



Complément DREAL Cas par cas Tanzanite-Emeraude

Station : Grand Massif

1. Résumé
2. Plan d'enneigement des pistes
3. Note ressource en eau

Réf : [\\Abest-dc\ingenierie\AFFAIRES\2024\24-042 KparK piste Tanzanite\13-HYD\Réponse DREAL.pdf](#)

| INDICE | DATE | ETAB. | VERIF. | OBSERVATIONS - MODIFICATIONS |
|--------|------------|-------|--------|------------------------------|
| 0 | 14/05/2024 | VL | | Première diffusion |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |



Complément DREAL Cas par cas Tanzanite-Emeraude

Station : Grand Massif



1. Résumé
2. Plan d'enneigement des pistes
3. Note ressource en eau

Réf : [\\Abest-dc\ingenierie\AFFAIRES\2024\24-042 KparK piste Tanzanite\13-HYD\Réponse DREAL.docx](#)

| INDICE | DATE | ETAB. | VERIF. | OBSERVATIONS - MODIFICATIONS |
|--------|------------|-------|--------|------------------------------|
| 0 | 14/05/2024 | VL | | Première diffusion |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

RESUME

Les éléments présentés dans les pages suivantes viennent répondre aux interrogations de la DREAL sur le cas par cas de l'extension du réseau neige de culture sur les pistes Tanzanite et Emeraude.

Le plan d'enneigement des pistes par la retenue de Veret est présenté en 2. Les pistes Tanzanite et Emeraude correspondent à une surface à enneiger d'environ 3 ha. Il était initialement prévu lors de la réalisation de la retenue de Veret d'enneiger la piste Lapiaz dont la surface est de 3.1 ha, chose qui n'a jamais été réalisé. L'extension du réseau neige n'ajoute donc pas de surface supplémentaire à enneiger à celles définies lors de la réalisation de la retenue.

L'analyse de la ressource en eau dans le secteur de Veret montre qu'à horizon moyen (2041-2070) les **scénarios les plus pessimistes et sécuritaires** prévoient des volumes annuels disponibles au niveau des usages de la retenue supérieurs à **140 000 m³**.

Cette disponibilité de la ressource est compatible avec le volume de la retenue (110 000m³) et les modalités de prélèvement inscrites dans l'arrêté de la retenue (N°DDT-2016-1388) ; Elle l'est également avec les besoins minimaux pour assurer une ouverture de la station sans neige naturelle (~100 000m³).



Complément DREAL Cas par cas Tanzanite-Emeraude

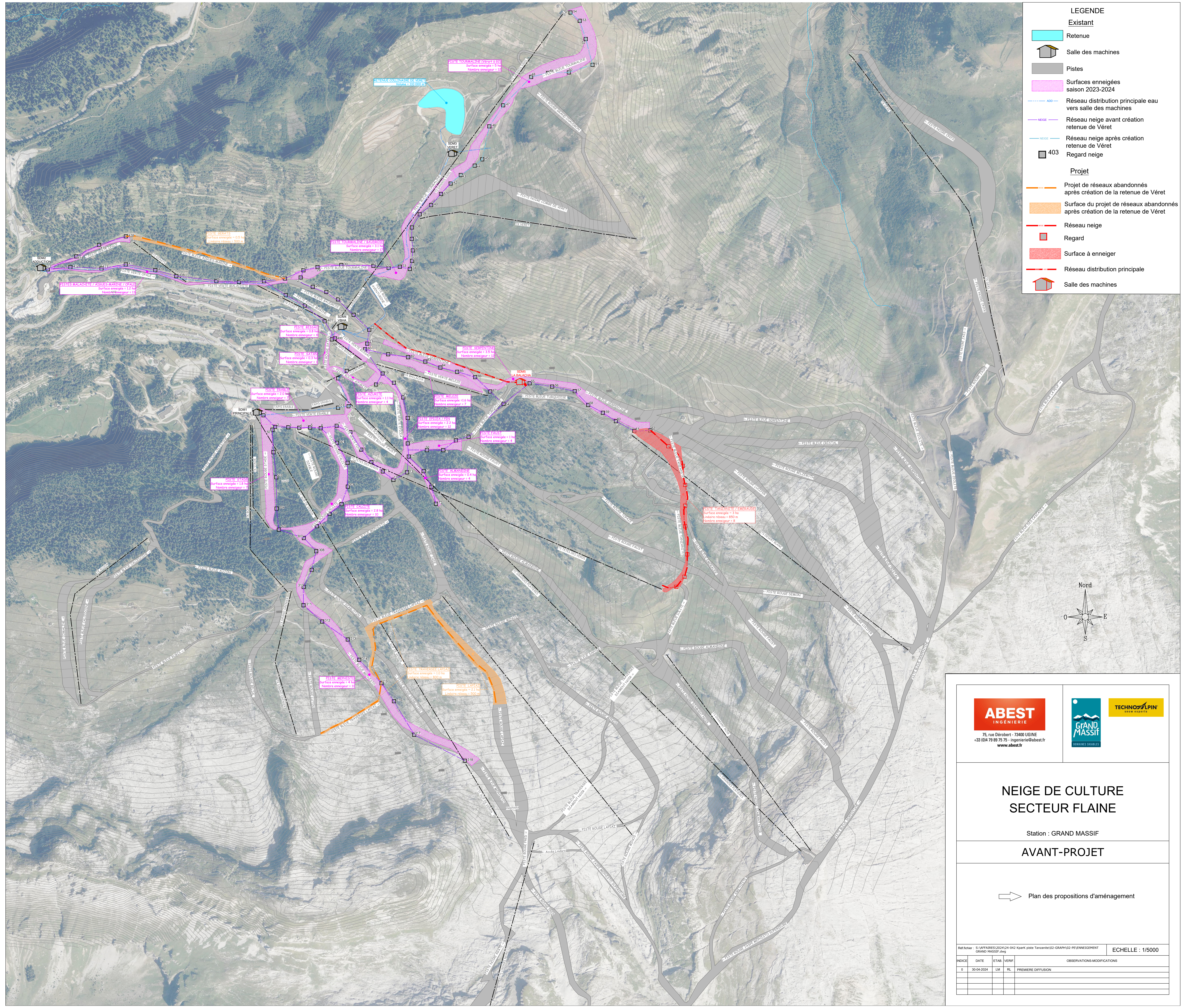
Station : Grand Massif

1. Résumé

- ➡ 2. Plan d'enneigement des pistes
3. Note ressource en eau

Réf : <\\Abest-dc\ingenierie\AFFAIRES\2024\24-042 KparK piste Tanzanite\03-PE\Plan\PLAN NEIGE.pdf>

| INDICE | DATE | ETAB. | VERIF. | OBSERVATIONS - MODIFICATIONS |
|--------|------------|-------|--------|------------------------------|
| 0 | 14/05/2024 | LM | RL | Première diffusion |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |



LEGENDE

Existant

Retenue

Salle des machines

Pistes

Surfaces enneigées saison 2023-2024

Réseau distribution principale eau vers salle des machines

Réseau neige avant création retenue de Vêret

Réseau neige après création retenue de Vêret

Regard neige

Projet

Projet de réseaux abandonnés après création de la retenue de Vêret

Surface du projet de réseaux abandonnés après création de la retenue de Vêret

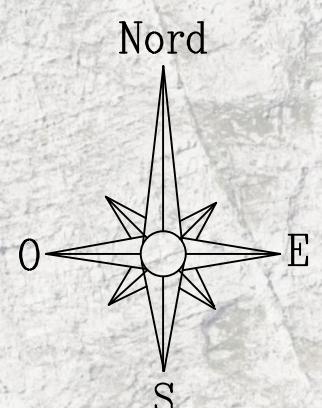
Réseau neige

Regard

Surface à enneiger

Réseau distribution principale

Salle des machines



ABEST

INGENIERIE

75, rue Dérobert - 73400 UGINE
+33 (0)4 78 89 75 75 - ingenierie@abest.fr
www.abest.fr

GRAND MASSIF

DOMAINE CHABLES

TECHNOALPIN

TRAC ALPES

NEIGE DE CULTURE

SECTEUR FLAINE

Station : GRAND MASSIF

AVANT-PROJET

➡ Plan des propositions d'aménagement

Ref fichier : S:\AFFAIRES\2024\24-042-kpnr-piste-Tanzanib\02-GRAPH\02-PEU/ENNEIGEMENT GRAND MASSIF.dwg

ECHELLE : 1/5000

| INDICE | DATE | ETAB. | VERIF. | OBSERVATIONS-MODIFICATIONS |
|--------|------------|-------|--------|----------------------------|
| 0 | 30-04-2024 | LM | RL | PREMIERE DIFFUSION |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |



Complément DREAL Cas par cas Tanzanite-Emeraude

Station : Grand Massif

1. Résumé

2. Plan d'enneigement des pistes



3. Note ressource en eau

Réf : [\\Abest-dc\ingenierie\AFFAIRES\2024\24-042 KparK piste Tanzanite\13-HYD\KparK Flaine revuOE\(1\).docx](#)

| INDICE | DATE | ETAB. | VERIF. | OBSERVATIONS - MODIFICATIONS |
|--------|------------|-------|--------|------------------------------|
| 0 | 14/05/2024 | OR | NR | Première diffusion |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |



GRAND MASSIF DOMAINE SKIABLE (GMDS)

Note sur les évolutions climatiques de la ressource en eau alimentant la retenue de Véret sur domaine skiable de Flaine

Mai 2024

Table des matières

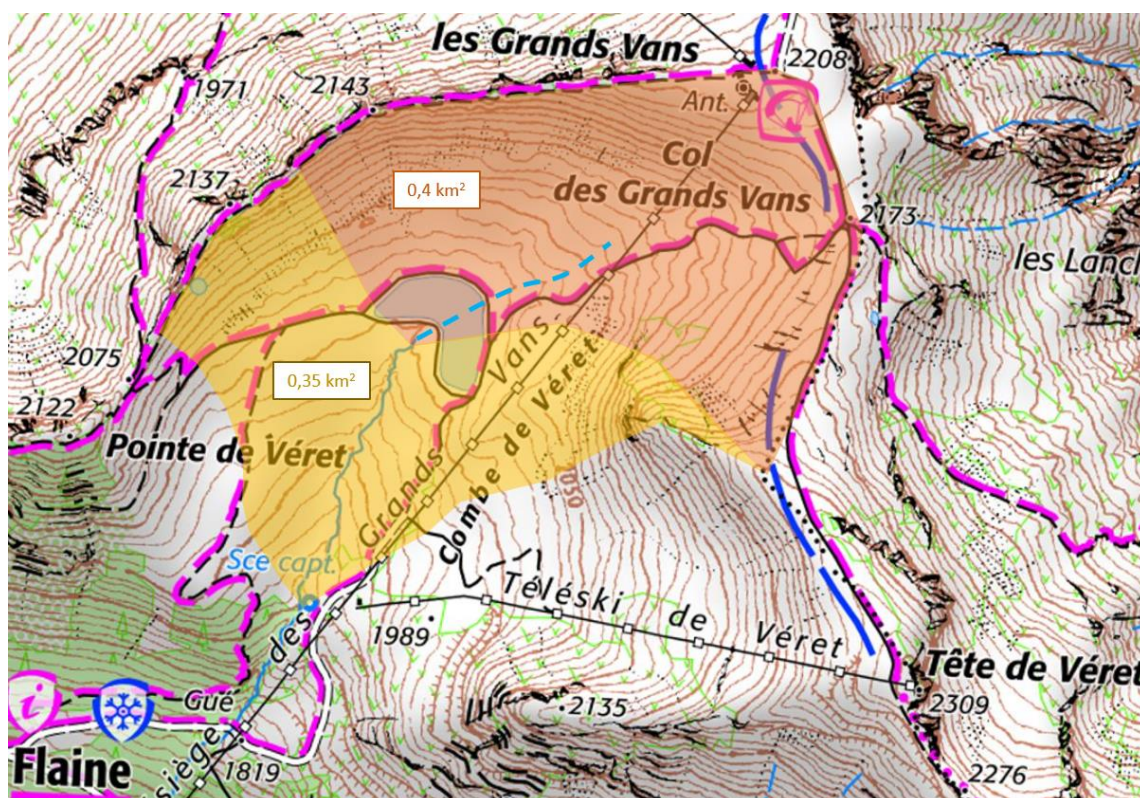
| | |
|--|-----------|
| OBJET DE LA NOTE | 2 |
| METHODOLOGIE | 2 |
| CLIMATOLOGIE DES ALPES DU NORD | 3 |
| HYDROGEOLOGIE DU BASSIN VERSANT | 5 |
| BILAN HYDROLOGIQUE 2012 | 7 |
| Estimation des précipitations efficaces 2012 | 7 |
| Hypothèse de bilan hydrologique 2012 | 8 |
| Interprétation sur le fonctionnement du bassin versant..... | 10 |
| EVOLUTIONS CLIMATIQUES | 12 |
| Reconstitution des précipitations efficaces 2022 | 12 |
| Evolutions des précipitations efficaces annuelles | 13 |
| PROJECTIONS CLIMATIQUES DES DEBITS DU RUISSEAU DE VERET | 18 |
| Reconstitution des débits 2022 | 18 |
| Projection à partir à partir du bilan hydrologique | 19 |
| Modélisation DRIAS-Eau | 22 |
| Les débits retenus pour les projections..... | 24 |
| PROJECTIONS DES VOLUMES DISPONIBLES | 27 |
| SYNTHESE | 30 |

OBJET DE LA NOTE

La présente note analyse les évolutions des paramètres hydro-climatiques de la ressource en eau du bassin versant de la retenue de Véret située sur le domaine skiable de Flaine.

