pallier les restrictions de prélèvements à l'étiage en diversifiant le type d'infrastructure et de ressources mobilisées : le territoire bénéficie d'une réserve de substitution, d'ouvrages de transfert depuis le Rhône et de canaux gravitaires d'irrigation à l'amont ;
- **Une expérience acquise source d'inspiration pour la stratégie d'adaptation à venir (nous l'avons testé)** : les acteurs du territoire bénéficient d'une forte expérience de la concertation, acquise dans les différents cadres de gestion de la ressource en eau : les commissions locales de l'eau, qui œuvrent déjà depuis 2 SAGE(s) et les comités sécheresses, et dans les différents comités de pilotage et comités techniques des différents contrats de territoire (PGRE, SCoT,

etc.). Ils pourront ainsi mobiliser pleinement leur intelligence collective pour proposer une stratégie d'adaptation lors de la phase3. Ils bénéficient également d'expériences d'adaptation au changement climatique, souvent mises en œuvre localement à petite échelle, qui pourront servir de source d'inspiration pour l'élaboration de la future stratégie d'adaptation au changement climatique du territoire et de son programme d'actions.

Quelles menaces auxquelles les acteurs du territoire seront confrontés pour répondre à l'enjeu de réchauffement climatique ?

- **Une forte dégradation du bilan hydrique et des écosystèmes aquatiques à l'horizon 2050** : en particulier :
 - Une augmentation des températures de +1.6°C en moyenne annuelle, soit +18% ;
 - Des chutes de neige moins probables et de plus en plus faibles (-28%) ;
 - Une faible évolution des débits moyens annuels de la Drôme mais une forte diminution des débits en été de juin à septembre (-20% sur l'axe Drôme et jusqu'à -30% sur certains affluents) ;
 - Des étiages plus intenses et des périodes de basses eaux plus précoces ;
 - Une aggravation des risques d'assecs ;
 - Une tendance à l'augmentation des débits de crue sur l'ensemble du bassin versant (en intensité plutôt qu'en fréquence) ;
 - L'augmentation de +2°C de la température de l'eau à l'horizon 2050 diminuera la capacité auto-épuratoire des cours d'eau et pourra avoir des conséquences importantes sur la survie d'espèces piscicoles ;
 - La baisse des débits, l'augmentation des assecs et la dégradation de la qualité physico-chimiques, mettront à risque les zones humides du bassin inféodées au cours d'eau ;

Le changement climatique impactera également les ressources en eau des territoires voisins, y compris les ressources en eau du Rhône déjà mobilisées sur le bassin de la Drôme qui ne sont pas une « ressource infinie » que chacun pourra mobiliser et utiliser à sa guise.

- **Un contexte économique incertain – traduit par la forte augmentation du prix de l'énergie** : l'inflation, la rareté croissante de certains matériaux et l'augmentation du coût de l'énergie pénalisent tous les secteurs d'activités du bassin et rendent l'avenir incertain. C'est le cas notamment de la production de certaines cultures irriguées ou la question se pose aujourd'hui de la rentabilité de ces cultures compte tenu de la hausse du coût de l'énergie nécessaire à l'approvisionnement de l'eau. Les industriels classés dans la catégorie des gros consommateurs sont également concernés : les entreprises agroalimentaire, les abattoirs, les carrières, le secteur de la construction et du bâtiment, la fabrication de médicaments et les coopératives fruitières. Couplé à l'augmentation des mesures de restriction d'eau pour les entreprises classées ICPE, ces secteurs économiques peuvent voir leur rentabilité à moyen-long terme mise à mal ;
- **Un soutien financier public en forte réduction et incertain** : la tendance est à la rigueur budgétaire, à tous les échelons, européens, nationaux et locaux (bassins, régions, départements) ce qui entraîne une réduction des ressources financières disponibles et des durcissements dans les règles d'éligibilités aux financements pour les programmes d'économie d'eau. L'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, par exemple, s'interroge sur l'éligibilité du financement des ouvrages de stockage ou de transfert d'eau en fonction de la durabilité financière de ces ouvrages. L'incertitude sur les financements publics peut limiter les opportunités à saisir pour répondre aux ambitions du territoire dans sa stratégie d'adaptation au changement climatique et son futur programme d'actions.

Les éléments présentés ci-dessus sont synthétisés dans le diagramme ci-dessous :

<u>Forces (atouts)</u>	<u>Faiblesses</u>
· Un territoire diversifié. · Une expérience de gestion collective de l'eau ayant fait ses preuves et qui répond aux situations de crise. · Un patrimoine naturel important – à conserver. · Des réponses et adaptations déjà mises en œuvre à différentes échelles et par différents secteurs.	· Un développement fortement eau-dépendant. · Une capacité d'anticipation limitée illustrée par des solutions de réduction des tensions déjà insuffisantes. · Une gouvernance qui peine à appliquer les règles (p.e. débits seuils fixés) en situation de crise. · Certaines solutions fortement énergivores.
· Un territoire qui conservera une attractivité relative forte (tourisme) à l'horizon 2050. · Une infrastructure de l'eau (stockage, réseaux) déjà bien développée. · Une expérience acquise source d'inspiration pour la stratégie d'adaptation à venir (nous l'avons testé).	· Une forte dégradation du bilan hydrique et des écosystèmes aquatiques à l'horizon 2050. · Un contexte économique incertain – traduit par la forte augmentation du prix de l'énergie. · Un soutien financier public en forte réduction et incertain.
<u>Opportunités</u>	<u>Menaces</u>

Figure 185 : Analyse AFOM du diagnostic du bassin de la Drôme au changement climatique

15 ANNEXES

15.1 ANNEXE 1 : LES INDICATEURS DE SUIVI

Au cours du processus de concertation de la phase 2, diagnostic de sensibilité du territoire, les acteurs du comité de pilotage ont été interrogés sur les indicateurs de suivi de l'évolution du territoire en contexte de changement climatique, lors du COPIL n°3. Ces indicateurs sont d'ordre qualitatif ou quantitatif, ils permettent à la fois de traduire l'évolution rétrospective du territoire constatée sur les 10 dernières années et de suivre la trajectoire du territoire en analyse prospective. Les acteurs ont été interrogés pour définir de tels indicateurs qui faisaient sens pour eux sur le bassin. Il a été indiqué aux acteurs que l'idéal était de trouver des indicateurs déjà utilisés par les différents observatoires sur l'eau et les milieux aquatiques (SAGE, contrats de rivière, syndicat d'eau, etc.). D'autre part il a été demandé des indicateurs facilement quantifiables, plus simples à évaluer en trajectoire prospective après l'analyse des scénarios, pouvant illustrer directement l'évolution du territoire. Les personnes concertées avaient aussi la possibilité de proposer des indicateurs spécifiques à développer dans le cadre de la mise en œuvre future du SAGE DROME 2050.

L'exercice s'est déroulé en 2 temps, les acteurs ont d'abord inscrits sur une carte, les enjeux et impacts qu'ils avaient observés, vécus au cours de l'été 2022. A partir de cette carte d'enjeux et d'impacts, ils ont défini les indicateurs qui permettraient de les suivre de manière prospective, en contexte de changement climatique. La consigne était la suivante : « **A partir des enjeux, impacts observés cet été sur le milieu naturel et dans les secteurs d'activités, quels indicateurs de suivi associer à l'étude pour caractériser l'évolution en contexte de changement climatique ?** »

Les indicateurs produits par le COPIL ont été classés par type d'usage : AEP et urbanisme, Agriculture, Milieux naturels, cadre de vie et paysage, Industrie, Tourisme, autres. L'exercice a été très prolifique car l'exercice de faire travailler les acteurs sur une situation vécue qui s'apparente à ce que pourra être une année en contexte de réchauffement climatique a été très parlant pour les acteurs. Chacun d'entre eux, dans le cadre de sa situation personnelle ou professionnelle, avait un vécu des impacts de l'été 2022 sur les milieux aquatiques, des enjeux associés et donc des idées suivies pour mieux qualifier ou suivre ces impacts à l'avenir. Près de 130 indicateurs ont été proposés par le COPIL.

Dans le cadre de l'exercice du SAGE Drôme 2050 (du diagnostic à la description de scénarios d'évolution des usages), beaucoup d'indicateurs issus de ce COPIL ont été écartés dans le sens où ils étaient trop précis (et donc dans la plupart des cas, la donnée qui aurait servi de base de travail n'était pas disponible), par exemple des indicateurs communaux (nombre de permis délivrés/commune, nombre de piscines/commune, demande de récupérateurs d'eau pluviale, rendement de chaque culture, nombre de forages privés, etc.) Le fichier de recueil des indicateurs sous format Excel permet le recensement exhaustif de ces indicateurs « trop précis ». Néanmoins une grande partie d'entre eux a constitué un « **pool d'idées** » pour **décrire textuellement les scénarios et les discriminer entre eux** (phase 3 de l'étude), sans pour autant donner une valeur chiffrée derrière chacun.

Pour d'autres indicateurs, plus « macro », ils ont été repris dans le cadre du diagnostic (de façon parfois quelque peu adaptée en fonction des données à disposition) pour décrire d'une part **l'exposition du territoire au changement climatique** (rythme et ampleur du phénomène du changement climatique), comme par exemple le débit dans la rivière, la température de l'eau, la qualité de l'eau, et d'autre part **la sensibilité** (degré auquel un système est influencé, positivement ou négativement, par la variabilité du climat ou le changement climatique), comme par exemple consommation en eau des

différents usages³⁸, risque d'interdiction de baignade, risque d'arrêt de l'activité canoë, risque incendie, etc. Ensuite à partir d'un croisement pertinent entre un indicateur d'exposition et un indicateur de sensibilité ont été construits différents **indicateurs de vulnérabilité** du territoire au changement climatique, comme par exemple l'indicateur « Vulnérabilité globale des usages anthropiques de l'eau », résultat du croisement des prélèvements en eau totaux à 2050 et du débit au « format » QMNA5. Ces indicateurs de vulnérabilité sont présentés en conclusion du rapport de phase 2.

Pour la phase 3, la plupart de ces indicateurs « macro » ont été ensuite repris pour décrire et quantifier l'impact de chaque scénario. Ainsi pour chaque scénario, sont présentés les indicateurs d'exposition (débits, température de l'eau, qualité de l'eau) et certains indicateurs de sensibilité (consommation en eau des différents usages).

