



HAL
open science

Démarche méthodologique de mise en place d'un Observatoire climatique et environnemental en milieu de montagne

Anais Bavarot

► To cite this version:

Anais Bavarot. Démarche méthodologique de mise en place d'un Observatoire climatique et environnemental en milieu de montagne. Architecture, aménagement de l'espace. 2018. dumas-02138822

HAL Id: dumas-02138822

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02138822>

Submitted on 24 May 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Master 2 2017 – 2018



Parcours GEOÏDES GEOgraphie Information Interfaces Durabilité
EnvironnementS

Domaine SHS, Mention GAED Géographie, Aménagement,
Environnement, Développement

Démarche méthodologique de mise en place d'un Observatoire climatique et environnemental en milieu de montagne

Pour le Parc Naturel Régional du Vercors, dans le cadre de la refonte de l'Observatoire éco-climatique créé en 2004

Sous la direction de Bertrand JOLY

(Chargé Mission Eau et milieux aquatiques au sein du PNR du Vercors)

Mémoire soutenu le 10 Septembre 2018

Par : Anais BAVAROT

Devant un jury constitué de :

Directeur de mémoire : Madame Laura Pinson, enseignante contractuelle, UGA

Examineurs : Monsieur Sylvain Bigot, enseignant chercheur, UGA - IGE



SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	4
RESUME	5
INTRODUCTION.....	6
1. Contextualisation et présentation de la zone d'étude.....	8
2. Propositions et méthodologie de mise en place de l'Observatoire 2.0.....	16
3. Premiers résultats et continuité.....	24
CONCLUSION.....	31
BIBLIOGRAPHIE.....	34
TABLES DES ILLUSTRATIONS.....	37
ACRONYMES.....	38
TABLE DES MATIERES	39
ANNEXES.....	41

REMERCIEMENTS

Avant tout, je remercie le Parc naturel régional du Vercors, mon université et l'équipe enseignante, dont Mr Sylvain Bigot, sans qui ce stage n'aurait pas vu le jour.

Merci à Mr Bertrand Joly pour avoir accepté d'être mon tuteur sur ce projet, pour avoir partagé son expérience et pour son soutien constant.

Merci à Mme Laura Pinson pour son appui et sa gentillesse pendant la rédaction de ce mémoire.

Je remercie l'ensemble de l'équipe du PNRV, pour son accueil chaleureux, sa bienveillance et son esprit de partage, merci d'avoir rendu cette première expérience inoubliable.

Merci à Mr Bertrand Joly, Mr Pierre-Eymard Biron, Mme Manon Chevalier, Mr Hervé Tournier, Mme Florence Niel, Mr Benoit Betton, Mr Quentin Chabanne, Mr Mathieu Rivero, Mr Yann Buthion et Mr Nicolas Antoine pour avoir été présents, pour m'avoir apporté conseils et aides et pour avoir mis vos réseaux respectifs à disposition.

Un grand merci à l'ensemble des personnes extérieures avec qui j'ai eu la joie d'échanger : Mr Jean-Paul Laurent, Mme Noémie Fort, Mme Stéphanie Huc, Mme Véronique Bonnet, Mr Grégory Loucougaray, Mr Sébastien Blâche, Mr Jocelyn Fonderflick, Mr Nicolas Renous, Mme Fanny Mallard, Mr Benoit Fontaine, Mr Christophe Chaix et bien d'autres encore.

Un merci particulier à Hervé Tournier, soutien de tous les stagiaires, grâce à qui nous avons pu découvrir le territoire, l'escalade et participer à de nombreux suivis scientifiques mais aussi à Pascal Dupont, pour la richesse de notre échange. Vous avez été une grande source d'inspiration.

Mes remerciements vont également aux stagiaires Clémentine Belly et Basile Boccon-Gebeaud ainsi qu'à Armelle Bouquet pour ces inoubliables parties de Mōlkky.

Mon dernier remerciement est dédié à mes parents et amis, pour leur soutien infaillible.

RESUME

En lien avec la prise en compte croissante des questions climatiques et plus largement de l'environnement dans les décisions d'aménagement et de développement, de nombreux territoires développent leurs propres outils de surveillance. Que l'on parle de veille des territoires ou d'Observatoire ces outils servent à apporter des informations sur le fonctionnement des territoires ainsi qu'à identifier les facteurs de vulnérabilité et de force, en vue de promouvoir un développement durable. Le Parc naturel régional du Vercors a depuis 2005 développé un Observatoire éco-climatique de son territoire, essentiellement orienté vers une surveillance du changement climatique et de ses conséquences environnementales, en dehors de la composante anthropique. Il s'agit d'une démarche expérimentale dont l'enjeu est d'apporter de la connaissance mais qui doit aussi servir à informer et sensibiliser. Il doit devenir un outil de diagnostic territorial permettant d'améliorer la prise en compte environnementale et climatique dans la gestion intégrée du territoire. Ce mémoire vise à une meilleure compréhension de la démarche méthodologique de mise en place d'un cet outil de veille à l'échelle d'un massif. Par une approche pluridisciplinaire, ce travail s'inscrit dans l'approfondissement de la première version de l'Observatoire de 2004. Il s'intéresse à présenter la structuration des différentes composantes climatiques, hydrologiques et biodiversité, ce qui permettra de comprendre le protocole méthodologique associé à sa mise en place. L'Observatoire repose sur la présence d'un réseau de station météorologiques qui permet de quantifier et informer sur les changements climatiques, et ainsi de les mettre en lien avec l'évolution d'autres paramètres mesurés. Ces autres paramètres hydrologiques et biotiques sont mesurés au travers d'un réseau complémentaire hydrométrique et de plusieurs suivis de la biodiversité. Ils permettent de produire de l'information de qualité, valorisée autour de plusieurs actions de communication.

Mots clés : Changement climatique, impacts du changement climatiques, réchauffement, environnement, adaptation, Observation, Indicateurs, étiage, biodiversité, ressource en eau, tensions, Alpes, Préalpes, Parc naturel régional, Vercors.

INTRODUCTION

Bien qu'intuitivement perçu comme un état stable permanent, le climat a toujours présenté une variabilité naturelle à caractère aléatoire. La terre a gardé des traces de ces variations. A ces facteurs physiques « externes », responsables de cette évolution, s'ajoute depuis le début de l'ère industrielle une autre modalité de variations. En effet, les changements rapides observés depuis quelques décennies ont une cause toute autre, les activités anthropiques. La libération massive de gaz à effet de serres (GES) depuis le milieu du XIX^{ème} siècle, date des premières exploitations massives de ressources énergétiques fossiles s'est traduit par un réchauffement rapide de l'atmosphère, (Besancenot JP. 2015). A ce jour, l'augmentation des températures a été estimée à 0,85°C entre 1880 et 2012 (Mallard 2016, d'après IPCC, 2014). Le GIEC qui fait référence aujourd'hui sur le climat définit le changement climatique comme des variations de l'état du climat que l'on peut déceler (par exemple au moyen de tests statistiques) par des modifications de la moyenne et/ou de la variabilité de ses propriétés et qui persiste pendant une longue période, généralement pendant des décennies. (IPCC, 2014)

Les milieux de montagne sont très sensibles aux changements du climat, d'une part par l'intensité et la rapidité du réchauffement et d'autre part par la diversité des milieux et des espèces induites par la présence de reliefs, sa forme et son orientation et également des variations d'altitudes, (Chaix C. 2017). En effet, dans les Alpes il a déjà dépassé les 2°C depuis la fin du XIX^{ème} siècle (ORECC, 2017). Ces milieux servent d'abris pour de nombreuses espèces endémiques et/ou reliques de climats passés plus froid, peu adaptées au réchauffement. Leurs survies sont très souvent liées aux maintiens de processus hivernaux liés au froid et à la présence d'un manteau neigeux stable. Ces milieux, très riches sont pourtant en équilibre précaire. Le changement climatique ainsi que ses conséquences sont déjà visibles, mais leur complexité liée à l'inter- relation de l'ensemble des paramètres les rend difficiles à prévoir.