Cette retenue a une capacité de 110 000 m³ ; elle est alimentée par le ruisseau de Véret par un système de dérivation situé juste en amont. On dispose d'une année de suivi des débits (2012, avant la construction de la retenue) au niveau de l'aval immédiat de la retenue actuelle et au niveau du captage d'eau potable

Le bassin versant superficiel de la Combe de Véret à une surface de 0,4 km² au niveau de l'alimentation de la retenue et une surface complémentaire de 0,35 km² jusqu'au captage :



METHODOLOGIE

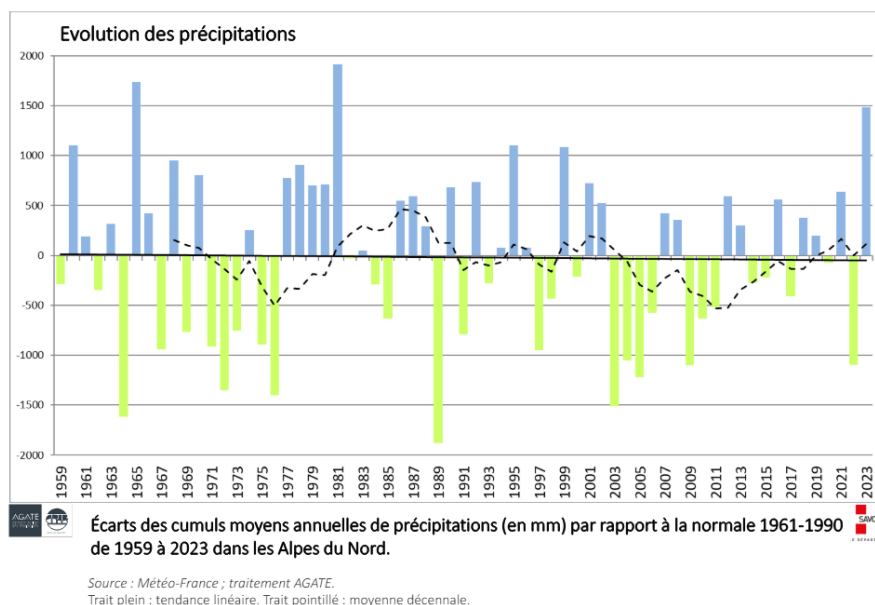
L'analyse se structure de la façon suivante :

- Analyse de la climatologie des Alpes du Nord et identification des tendances générales applicables à la Combe de Véret
- Description de l'hydrogéologie du bassin versant du ruisseau de Véret
- Etablissement du bilan hydrologique 2012 et description du fonctionnement du bassin versant
- Analyse des projections climatiques annuelles et saisonnières
- Regard spécifique sur une année exceptionnelle : 2022
- Construction des débits futurs à partir des données DRIAS-Eau
- Projection des volumes disponibles dans le bassin versant de la Combe de Véret

CLIMATOLOGIE DES ALPES DU NORD

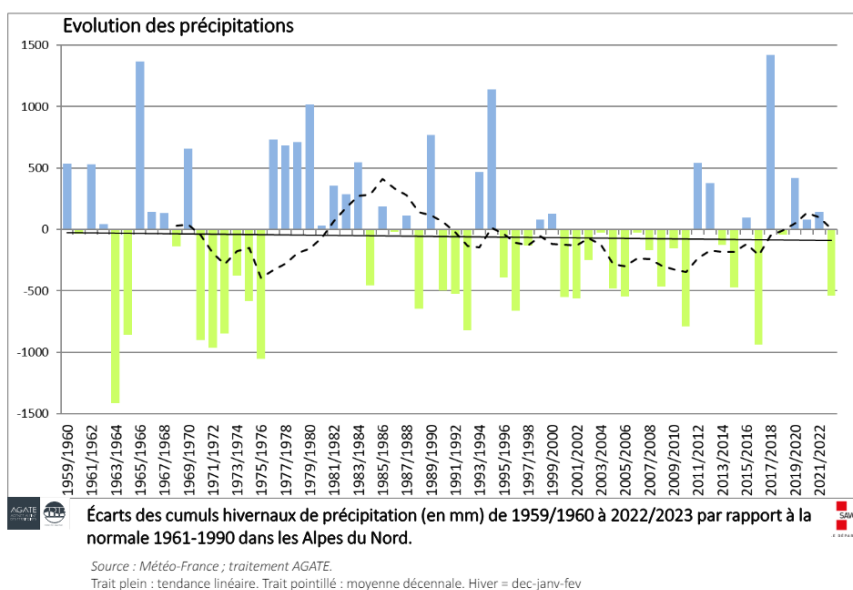
L'Agence alpine des territoires (AGATE) établit chaque année les bilans météorologiques des Alpes du Nord et met en perspective les évolutions.

Ces analyses sont utiles pour appréhender les phénomènes climatiques en cours sur les Alpes du Nord ; un focus sur les précipitations est proposé ci-après.



Les précipitations annuelles montrent une forte variabilité depuis 60 ans. On observe une alternance d'années sèches et humides parfois d'une année à l'autre (années 1964-1965, 1976-1977, 1989-1990, 2002-2003, 2022-2023).

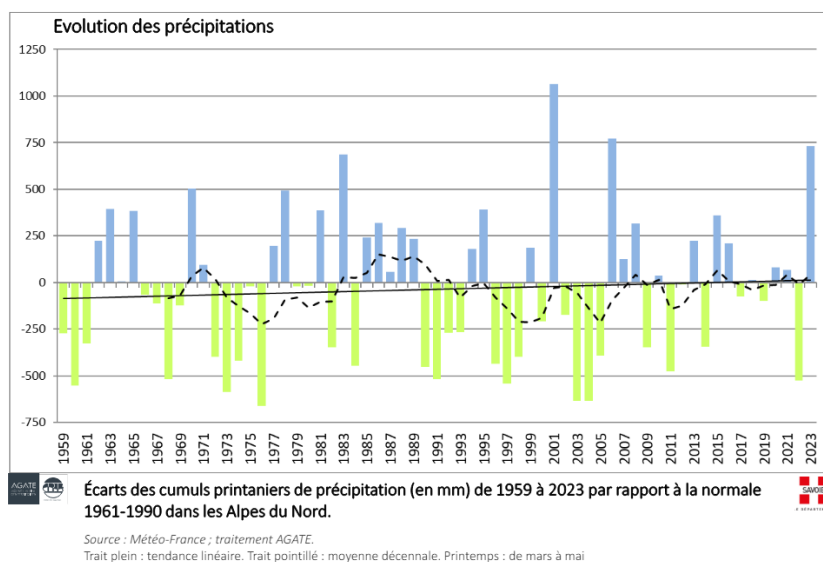
L'année 2012 est une année humide avec un écart à la moyenne de +500 mm.



En hiver, les cumuls tendent à baisser mais cette tendance est à prendre avec prudence.

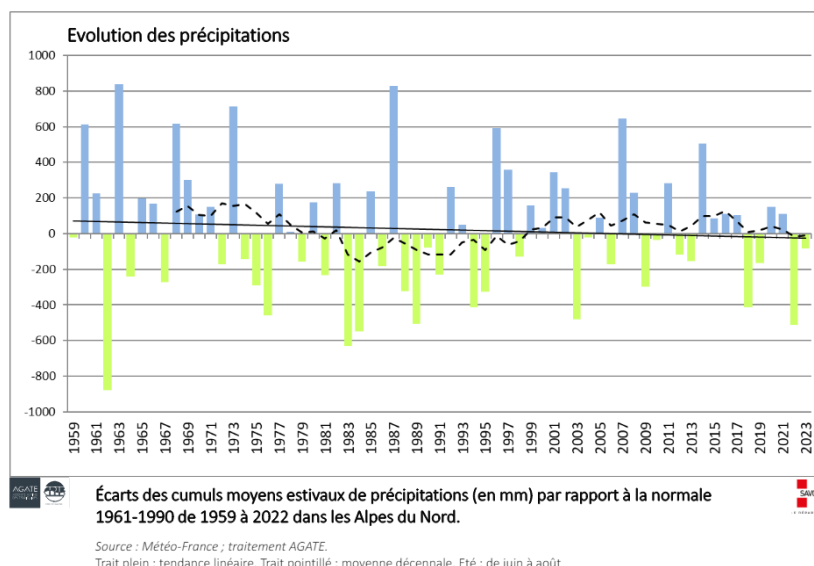
En effet, on observe que l'hiver 2022-2023 est sec alors que les 5 hivers précédents sont bien enneigés, notamment l'hiver 2017-2018 qui apparaît comme l'hiver le plus enneigé des 60 dernières années.

Les années 70 ont été peu enneigées, les années 80 très enneigées jusqu'au saut climatique de la fin des années 80. La période des années 2000 a été très déficitaire et depuis 2012, la variabilité des années 1990 semble être revenue.



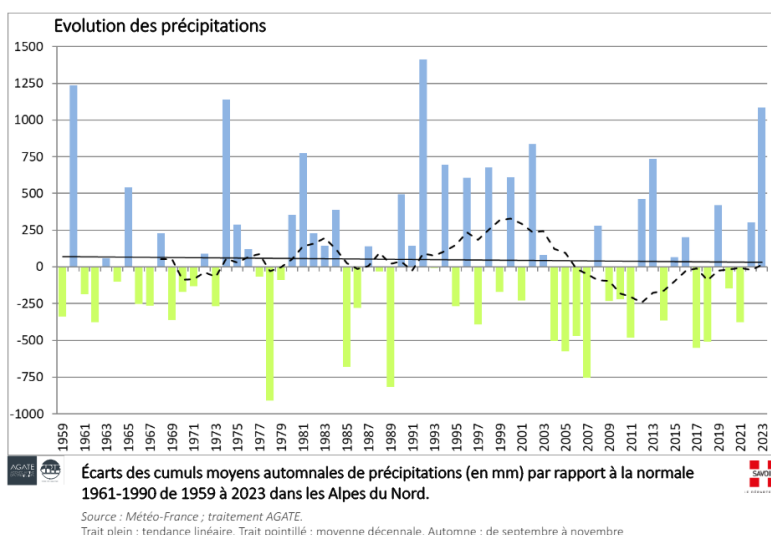
Les précipitations printanières sont aussi désormais très variables avec le plus grand écart enregistré entre le printemps 2022 (-500 mm) et le printemps 2023 (+700 mm), soit une amplitude de 1 200 mm.

La variabilité peut donc être très forte au printemps.



Les précipitations estivales semblent marquer une tendance à la baisse.

Ajoutées à une évapotranspiration potentielle (ETP) qui augmente, les pluies efficaces tendent à baisser à cette période, notamment en-dessous de 2000 m.



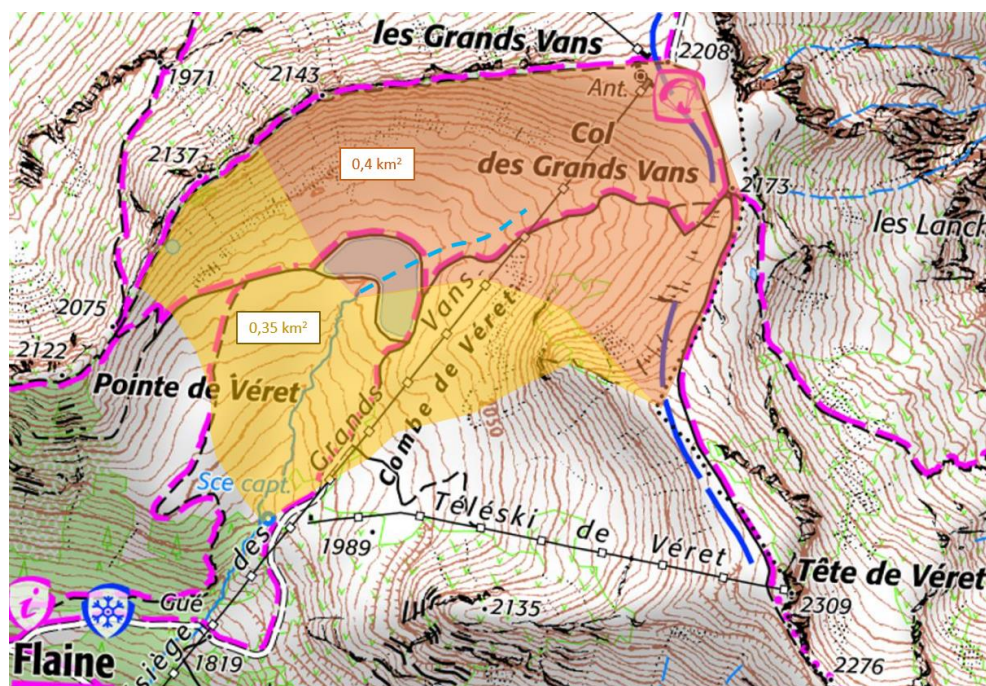
Les précipitations automnales semblent en légère baisse mais avec une forte variabilité. Notons que le mois de novembre 2023 a été le plus arrosé depuis 1992.

En synthèse, il est difficile de dégager des tendances nettes sur l'évolution des précipitations dans les Alpes du Nord.

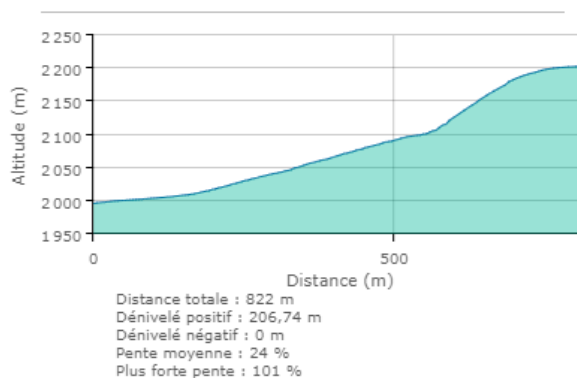
On note globalement une très forte variabilité avec des épisodes secs et humides qui peuvent se succéder d'une année sur l'autre.

HYDROGEOLOGIE DU BASSIN VERSANT

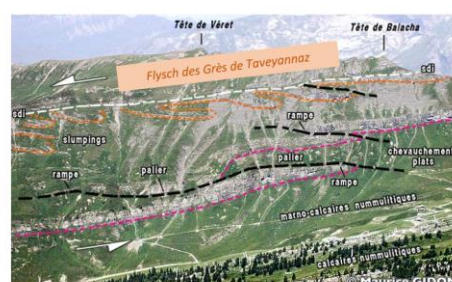
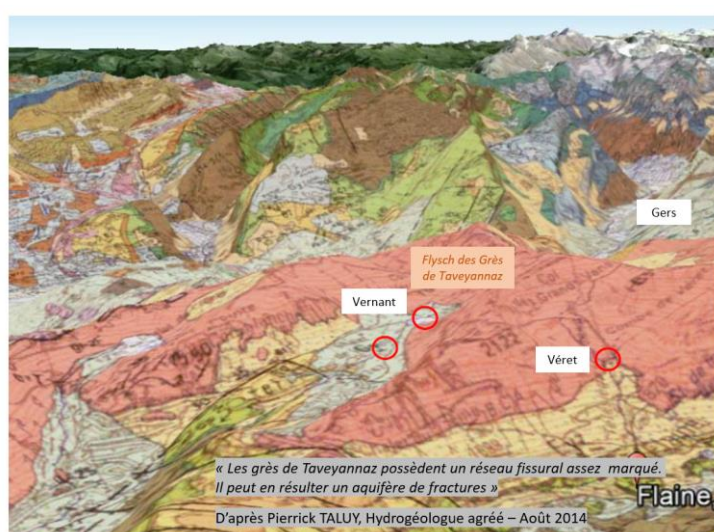
Le ruisseau de Véret se situe dans la Combe de Véret à une altitude moyenne de 2 070 m :



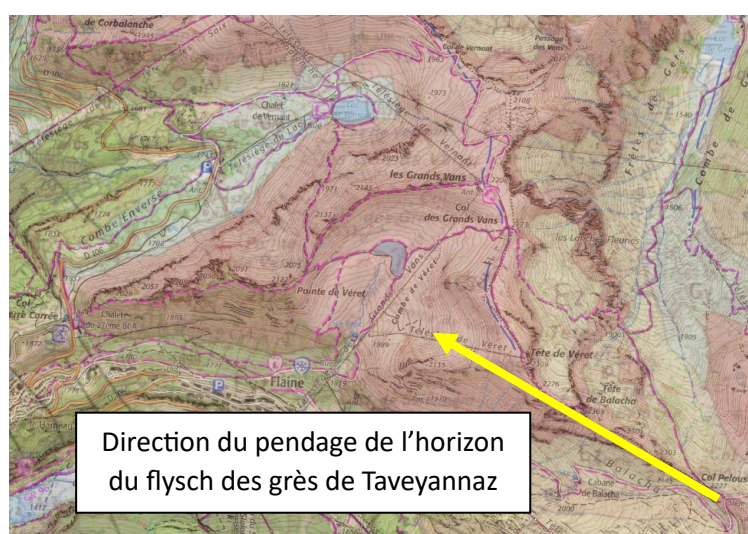
Il s'étend de 2 000 à 2 208 m (sommet des Grands Vans) avec une pente moyenne de 24 % :



Le bassin se déploie sur une formation karstique composée de grès (grès de Taveyannaz) ; cette formation est appelée le flysch des grès de Taveyannaz (en rose sur la carte 3D) :



Les travaux de l'hydrogéologue Pierrick Taluy en 2014 concluent au caractère très fissuré de cette formation des grès, donnant potentiellement naissance à des aquifères de fracture.