Pour arriver à comparer les scénarios entre eux, il est apparu nécessaire de s'extraire du fourmillement d'indicateurs existants. Etant entendu **qu'une dizaine d'indicateurs intégrateurs** serait un maximum pour réussir à appréhender les différentes dimensions des 4 scénarios qui ont été produits, le SETECH a fait une proposition. Sur cette base, la base d'indicateurs existants a été reprise pour arriver, en proposant une combinaison judicieuse, à constituer ces indicateurs intégrateurs.

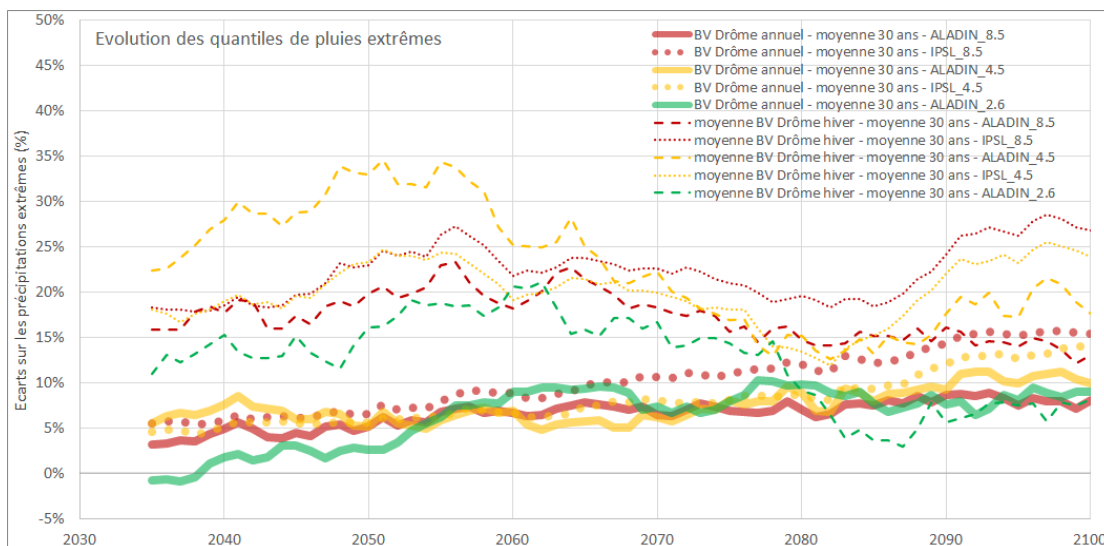
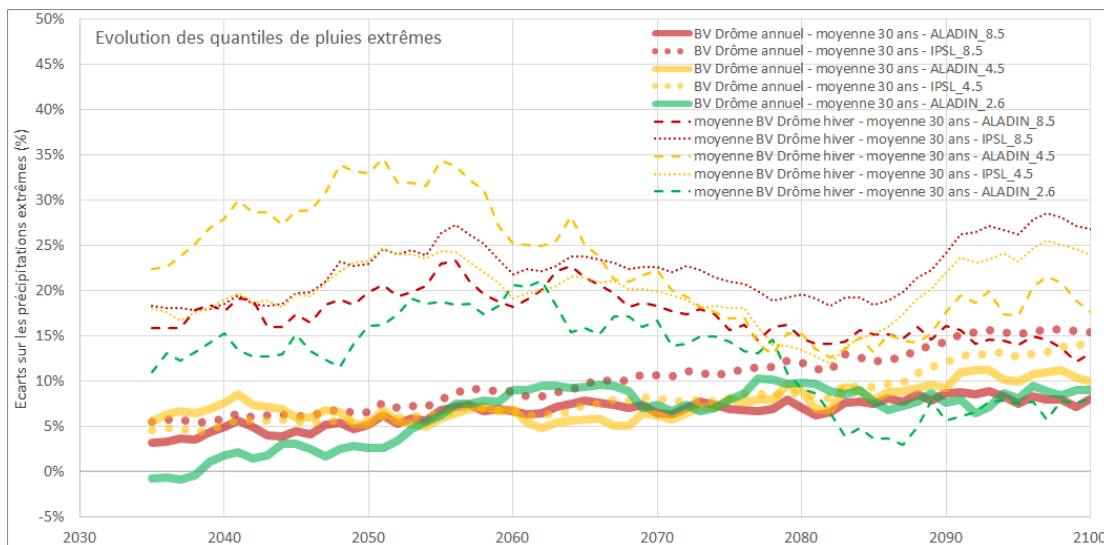
15.2 ANNEXE 2 : INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES SUR LES MODELISATIONS CLIMAT

- EVALUATION DES PLUIES EXTREMES A L'HORIZON 2050

Le graphique suivant présente les écarts de précipitations extrêmes par rapport à la période de référence. A l'horizon 2050, il est à prévoir une augmentation potentielle des fréquences et intensités des phénomènes rares de +15 à +35% en période hivernale.

En moyenne annuelle, les écarts se situent autour de +5%.

³⁸ A noter que pour aboutir sur la consommation d'eau par usage, il est nécessaire de croiser plusieurs données dont beaucoup avaient été proposés comme indicateurs lors du COPIL. Par exemple les besoins théoriques en eau /culture, les besoins en volume d'irrigation non satisfait à l'été, l'évolution des assolements, permettent de qualifier le volume d'irrigation au pas de temps mensuel (distinction période d'été et période hivernale).



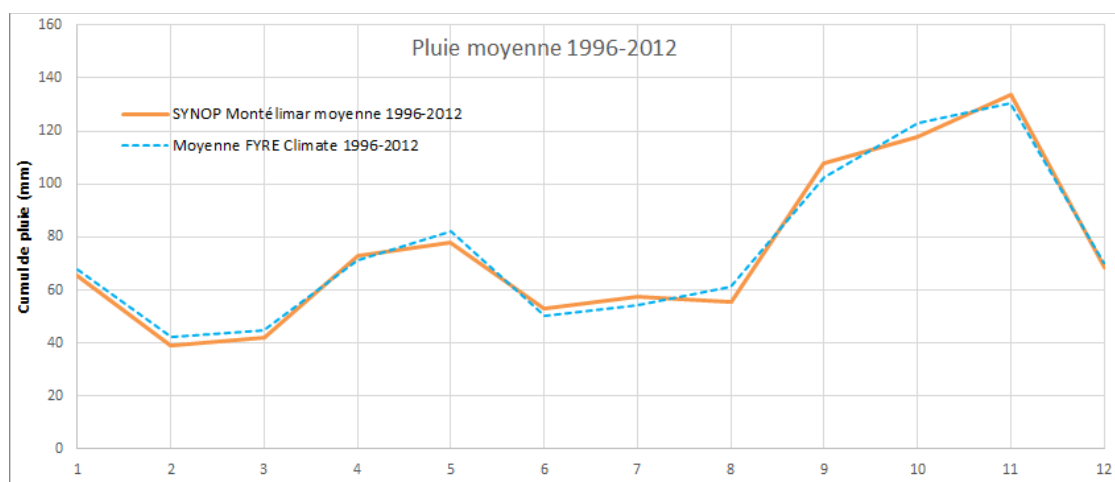
15.3 ANNEXE 3 : LES DONNEES FYRE CLIMATE

Les données FYRE Climate sont issues de modélisations et sont utilisées ici lorsqu'aucune autre source de donnée n'est disponible. Les modélisations sont des représentations simplifiées de la réalité et il est nécessaire de vérifier leur validité en comparant leurs résultats aux observations.

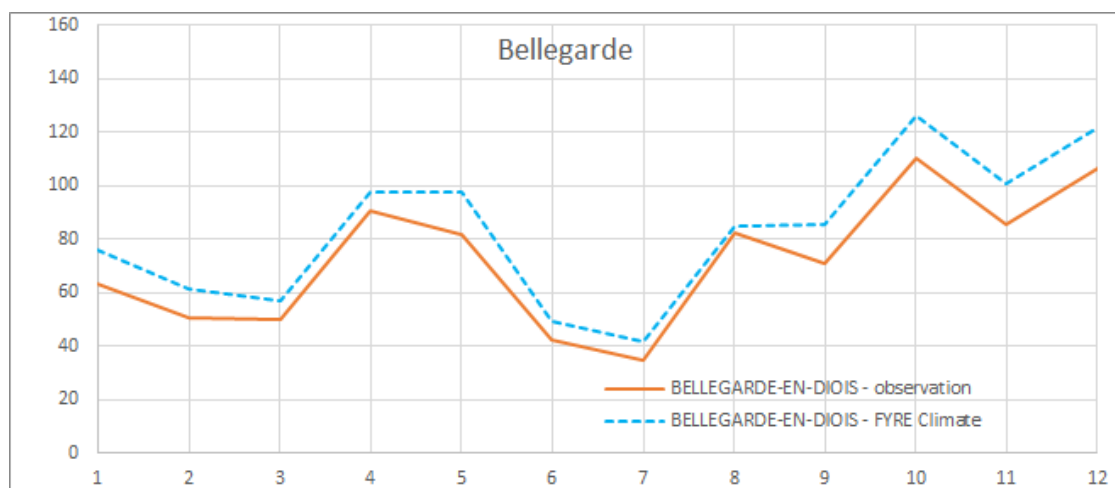
- Précipitations

Les graphiques suivants illustrent la comparaison des variables de précipitations issues de la donnée FYRE Climate avec les postes pluviométriques environnants :