Face à ces incertitudes et à la prise en compte croissante de la biodiversité et de l'environnement et du climat, dans les politiques territoriales de développement durable, de nombreux dispositifs de veille des territoires, communément appelés 'Observatoire' sont développés par les territoires. Les informations collectées servent à comprendre et quantifier ces changements. Cela permettra de les anticiper, de déterminer les facteurs de vulnérabilités et d'aboutir à une gestion adaptée afin de préserver au mieux l'environnement, la biodiversité mais aussi la qualité de vie des sociétés humaines.

La position particulière du massif préalpin du Vercors (Rhone-Alpes, entre Drôme et Isère), rend encore plus complexe et incertain l'expression du changement climatique et ses conséquences sur ce territoire.

Le PNRV, sous la direction actuelle de Monsieur Olivier Putôt, souhaite mettre en place une série d'outils pertinents du suivi du changement climatique et de ces conséquences sur la distribution des ressources telle que l'eau, la biodiversité et plus largement sur les milieux. L'objectif est de produire de l'information simple et mobilisable par les acteurs du territoire, en vue de mieux anticiper et limiter les impacts sur la biodiversité et les activités agricoles ou touristiques, ressources majeures de ce territoire rural. Il s'agit d'un approfondissement des objectifs de la première version de cet Observatoire, créé en 2004 d'un outil de collecte de données au service de la recherche à un outil d'aide à la décision au service du territoire.

Le projet a été initié en septembre 2017 par un atelier mené par la promotion de Master 2 GEOIDES, de l'Institut d'Urbanisme et de Géographie Alpine (Université Grenoble Alpes). Sur une durée de 6 mois, le groupe de 24 étudiants a réalisé un état des lieux des actions menées depuis 2004, réalisé une recherche des pratiques similaires sur d'autres territoires et réalisé quelques propositions pour la seconde version de l'Observatoire (Master 2 GEOIDES, 2017). Ce mémoire s'inscrit dans la continuité de ce travail s'intéressant à la construction conceptuelle, puis la mise en pratique de l'Observatoire 2.0, réalisé dans le cadre d'un stage de Master 2 GEOIDES.

Le PNRV porteur de cette initiative apparaît plus que légitime dans cette entreprise, puisque le fondement même du PNR depuis sa création en 1970 est de promouvoir un développement durable respectueux des richesses naturelles et patrimoniales souvent fragiles.

D'où les questions que l'on se pose : quelle approche méthodologique peut-on mettre en place afin d'observer le changement climatique et ses impacts en milieu de montagne ? Quels sont les paramètres, espèces ou milieux, les pertinents pour mesurer les changements climatiques et ses conséquences ? Comment valoriser les informations produites pour les mettre au service de la gestion du territoire ?

Ces interrogations supposent de connaître, comprendre et quantifier les variations des paramètres climatiques. Il est donc nécessaire de disposer de chroniques de données climatiques locales et anciennes. D'autre part, on suppose que les effets du changement climatique sur la biodiversité peuvent être étudiés à partir d'indicateurs, utilisant des espèces ou cortège d'espèces spécifiques, sensibles qui répondent aux variations climatiques locales, par adaptation, introduction ou disparition.

L'hypothèse retenue est qu'en couplant le suivi météorologique, le suivi quantitatif de la ressource en eau et le suivi d'indicateurs de biodiversité, il est possible d'obtenir une information complète sur le changement climatique et ses conséquences en milieu de montagne.

En complément, une communication adaptée pourrait permettre aux acteurs du territoire de s'appropriier ces connaissances et d'en prendre compte dans l'aménagement et le développement territorial.

Le mémoire s'articule en trois parties :

1. Présentation des enjeux de l'Observatoire pour le PNRV.
2. Méthodologie de sa mise en place : sélection des suivis et construction d'un programme de communication adapté.
3. Présentation des premiers résultats et des résultats attendus

1. Contextualisation et présentation de la zone d'étude

1.1. Changement climatique

Pour introduire notre étude, il semble important de revenir sur l'étude du changement climatique et de l'évolution de son approche au cours des dernières décennies.

1.1.1. La construction géopolitique du changement climatique

Les premières inquiétudes faces aux changements du climat sont émises par les scientifiques dès les années 1960- 1970, (Dahan A. 2015). La scène politique internationale s'empare de ce sujet dès 1972 date de la première conférence mondiale pour le climat. Dans le but de faire reconnaître la réalité du changement climatique et son origine anthropique, un Groupe intergouvernemental d'experts sur le réchauffement climatique (GIEC) est formé en 1988, (IPCC, en ligne).

Ces interrogations ont ainsi contribué dans un premier temps à développer **la science du climat**, améliorant la compréhension du fonctionnement du système-climatique et de ses cinq composantes principales : l'atmosphère, les surfaces continentales, l'hydrosphère, la cryosphère et la biosphère, définition de Météo France. Ces connaissances ont permis le développement de modèles climatiques globaux toujours plus puissants qui simulent le fonctionnement du système-climatique, aboutissant à des projections climatiques toujours plus complexes, (Dahan A. 2015).

Cette approche géopolitique et scientifique contribue à faire du changement climatique un enjeu global. Son intégration politique s'est donc construite à partir de la sphère internationale vers le local en relation étroite avec la science. (Aubertin C. et al, 2015).

Le sommet de Rio de Janeiro de 1992 marque une étape importante avec la signature par 154 états de la convention cadre des nations unies pour le changement climatique (CCNUCC) qui reconnaît la responsabilité humaine. Elle marque le début d'une politique d'atténuation et fixe des objectifs de réduction des émissions de gaz à effets de serres mises en causes, (ONERC, en ligne).

1.1.2. L'étude des conséquences du Changement climatique : vers une approche territoriale

Née à la fin des années 1990 et face à la multiplication de conséquences induites par les changements climatiques, « **L'adaptation** vise à limiter les impacts du changement climatique et les dommages associés sur la société et sur la nature » (ONERC, en ligne).

L'approche globale développée n'est pas adaptée à la mise en place de politiques d'adaptation s'appliquant à l'échelle territoriale. En effet le jeu complexe de facteurs locaux, naturels ou anthropiques peut influencer l'expression du changement climatique et la vulnérabilité des territoires et des sociétés, (Theys J. 2015).

Par exemple le rôle majeur de la biodiversité et des écosystèmes dans la résilience des territoires faces aux changements du climat sont reconnus, mais encore mal compris en raison de la complexité des mécanismes de réponse possible face à la contrainte climatique : capacités d'évolution à plusieurs niveaux d'organisation (intra et inter-espèces) et échelles spatiales (continuités écologiques), etc, (Académie des sciences 2017).