Cet horizon fracturé s'étend à l'Est jusqu'au Col Pelouse, avec un pendage orienté Sud-Est / Nord-Ouest, favorisant des écoulements souterrains selon cet axe.

BILAN HYDROLOGIQUE 2012

Des mesures de débits ont été faites pendant toute l'année 2012 :

- Au niveau de la retenue actuelle de Véret
- Au niveau de la prise d'eau du captage d'eau potable

Cette année constitue donc la seule référence permettant de comprendre le fonctionnement du bassin versant et de fixer un débit de référence pour le présent.

Dans une note technique relative au remplissage de la retenue de Vernant en octobre 2021, le cabinet ABEST a analysé également les données de Véret de 2012 et, par une transposition avec des mesures réalisés sur l'Arve et le Giffre, a établi les débits et volumes moyens pouvant être retenus pour Véret :

| | Débit (l/s) | | Volume (m3) | |
|-----------|-------------|-------|-------------|---------|
| | 2012 | moy | 2012 | moy |
| janvier | 0,26 | 0,23 | 687 | 609 |
| février | 0,35 | 0,48 | 944 | 1 291 |
| mars | 13,28 | 14,05 | 35 562 | 37 623 |
| avril | 12,57 | 11,94 | 33 665 | 31 977 |
| mai | 45,32 | 38,83 | 121 383 | 103 989 |
| juin | 32,36 | 28,37 | 86 685 | 75 994 |
| juillet | 1,84 | 2,26 | 4 934 | 6 054 |
| août | 1,03 | 1,44 | 2 758 | 3 845 |
| septembre | 13,70 | 13,40 | 36 701 | 35 888 |
| octobre | 11,91 | 9,48 | 31 896 | 25 378 |
| novembre | 13,65 | 12,60 | 36 562 | 33 738 |
| décembre | 0,83 | 0,66 | 2 222 | 1 780 |
| Total | 12,26 | 11,14 | 393 999 | 358 166 |

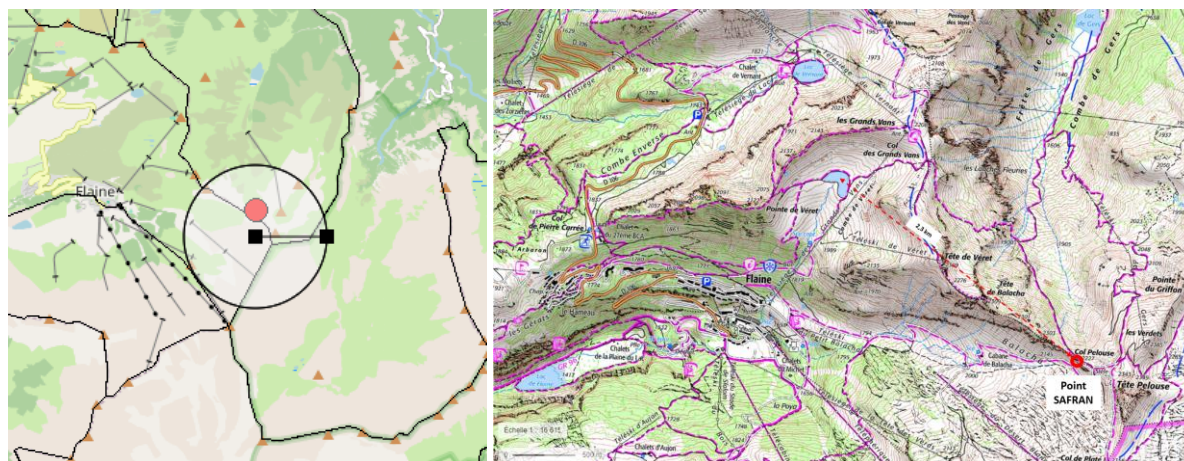
Débits et volumes à l'amont du lac de Veret

| | Débit (l/s) | | Volume (m3) | |
|-----------|-------------|--------|-------------|-----------|
| | 2012 | moy | 2012 | moy |
| janvier | 3,32 | 3,15 | 8 905 | 8 428 |
| février | 3,47 | 5,17 | 8 401 | 12 512 |
| mars | 27,75 | 29,16 | 74 323 | 78 098 |
| avril | 46,01 | 43,67 | 119 249 | 113 180 |
| mai | 153,56 | 131,58 | 411 305 | 352 415 |
| juin | 73,46 | 64,71 | 190 410 | 167 735 |
| juillet | 15,23 | 19,39 | 40 789 | 51 930 |
| août | 8,61 | 11,84 | 23 062 | 31 707 |
| septembre | 48,59 | 47,64 | 125 950 | 123 476 |
| octobre | 42,37 | 33,90 | 113 487 | 90 797 |
| novembre | 66,55 | 61,40 | 172 490 | 159 144 |
| décembre | 12,00 | 9,46 | 32 143 | 25 331 |
| Total | 41,74 | 38,42 | 1 320 514 | 1 214 752 |

Débits et volumes au captage de Veret

Estimation des précipitations efficaces 2012

Afin d'estimer les précipitations efficaces sur le bassin versant de Véret, on se basera sur les données ALADIN (période de référence 1951-2005) au point SAFRAN situé au Col Pelouse (2 227 m), que l'on confrontera aux données météorologiques de la station Météo France des Carroz, située à 1 160 m d'altitude.



Les moyennes de la période de référence 1951-2005 au Col Pelouse sont les suivantes :

- P totales = 1 767 mm
- ETP = 526 mm
- P efficaces = 1 241 mm

Les données de l'année 2012 (moyenne mobile sur 5 ans) sont les suivantes :

| ALADIN Col Pelouse 2 227 m | janv-12 | févr-12 | mars-12 | avr-12 | mai-12 | juin-12 | juil-12 | août-12 | sept-12 | oct-12 | nov-12 | déc-12 | Année |
|----------------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|-------|
| Pluie (mm) | 9 | 19 | 37 | 48 | 78 | 151 | 195 | 207 | 81 | 52 | 83 | 35 | 995 |
| Neige (mm) | 171 | 156 | 153 | 160 | 75 | 22 | 10 | 10 | 7 | 45 | 141 | 144 | 1093 |
| ETP (mm) | 15 | 19 | 35 | 45 | 68 | 78 | 84 | 77 | 52 | 34 | 20 | 15 | 540 |
| P eff (mm) | 165 | 157 | 155 | 163 | 85 | 95 | 121 | 140 | 36 | 63 | 204 | 164 | 1547 |

Afin d'appréhender la validité de cette approche, comparons les données ALADIN avec les données Météo France de la station des Carroz.

Sur la période de mesure de cette station (1981-2020), on obtient les données suivantes :

| Les Carroz 1 160 m | janv | fév | mars | avril | mai | juin | juillet | août | sept | oct | nov | déc | Année |
|-----------------------|------|-----|------|-------|-----|------|---------|------|------|-----|-----|-----|-------|
| P moy (mm) | 117 | 112 | 126 | 114 | 140 | 144 | 151 | 164 | 114 | 125 | 131 | 129 | 1565 |
| P med (mm) | 117 | 92 | 105 | 120 | 140 | 133 | 132 | 145 | 95 | 115 | 93 | 133 | 1420 |
| P 2012 (mm) | 198 | 25 | 50 | 205 | 110 | 174 | 101 | 135 | 168 | 126 | 154 | 267 | 1713 |

L'année 2012 enregistre un cumul de précipitations de 1 713 mm, soit +9,5 % par rapport à la moyenne.

Sur cette période 1981-2010, la référence ALADIN au Col Pelouse donne un cumul moyen de 1 924 mm/an.

Le cumul 2012 (2 088 mm) est donc supérieur de +8,5 % par rapport à la moyenne de cette approche.

Dans la suite de la note, on considère que les données de référence ALADIN au Col Pelouse sont applicables au bassin versant de Véret.

Hypothèse de bilan hydrologique 2012

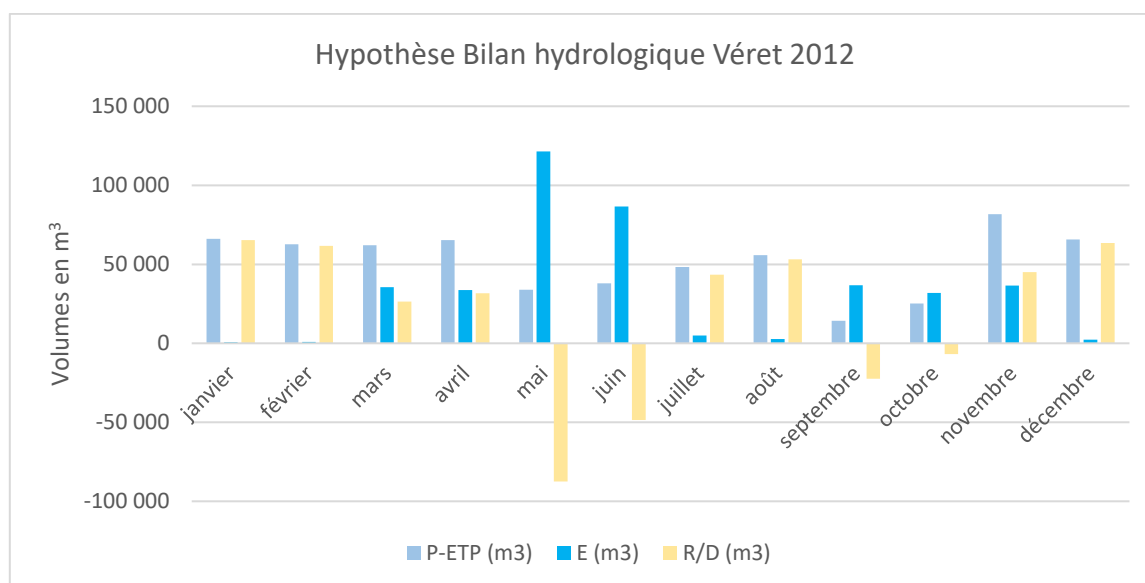
En appliquant les données de précipitations efficaces estimées avec le modèle ALADIN au Col Pelouse et en les confrontant aux données de débits pour l'année 2012, on obtient une hypothèse de bilan hydrologique pour l'année 2012 (cf tableau ci-après).

V_{eff} = volume produit par les précipitations efficaces (P-ETP) sur le bassin versant (0,4 km²)
E = écoulement mesuré (débit x durée)

R/D = volume de recharge ou de décharge du bassin versant. C'est la différence $V_{eff} - E$. Si ce volume est positif, cela signifie que le bassin stocke (eau solide ou eau liquide dans le sol et le sous-sol). Si ce volume est négatif, cela signifie qu'il déstocke (fonte de la neige ou décharge de l'eau du sol et du sous-sol)

| | V eff Volume des précipitations efficaces (m ³) | E Volume écoulé (m ³) | R/D Volume de recharge ou de décharge (m ³) |
|-----------|--|--|--|
| janvier | 66 066 | 696 | 65 370 |
| février | 62 625 | 937 | 61 688 |
| mars | 61 979 | 35 569 | 26 410 |
| avril | 65 255 | 33 667 | 31 588 |
| mai | 33 973 | 121 385 | -87 412 |
| juin | 38 052 | 86 673 | -48 621 |
| juillet | 48 373 | 4 928 | 43 445 |
| août | 55 855 | 2 759 | 53 096 |
| septembre | 14 297 | 36 694 | -22 397 |
| octobre | 25 093 | 31 900 | -6 806 |
| novembre | 81 680 | 36 560 | 45 120 |
| décembre | 65 639 | 2 223 | 63 416 |
| | 618 888 | 393 993 | 224 895 |

L'évolution du bilan hydrologique 2012 mois par mois est décrite dans le graphe ci-dessous :



De façon chronologique, le fonctionnement du bassin semble être le suivant :

- Janvier-Février : les précipitations neigeuses stockées, il n'y a pratiquement pas d'écoulement
- Mars-Avril : les précipitations changent de nature et la fonte du manteau neigeux survient. L'écoulement démarre et le stockage dans le sol également
- Mai-Juin : les écoulements sont élevés du fait de la fonte de la neige ce qui fait diminuer le stock neigeux mais aussi le drainage compte tenu de la saturation en eau probable du sol
- Juillet-Août : les pluies rechargent les sols secs et il y a un très faible écoulement

- Septembre-Octobre : l'écoulement est généré par la pluie et le drainage du sol = les pluies de l'été permettent de recharger les sols pour rendre les écoulements au début de l'automne
- Novembre : la pluie et la neige alternent = l'écoulement et le stockage sous forme solide sont à peu près équivalents
- Décembre : la neige stocke l'eau sous forme solide

| | P-ETP (m3) | E (m3) | R/D (m3) | |
|-----------|------------|---------|----------|--|
| janvier | 66 066 | 696 | 65 370 | Stockage de l'eau sous forme solide |
| février | 62 625 | 937 | 61 688 | Stockage de l'eau sous forme solide |
| mars | 61 979 | 35 569 | 26 410 | Début de la fonte du stock de neige + écoulement des pluies |
| avril | 65 255 | 33 667 | 31 588 | Début de la fonte du stock de neige + écoulement des pluies |
| mai | 33 973 | 121 385 | -87 412 | Fonte du stock de neige + ruissellement de la pluie + drainage sols saturés |
| juin | 38 052 | 86 673 | -48 621 | Fonte du stock de neige + ruissellement de la pluie + drainage sols saturés |
| juillet | 48 373 | 4 928 | 43 445 | Recharge des sols |
| août | 55 855 | 2 759 | 53 096 | Recharges des sols |
| septembre | 14 297 | 36 694 | -22 397 | Une partie de la réserve des sols contribue à l'écoulement |
| octobre | 25 093 | 31 900 | -6 806 | Une partie de la réserve des sols contribue à l'écoulement |
| novembre | 81 680 | 36 560 | 45 120 | Les précipitations se répartissent : ruissellement et stockage solide |
| décembre | 65 639 | 2 223 | 63 416 | La neige est prépondérante : stockage de l'eau solide |
| | 618 888 | 393 993 | 224 895 | Au bilan sur l'année hydrologique, le drainage représente environ 36% des précipitations efficaces Hypothèse : ce drainage est transféré dans le bassin aval participant à l'écoulement du ruisseau au niveau du captage de Véret |

Interprétation sur le fonctionnement du bassin versant

Afin de comprendre le fonctionnement du bassin versant du ruisseau de Véret en amont de la retenue actuelle, on utilise les données mesurées au niveau du captage.