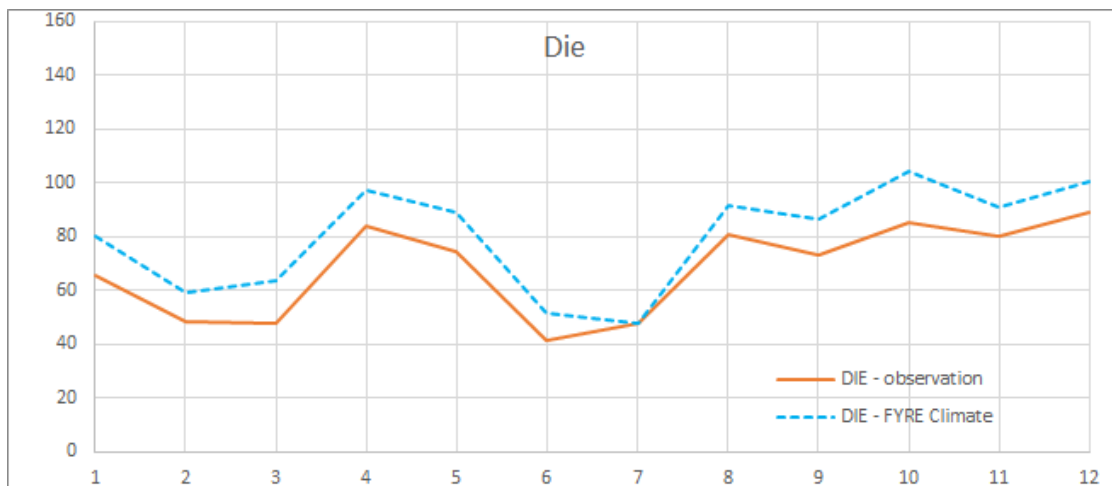
Montélimar :



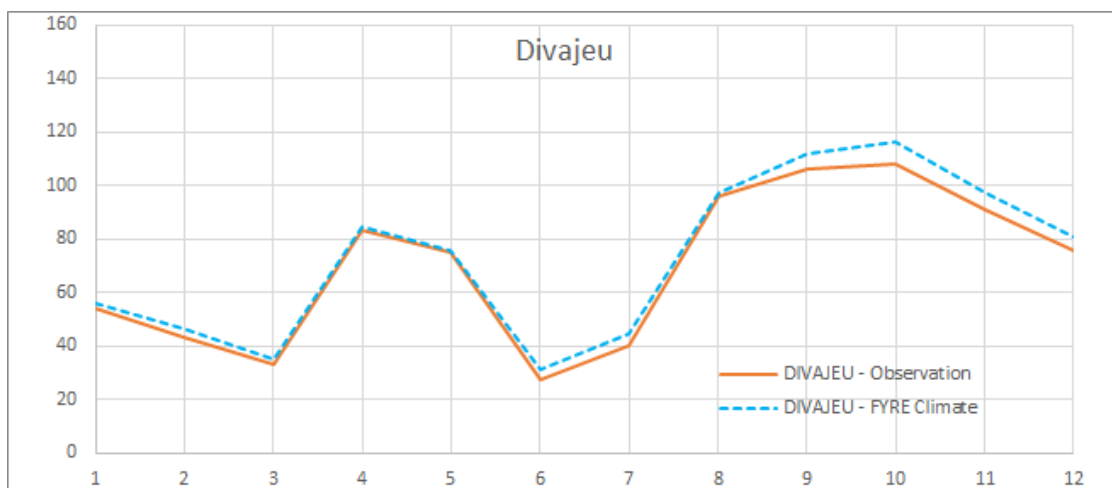
Bellegarde :



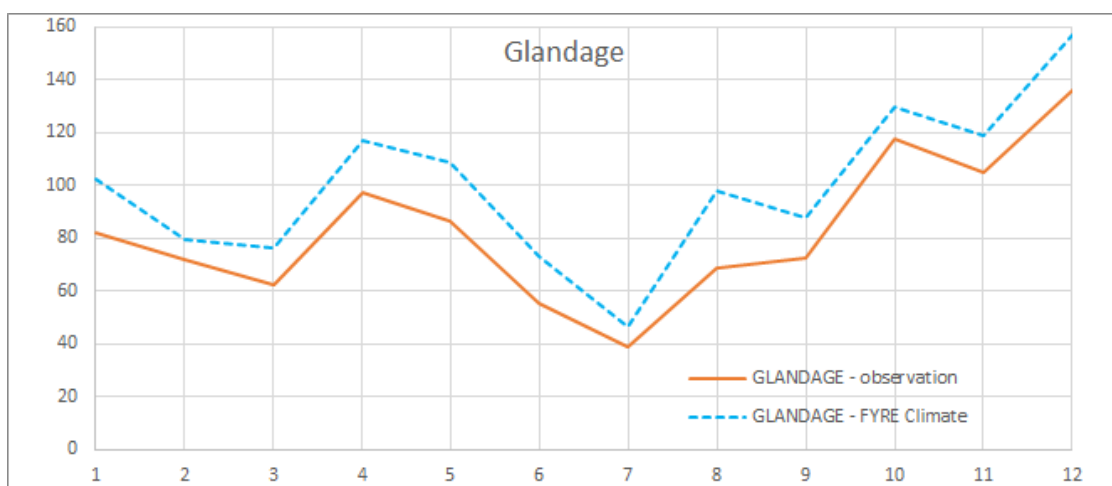
Die :



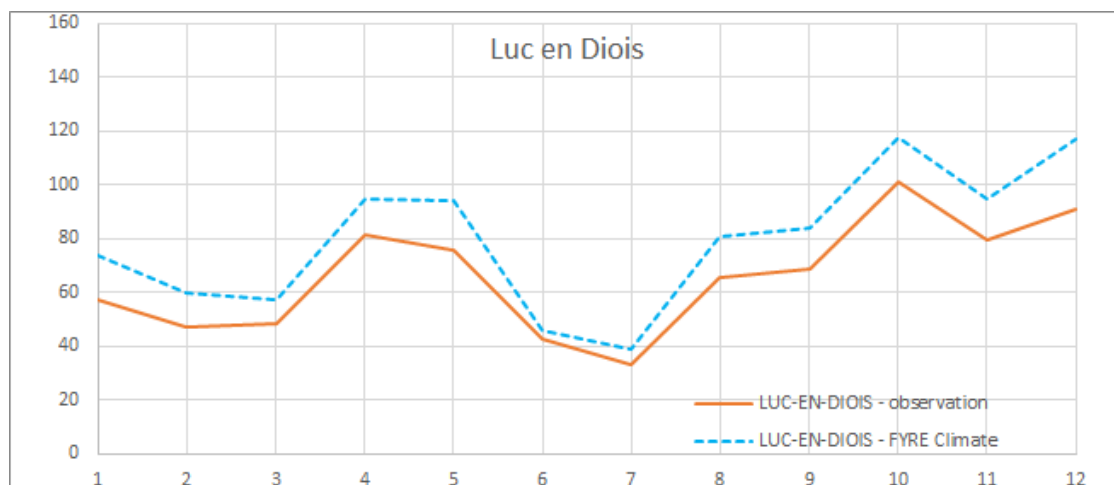
Divajeu :



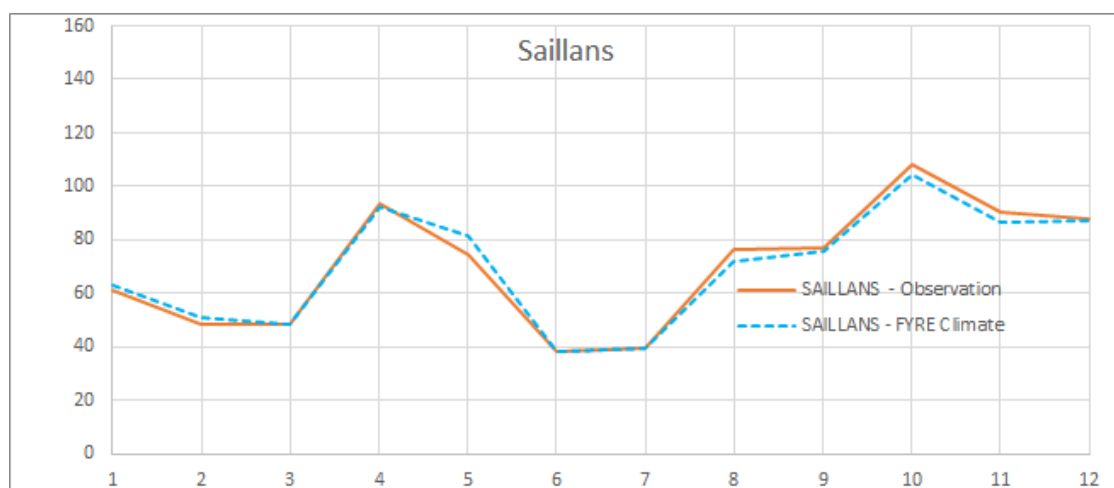
Glandage :



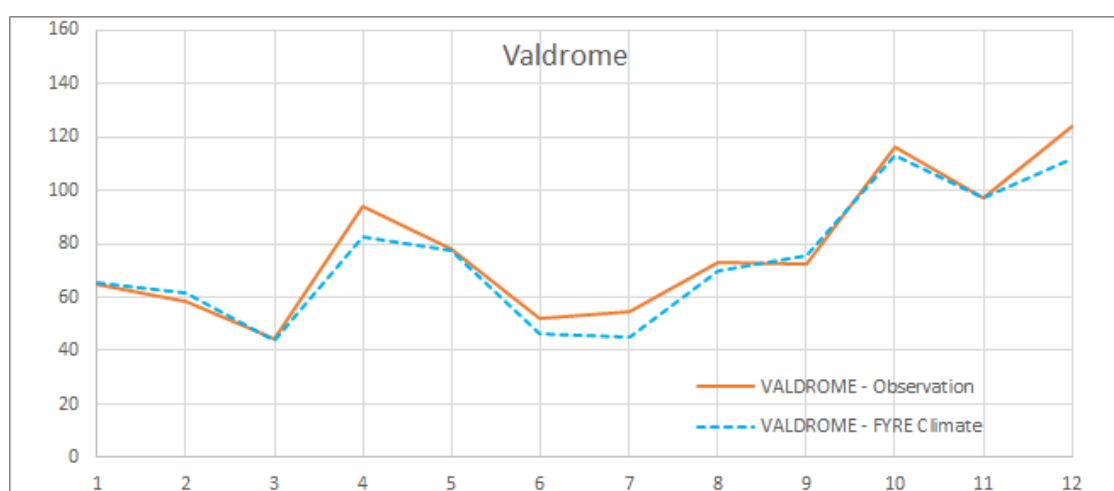
Luc en Diois :