Or pour anticiper le changement climatique et ses conséquences, il est nécessaire d'en avoir une bonne compréhension à l'échelle où cela s'exprime. Pour comprendre, étudier un phénomène, il faut disposer de données d'observation.

Cette nécessité de **connaissance**, en amont de toute politique d'adaptation a été intégrée au sein du Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC) 2016-2020, au même titre que le développement d'Observatoire : « *Promouvoir la création d'observatoires territoriaux du changement climatique (collecte, organisation et exploitation de données) et Assurer la pérennité des observatoires permettant de suivre les effets du changement climatique dans les différents milieux* » (ONREC, 2017).

Le diagnostic territorial, l'observation et la surveillance des territoires deviennent donc un enjeu dans la mise en place de politiques climatiques efficaces, et plus largement dans la mise en place de politiques de développement durable qui prennent en compte les vulnérabilités face aux changements du climat.

1.1.3. Entre Science, politique et territoire

La science a un rôle majeur à jouer dans le développement et la diffusion de **services climatiques**, mis au service des territoires. La feuille de route européenne Recherche et Innovation définit les services climatiques comme « *la transformation en produits sur mesures de données en rapport avec le climat, combinées à des informations d'autre nature : projections, prévisions, tendances, analyses économiques, évaluations (y compris technologiques), conseil sur les bonnes pratiques, développement et évaluation de solutions ou tout service en relation avec le climat utile pour la société au sens large* », (ONERC 2017).

Le programme national Sentinelles du Climat porté dans la région Aquitaine en est un bon exemple. Couplant monitoring du climat et suivis d'indicateurs de la biodiversité sur des sites tests (Cf. I.2), les données recueillies doivent servir à créer un modèle de prévision très haute résolution, permettant d'identifier les principales vulnérabilités nécessaires au développement de stratégies locales d'adaptations et d'atténuations (Mallard F. 2016). Encore inscrits dans une démarche d'expérimentation - retour sur expérience, de nombreux programmes et projets interdisciplinaires sur l'étude des changements à l'échelle régionale et locale se développent, contribuant à développer un large panel de protocoles de suivi, d'indicateurs et d'outils de diagnostic territoriaux.

Il existe à tous niveaux, une volonté d'améliorer le transfert de connaissance entre les différentes sphères, scientifiques, politiques et acteurs territoriaux par la promotion de moyens et d'instruments de recherche innovants.

De nombreuses collectivités ont développé des outils permettant d'observer l'évolution de phénomènes pour adapter au mieux leurs réponses. Le département de l'Isère a développé un observatoire hydrologique devenu une nécessité pour maintenir une gestion adaptée de la ressource face à sa rarification et multiplication des situations de sécheresse, (ORECC, 2017).

L'observatoire Savoyard du changement climatique porté par Agathe, L'Agence Alpine des territoires, illustre l'effort scientifique de surveillance mis en place à l'échelle de l'arc alpin. Purement lié à de la recherche fondamentale sur les changements climatiques et ces effets en montagne, Agathe offre aujourd'hui son appui aux territoires dans le développement d'outil de surveillance. (Entretien Chaix C., annexe 1).

1.2. L'Observatoire du Parc Naturel Régional du Vercors

1.2.1. Présentation du territoire du Vercors et enjeux du changement climatique

Le massif du Vercors est un territoire de plus de 206 208 ha, partagé entre les départements de la Drôme et de l'Isère, en région Auvergne-Rhône-Alpes (*Figure 2.A*). Ses 84 communes accueillent environ 50 000 habitants à l'année. Les principales activités sont l'agriculture et le tourisme.

Connu pour la grande richesse de ses paysages karstiques, le massif présente une mosaïque de milieux fermés (boisés) et ouvert (prairies), (*Figure 2.A*). La présence de reliefs (variations d'altitudes et expositions principalement) et la diversité des formations géomorphologiques karstiques influencent l'expression du climat et à l'échelle locale la répartition de la ressource en eau, à l'origine de cette grande diversité de milieux. Mais par sa position en limite sud-ouest du chaînon alpin, (*Figure 2.B*), le massif est soumis à des influences climatiques complexes (*Figure 1*) rendant difficile l'anticipation des changements climatiques, et de ses impacts sur les milieux, la biodiversité et la ressource en eau.

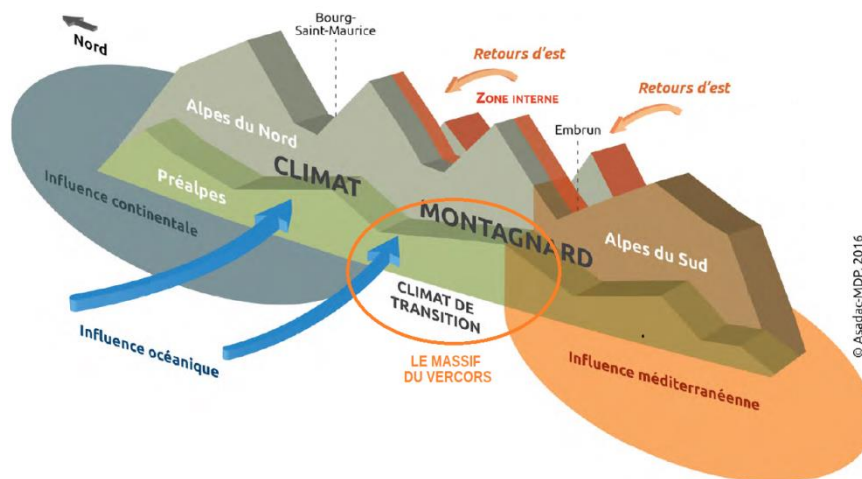


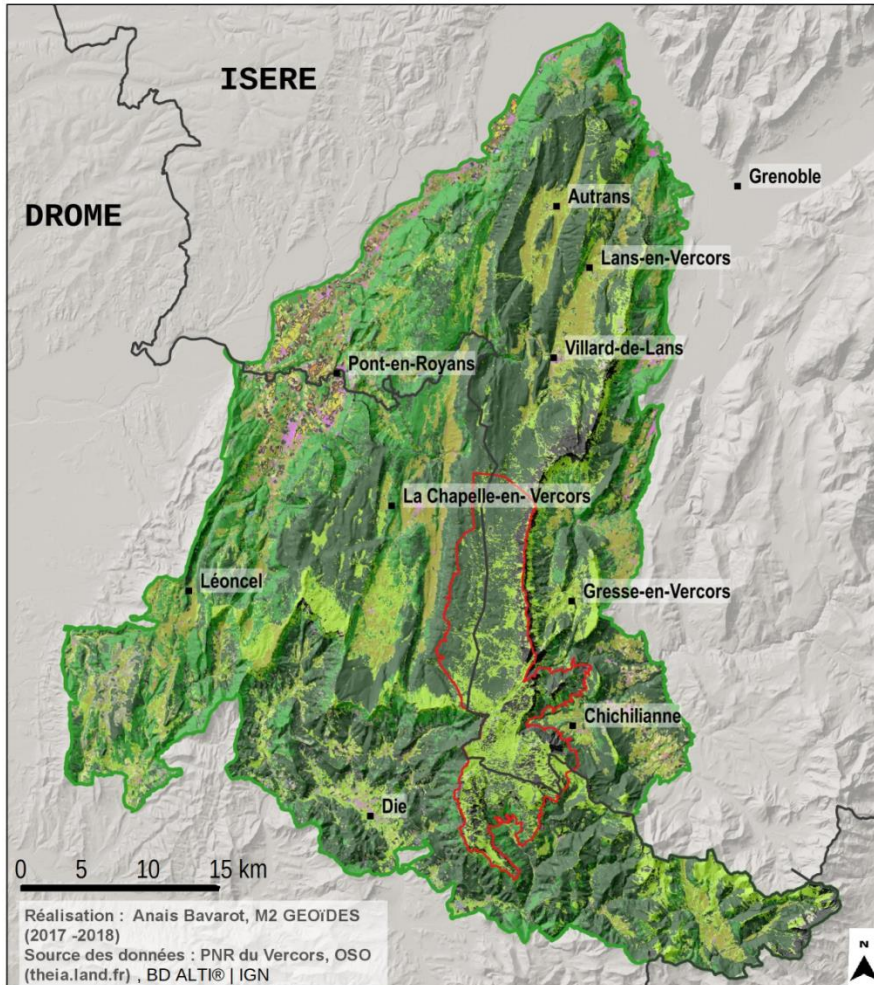
Figure 1 : Les influences climatiques sur le climat montagnard des Alpes françaises, (modifié de Alpes Sentinelles ; 2017)