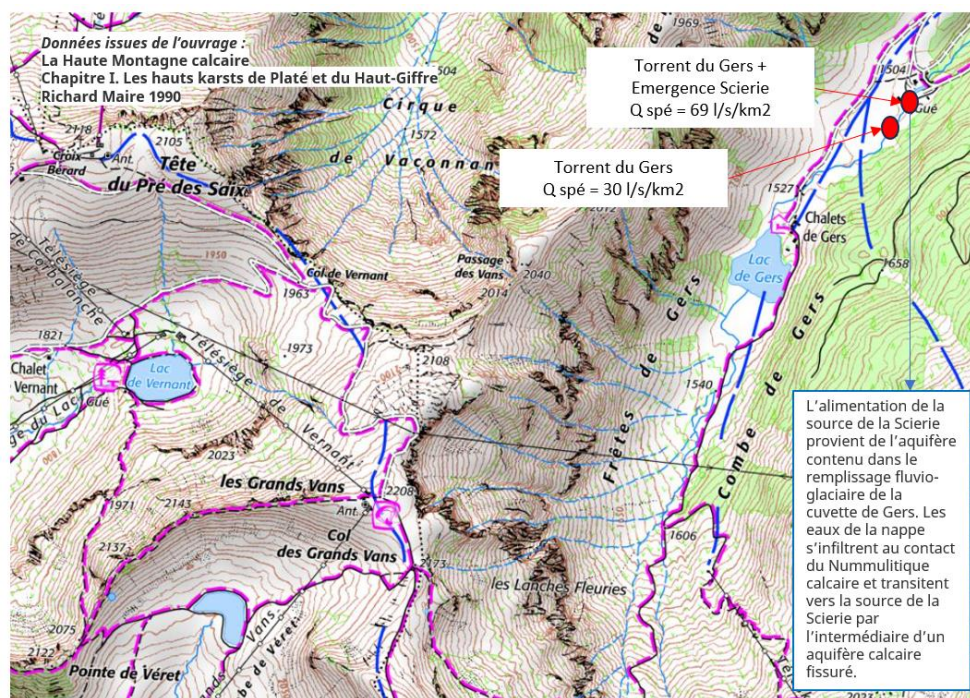
Ces données font apparaître des différences notoires pour les débits spécifiques :

| | Surface BV (km2) | Q moy 2012 (l/s) | Q moy spé 2012 (l/s/km2) |
|---------------|------------------|------------------|--------------------------|
| Véret amont | 0,4 | 12,26 | 30,65 |
| Captage Véret | 0,75 | 41,74 | 55,65 |

Ce type de décalage à quelques dizaines de mètres de distance est observé dans le bassin versant adjacent de la Combe de Véret.

Dans son ouvrage *La Haute Montagne calcaire*, publié en 1900, Richard Maire étudie les débits spécifiques de la Combe du Gers et observe une grande différence de débits spécifiques au niveau de la scierie.

Il met en évidence le fonctionnement des écoulements souterrains qui dans un horizon géologique fissuré peuvent s'infiltrer et resurgir.



Compte tenu des éléments quantitatifs du bilan hydrologique 2012 établi, le fonctionnement du bassin versant de Véret serait le suivant :



Les pertes annuelles du bassin amont alimentent le bassin aval.

Ce dernier est également alimenté par des apports latéraux.

Ces circulations souterraines sont tout à fait cohérentes avec la nature géologique du bassin versant et l'étendue du flysch des grès du Taveyannaz.

Afin d'analyser l'évolution des apports sur le bassin versant de Véret et les volumes disponibles sur l'année exceptionnelle 2022, il est proposé d'utiliser les ratios du bilan hydrologique 2012, entre les volumes générés par les précipitations efficaces (P-ETP) et les volumes stockés et destockés (R/D), pour approcher les volumes écoulés (E) et reconstituer ainsi les débits correspondants de 2022 (cf. ci-après) :

| 2012 | P-ETP (m3) | E (m3) | R/D (m3) | Ratio V (R/D) / V (P-ETP) |
|-----------|---------------|---------|----------|------------------------------|
| janvier | 66 066 | 696 | 65 370 | 0,989 |
| février | 62 625 | 937 | 61 688 | 0,985 |
| mars | 61 979 | 35 569 | 26 410 | 0,426 |
| avril | 65 255 | 33 667 | 31 588 | 0,484 |
| mai | 33 973 | 121 385 | -87 412 | -2,573 |
| juin | 38 052 | 86 673 | -48 621 | -1,278 |
| juillet | 48 373 | 4 928 | 43 445 | 0,898 |
| août | 55 855 | 2 759 | 53 096 | 0,951 |
| septembre | 14 297 | 36 694 | -22 397 | -1,567 |
| octobre | 25 093 | 31 900 | -6 806 | -0,271 |
| novembre | 81 680 | 36 560 | 45 120 | 0,552 |
| décembre | 65 639 | 2 223 | 63 416 | 0,966 |
| | 618 888 | 393 993 | 224 895 | |

EVOLUTIONS CLIMATIQUES

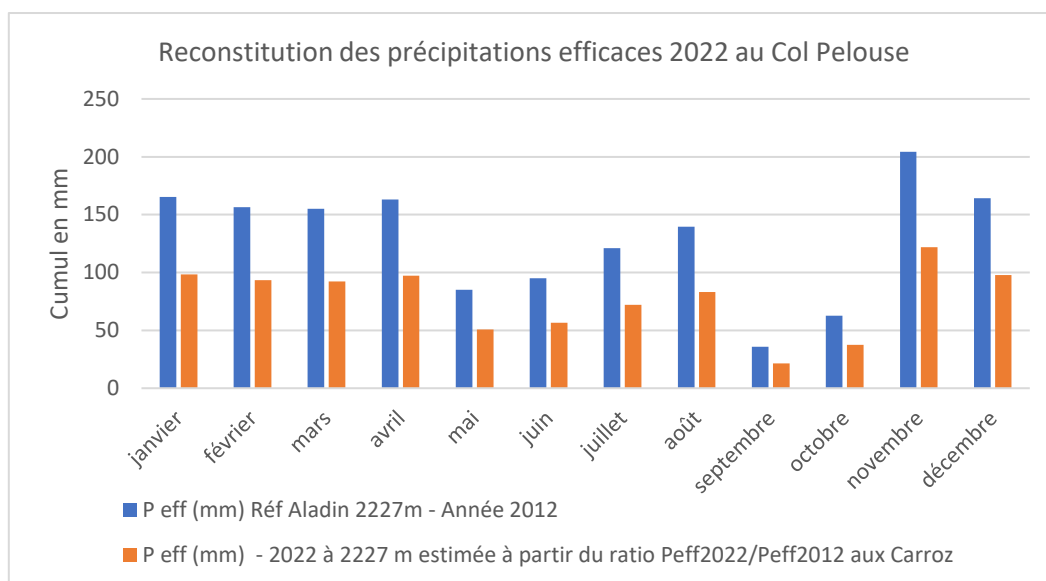
Reconstitution des précipitations efficaces 2022

L'année 2022 se distingue dans les Alpes du Nord parmi les 5 années les plus sèches des 30 dernières années.

En prenant les données des Carroz en 2012 et 2022, on transpose le ratio « P 2012/P 2022 » (0,58) des Carroz aux précipitations efficaces reconstituées sur Véret.

On estimera donc les précipitations efficaces sur Véret en 2022 à 922 mm répartis mensuellement de la façon suivante :

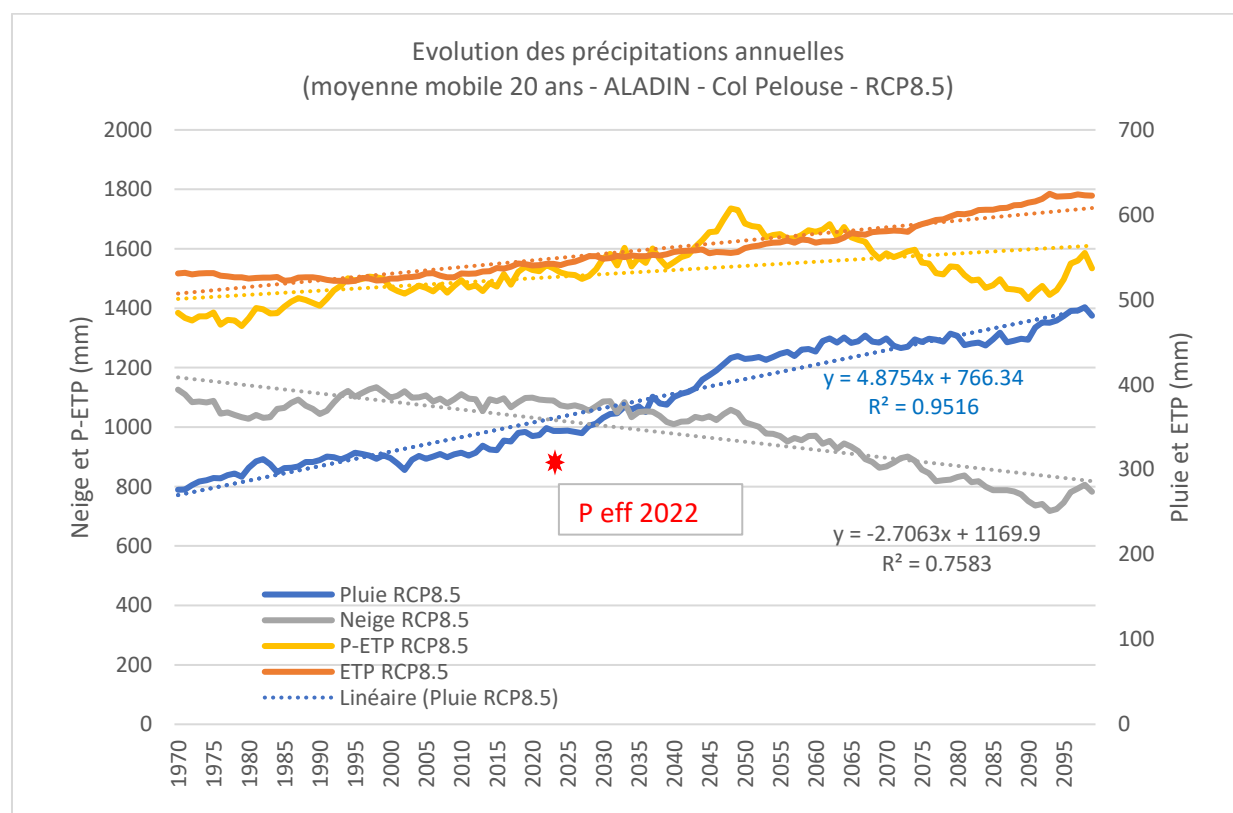
| | janv-22 | févr-22 | mars-22 | avr-22 | mai-22 | juin-22 | juil-22 | août-22 | sept-22 | oct-22 | nov-22 | déc-22 | Année |
|------------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|-------|
| P eff (mm) | 98 | 93 | 92 | 97 | 51 | 57 | 72 | 83 | 21 | 37 | 122 | 98 | 922 |



On positionnera cette année comme référence inférieure des précipitations actuelles.

Evolutions des précipitations efficaces annuelles

L'évolution des précipitations du modèle ALADIN (scénario RCP8.5° / point Safran Col Pelouse) est présentée sur le graphe ci-dessous :

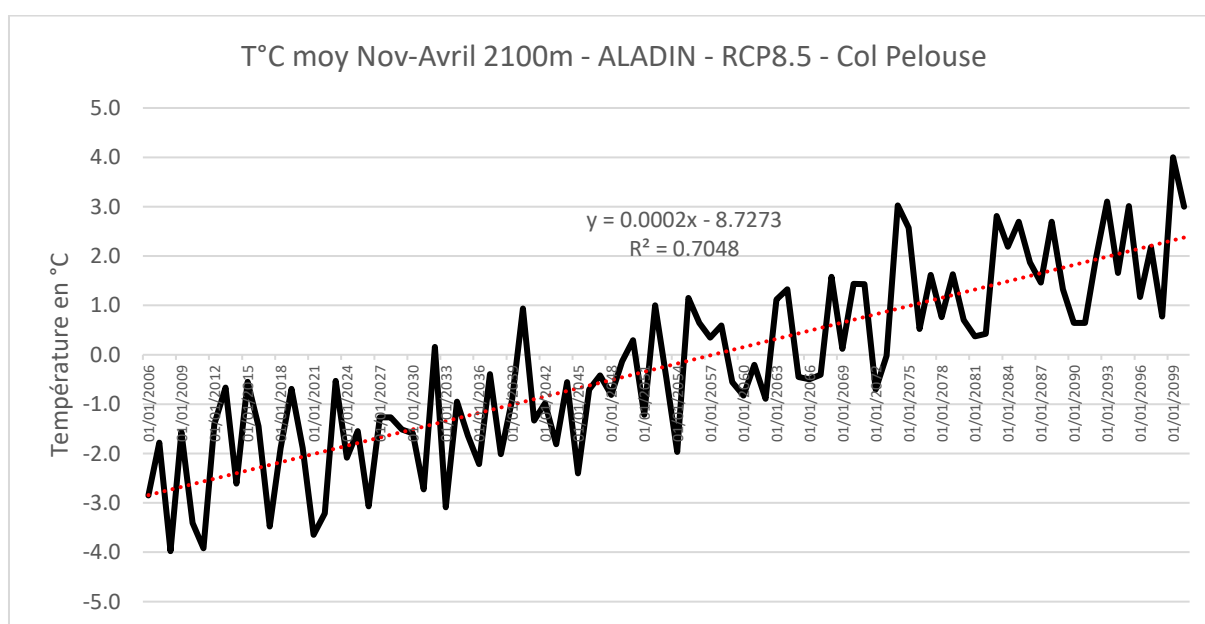
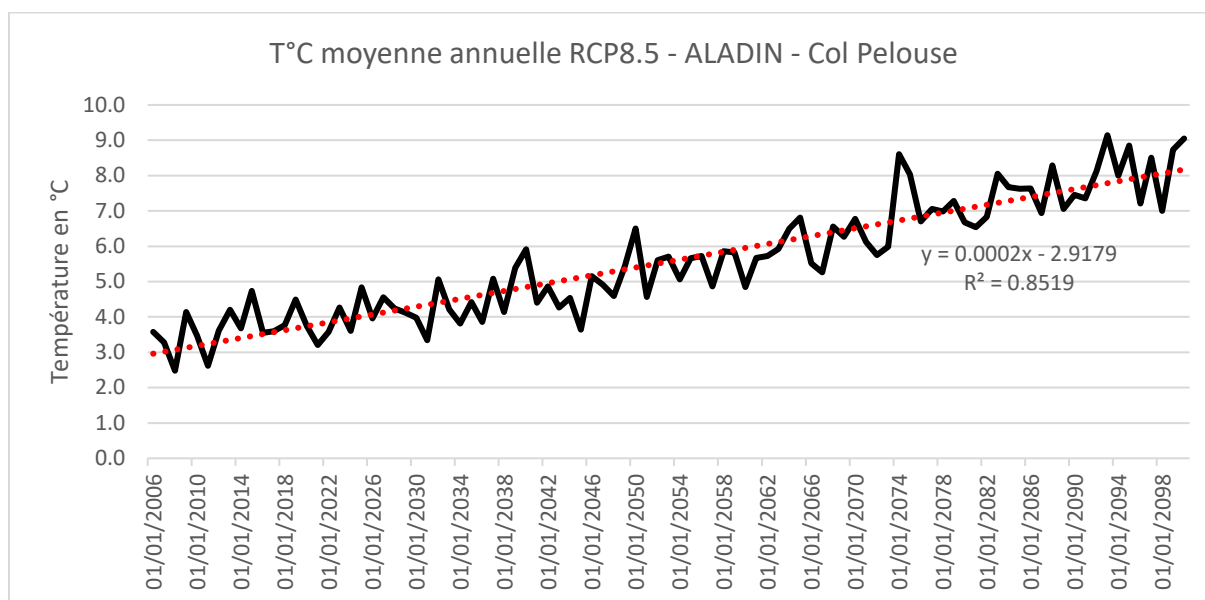


On observe le caractère exceptionnel de l'année 2012, bien en-dessous des reconstitutions du modèle.