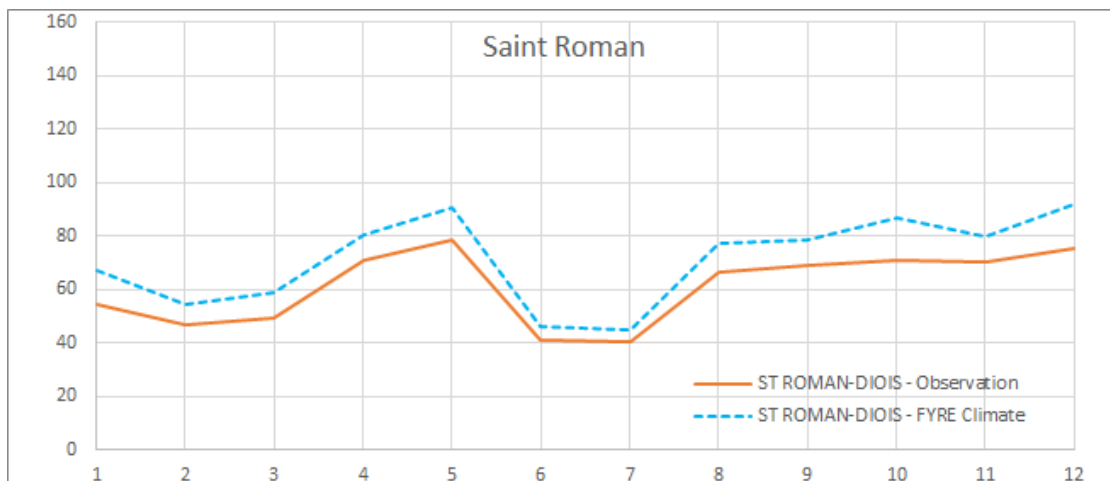
Saillans :



Valdrome :



Saint Roman :

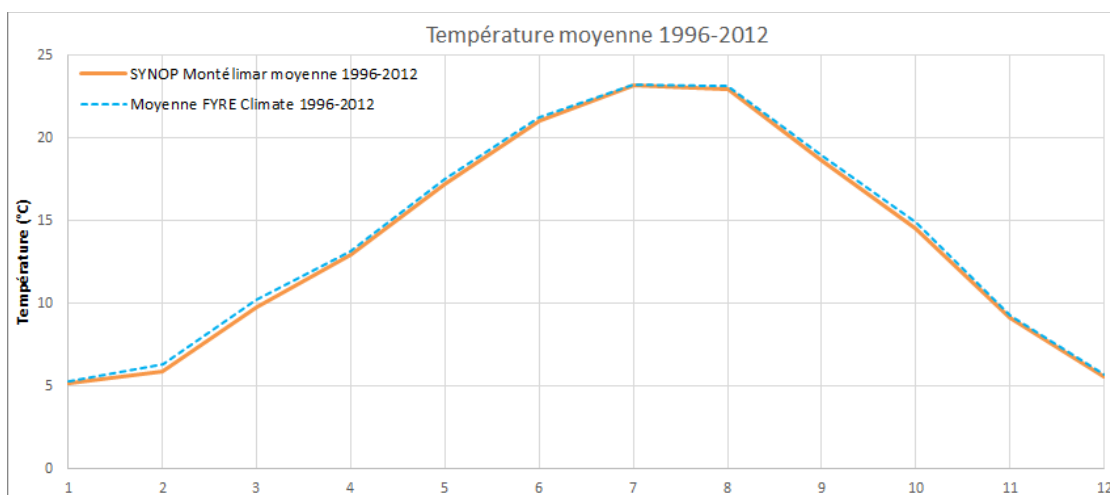


Les tendances des fluctuations mensuelles sont très bien reproduites par les données FYRE Climate. Quelques écarts sont toutefois constatés. Si les données FYRE Climate semblent donc donner une bonne représentation de la réalité, il faut garder à l'esprit qu'elles sont issues d'une modélisation et peuvent donc comporter des biais sur les cumuls ou intensités annoncés.

Remarque : ces analyses avaient été produites pour valider la possibilité d'utiliser les données FYRE Climate avant de passer commande auprès de Météo France. L'objectif était donc de

- Température

Concernant la variable de températures, seule la station SYNOP de Montélimar avait pu servir de référence. Les écarts identifiés sont marginaux, les données issues de la base FYRE Climate semblent particulièrement satisfaisantes sur le bassin de la Drôme pour la variable température.

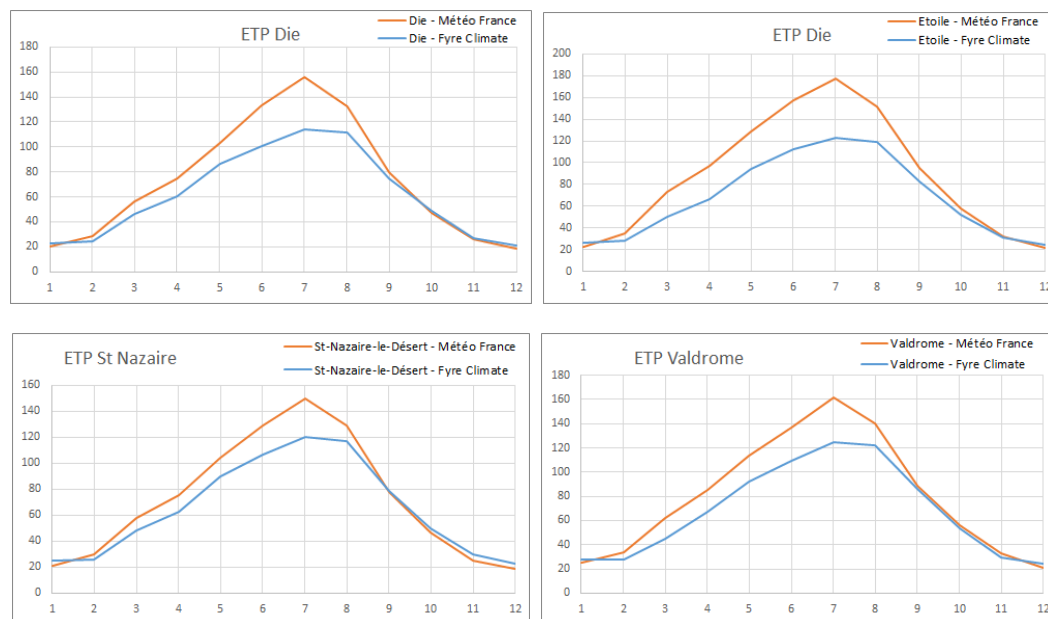


- ETP

En ce qui concerne les variables d'ETP, on constate des écarts entre les données Météo France et les données Fyre Climate qui semblent sous-estimer l'évapotranspiration. Ces différences peuvent s'expliquer par le fait que cette variable n'a pas fait l'objet de post traitements (débiaisage) au sein du jeu de données Fyre Climate.

Nous utiliserons en priorité les données fournies par Météo France dans le cadre de la modélisation.

Les données Fyre Climate ont été corrigées pour obtenir des données cohérentes entre les deux sources d'informations. Ces données corrigées seront utilisées pour compléter l'historique sur lequel on ne dispose pas de mesure (1950-1994).



Conclusion sur les données Fyre Climate

Les données sont très satisfaisantes pour les variables de pluie et de température et seront donc utilisées telles quelles pour compléter les chroniques climatologiques qui serviront à alimenter le modèle hydrologique.

Pour l'ETP, les écarts constatés entre observation Météo France et données Fyre Climate impliquent **une correction des données Fyre Climate** (utilisation d'un facteur correctif mensuel) **avant d'être utilisées pour compléter les données manquantes** pour le fonctionnement du modèle hydrologique

Annexe 4 : les données SHYREG

Les données SHYREG-débit sont issues d'une méthode d'estimation de l'aléa hydrologique basée sur une modélisation régionalisée (spatialisation des pluies et des paramètres du modèle). Cette régionalisation implique la prise en compte de variables locales pouvant influencer la réaction hydrologique naturelle de surface à une sollicitation pluvieuse.

Cette méthode a principalement été mise au point afin de disposer d'informations sur les bassins versants naturels non-jaugés et sur les secteurs pouvant présenter une forte variabilité spatiale des précipitations.

Dès lors que le secteur d'étude présente des éléments perturbateurs au ruissellement de surface (barrages, karst, fonte nivale, fort taux d'urbanisation...) les données SHYREG doivent être étudiées avec prudence.

L'avantage de ce type de méthode est de permettre de s'affranchir des biais de la statistique et des méthodes d'échantillonnage en particulier dans l'observation (ou la non-observation) de valeurs extrêmes dans les séries ponctuelles (notamment courtes) de pluie ou de débit. Une telle méthode permet de générer artificiellement des séries très longues de données pluviométriques et de connaître leurs résultantes hydrologiques en prenant en compte les spécificités locales du sol, de son occupation, de la topographie, du contexte hydrométéorologique...

La prise en compte de ces caractéristiques, paramètres et indicateurs, plutôt que l'utilisation d'une série observée sur un site plus ou moins proche de la zone étudiée donne des résultats assurant une certaine robustesse statistique et un ajustement contrôlé des variables hydrologiques.

Attention : la méthode a été calée sur des bassins jugés « naturels », certaines configurations de bassins versants rendent inappropriée l'utilisation de la méthode SHYREG (karst, ouvrages...). Cette approche ne doit pas se substituer à une étude hydrologique proprement dite, tenant compte de l'intégralité des particularités du bassin versant étudié.

Dans le cas de la Drôme, la complexité des échanges nappe-rivière (karst de la Gervanne, hétérogénéité du substrat), l'influence nivale des secteurs amont et la présence de nombreux ouvrages (usines hydroélectriques, canaux agricoles) rendent douteux les résultats de la méthode SHYREG.

Annexe 5 : le modèle COGERE

Présentation du modèle

Les modélisations hydrologiques seront effectuées avec le logiciel COGERE (programme de recherche et développement Cereg), à partir de la plate-forme logicielle OpenFLUID mise à disposition par l'UMR LISAH.

Le modèle comporte :

- Le **modèle à effet mémoire** de Vincent Guinot (Hydrosociétés, Montpellier). C'est un modèle à réservoirs en parallèle qui sépare la pluie brute en ruissellement et infiltration. Le volume infiltré alimente des réservoirs tandis que le ruissellement rejoint les biefs de cours d'eau. Ce modèle est plutôt adapté à la gestion des étiages car il permet de bien représenter les périodes de basses eaux.
- La propagation des écoulements au sein des cours d'eau assurée par la **fonction de transfert Lag&Route**, où la fonction « délai » est associée à un routage de type réservoir linéaire. C'est dans cette fonction qu'a été intégrée la possibilité de gérer les retenues, barrages et prélèvements présents sur le réseau hydrographique et les versants.

PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

Sous la plate-forme OpenFLUID, le bassin versant est représenté sous la forme d'unités spatiales connectées entre elles.

Celles-ci se composent de différentes classes d'unités :

- Les unités hydrologiques qui permettent d'identifier les sous bassins versants ;
- Les tronçons qui sont assimilés à des biefs de cours d'eau ;
- Les retenues, plans d'eau, bassins écrêteurs et zones d'expansion de crues ;
- Les entités souterraines permettant de représenter les nappes et les aquifères karstiques ;
- Les entités caractérisant l'occupation du sol.

Dans le cadre de la modélisation, ces unités portent des attributs qui leur sont propres (surface, longueur des cours d'eau, relation hauteur/volume, pentes...).

La plate-forme de modélisation OpenFLUID se compose des éléments suivants :

- **Générateurs** servant à la préparation des données d'entrée. Les Générateurs correspondent aux données d'entrée fournies aux simulateurs, à savoir les données climatiques correspondant à la pluie, l'évapotranspiration (ETP), l'évaporation pour les plans d'eau
- **Simulateurs** afin de représenter les processus du fonctionnement hydrologique du bassin. Les simulateurs représentent les processus hydrologiques mis en jeu au sein du bassin versant :
 - Ruissellements à la surface du sol ;
 - Ecoulements dans les cours d'eau ;

Les simulateurs sont couplés entre eux au travers des variables qu'ils échangent, par exemple la pluie, l'infiltration, le ruissellement....

Au sein d'OpenFLUID, chaque simulateur déclare ses variables nécessaires en entrée, les variables qu'il produit en sortie, ainsi que les attributs (surface, longueur, pente...) des unités spatiales dont il a besoin pour procéder à ses calculs.

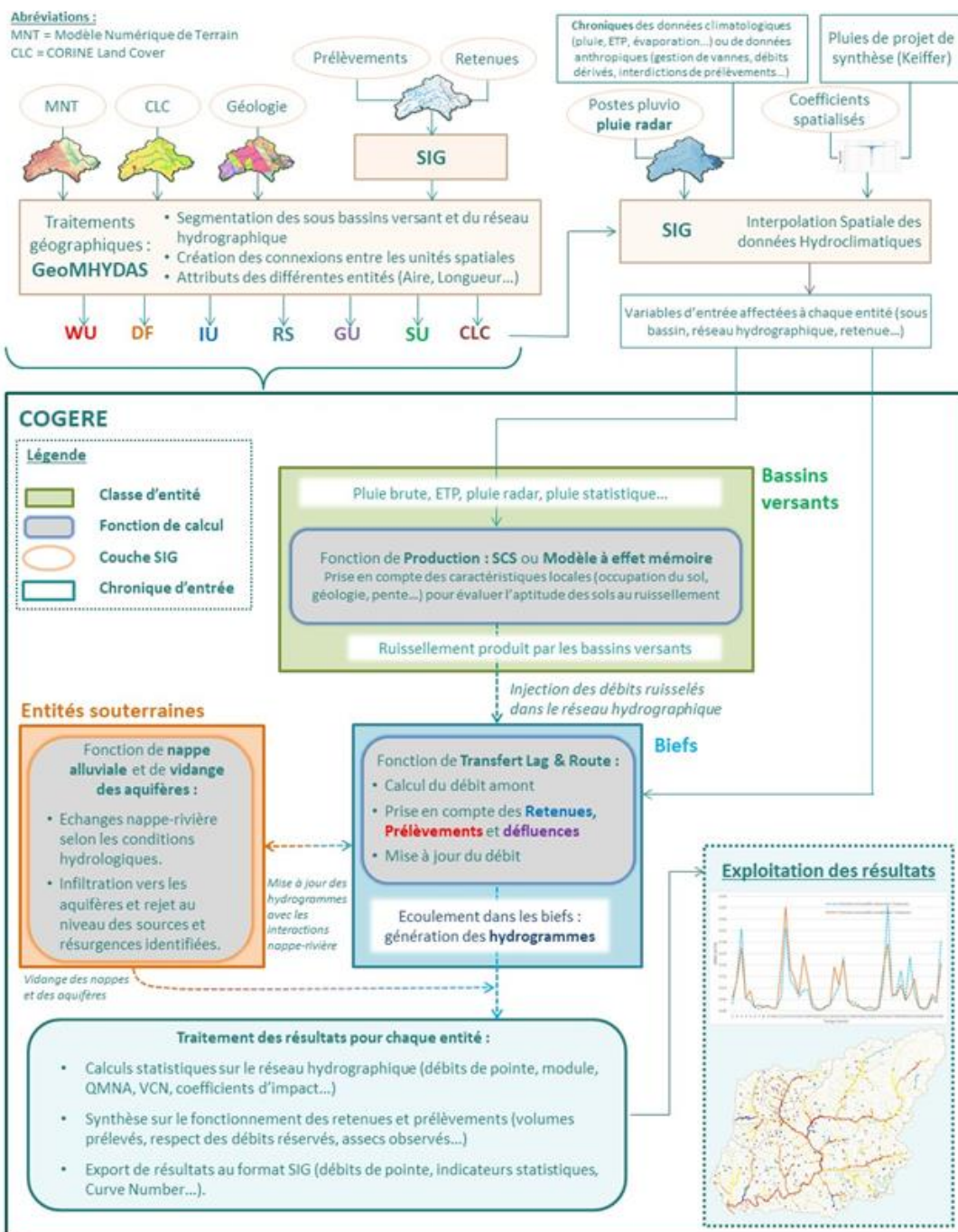
- **Observateurs** afin de visualiser les résultats et les mettre en forme. Ils permettent la récupération des résultats, des variables, produites par les simulateurs sous plusieurs formes : graphique en fonction du temps (hydrogrammes notamment), base de données afin de permettre des exploitations futures (création de graphique sous tableur, analyses statistiques des résultats...).

Comme pour les générateurs et les simulateurs, il est possible de créer tous les observateurs que l'on désire.

La modélisation hydrologique, pour être suffisamment représentative de la réalité, doit pouvoir prendre en compte les processus hydrologiques et climatiques naturels, mais aussi les influences anthropiques qui ont un impact sur les écoulements (ouvrages transversaux, prélèvements...).

La construction du modèle passe par l'analyse et le croisement de nombreuses couches géographiques permettant de spatialiser au maximum les caractéristiques physiques des sous bassins versants : occupation du sol, géologie, pente...

Chaque ouvrage peut également être intégré et est pris en compte avec des lois hydrauliques (lois de vidange, lois de surverse...).



Le modèle comporte les unités suivantes :

- **1 586** sous bassins versants dont les surfaces sont comprises entre quelques centaines de mètres carrés et 1.5 km² ;
- **1 089** biefs de cours d'eau (les longueurs de tronçons sont comprises entre 25 et 1 600 mètres) ;
- **190** retenues et plans d'eau (volume de stockage de 2.8 millions de mètres cubes) ;
- **1 233** points de prélèvements et de rejets ;
- **12** entités souterraines représentant la nappe alluviale de la Drôme (et l'aquifère karstique de la Gervanne).

Calage du modèle hydrologique

PREAMBULE

Le calage d'un modèle hydrologique consiste à ajuster les valeurs numériques attribuées aux paramètres des simulateurs pour reproduire au mieux la réponse observée au niveau du débit.

Les données utilisées pour alimenter le modèle hydrologique en phase de calage sont synthétisées dans le tableau suivant. Pour les détails, se reporter aux paragraphes relatifs à l'analyse de la climatologie actuelle.

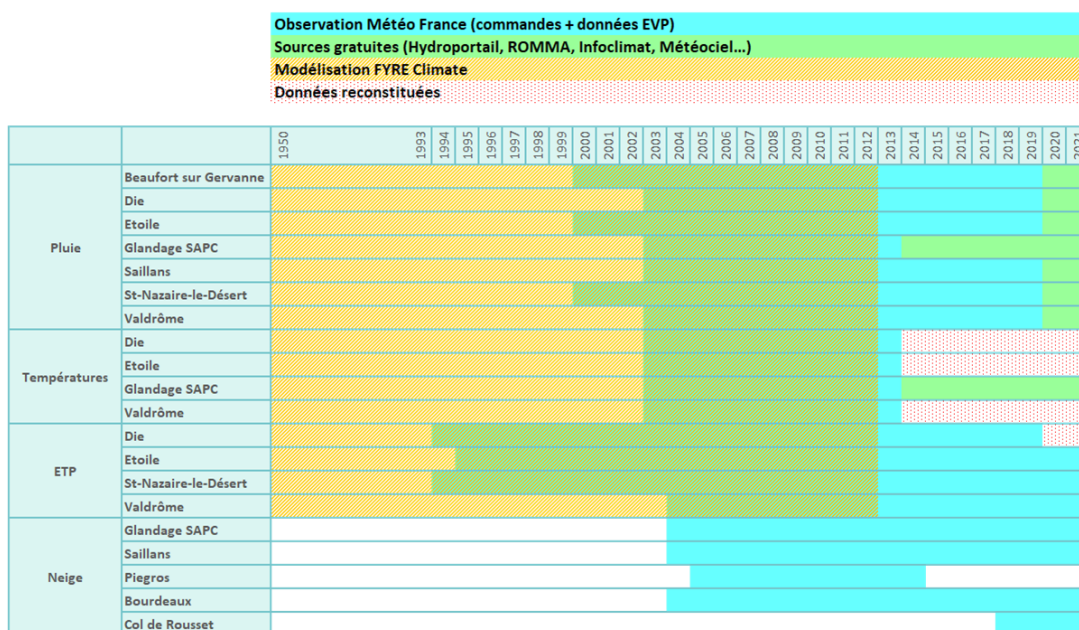


Figure 186 : source des données d'entrée du modèle

Les débits simulés sont testés en modifiant les paramètres à travers une procédure essais / erreurs (itérations) afin de se rapprocher au maximum de chroniques de débits observées.