Les milieux de moyennes montagnes, inférieurs à 1500 m d'altitude sont nombreux (*Figure 2.B*) et présentant une sensibilité accrue aux changements du climat par une diminution rapide des phénomènes liés au froid, au gel et à la neige en période hivernale déjà observé aujourd'hui, (Alpes Sentinelles, 2017). La rapidité de ces changements représente un facteur de risque supplémentaire pour la biodiversité mais pose aussi la question de la disponibilité spatiale et temporelle de la ressource en eau.

La ressource en eau dans ce massif karstique représente un réel enjeu qualitatif et quantitatif, en équilibre entre l'eau disponible, rare en surface et les besoins anthropiques et environnementaux, (ORECC, 2017).

Les Hauts plateaux (*Figure 2.A*) représentent le cœur de ce massif sur plus de 17000 hectares, entre 1050m et 2341m d'altitudes au sommet du Grand Veymont. Dédiées aux activités pastorales depuis plus de 1000 ans, ils sont connus pour leur exceptionnelle richesse spécifique rendant le suivi des impacts du changement du climat d'autant plus important. L'altitude des sommets limite la remontée d'espèces aux milieux froids et permet d'observer l'impact du réchauffement sur des espèces en limite d'aire de répartition, (CBNA, 2017). Dans la partie Sud, les hauts plateaux présentent des continuités écologiques avec les Alpes internes et le milieu méditerranéen, (*Figure 1*).

A. Structure paysagère , PNR du Vercors



B. Gradient altitudinal

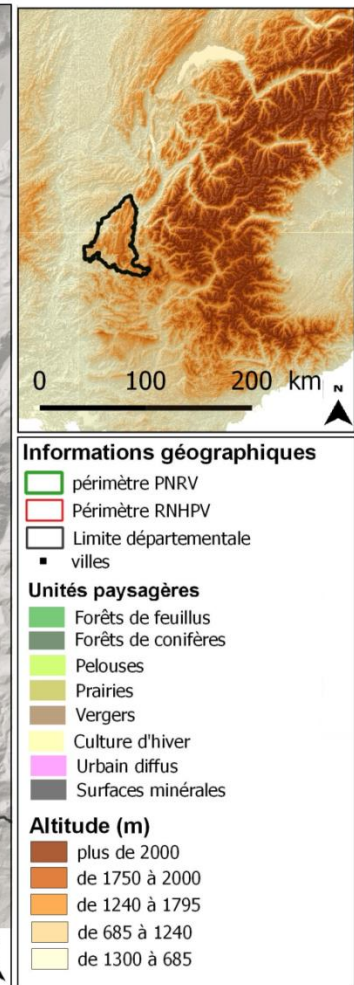


Figure 2 : Contexte paysager du PNR du Vercors

1.2.1. Historique du Parc Naturel Régional du Vercors

Dès 1970, la richesse et la fragilité de son patrimoine naturel et culturel permet au massif du Vercors d'être labélisé Parc naturel régional du Vercors. Cette initiative locale, marque la volonté du territoire de préserver ses richesses tout en favorisant le développement, (PNRV en ligne).

Le Vercors est un territoire de recherche privilégié, et cela bien avant la création du PNR en 1970. Cela est sans doute lié à la proximité de Grenoble et de son université. La création du conseil scientifique en 1978 renforce encore cette volonté scientifique et devient le garant de la diversité des approches et de la qualité des travaux menés, (Arpin I. 2015).

En 1985, la création de la Réserve Naturelle des Hauts plateaux sur plus de 17000 ha (plus grande réserve de France métropolitaine encore aujourd'hui) permet d'assurer la protection des milieux les plus sauvages du massif où seules les activités agricoles et touristiques sont maintenues, (RNHPV, 2010).

En 2006, la RBI ou Réserve Biologique Intégrale voit le jour sur plus de 200 hectares, (Figure 3) en partie sur la RNHPV. Il s'agit d'une des trois RBI prévue dans le plan national de l'Office Nationale des Forêts. Ces zones protégées sont surveillées et interdites d'exploitations et ont été privilégiées pour de nombreux suivis.

1.2.3. L'Observatoire éco-climatique 2004 – 2018

Le suivi des paramètres climatiques représente le pilier de cet Observatoire. Depuis sa création en 2005, l'effort s'est porté sur la mise en place d'un réseau de stations de suivi du climat propre au PNRV, sur le territoire de la RNHPV, faisant des hauts plateaux un site d'étude préférentiel.

Les choix d'implantation des différentes stations a été justifié par les interrogations du milieu scientifique autour du changement climatique dans les Alpes au début des années 2000. L'installation des 3 premières stations de suivi du climat (Gerland, Darbounouse et Jardin du Roi) dès 2004 marque le début de cet Observatoire. Elles ont servi de support de recherche au PNRV permettant d'obtenir le label ZAA (Zone Atelier Alpes) ainsi que la signature de partenariat avec plusieurs laboratoires, universités ou programmes de recherche. Installées sur un gradient nord-sud remarquable, à la frontière entre les différentes influences climatiques, elles mesurent actuellement près de 80 paramètres.

Des enregistreurs HOBO (Température et précipitation) sont venus en complément sur la RBI (réserve biologique intégrale) dès sa création en 2006, en appui aux divers suivis menés. Plus récemment, dans le cadre du programme de recherche Alpages Sentinelles de la ZAA, deux stations ont été implantées sur la pelouse sommitale du mont aiguille (2016) et dans l'alpage de Chamousset (2017, *figure 3*).

En 2011, l'installation de 3 stations de suivi de source (piézométrique) sur la RHNPH marque les prémices d'une surveillance hydrologique, en plus du suivi national (6 stations hydrométriques DREAL).

La figure 4 permet de visualiser l'ensemble du réseau de capteurs présents sur le territoire.

En complément, de nombreux suivis de bio-indicateurs du changement climatiques ont été mis en place, en vue d'améliorer la compréhension des phénomènes et des enjeux environnementaux du territoire. Les trois compartiments d'espèces initialement choisies et retenues comme bio indicateurs étaient les oiseaux communs, les insectes butineurs et les espèces végétales liées aux stations froides (Bonnet V. 2007).