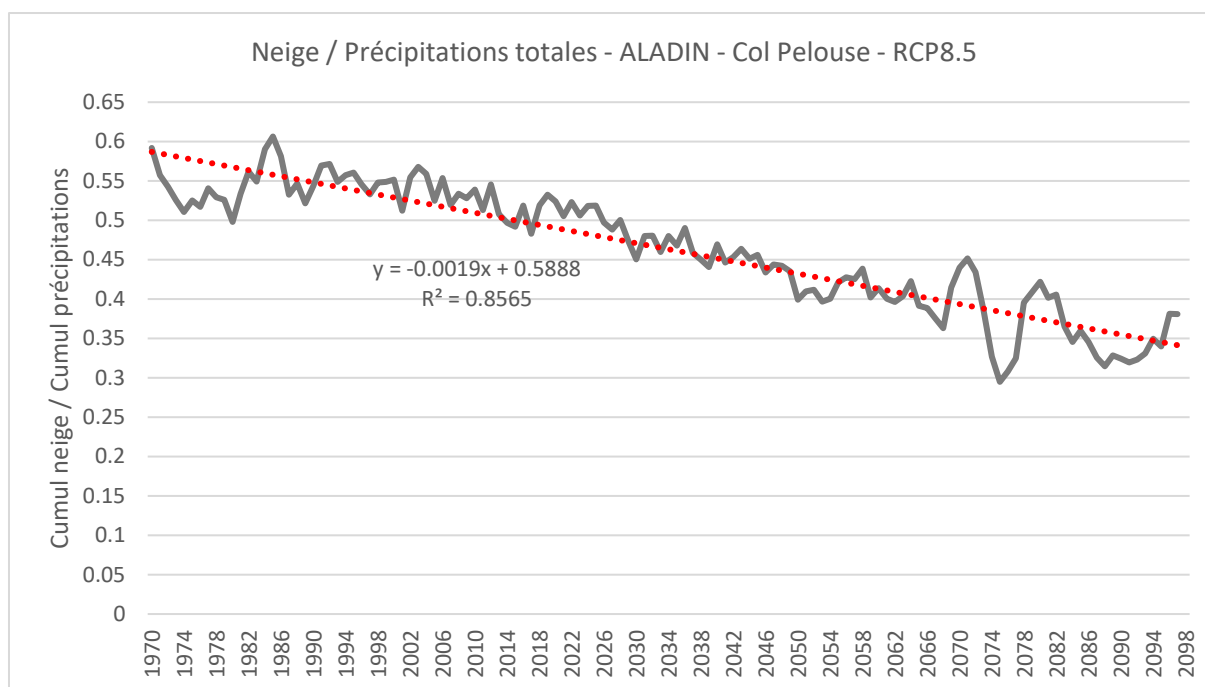
On note 2 tendances :

- Une augmentation des précipitations annuelles pluvieuses
- Une diminution des précipitations annuelles neigeuses

Ces tendances sont cohérentes avec l'augmentation de la température moyenne annuelle et de la température moyenne pendant la période hivernale (novembre – avril) :



Cela a pour effet de faire baisser la part de cumul de neige par rapport au cumul total, ce qui est modélisé ci-après :



La part de cumul de neige passerait d'environ 50% actuellement à environ 40% à l'horizon climatique moyen (H2 : 2041-2070).

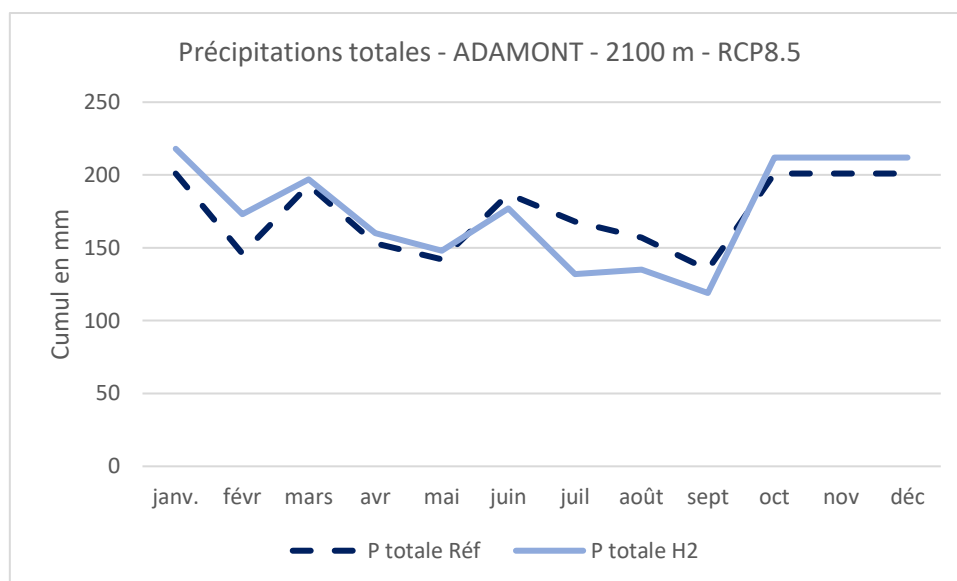
En prenant les moyennes mensuelles des années de référence (1951-2006) et de l'horizon moyen (H2 : 2041-2070) du modèle ALADIN au Col Pelouse pour le scénario RCP8.5, on peut estimer l'évolution du ratio « Neige / P totale » (N/Pt) :

| | janv. | févr | mars | avr | mai | juin | juil | août | sept | oct | nov | déc |
|----------|-------|------|-------|-------|-----|------|------|------|------|-----|-------|------|
| N/Pt Réf | 0,96 | 0,96 | 0,89 | 0,81 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,72 | 0,9 |
| N/Pt H2 | 0,85 | 0,86 | 0,68 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,56 | 0,8 |
| Evol | -0,11 | -0,1 | -0,21 | -0,21 | | | | | | | -0,16 | -0,1 |

L'évolution du ratio est très importante en début (novembre) et en fin (mars-avril) de période hivernale. Elle est sensible au cœur de l'hiver (décembre-février).

L'évolution des précipitations totales et des températures moyennes entre la référence et l'horizon moyen sont retranscrites à partir des données ADAMONT – Massif du Chablais – 2100m – RCP8.5 :

| | janv. | févr | mars | avr | mai | juin | juil | août | sept | oct | nov | déc |
|-------------------|-------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| P totale Réf (mm) | 201 | 146 | 19f3 | 153 | 142 | 187 | 168 | 157 | 135 | 201 | 201 | 201 |
| P totale H (mm)2 | 218 | 173 | 197 | 160 | 148 | 177 | 132 | 135 | 119 | 212 | 212 | 212 |
| Delta (mm) | 17 | 27 | 4 | 7 | 6 | -10 | -36 | -22 | -16 | 11 | 11 | 11 |

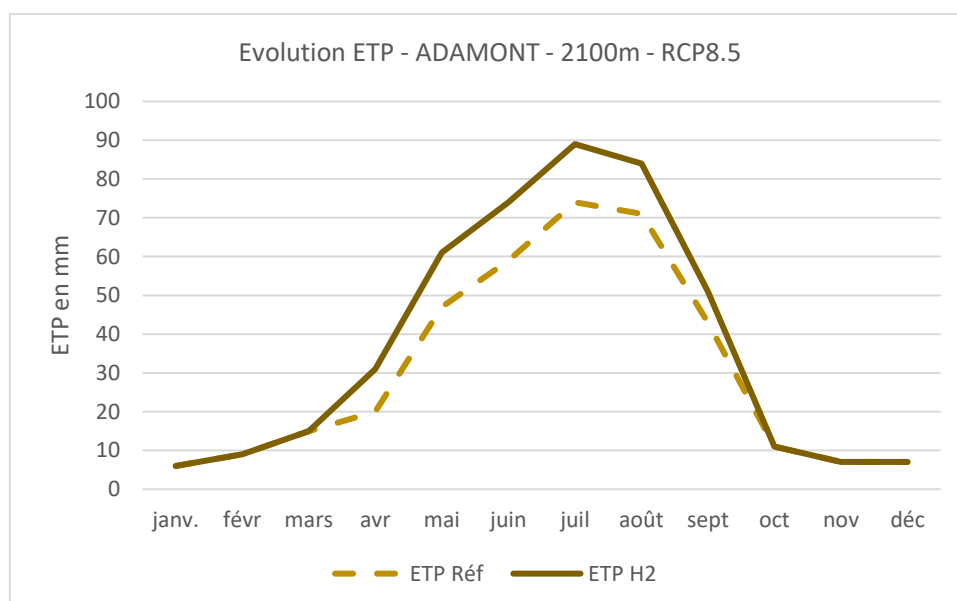


Les précipitations totales de la période hivernale (novembre-avril) augmentent alors que les précipitations totales de la période estivale (juin-septembre) diminuent.

Pour déterminer les précipitations efficaces, on calcule l'évapotranspiration (ETP) avec la formule d'Oudin dont la variable d'entrée est la température moyenne.

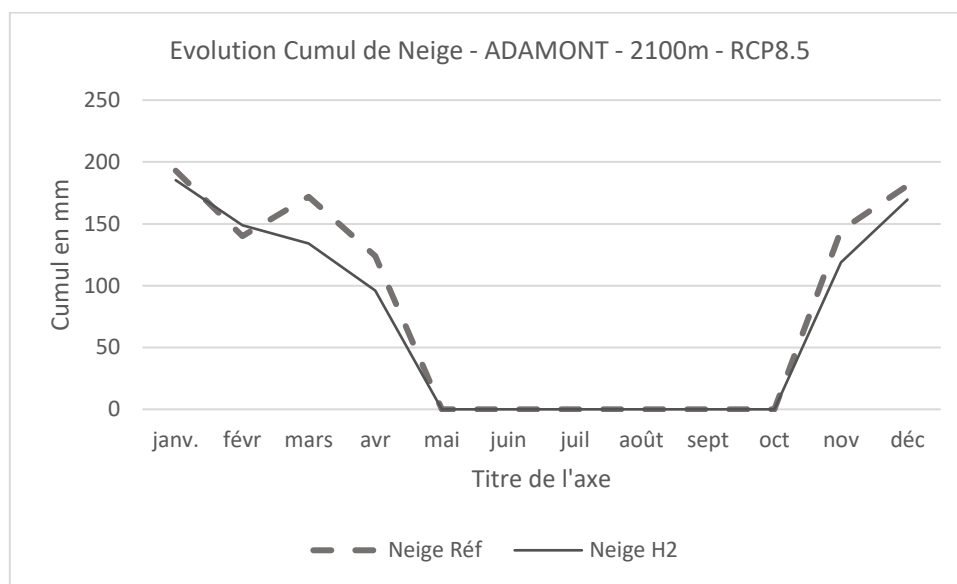
| | janv. | févr | mars | avr | mai | juin | juil | août | sept | oct | nov | déc |
|---------------------|-------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| T°C moy Réf (en °C) | -4,2 | -4,3 | -2,7 | -0,1 | 4,3 | 6,6 | 9,8 | 10,3 | 7,6 | -4,2 | -4,2 | -4,2 |
| T°C moy H2 (en °C) | -2,1 | -2 | -0,5 | 2,7 | 7,3 | 9,4 | 12,8 | 13,1 | 10,2 | -2,1 | -2,1 | -2,1 |

| | janv. | févr | mars | avr | mai | juin | juil | août | sept | oct | nov | déc |
|-----------------|-------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| ETP Réf (en mm) | 6 | 9 | 15 | 20 | 47 | 59 | 74 | 71 | 43 | 11 | 7 | 7 |
| ETP H2 (en mm) | 6 | 9 | 15 | 31 | 61 | 74 | 89 | 84 | 51 | 11 | 7 | 7 |
| Delta en mm | 0 | 0 | 0 | 11 | 14 | 15 | 15 | 13 | 8 | 0 | 0 | 0 |



A partir des ratio « Neige / Précipitations totales », on estime la quantité de neige (N en mm) :

| | janv. | févr | mars | avr | mai | juin | juil | août | sept | oct | nov | déc |
|------------------|--------|--------|--------|--------|-----|------|------|------|------|-----|--------|-------|
| N Réf (en mm) | 192,96 | 140,16 | 171,77 | 123,93 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 144,72 | 180,9 |
| N H2 (en mm) | 185,3 | 148,78 | 133,96 | 96 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 118,72 | 169,6 |
| Delta (en mm) | -7,66 | 8,62 | -37,81 | -27,93 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -26 | -11,3 |



L'enneigement diminue au cours de la période hivernale (novembre-avril), d'environ 118 mm/an à l'horizon moyen. La baisse est marquée en novembre, mars et avril. Elle est sensible en décembre et janvier. On note une légère hausse en février.

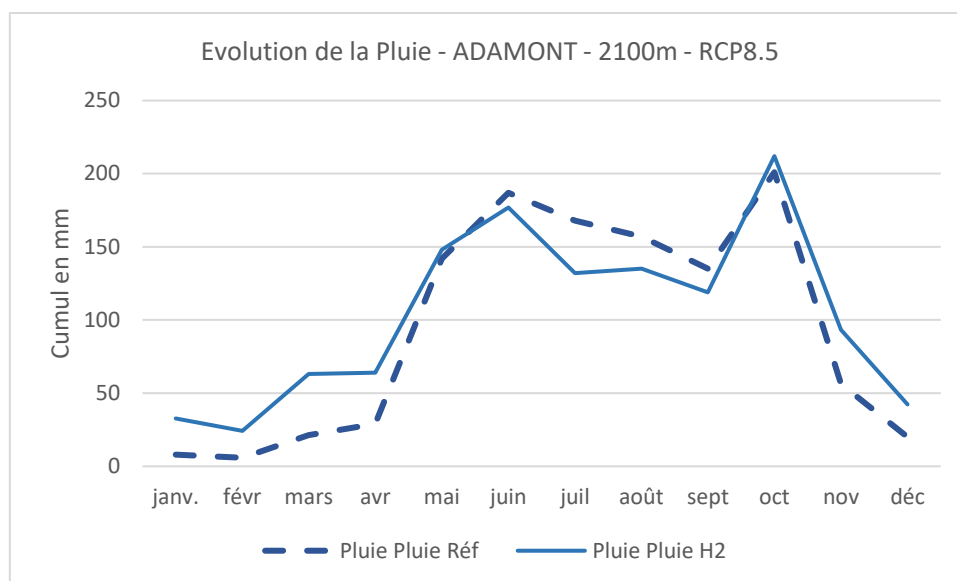
Concernant la pluie, l'évolution est la suivante :

| | janv. | févr | mars | avr | mai | juin | juil | août | sept | oct | nov | déc |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-----|------|------|------|------|-----|-------|------|
| Pluie Réf (en mm) | 8,04 | 5,84 | 21,23 | 29,07 | 142 | 187 | 168 | 157 | 135 | 201 | 56,28 | 20,1 |
| Pluie H2 (en mm) | 32,7 | 24,22 | 63,04 | 64 | 148 | 177 | 132 | 135 | 119 | 212 | 93,28 | 42,4 |
| Delta (en mm) | 24,66 | 18,38 | 41,81 | 34,93 | 6 | -10 | -36 | -22 | -16 | 11 | 37 | 22,3 |

Alors que l'enneigement diminue en hiver, les cumuls de pluie augmentent de 177 mm/an à l'horizon moyen. Notons que même au cœur de l'hiver (de décembre à février), les cumuls de pluie augmentent de 64 mm/an.