Plusieurs critères sont utilisés pour juger de la qualité du modèle et des résultats qu'il fournit :

- Les **débits statistiques d'étiage** (VCN, QMNA...) que l'on cherche à reproduire en priorité puisqu'ils sont à l'origine des discussions pour la réévaluation des débits objectifs d'étiage ;
- Les **débits moyens mensuels** pour s'assurer que la dynamique du bassin versant est bien modélisée, notamment à l'étiage ;
- Les **débits journaliers** par observation graphique pour vérifier que le modèle est capable de reproduire des fluctuations de débit spécifiques à plusieurs situations hydrologiques d'étiage.

Dans le cas de la Drôme, les résultats de la modélisation seront comparés aux observations réalisées au droit des différentes stations hydrométriques disponibles.

La comparaison des données observées aux données simulées implique toutefois que le modèle créé permet une bonne représentation du bassin versant. Or les données qui ont été utilisées pour la création du modèle et caractériser les usages (prélèvements, restitutions, ouvrages, besoins agricoles, types de cultures...) ont pu évoluer dans le temps.

Les données anciennes n'étant pas accessibles pour caractériser les évolutions des usages, il est nécessaire de caler le modèle sur une période récente sur laquelle les usages sont jugés stables. La période ne doit non plus être trop restreinte pour que le calcul des indicateurs statistiques ait du sens d'un point de vue hydrologique. Compte de tenu de ces informations et de ces contraintes, il a été décidé de caler et valider le modèle sur la période 1990 – 2021 (calage de 2006 à 2021 et validation de 1990 à 2005).

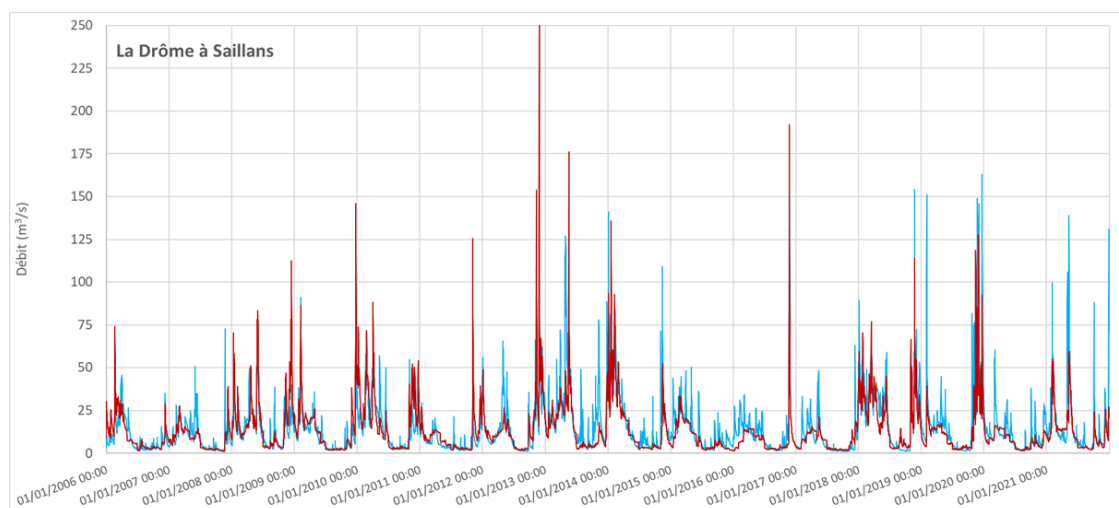
DEBITS JOURNALIERS

Les graphiques suivants présentent les courbes des débits journaliers observés et modélisés.

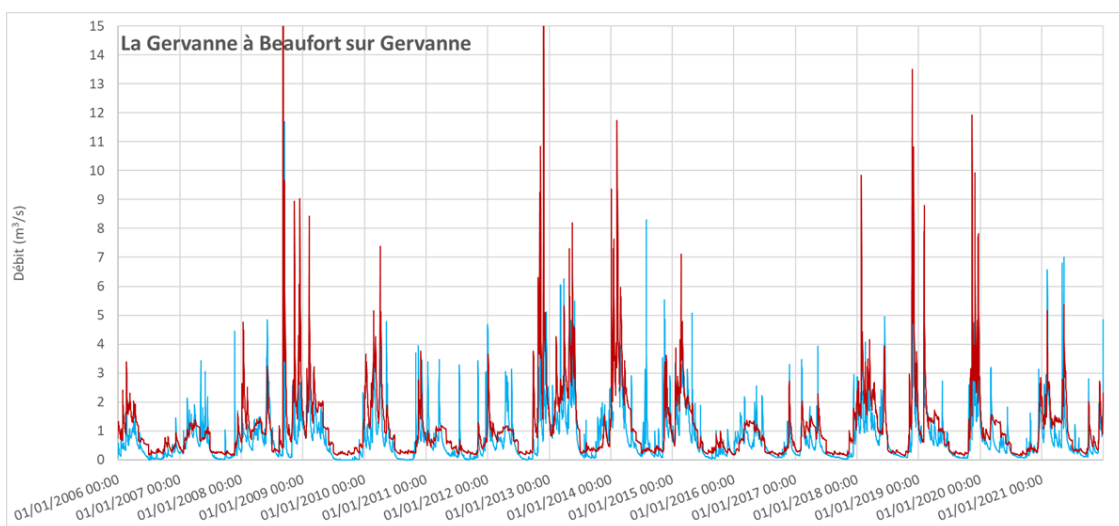
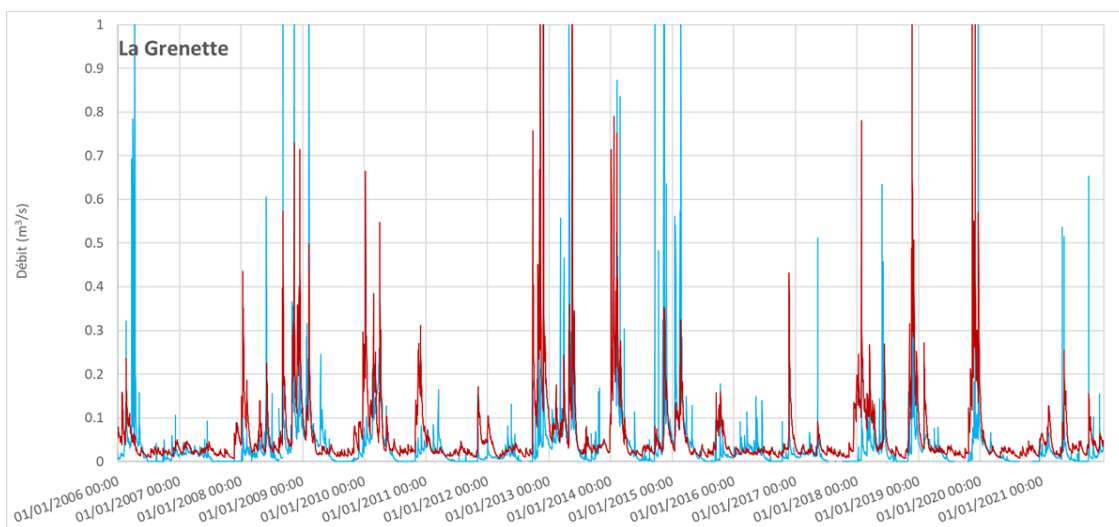
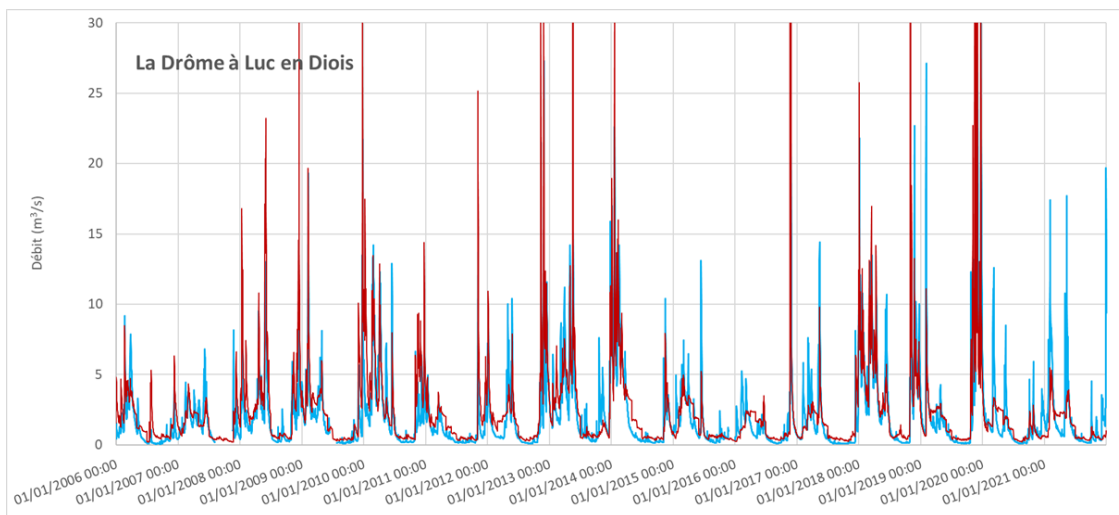
A Saillans, la superposition des courbes est très satisfaisante, hormis sur des petits épisodes de hautes eaux où l'on peut remarquer de forts écarts. Ces différences peuvent provenir de deux phénomènes :

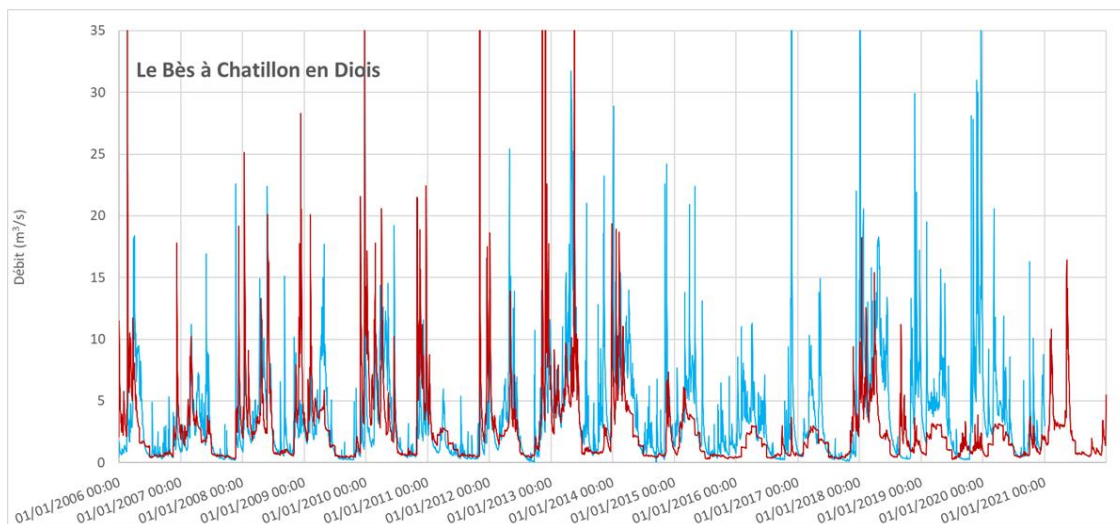
- D'une part la capacité du modèle à reproduire la réaction du bassin versant à certains événements pluvieux ;
- D'autre part la représentativité des pluviomètres utilisés : il est possible que les lames d'eau utilisées présentent un écart significatif avec les lames d'eau réellement précipitées sur le bassin versant analysé.