Malgré la quantité d'information collectée, elles n'ont été que très peu valorisées et n'ont fait l'objet d'aucun plan de communicati



Figure 3 : Entretien de la station de Chamousset, Tête chevalière RHNPV
(photographie personnelle, 24 mai 2018)

Réseau de stations de suivi climatique et hydrologique, principaux périmètres de protection sur le territoire du PNR du Vercors

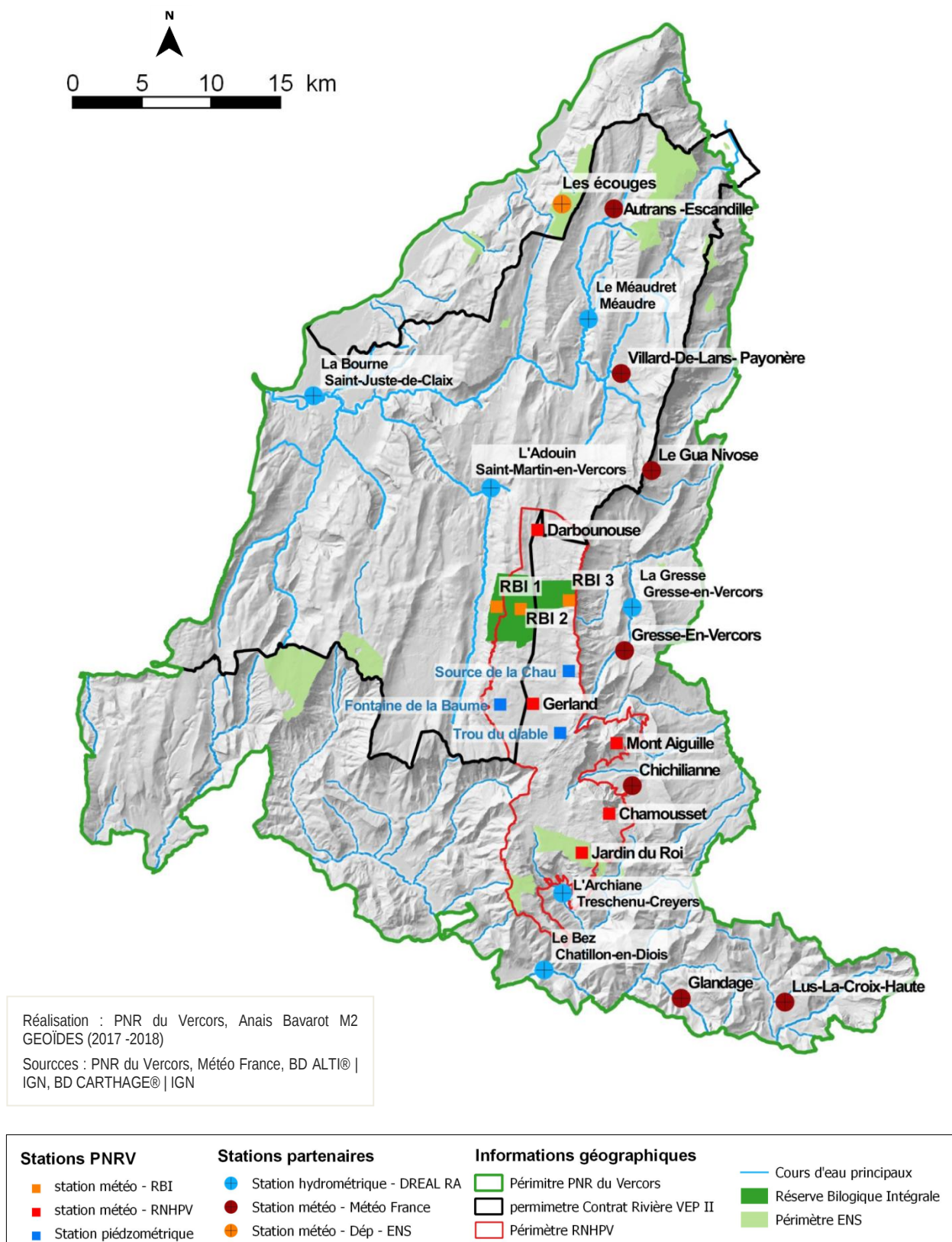


Figure 4 : Présentation des réseaux de stations de suivi climatique et hydrologique du PNRV

1.3. Le suivi du changement climatique et de ses conséquences.

Comme vu précédemment les mesures d'observations et de veilles territoriales se multiplient. Cette partie a pour objectif de présenter les différents outils et moyen disponibles développés par les territoires. Il faudra présenter l'importance de l'utilisation d'indicateur dans cette démarche (1.3.1), la complexité des effets du changement climatique, (1.3.2) notamment sur la biodiversité qui induit le suivi d'espèces ou de milieux sentinelles spécifiques (1.3.3)

1.3.1. Notion d'indicateur du changement climatique

Le changement climatique est donc un phénomène complexe, qui induit des modifications et des rééquilibres de l'ensemble de ses facteurs. Sa lisibilité est permise par l'utilisation d'**indicateur**. L'Observatoire nationale du réchauffement climatique (ONERC) définit un indicateur comme « *une information, associée à un phénomène, permettant d'en indiquer l'évolution dans le temps, de façon objective, et pouvant rendre compte des raisons de cette évolution.* » (ONERC en ligne).

Les indicateurs peuvent être de nature très variées, les plus connus étant les **indicateurs statistiques**, utilisés pour résumer un jeu de données, pour le rendre lisible afin d'en dégager l'information utile.

La variation des températures dans le temps apparaît comme l'indicateur le plus direct changement climatique. La fréquence de retour et l'intensité des phénomènes climatiques ou météorologiques extrêmes en est un autre.

Mais de manière générale, à l'exception de la température moyenne annuelle et du cumul de précipitation annuel, il semble qu'il n'y ai pas de consensus concernant l'utilisation d'indicateurs. Une étude menée sur la Massif Central a répertorié plus de 86 indicateurs du changement climatique au niveau national provenant de multiples sources tel que l'ONERC, l'OPCC ou l'ORECC, etc. (RICCMAC 2015).

La multiplication des outils et indicateurs est expliquée par la complexité des effets du changement climatique.

1.3.2. La complexité des effets du changement climatique

Les effets directs sont les plus simples à traduire, découlant directement d'une modification des paramètres climatiques : réchauffement des océans et des surfaces terrestres, fonte des glaces, remontée du niveau des océans, (Académie des Sciences 2017). Ils sont faciles à interpréter et sont traduits directement en indicateurs d'impact, tel que : l'évolution temporelle des bilans de masses des glaciers, l'évolution du nombre de jour de gel, l'évolution du couvert neigeux en hiver ou la remontée du niveau marin, directement induit par la hausse des températures.

Mais l'origine de ces modifications peut parfois être causée par un jeu de facteurs plus complexe.

Par exemple, les changements d'usage de la ressource en eau traduits par une hausse des besoins se cumulent à une modification du régime de précipitations, une modification des écoulements saisonniers, une augmentation des prélèvements de la biodiversité liée à la hausse des températures. Tous ces facteurs rendent complexe la compréhension des variations quantitatives de la ressource en eau. Certains indicateurs sont donc développés pour permettre de traduire cette complexité, c'est le cas du bilan hydrique, qui permet de prendre en compte l'influence des températures sur les phénomènes d'évaporation et d'évapotranspiration des eaux de surface.