Les pluies seront donc plus importantes en hiver.

La pluie a cependant tendance à diminuer pendant la période estivale (juin-septembre) avec un recul de 84 mm/an.



Les éléments précédents permettent de prévoir l'évolution des débits du ruisseau de Véret :

- Avec davantage de pluie en hiver, les débits seront plus importants qu'aujourd'hui
- Avec la hausse des températures, la fonte de la neige devrait arriver un peu plus tôt dans l'année ; néanmoins, l'évolution de la température moyenne sur novembre-avril montre que celle-ci devient positive autour de 2050. A l'horizon moyen, le décalage du pic temporel de la fonte ne devrait pas être très marqué
- Avec moins de pluie et davantage d'ETP pendant la période estivale, les débits sont moins importants

PROJECTIONS CLIMATIQUES DES DEBITS DU RUISSEAU DE VERET

Préalablement à la projection climatique futures, une reconstitution des débits de l'année 2022 est proposée afin que ceux-ci servent d'hypothèse dans les simulations de volumes disponibles pour le remplissage de la retenue de Véret.

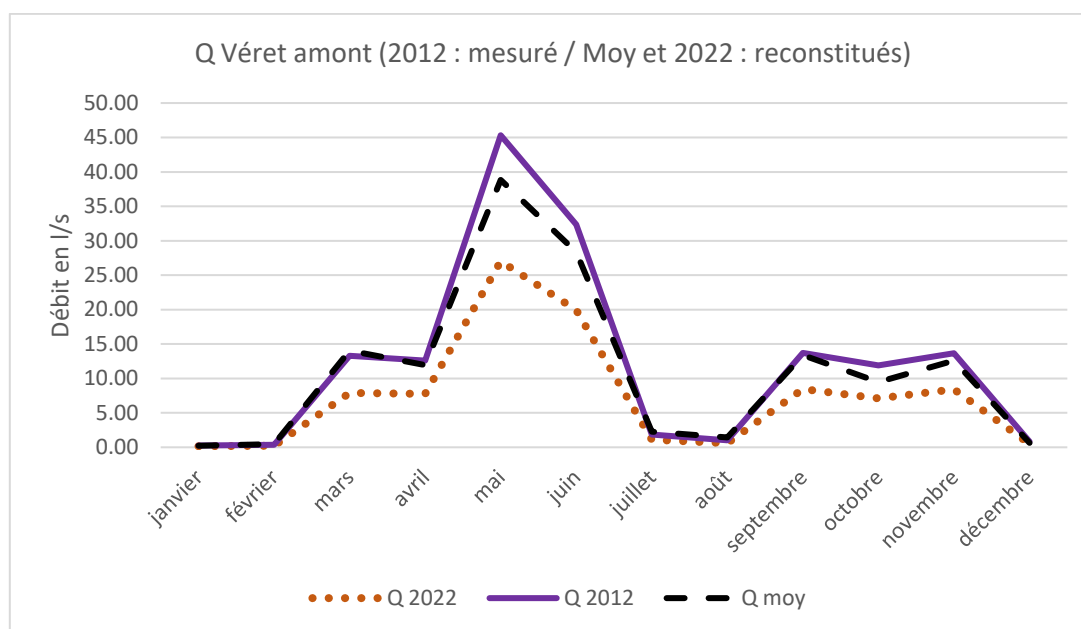
Reconstitution des débits 2022

A partir des précipitations efficaces 2022 reconstituées et des ratios issus du bilan hydrologique 2012, on reconstitue les débits mensuels de l'année 2022 :

| | V P eff | V R/D | V écoulé | Q 2022 |
|-----------|---------|---------|----------|--------|
| janvier | 39 382 | 38 967 | 415 | 0,15 |
| février | 37 331 | 36 772 | 559 | 0,23 |
| mars | 36 946 | 15 743 | 21 203 | 7,92 |
| avril | 38 899 | 18 830 | 20 069 | 7,74 |
| mai | 20 251 | -52 106 | 72 358 | 27,02 |
| juin | 22 683 | -28 983 | 51 666 | 19,93 |
| juillet | 28 835 | 25 898 | 2 938 | 1,10 |
| août | 33 295 | 31 650 | 1 644 | 0,61 |
| septembre | 8 522 | -13 351 | 21 873 | 8,44 |
| octobre | 14 958 | -4 057 | 19 015 | 7,10 |
| novembre | 48 690 | 26 896 | 21 794 | 8,41 |
| décembre | 39 127 | 37 802 | 1 325 | 0,49 |

Ces débits peuvent être comparés aux débits 2012 et aux débits moyens estimés :

| | Q 2022 (en l/s) | Q 2012 (en l/s) | Q moy (en l/s) |
|-----------|--------------------|--------------------|-------------------|
| janvier | 0,15 | 0,26 | 0,23 |
| février | 0,23 | 0,35 | 0,48 |
| mars | 7,92 | 13,28 | 14,05 |
| avril | 7,74 | 12,57 | 11,94 |
| mai | 27,02 | 45,32 | 38,83 |
| juin | 19,93 | 32,36 | 28,37 |
| juillet | 1,10 | 1,84 | 2,26 |
| août | 0,61 | 1,03 | 1,44 |
| septembre | 8,44 | 13,70 | 13,40 |
| octobre | 7,10 | 11,91 | 9,48 |
| novembre | 8,41 | 13,65 | 12,60 |
| décembre | 0,49 | 0,83 | 0,66 |
| Moyenne | 7,42873895 | 12,2583333 | 11,145 |



Les débits de l'année 2022 seront pris en compte dans les prospectives des volumes disponibles compte tenu du fait que l'année 2022 est une année très sèche, en-dessous des prévisions climatiques du scénario RCP8.5

Projection à partir à partir du bilan hydrologique

Le bilan hydrologique établi pour l'année 2012 est un outil pour estimer les écoulements futurs.

On formule l'hypothèse que le bassin versant fonctionne tout le temps comme en 2012, ce qui est approximatif compte tenu du contexte géologique.

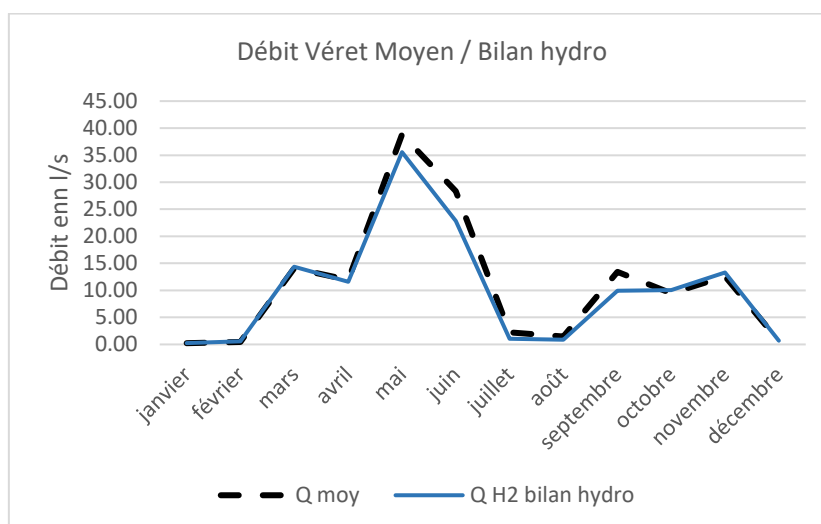
Les volumes produits par les précipitations efficaces sur ce bassin versant sont calculés à partir des données ADAMONT – Massif du Chablais – 2100m – RCP8.5.

Le ratio entre les précipitations efficaces de l'horizon moyen par rapport au présent (Ratio H2 / Réf) constitue un coefficient climatique qui sera appliqué pour la simulation des volumes disponibles :

| V (P-ETP) Réf (en m ³) | (P-ETP) H2 (en m ³) | Ratio H2/Réf |
|---------------------------------------|------------------------------------|--------------|
| 78 000 | 84 800 | 1,09 |
| 54 800 | 65 600 | 1,20 |
| 71 200 | 72 800 | 1,02 |
| 53 200 | 51 600 | 0,97 |
| 38 000 | 34 800 | 0,92 |
| 51 200 | 41 200 | 0,80 |
| 37 600 | 17 200 | 0,46 |
| 34 400 | 20 400 | 0,59 |
| 36 800 | 27 200 | 0,74 |
| 76 000 | 80 400 | 1,06 |
| 77 600 | 82 000 | 1,06 |
| 77 600 | 82 000 | 1,06 |
| 686 400 | 660 000 | |

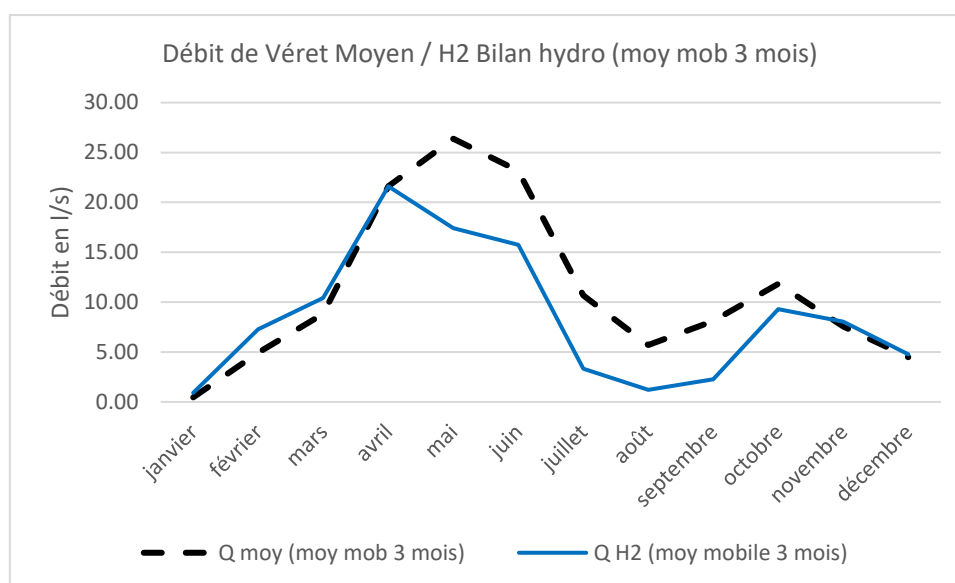
Si on applique les ratios, on obtient une évolution du débit moyen :

| | Q moy (en l/s) | Q H2 bilan hydro (en l/s) |
|-----------|-------------------|------------------------------|
| janvier | 0,23 | 0,25 |
| février | 0,48 | 0,57 |
| mars | 14,05 | 14,37 |
| avril | 11,94 | 11,58 |
| mai | 38,83 | 35,56 |
| juin | 28,37 | 22,83 |
| juillet | 2,26 | 1,03 |
| août | 1,44 | 0,85 |
| septembre | 13,40 | 9,90 |
| octobre | 9,48 | 10,03 |
| novembre | 12,60 | 13,31 |
| décembre | 0,66 | 0,70 |



Afin d'avoir une représentation prenant en compte les tendances saisonnières, il est proposé de représenter les débits de Véret en moyenne mobile sur 3 mois :

| | Q moy (moy mob 3 mois en l/s) | Q H2 bilan hydro (moy mob 3 mois en l/s) |
|-----------|-------------------------------------|--|
| janvier | 0,46 | 0,50 |
| février | 4,92 | 5,89 |
| mars | 8,82 | 9,02 |
| avril | 21,61 | 20,96 |
| mai | 26,38 | 24,16 |
| juin | 23,15 | 18,63 |
| juillet | 10,69 | 4,89 |
| août | 5,70 | 3,38 |
| septembre | 8,11 | 5,99 |
| octobre | 11,83 | 12,51 |
| novembre | 7,58 | 8,01 |
| décembre | 4,50 | 4,75 |



La reconstitution traduit bien l'évolution du fonctionnement du bassin versant :

- Des débits d'hiver plus élevés : sur ce point, notons que l'approche est très sécuritaire car les débits de janvier et de février issus des approches fondées sur l'année 2012 sont bas. Il est à prévoir que les débits futurs de janvier et de février soient supérieurs à ceux reconstitués dans la présente approche
- Un pic de fonte qui arrive en avril plutôt qu'en mai et qui a une valeur moins élevée, traduisant la baisse du cumul de neige en hiver
- Des débits de la période estivale (juin à septembre) beaucoup plus bas qu'aujourd'hui, traduisant la combinaison de la baisse des pluies et de l'augmentation de l'ETP
- Des débits en hausse dès le début de la période hivernale

Modélisation DRIAS-Eau

Le portail DRIAS-Eau permet d'accéder aux simulations de débit de plusieurs cours d'eau à partir de 12 modèles :

| |
|--------------------|
| ALADIN63_CNRM-CM5 |
| RACMO22E_CNRM-CM5 |
| WRF381P_IPSL-CM5A |
| RCA4_IPSL-CM5A |
| RegCM4-6_HadGEM2 |
| CCLM4-8-17_HadGEM2 |
| RACMO22E_EC-EARTH |
| RCA4_EC-EARTH |
| CCLM4-8-17_MPI-ESM |
| REMO2009_MPI-ESM |
| HIRHAM5_NorESM1 |
| REMO2015_NorESM1 |

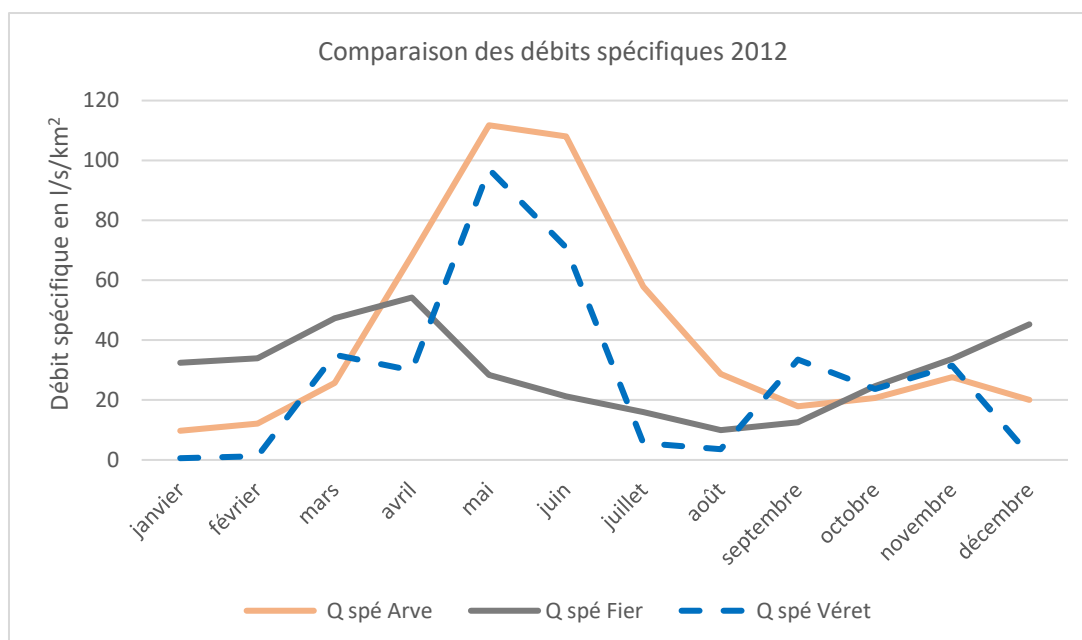
Ces modèles permettent de calculer des coefficients climatiques (C_{climat}) d'augmentation ou de baisse des débits. Ces coefficients sont ensuite appliqués aux débits actuels :

$$Q_{\text{futur}} = C_{\text{climat}} \times Q_{\text{actuel}}$$

Dans la région de Flaine, deux cours d'eau sont traitées par DRIAS – Eau :

- L'Arve : on s'intéressera à la station de Sallanches
- Le Fier à Vallières

Il est possible de comparer les débits spécifiques des 3 cours d'eau (Véret, Arve et Fier) pour l'année 2012 :



Le ruisseau de Véret s'approche davantage de l'Arve que du Fier.