Ces remarques sont valables pour tous les points de calculs du modèle.



A Luc-en-Diois, les constats sont identiques : le modèle permet d'avoir des résultats très

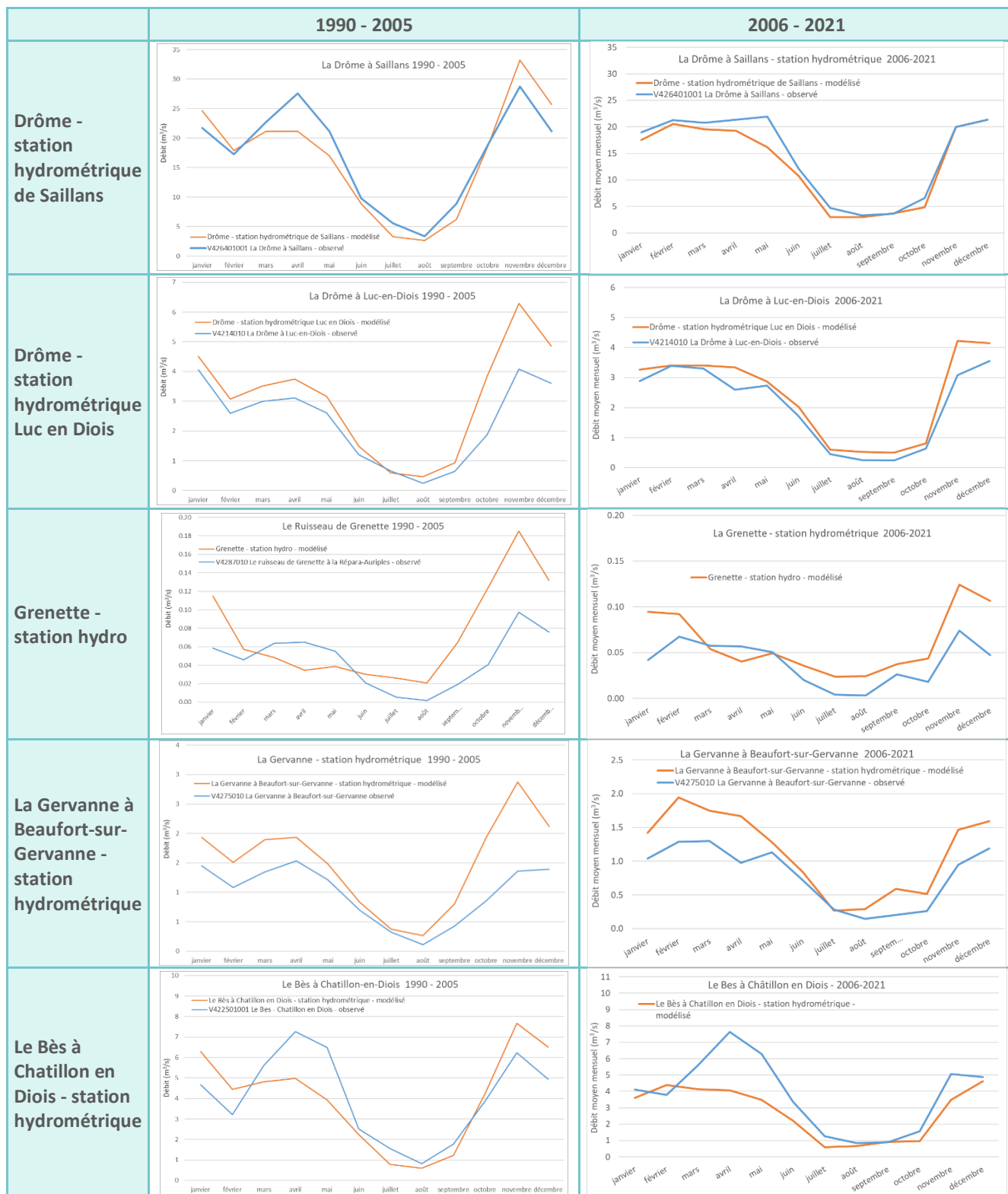




MODULES

	1990 - 2005		2006 - 2021		1990 - 2021	
	Modélisé	Observé	Modélisé	Observé	Modélisé	Observé
Drôme - station hydrométrique de Saillans	16.7	17.2	13.2	14.6	15.0	15.9
Drôme - station hydrométrique Luc en Diois	3.0	2.3	2.4	2.1	2.7	2.2
Grenette - station hydro	0.07	0.05	0.06	0.04	0.07	0.04
La Gervanne à Beaufort-sur-Gervanne - station hydrométrique	1.5	1.0	1.1	0.8	1.3	0.9
Le Bès à Chatillon en Diois - station hydrométrique	-	indisponible	2.8	1.6	-	-

DEBITS MENSUELS



AUTRES MODELES (CONSENSUS IRSTEA)

Les débits générés par le modèle COGERE ont été comparés à ceux établis par l'IRSTEA à l'échelle nationale. Les ordres de grandeur sont comparables et permettent donc de qualifier la bonne réponse au modèle. Les écarts qui apparaissent peuvent être dus aux périodes modélisées (différentes entre les deux modélisations), aux données de pluies utilisées, aux phénomènes anthropiques intégrés au modèle...

Modules (m ³ /s)	Consensus IRSTEA	Modélisation COGERE
Drôme - station hydrométrique de Saillans	16.7 m ³ /s	15.0 m ³ /s
Drôme - station hydrométrique Luc en Diois	2.5 m ³ /s	2.7 m ³ /s
Grenette - station hydro	0.046 m ³ /s	0.07 m ³ /s
La Gervanne à Beaufort-sur-Gervanne - station hydrométrique	1.01 m ³ /s	1.3 m ³ /s
Le Bès à Chatillon en Diois - station hydrométrique	4.4 m ³ /s	3.4 m ³ /s

CRUES

Le modèle fonctionnant au pas de temps journalier, les débits de crues ne peuvent être analysés qu'en moyenne journalière (et pas en débits de pointe instantanés).

De manière à évaluer la qualité du calage du modèle en crue, les débits maximaux journaliers de chaque année ont été extraits et comparés à ceux observés.

A Saillans, les résultats sont particulièrement satisfaisants avec des courbes de répartition des fréquences d'apparition des crues qui sont extrêmement proches.

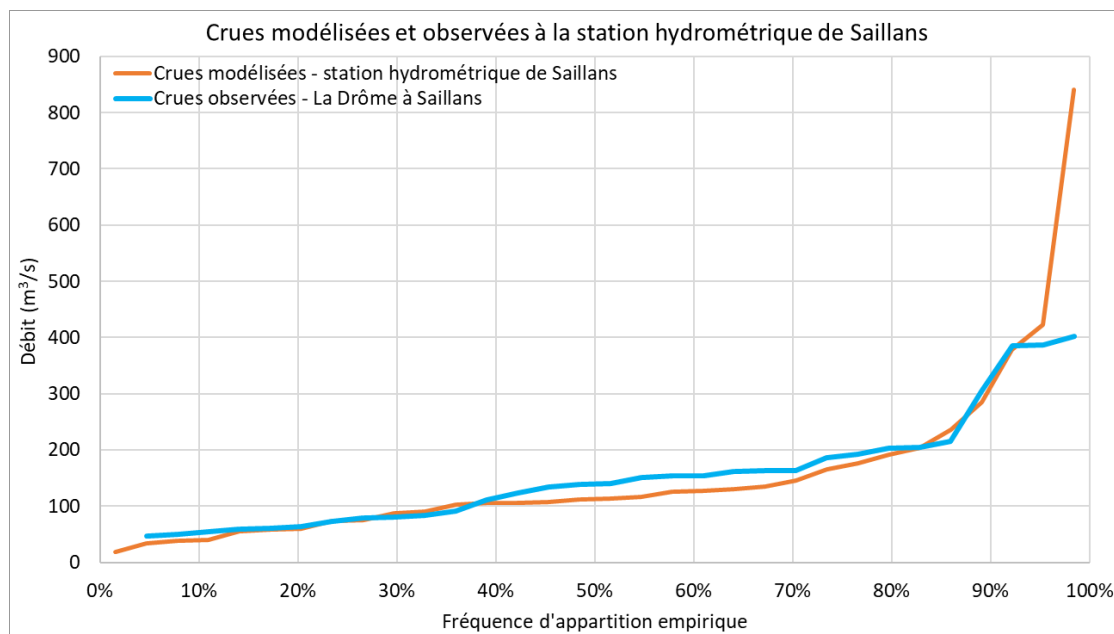


Figure 187 : Débits de crues classés (observés et modélisés) à Saillans

A Luc en Diois, les résultats sont moins bons avec un léger décrochement entre les deux courbes pour les fréquences d'apparition élevées. Ici peut se poser la question de la représentativité du poste pluviométrique de Valdrôme vis-à-vis des événements de pluies extrêmes.