L'utilisation d'indicateurs doit permettre de réduire le nombre de mesures et de paramètres nécessaires pour étudier des phénomènes complexes, interdépendants. (Redon Mathilde, 2012)

1.3.3. La réponse complexe de la biodiversité

La biodiversité se caractérise d'abord par sa diversité biologique, qui comprend la diversité des espèces (animales, végétales et microbiennes). Mais c'est vraisemblablement les interactions entre les êtres vivants et avec le milieu physique qui créent et font vivre les écosystèmes. (Académies des Sciences ; 2017).

La biodiversité représente le pilier du maintien des fonctions écologiques nécessaires au fonctionnement des écosystèmes et au maintien de ces services qui leurs sont inféodés face au changement climatique et à ses conséquences.

Trois types de réponse spécifiques de la biodiversité face aux changements climatiques ont été identifiés : la modification de la répartition spatiale des espèces (remontée altitudinale et longitudinale) lorsque cela est possible ; l'adaptation de l'espèce face aux nouvelles conditions locales (génétique ou phénotypique ou phénologiques) ; ou l'extinction locale (surmortalité et/ou baisse de capacité de reproduction), (Lammard F. 2016).

« La diversité attendue des réponses des espèces aux différents paramètres du changement climatique induit une réponse disparate des communautés (assemblages d'espèces) et des processus de recomposition de ces communautés. » (Académie des sciences 2017).

La complexité des interactions (avec l'environnement, entre individus et entre espèces) à l'origine même des écosystèmes, de même que la complexité des pressions naturelles et anthropiques qui s'exercent sur ces écosystèmes peuvent se traduire par *« des mécanismes de réorganisation en cascade des communautés »* (Académie des sciences 2017). Les exemples de modification des rapports interspécifiques sont nombreux : désynchronisation d'espèces interdépendantes dans la chaîne trophique par modification phénologique ou des rapports de compétition au détriment de certaines espèces, etc.

Il s'agit donc d'identifier les indicateurs pertinents pour mesurer les différentes réponses possibles de la biodiversité et des écosystèmes. Il peut s'agir d'espèces particulières ou de groupes d'espèces spécifiques à un type de milieu.

Pour simplifier la compréhension des mécanismes en jeu, il paraît important de dissocier les effets du changement climatique des autres facteurs anthropiques. De même, le suivi d'espèces sentinelles semble adapté. On parle d'espèces sentinelles, les espèces les plus menacées, possédant des capacités de déplacement limitées, ou celles dépendantes de conditions climatiques particulières qui devront présenter de capacités d'adaptation à leur nouvel environnement, ou pourraient être amené à disparaître. Pour autant, il ne faut pas négliger la biodiversité commune, qui contribue au même titre que les spécialistes à la stabilité des écosystèmes et au maintien de ses services, (Mallard F. 2016).

Il s'agit aussi de sélectionner des indicateurs complémentaires.

L'état et l'évolution de ces indicateurs doivent ensuite être corrélés avec l'évolution des paramètres climatiques et environnementaux.

2. Propositions et méthodologie de mise en place de l'Observatoire 2.0

2.1. États des lieux, propositions et plan d'action

Cette partie présente la méthodologie employée pour la construction de l'Observatoire 2.0.

1.1.1. Appropriation de l'Observatoire 1.0 et propositions de l'Observatoire 2.0

L'immersion au sein de la structure, l'accès aux diverses ressources documentaires ont permis d'approfondir le travail d'état des lieux et de prospection entamé par la promotion de master 2 GEOÏDES 2018/2019. Appuyé par l'équipe du PNRV, (*annexe 1*) cette période d'échange a permis d'assimiler à la foi le fonctionnement de la structure et les objectifs de cet Observatoire. En outre, cela a permis de corriger des informations concernant le réseau de stations (météos et hydrologiques) présentes sur le territoire (*Figure 4*), et de mettre à jour les métadonnées de l'ensemble des suivis réalisés dans la base de données du PNR.

L'Observatoire est vu avant tout comme un outil de sensibilisation à la question du changement climatique et plus largement à l'environnement. Depuis 2004, l'un des critères de sélection des suivis et indicateurs a été qu'ils soient peu ou pas influencés par les activités anthropiques mais exclusivement liées au changement climatique, en vue d'émettre des informations simples et claires, non sujettes à controverse et sensibilisatrices.

Pour autant, il y a une réelle volonté du PNRV à déployer ce dispositif comme un outil d'aide à la décision répondant à des enjeux territoriaux réels. En informant sur les évolutions et les vulnérabilités, en sensibilisant les acteurs du territoire, le PNRV souhaite faciliter la prise en compte de ces questions dans les décisions de développement. Chaque indicateur, de sa sélection jusqu'à sa valorisation doit servir à atteindre cet objectif général.

Laissé de côté depuis sa création, le volet valorisation et communication apparaît pourtant comme primordial à la foi pour atteindre cet objectif d'aide à la décision mais aussi pour matérialiser l'Observatoire. Le nouveau site internet développé actuellement par le PNR 'Université Vercors' devrait servir de support principal de communication.

1.1.2. Propositions thématiques pour l'Observatoire éco-climatique 2.0 du Vercors

L'Observatoire se décompose en sous thématiques : climatologie, hydrologie et biodiversité.

L'ensemble des productions présentées sont issues de la proposition qui a été faite au Conseil Scientifique le 12 juillet 2018 dernier, pour validation. Les mesures sont classées par ordre de priorité.

L'Observatoire climatique (*Figure 5*) est construit sur le suivi de paramètres climatiques. La première action prévue est la production et communication d'un bilan climatique annuel vulgarisé. Les deux autres actions ne seront pas réalisées dans l'immédiat mais ne doivent pas être négligées. Un travail conséquent devra être engagé entre le PNRV et le Conseil Scientifique pour réadapter le réseau de stations et définir des objectifs de recherche précis. Les deux sont interdépendants.

1. Bilans Climatiques : Sélection des stations représentatives et mode d'acquisition des données Construction des indicateurs statistiques Construction et mise en page de 2 versions des bilans	Fiche protocole 'Bilan Climatique' Acquisition donnée, Traitement statistiques (LibreOffice-Calc) Mise en page des bilans et Modalités et fréquence de diffusion
2. Réorganiser le réseau de stations météos PNRV sur la RNHPV : localisation et paramètres mesurés Revoir partenariat OSUG – <i>entretien de stations ; stockage et nettoyage données</i> partenariat potentiels autres réseaux Météo-France et Romma	
2. Définir Axes de Recherche et partenaires : Faire le point sur les objectifs fixés en 2004 et anciens partenariats non reconduits Chercher nouveaux partenaires scientifiques – à lier à la réorganisation de stations : → <i>proposer le réseau le plus attrayant au regard des thématiques de recherche d'intérêt</i>	

Figure 5 : Actions prévues dans le cadre de la mise en place de l'Observatoire Climatiques

L'Observatoire Hydrologique (Figure 6) se présente de la même manière que celui du climat. Il repose sur l'exploitation de chroniques de données issues de stations de mesures. Un bilan hydrologique, axé sur le suivi des étiages doit être construit à partir des chroniques de débit fournit par le réseau des stations de la DREAL. Dans un second temps, il sera complété par les données issues des cinq futures stations de suivi de l'étiage et de la température. Ces stations viendront en complément sur les têtes des principaux sous-bassins versants à l'horizon fin 2019. Au vue de la complexité des fonctionnements hydro-karstique, il est préconisé de faire réaliser une première étude des données piézométriques de trois sources de la réserve par des spécialistes, en prévision de leur intégration future à l'Observatoire hydrologique.