Les 12 modèles de DRIAS-Eau sont appliqués à l'Arve à Sallanches.

Pour chaque simulation, on établit le ratio entre le débit de l'horizon moyen et le présent.

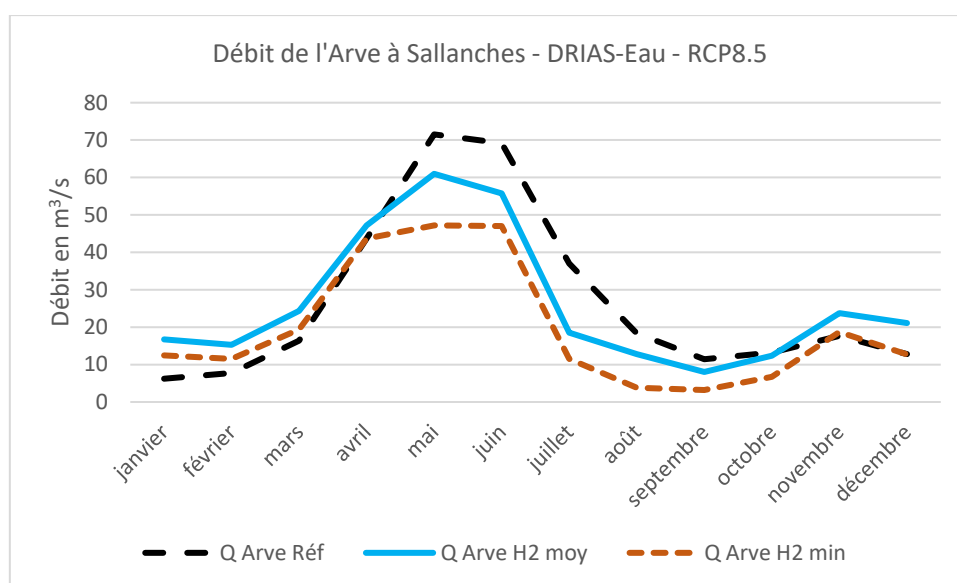
2 catégories de coefficients sont présentées ci-dessous : les ratios de la moyenne des 12 modèles (moyenne modèle Arve) et les ratios des valeurs minimales des 12 modèles (mini modèle Arve)

| | Moyenne Modèle Arve | Mini Modèle Arve |
|-----------|---------------------|------------------|
| janvier | 2,69101124 | 2 |
| février | 1,96423969 | 1,48 |
| mars | 1,48174072 | 1,18 |
| avril | 1,07932876 | 1 |
| mai | 0,85264029 | 0,66 |
| juin | 0,80642713 | 0,68 |
| juillet | 0,50042735 | 0,31 |
| août | 0,69818347 | 0,21 |
| septembre | 0,702683 | 0,28 |
| octobre | 0,93735806 | 0,51 |
| novembre | 1,34584514 | 1,06 |
| décembre | 1,64786625 | 0,99 |
| Moyenne | 1,22564592 | 0,86333333 |

Les hydrogrammes correspondants sont représentés à partir des débits calculés avec les ratios :

| | Q Arve Réf (m³/s) | Q Arve H2 moy (m³/s) | Q Arve H2 min (m³/s) |
|---------|-------------------|----------------------|----------------------|
| janvier | 6,23 | 16,765 | 12,46 |
| février | 7,76 | 15,2425 | 11,4848 |

| | | | |
|-----------|-------|------------|---------|
| mars | 16,43 | 24,345 | 19,3874 |
| avril | 43,7 | 47,1666667 | 43,7 |
| mai | 71,52 | 60,9808333 | 47,2032 |
| juin | 69,16 | 55,7725 | 47,0288 |
| juillet | 37,05 | 18,5408333 | 11,4855 |
| août | 18,35 | 12,8116667 | 3,8535 |
| septembre | 11,43 | 8,03166667 | 3,2004 |
| octobre | 13,21 | 12,3825 | 6,7371 |
| novembre | 17,65 | 23,7541667 | 18,709 |
| décembre | 12,81 | 21,1091667 | 12,6819 |



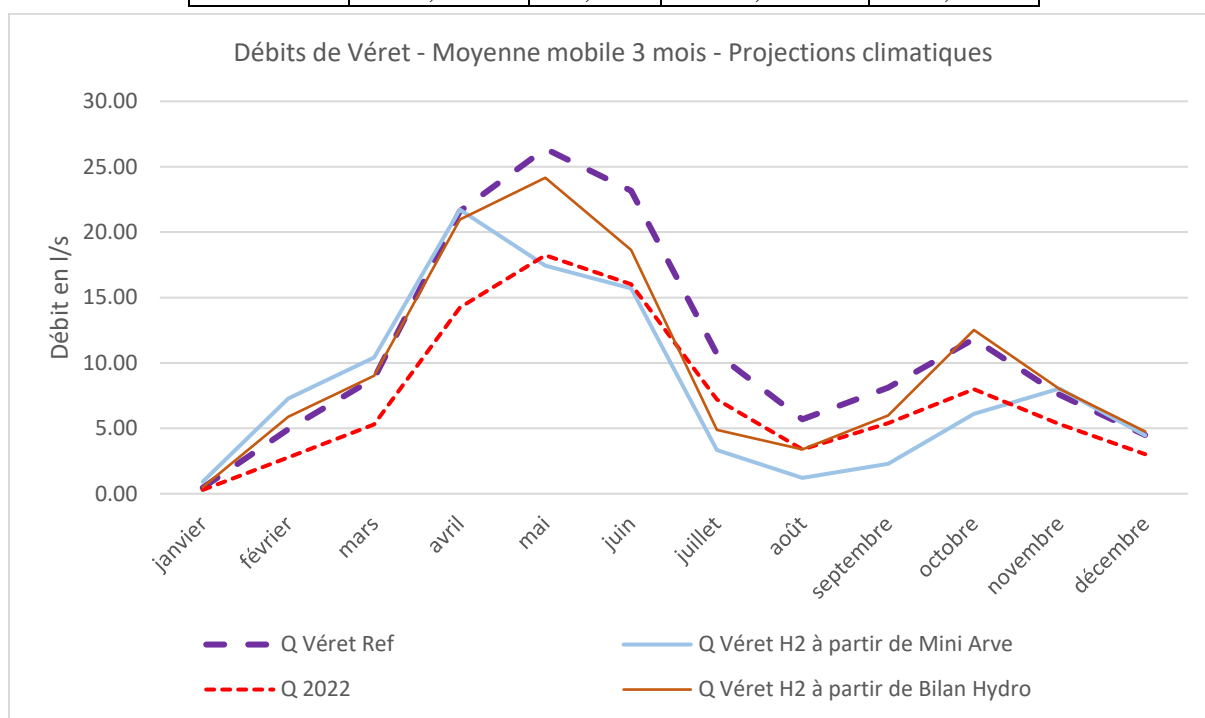
Compte tenu de la géologie de la Combe de Véret et de l'absence de fonte glaciaire, il est proposé de retenir les coefficients minimaux des modèles DRIAS-Eau de l'Arve à Sallanches.

Cette hypothèse permet de se projeter dans un scénario plus sécuritaire pour estimer les volumes disponibles.

Les débits retenus pour les projections

Afin de préciser les coefficients à retenir pour estimer les volumes disponibles, il est proposé d'analyser les hydrogrammes du ruisseau de Véret établis à partir des moyennes mobiles du débit sur 3 mois, pour la moyenne (Q Véret Réf), l'année 2022 (Q 2022), la projection à l'horizon moyen à partir de l'approche « Bilan hydrologique » (Q H2 Bilan Hydro) et la projection à l'horizon moyen à partir des coefficients minimaux issus de DRIAS-Eau sur l'Arve (Q H2 Arve) :

| | Q Véret Ref (en l/s) | Q 2022 (en l/s) | Q Véret H2 Bilan Hydro (en l/s) | Q Véret H2 Arve (en l/s) |
|-----------|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| janvier | 0,46 | 0,29 | 0,50 | 0,91 |
| février | 4,92 | 2,77 | 5,89 | 7,29 |
| mars | 8,82 | 5,30 | 9,02 | 10,42 |
| avril | 21,61 | 14,23 | 20,96 | 21,72 |
| mai | 26,38 | 18,23 | 24,16 | 17,44 |
| juin | 23,15 | 16,02 | 18,63 | 15,69 |
| juillet | 10,69 | 7,21 | 4,89 | 3,35 |
| août | 5,70 | 3,38 | 3,38 | 1,20 |
| septembre | 8,11 | 5,38 | 5,99 | 2,28 |
| octobre | 11,83 | 7,98 | 12,51 | 6,11 |
| novembre | 7,58 | 5,33 | 8,01 | 8,03 |
| décembre | 4,50 | 3,02 | 4,75 | 4,45 |



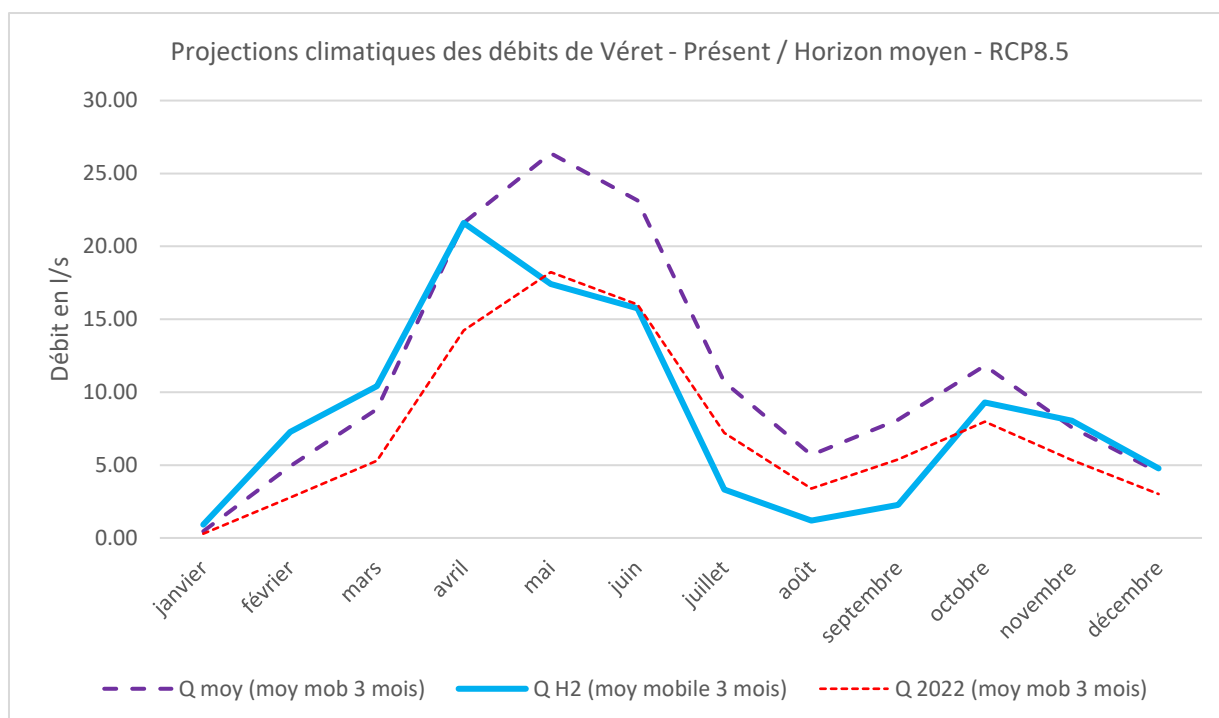
Afin de simuler les volumes disponibles, il est proposé de retenir les coefficients les plus cohérents (entre l'approche issue du Bilan hydrologique et l'approche issue de DRIAS-Eau sur l'Arve), avec le fonctionnement du bassin versant et l'évolutions climatiques de paramètres du bilan hydrologique :

- Compte tenu de l'augmentation des pluies en hiver, il est proposé de retenir les coefficients les plus élevés des 2 approches pour la période hivernale
- Pour la période estivale (mai-septembre), il est proposé de prendre les coefficients les plus bas
- Pour octobre, il est proposé de prendre la moyenne des 2 modèles ; cela permet d'atteindre une moyenne égale à celle de la moyenne des 2 approches (0,89)

| | Coefficients Bilan Hydro | Coefficients DRIAS-Eau Arve | Coefficients retenus |
|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------|
| janvier | 1,09 | 2 | 2 |
| février | 1,2 | 1,48 | 1,48 |
| mars | 1,02 | 1,18 | 1,18 |
| avril | 0,97 | 1 | 1 |
| mai | 0,92 | 0,66 | 0,66 |
| juin | 0,8 | 0,68 | 0,68 |
| juillet | 0,46 | 0,31 | 0,31 |
| août | 0,59 | 0,21 | 0,21 |
| septembre | 0,74 | 0,28 | 0,28 |
| octobre | 1,06 | 0,51 | 0,785 |
| novembre | 1,06 | 1,06 | 1,06 |
| décembre | 1,06 | 0,99 | 1,06 |
| moyenne | 0,91 | 0,86 | 0,89 |
| Moyenne des 2 approches | 0,89 | | |

Les débits calculés avec ces coefficients climatiques sont les suivants :

| | Q moy (moy mob 3 mois en l/s) | Q H2 (moy mobile 3 mois en l/s) | Q 2022 (moy mob 3 mois en l/s) |
|-----------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| janvier | 0,46 | 0,91 | 0,29 |
| février | 4,92 | 7,28 | 2,77 |
| mars | 8,82 | 10,41 | 5,30 |
| avril | 21,61 | 21,61 | 14,23 |
| mai | 26,38 | 17,41 | 18,23 |
| juin | 23,15 | 15,74 | 16,02 |
| juillet | 10,69 | 3,31 | 7,21 |
| août | 5,70 | 1,20 | 3,38 |
| septembre | 8,11 | 2,27 | 5,38 |
| octobre | 11,83 | 9,28 | 7,98 |
| novembre | 7,58 | 8,03 | 5,33 |
| décembre | 4,50 | 4,77 | 3,02 |
| Moyenne | 11,15 | 8,52 | 7,43 |



La simulation montre bien l'augmentation future des débits d'hiver, la survenue du pic en avril plutôt qu'en mai, un pic moins élevé compte tenu de la baisse de l'enneigement, une forte baisse des débits de la période estivale (combinaison de la diminution des pluies et de l'augmentation de l'ETP) et débits d'automne et de début d'hiver plus élevés.