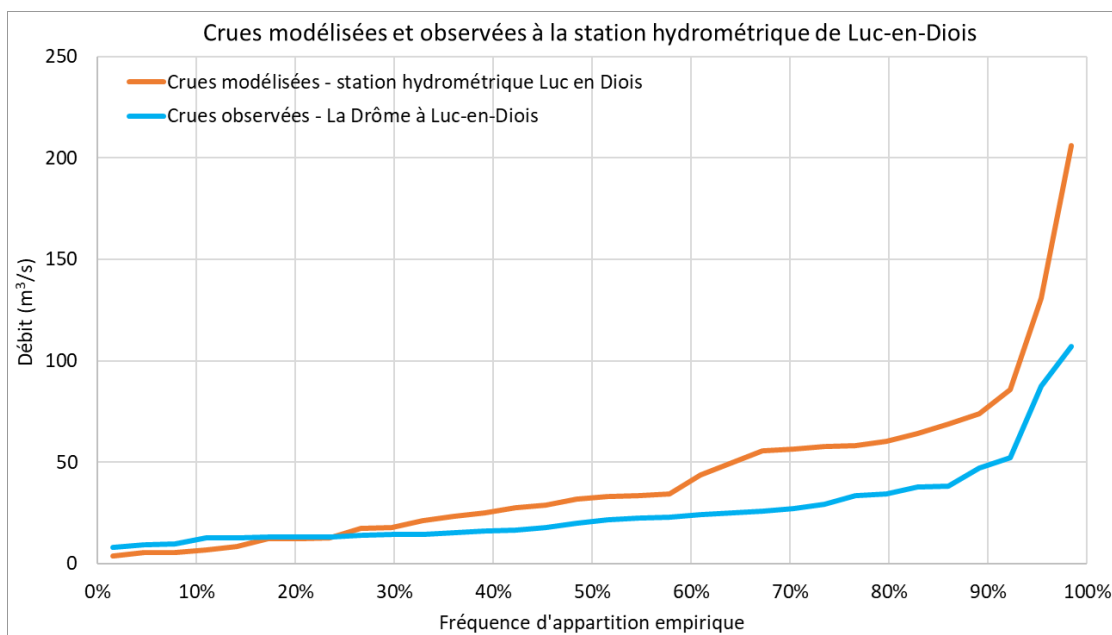


Figure 188 : Débits de crues classés (observés et modélisés) à Luc en Diois

Sur le ruisseau de Grenette, les observations couvrent une plage temporelle plus restreinte mais malgré cela, les modélisations conduisent à des résultats très proches des mesures recueillies via la station hydrométrique.

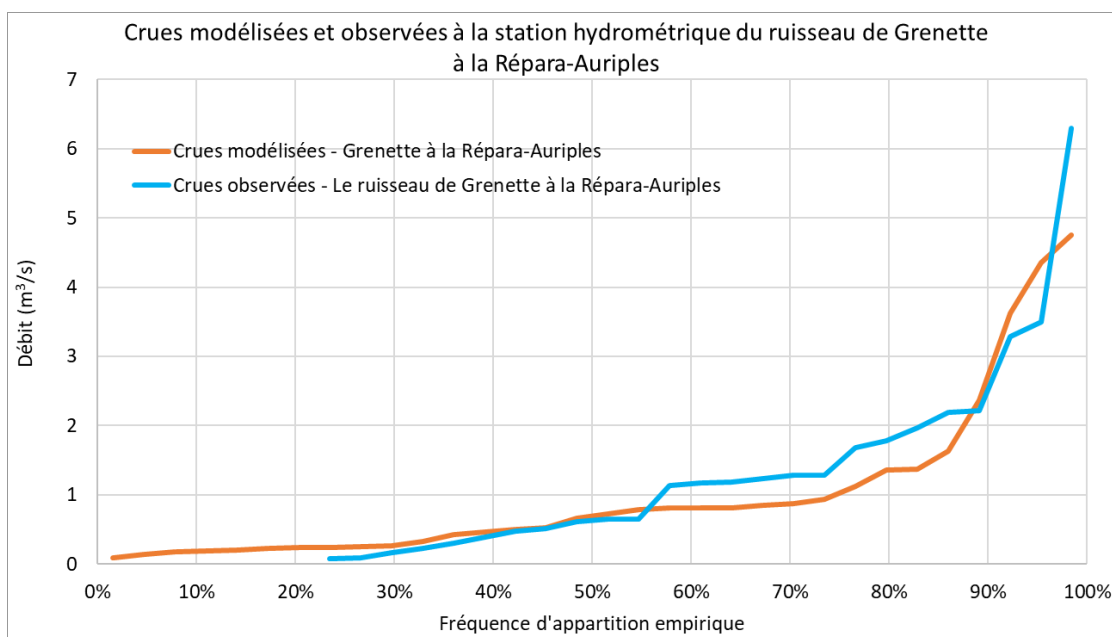


Figure 189 : Débits de crues classés (observés et modélisés) sur le ruisseau de Grenette à la Répara Auriples.

A Beaufort sur Gervanne, les résultats sont très satisfaisants, même pour les fréquences d'apparition rares (jusqu'à 90%).

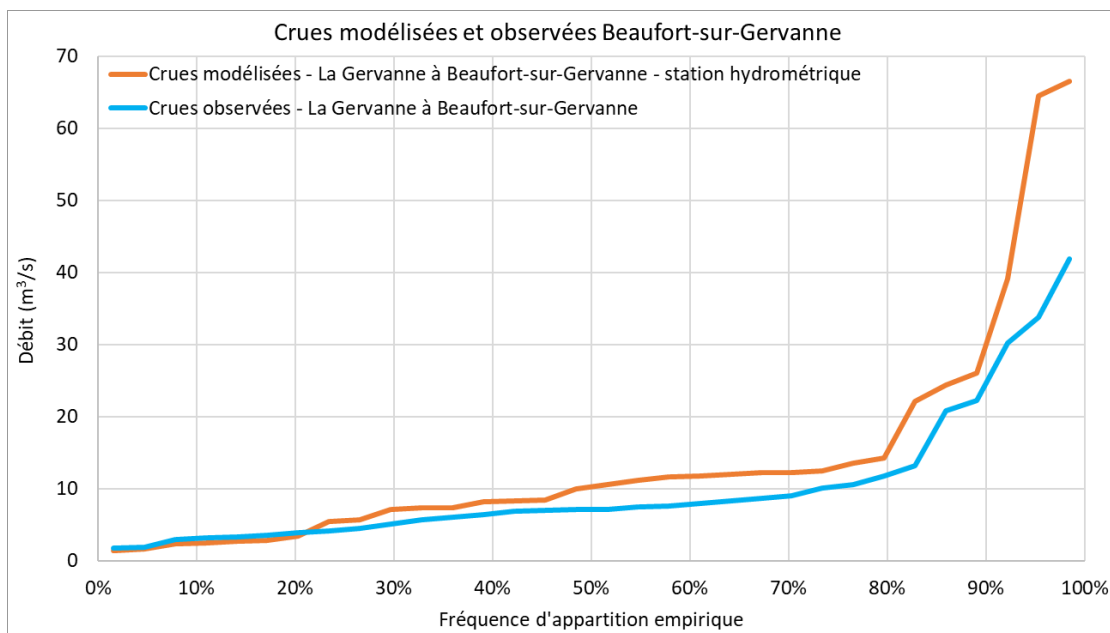


Figure 190 : Débits de crues classés (observés et modélisés) à Beaufort sur Gervanne

Sur le Bès à Chatillon en Diois les résultats sont très satisfaisants, hormis pour les fréquences d'apparition rares (supérieures à 75%).

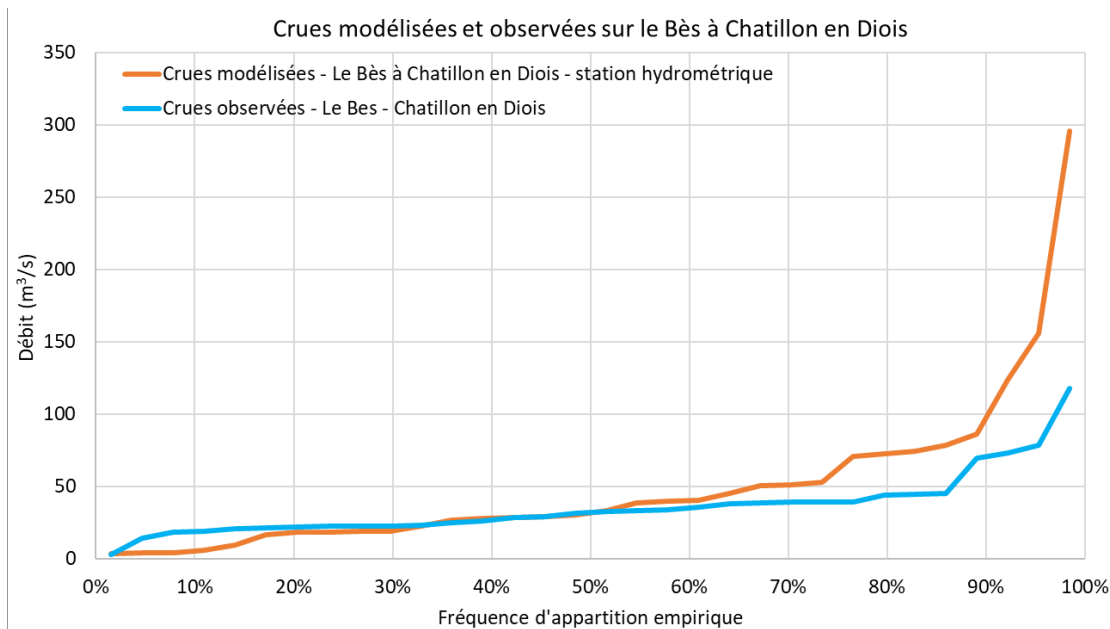


Figure 191 : Débits de crues classés (observés et modélisés) sur le Bès à Chatillon en Diois



Les résultats fournis par le modèle présentent de **bonnes performances** lorsqu'on observe les chroniques journalières.

De même, la comparaison des **fluctuations mensuelles** observées et modélisées sont relativement proches. A minima, le modèle reproduit les bonnes tendances d'évolution.

Les différents indicateurs observés (modules, modèle IRSTEA) tendent à montrer que le modèle COGERE reproduit bien le **comportement hydrologique** du bassin versant de la Drôme.

Le modèle mis en place semble donc **robuste** à la fois sur les modules, les périodes de tension hydrique (juin-septembre) et les crues.