1. Bilans hydrologiques – Etiage : Sélection des stations représentatives et mode d'acquisition des données Construction des indicateurs statistiques Construction et mise en page de 2 versions des bilans	Fiche protocole 'Bilan ressource en eau' Acquisition donnée, Traitement statistiques (LibreOffice-Calc) Mise en page des bilans et Modalités et fréquence de diffusion
1. 5 Stations Étiages - températures : [Horizon fin 2019] Propositions d'implantation potentielles + Devis capteurs + recherche BE de mise en œuvre → Demande subvention et Cahier des charges technique auprès de l'agence de l'eau RMC	
2. État des lieux chronique des 3 stations piézométriques RNHPV suivi de source : A Faire réaliser	
3. Bilans hydrologiques – Températures : Choix des T seuils ...	

Figure 6 : Actions prévues dans le cadre de la mise en place de l'Observatoire Hydrologique

L'Observatoire de la biodiversité (Figure 7) doit servir à obtenir des informations sur les réponses de la biodiversité vis-à-vis des changements climatiques. La sélection des indicateurs les plus pertinents a demandé un travail documentaire de plusieurs mois. La première action passe par la planification du temps et des ressources à mobiliser pour chacun des suivis ainsi que par la mise en place des nouveaux protocoles sélectionnés. Les fiches de présentation des suivis seront dans un premier temps, les seuls éléments de communication en biodiversité. Les chroniques de données existantes n'ont pas pu être valorisées. C'est pourtant une nécessité mais elles ne pouvaient être réalisées en amont du choix des suivis.

1. Sélection des suivis Nouveaux : Sélection protocole + échantillonnage sites + planning Existants : Faire le point sur pérennité suivis et partenariats + modification possible des stations suivies	Fiches protocoles nouveaux suivis <i>Protocole, Stations suivies (traitement statistiques)</i>	Planning <i>Temps et Ressources nécessaires</i>
1. Fiche de présentation de suivis : Construction et validation du modèle générique à destination du site internet Création des fiches pour les suivis déjà existants		
2. Fiche bilans des suivis → Etat et évolution Contenus et fréquence de publication ?		

Figure 7 : Actions prévues dans le cadre de la mise en place de l'Observatoire de la Biodiversité

2.2.3. Objectifs et programme de communication

L'idée est de développer un outil informatif unique. Il servira à présenter les actions menées, les résultats et bilans associés. Au-delà des suivis prévus dans le cadre de cet Observatoire, il doit servir d'interface permettant de regrouper et d'informer sur l'ensemble des actions, suivis ou programmes de recherches ou participatifs menés sur le territoire. Le public visé est large : habitants, passionnés, acteurs du territoire et/ou du monde scientifique.

Le site se veut ludique et possède plusieurs rubriques permettant d'accéder à des fiches détaillées. La figure 8 permet de visualiser la structure imaginée pour l'Observatoire sur le site internet 'Université Vercors'. Une fiche centrale 'Observatoire 2.0' de mise en contexte permettra d'accéder à 3 fiches thématiques : Climat, Eau et Biodiversité auxquelles seront associées leurs propres pages explicatives. Des liens permettront de remonter systématiquement à la page centrale de l'Observatoire.

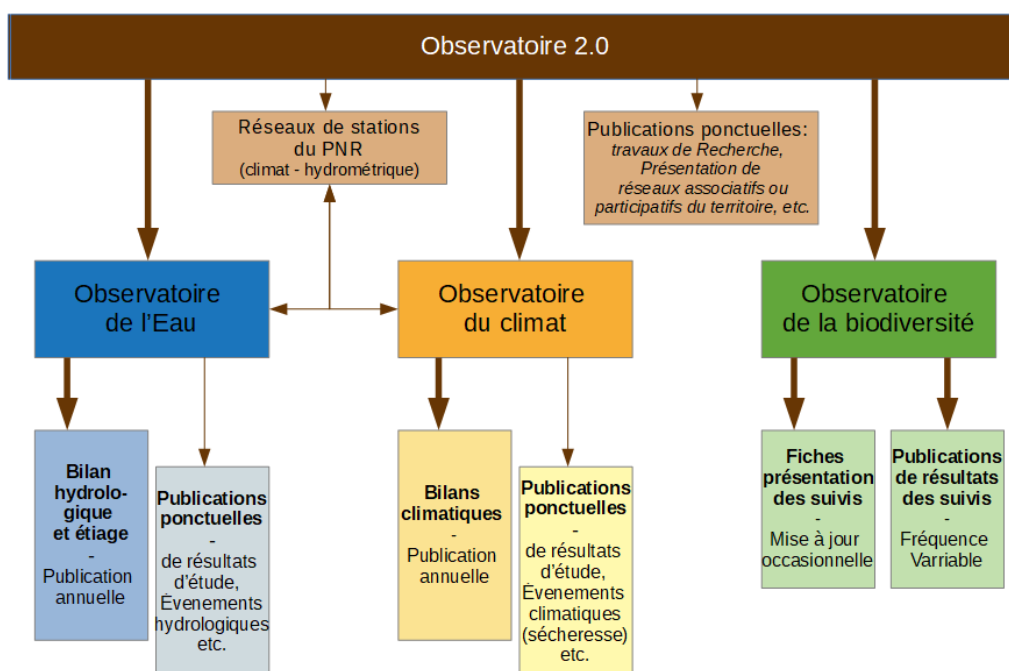


Figure 8 : Schéma général du fonctionnement de l'Observatoire sur le Site Université Vercors

2.2. Indicateurs de biodiversité

Cette partie a pour objectif de détailler la méthodologie adoptée, depuis la procédure de sélection des suivis (1.), en passant par un exemple de mise en place d'un nouveau protocole, celui du suivi des chenilles de l'Apollon (2.) pour terminer par la construction des fiches de présentation de suivi.

2.2.1. Démarche de sélection de bio-indicateurs représentatifs

La partie Biodiversité a demandé un travail documentaire conséquent. Seuls les protocoles construits par des instances reconnues telles que des Parcs Nationaux, laboratoires types Centre Botanique ou CEFE (Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive) ont été considérés.

Tout au long de cette démarche, il a fallu réaliser des arbitrages entre de nombreux critères tels que : l'origine des protocoles et leur robustesse, la clarté des informations obtenues sur le changement climatique, si le suivi est mené en réseau, à l'échelle des Alpes ou plus largement. Le coût des campagnes de suivis (financier et humain) a également été un critère de sélection. L'effort s'est porté sur une sélection de milieux et d'espèces complémentaires, ayant des sensibilités ou des réponses différentes.

Dès que possible, l'expérimentation sur le terrain a été privilégiée. Participer aux campagnes de suivis permet de s'approprier les protocoles, de découvrir les sites prospectés et d'appréhender les difficultés potentielles telles que l'accessibilité aux sites, ou le degré de compétence requis.

Certains suivis menés depuis plusieurs années n'ont donc pas été sélectionnés, à l'instar du suivi STOC-EPS, (Suivi temporel des oiseaux communs par point d'écoute du MNHN, (CRBPO, en ligne) en perte de vitesse, par non remplacement des observateurs et peu représentatif à l'échelle du massif.