A partir de ces débits, il est proposé de faire les projections des volumes disponibles au niveau de la retenue de Véret dans l'objectif de produire de la neige de culture.

PROJECTIONS DES VOLUMES DISPONIBLES

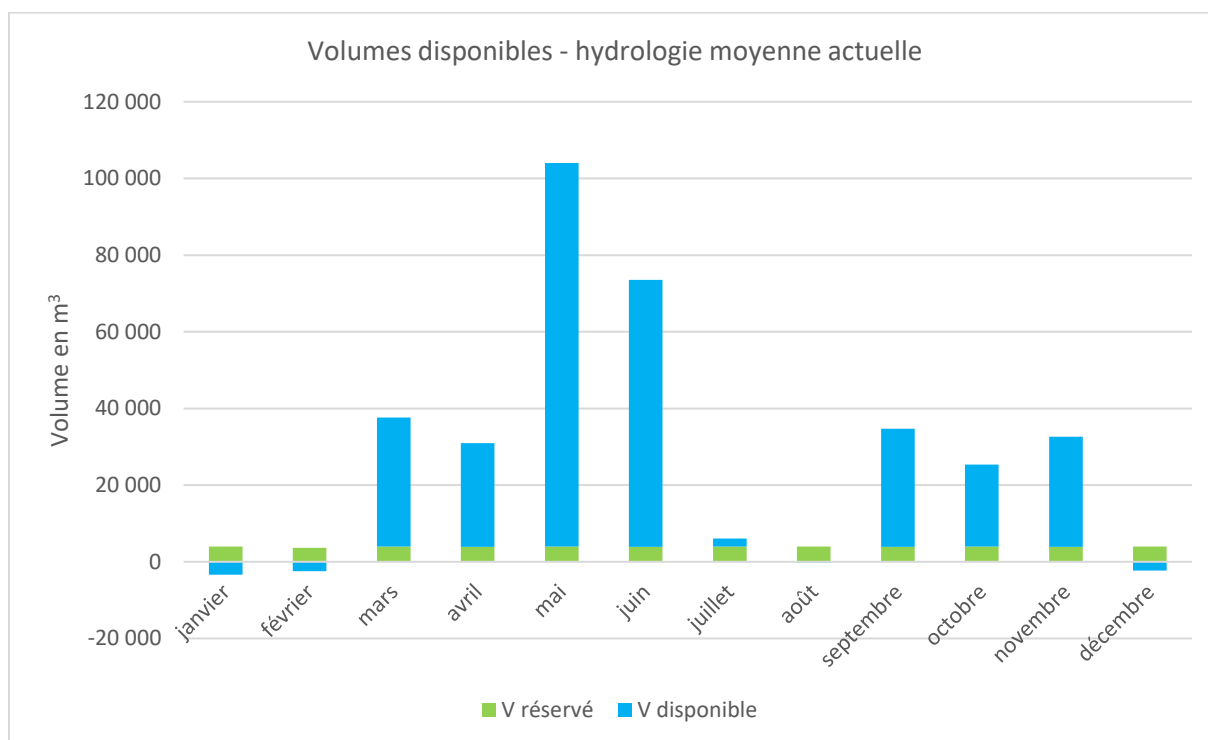
Les projections sont faites pour 3 configurations :

- Hydrologie moyenne actuelle à partir des débits moyens de Véret reconstitués
- Hydrologie moyenne à l'horizon moyen à partir des coefficients climatiques retenus suite aux approches « bilan hydrologique » et « DRIAS-Eau sur l'Arve »
- Hydrologie exceptionnelle à partir des débits reconstitués de l'année 2022

Hydrologie moyenne actuelle

| | V écoulé (m ³) | V réservé (m ³) | V disponible (m ³) | V disponible (m ³) |
|---------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| janvier | 616 | 4 018 | -3 402 | |
| février | 1 161 | 3 629 | -2 468 | |
| mars | 37 632 | 4 018 | 33 614 | |
| avril | 30 948 | 3 888 | 27 060 | Mars-Juin 230 306 m ³ |
| mai | 104 002 | 4 018 | 99 985 | |
| juin | 73 535 | 3 888 | 69 647 | |
| juillet | 6 053 | 4 018 | 2 036 | |
| août | 3 857 | 4 018 | -161 | |

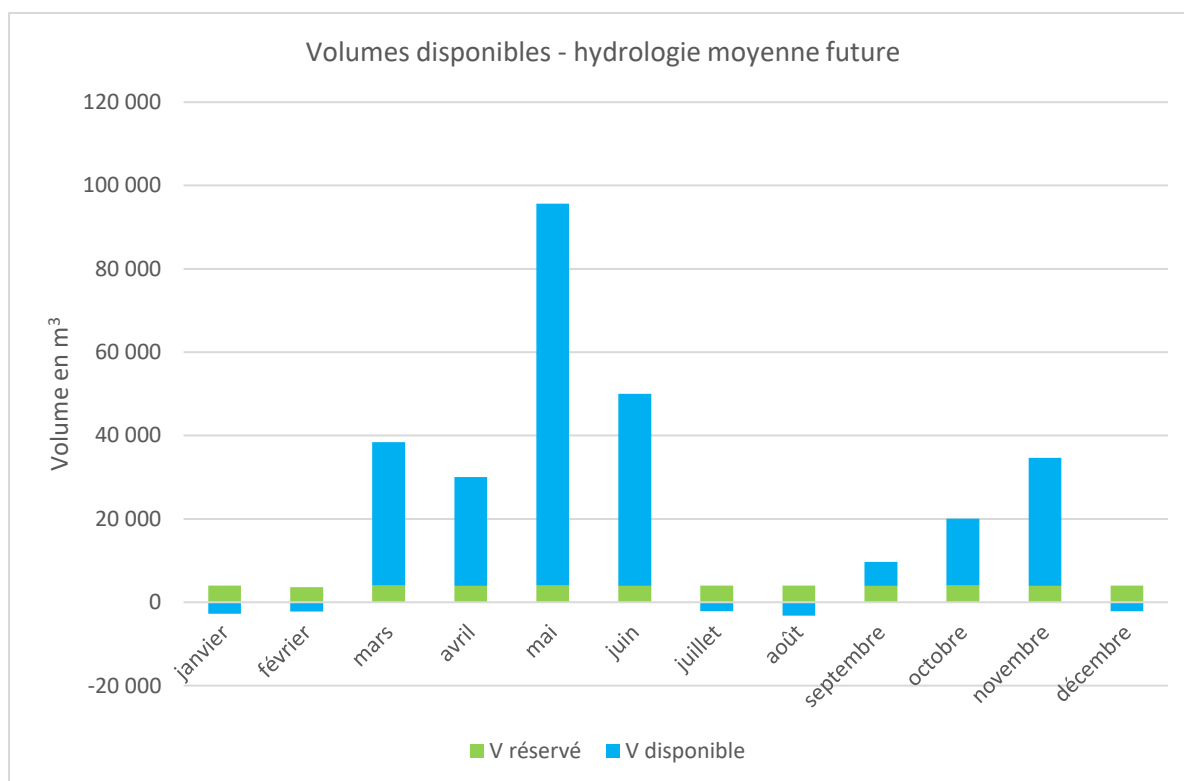
| | | | | |
|-----------|--------|-------|------------------------|--------------------------------|
| septembre | 34 733 | 3 888 | 30 845 | Sept-Nov 80 990 m ³ |
| octobre | 25 391 | 4 018 | 21 374 | |
| novembre | 32 659 | 3 888 | 28 771 | |
| décembre | 1 768 | 4 018 | -2 250 | |
| Année | | | 305 052 m ³ | |



NB : les volumes notés « disponibles » négatifs, sont des recharges de l'aquifère mais non disponible en surface

Hydrologie moyenne future

| | V écoulé (m ³) | V réservé (m ³) | V disponible (m ³) | | V disponible (m ³) |
|-----------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| janvier | 1 232 | 4 018 | -2 786 | | |
| février | 1 393 | 3 629 | -2 235 | | |
| mars | 38 384 | 4 018 | 34 367 | | |
| avril | 30 020 | 3 888 | 26 132 | Mars-Juin | 198 279 m ³ |
| mai | 95 682 | 4 018 | 91 664 | | |
| juin | 50 004 | 3 888 | 46 116 | | |
| juillet | 1 876 | 4 018 | -2 141 | | |
| août | 810 | 4 018 | -3 208 | | |
| septembre | 9 725 | 3 888 | 5 837 | Sept-Nov | 52 609 m ³ |
| octobre | 20 059 | 4 018 | 16 041 | | |
| novembre | 34 619 | 3 888 | 30 731 | | |
| décembre | 1 874 | 4 018 | -2 144 | | |
| Année | | | 238 375 m ³ | | |



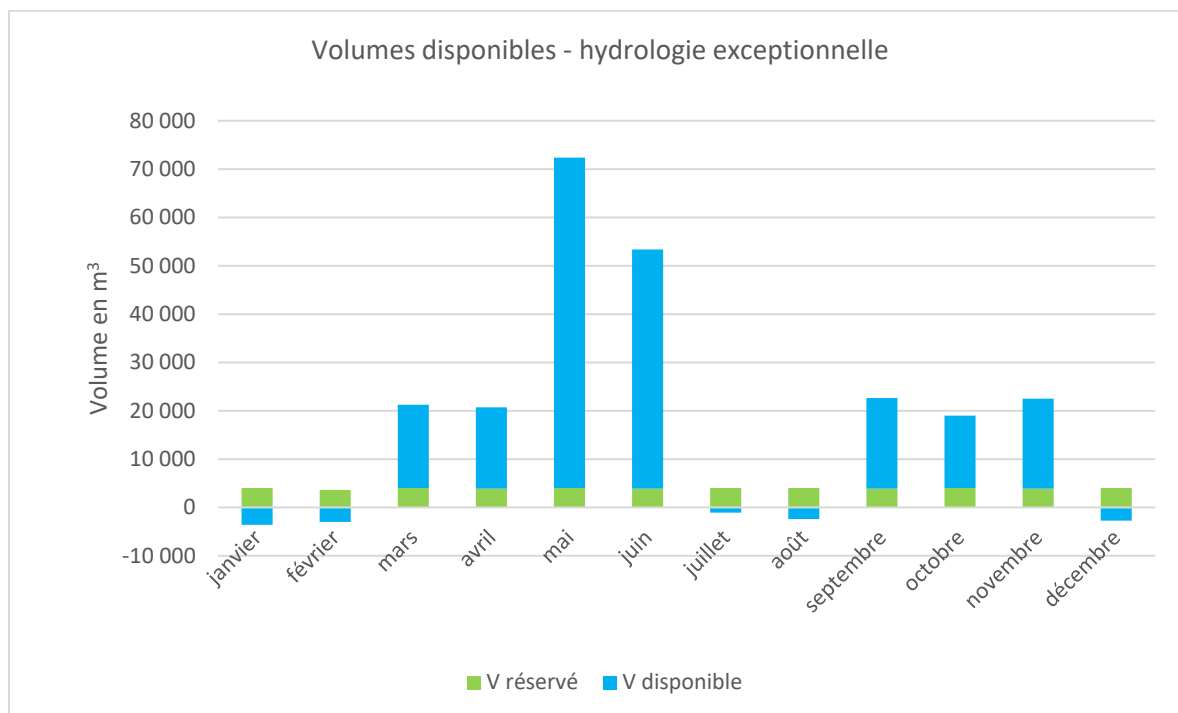
NB : les volumes notés « disponibles » négatifs, sont des recharges de l'aquifère mais non disponible en surface

Par rapport à l'hydrologie moyenne actuelle, on note :

- Une baisse du volume disponible de mars à juin du fait de l'augmentation des ruissellements de pluie en hiver et de la baisse de l'enneigement en hiver
- Une baisse du volume disponible à l'automne du fait de la baisse des pluies et de l'augmentation de l'ETP

Hydrologie 2022

| | V écoulé (m³) | V réservé (m³) | V disponible (m³) | | V disponible (m³) |
|-----------|------------------|-------------------|----------------------|-----------|----------------------|
| janvier | 402 | 4 018 | -3 616 | | |
| février | 616 | 3 629 | -3 013 | | |
| mars | 21 213 | 4 018 | 17 195 | | |
| avril | 20 731 | 3 888 | 16 843 | Mars-Juin | 151 883 m³ |
| mai | 72 370 | 4 018 | 68 353 | | |
| juin | 53 381 | 3 888 | 49 493 | | |
| juillet | 2 946 | 4 018 | -1 071 | | |
| août | 1 634 | 4 018 | -2 384 | | |
| septembre | 22 606 | 3 888 | 18 718 | Sept-Nov | 52 354 m³ |
| octobre | 19 017 | 4 018 | 14 999 | | |
| novembre | 22 525 | 3 888 | 18 637 | | |
| décembre | 1 312 | 4 018 | -2 705 | | |
| Année | | | 191 449 m³ | | |



NB : les volumes notés « disponibles » négatifs, sont des recharges de l'aquifère mais non disponible en surface

La situation 2022 est exceptionnelle mais permet toutefois de disposer d'un volume d'environ 190 000 m³

SYNTHESE

Afin d'établir la synthèse des volumes disponibles, on prend en compte l'évaporation de l'eau stockée dans la retenue.

Les coefficients d'évaporation ont été approchés par ABEST dans la note hydrologique sur le bassin versant de Véret :

- Situation actuelle : 2,8 mm/jour
- Situation future : 3,36 mm/j

L'hypothèse faite est que la retenue est pleine tout le temps, soit une surface d'évaporation considérée de 45 000 m²

Cette hypothèse est très pessimiste.

Pour les situations 2022 et moyenne future, une règle de trois est établie en prenant les volumes disponibles futurs et l'évaporation future.

Les estimations sont intégrées dans le tableau récapitulatif suivant :

| | V dispo Mars-Juin (m ³) | V dispo Sept-Nov (m ³) | V évaporé Mars-Nov (m ³) | Solde V dispo (m ³) |
|---------------------------|---|--|--|---------------------------------------|
| Hydrologie actuelle | 230 306 | 80 990 | 34 000 | 277 296 |
| Hydrologie moyenne future | 198 279 | 52 609 | 41 000 | 209 888 |
| Hydrologie 2022 | 151 883 | 52 354 | 61 000 | 143 237 |

Les scénarios d'évolution climatique à l'horizon moyen laissent envisager un volume disponible d'environ 210 000 m³ en moyenne.

Néanmoins, la situation hydrologique actuelle, très variable, fait apparaître des événements secs comme l'année 2022. Lors de cette année exceptionnelle, le volume disponible estimé est de 143 000 m³.

Les tendances climatiques analysées ainsi que les variabilités étudiées démontrent que même avec des scénarios pessimistes et sécuritaires, **les volumes annuels disponibles au niveau de la retenue de Véret pour les usages dédiés seront supérieurs à 140 000 m³.**

Notons également que ces analyses ont montré une augmentation de la disponibilité en eau pendant la période hivernale.

A ce jour, aucun remplissage de la retenue de Véret n'est autorisé pendant l'hiver ; cependant, l'évolution climatique tend à augmenter les débits d'hiver et les volumes disponibles.