Autre exemple, celui du suivi de trois espèces herbacées de crêtes mené depuis 2008 d'après un protocole créé par le CBNA (Bonnet V., 2007) à la demande du PNR : l'analyse statistique est trop compliquée pour être réalisée en interne et inintéressant pour d'autres structures puisque spécifique au Vercors. Il ne sera pas sélectionné dans le cadre de cet Observatoire.

De plus, il a paru important de prendre connaissance des intérêts des individus associés aux suivis pour s'assurer de leur investissement futur. C'est sur ces critères que la mise en place d'un suivi de lézards a été abandonnée, n'intéressant pas les gardes, à l'inverse du suivi de l'Apollon, dont la mise en place sera détaillée dans la prochaine partie.

Au total, 8 suivis devraient faire partie de l'Observatoire, dont 3 nouveaux qui seront présentés dans la troisième partie.

2.2.2. Méthodologie de sélection de protocole de l'Apollon (*Parnassius apollo*)

Ne pouvant développer le processus méthodologique associé à chacun des suivis, le choix s'est porté sur celui de l'Apollon (*Parnassius apollo*, Figure 8). Il s'agit ici de présenter le processus de sélection du protocole ainsi que sa mise en pratique sur le territoire du PNRV.



Figure 9 : Illustration de Parnassius Apollo par Jacob Hübner (zoologue allemand)

La première étape a été de mesurer le caractère indicateur de cette espèce ainsi que son intérêt scientifique. Cette espèce relique a vu ses populations s'effondrer dans les milieux montagnard et sub-alpin. (PNR du Haut Jura, sans date)

Les populations des hauts plateaux du Vercors sont relativement stables (Insectea, atlas carto_rapport_etude) mais devenues plus rare à basse altitude, c'est le constat fait par Pascal Dupont expert en lépidoptère, grand passionné du Vercors et membre du Conseil Scientifique du PNRV, (annexe 1). Cette tendance a été confirmée dans le massif central, van Swaay & van Strien, 2005).

Le réchauffement du climat serait la cause directe d'une modification du cycle biologique de l'espèce à l'origine de la fragilisation des populations. Indirectement cela s'accompagne d'une dégradation des habitats de l'espèce, surtout à basse altitude, dont les chenilles sont dépendantes pour leur survie, (Robert W et al. 2014) - (annexe 2-figure1).

L'objectif définit pour ce suivi serait d'évaluer la dynamique spatiale et temporelle des populations d'apollon, à partir d'une approche par transects altitudinaux et latitudinaux sur l'ensemble du massif.

La recherche de protocole a permis d'en isoler 2, en particulier, comparés dans le tableau 1 :

Nom	Origine	Protocole	période de suivi	Échantillonnage	Source
Protocole de suivi des Imagos , inspiré du protocole STOC EPS par point d'écoute du MNHN-CRBPO	Programmes sentinelles du climat en Nouvelles Aquitaine par BE Cistude Nature	comptage par point fixe d'observation, à vue, dans un rayon de 50 m, 5 min par point, 3 passage par an	2 au 25 aout max théorique du vol d'apollon en Aquitaine	Identification de 5 sites (de présence + habitat favorable + accessible) variés en altitude et en contexte géographique ; puis Échantillonnage aléatoire de 5 maille au sein des sites	Les Sentinelle du climat, 2017
Protocole de suivi des chenilles d'Apollon	Parc Naturel National des Cévennes, cadre du rogramme action scientifique – espèce étudiée depuis 1995	Comptage exhaustif des chenilles sur 163 dalles quadrillées, 3 passages annuels	Fin avril à Juin en fonction des conditions climatiques (date d'éclosion des œufs) dans les Causses	dalles à Orpin de présence historique relativement espacés, pour tester protocole puis étendu hors zone de présence → multiplier les dalles suivies	PNC, 2018

Tableau 1 : comparaison de deux protocoles de suivi de Parnassius apollo

Après discussion (*annexe 1*) c'est finalement le suivi des chenilles qui a été sélectionné. Les chenilles se cantonnent aux dalles à Orpins (*figure 10*) et sont moins réactives aux conditions météorologiques, rendant leur détectabilité plus simple et plus représentative. De plus, la période de suivi est plus favorable au printemps pour les gardes du PNRV. En terme de gestion, le choix a été fait de proposer une version simplifiée de ce protocole par simple relevé absence / présence. Une visite sur le site des Merciers 930m d'altitude, à Engins (38) présentant une mosaïque d'habitat (pelouse / roche) optimale a permis de valider la détectabilité des orpins et a confirmé la présence d'apollon à proximité.

2.2.3. Méthodologie d'échantillonnage de site de suivi de l'Apollon (*Parnassius apollo*)

Inspiré des méthodes d'échantillonnage des deux protocoles, (*Mallard F 2016-2 et 2017 ; PNC 2018*), la sélection des sites de suivi s'est faite en fonction des critères suivants : site de présence d'apollon, présence d'habitat favorable et d'orpins, accessibilité au site et prise en compte de la date d'arrivée des troupes (risque de piétinements des chenilles).

Une campagne de suivi génétique (par capture et prélèvement) a été menée sur plusieurs massifs préalpins, dont le Vercors et la Chartreuse pendant la période de vol des imago cet été 2018 en vue d'étudier la mobilité des populations. Cela a servi de base à la prospection de sites de présence du papillon.

A partir d'une approche SIG, la sélection de certains habitats de type 'pelouses naturelles' et 'habitats rocheux' (Mallard F ; 2016-b) de la classification des habitats d'intérêt communautaire a permis d'isoler les habitats d'intérêt (Gaudillat V. & Clair M., 2017). De même, l'intersection de la couche obtenue, avec base de données flore, fourni par le CBNA, qui répertorie l'ensemble des observations ponctuelles réalisées sur le territoire a permis de valider la présence d'Orpin.

Les choix définitifs des sites ont été déterminés à partir de connaissances de terrain



Figure 10 : exemple d'habitat de l'Apollon, Cabane de Tiolache du Milieu, RNHPV, photographie personnelle

2.3. Construction des bilans Indicateurs statistiques climatique et hydrologique

La production annuelle de bilans climatiques et hydrologiques est une demande du PNRV. Il s'agit ici de présenter la démarche de création de ces bilans, construit à partir d'indicateurs statistiques et graphiques issus des données du réseau de station présent sur le PNR, (Figure 4).

La construction de bilans reproductibles d'une année sur l'autre a nécessité plusieurs étapes (Figure 11) de la précision des objectifs et des moyens (2.3.1.), la sélection des indicateurs et modes de représentations (2.3.2), à la mise en page des bilans, validation et pérennisation du protocole (2.3.3)



Figure 11 : Etapes méthodologique de construction de bilans climatiques et hydrologiques

2.3.1. Contexte et méthodologique de construction d'indicateurs climatiques et hydrologiques

Avant de débiter, il a fallu réaliser un arbitrage entre les objectifs et les moyens disponibles pour produire ces bilans de manière pérenne et régulière (étape 1, 2 et 3, figure 11)

L'une des contraintes majeures a été de prendre en compte le fait que ces bilans devaient par la suite, être produits en interne au sein du PNRV. Il a fallu s'adapter aux outils utilisés et proposer un protocole simple, reproductible, sans nécessiter une formation sur l'exploitation statistique des données ou la production graphique.

Il est vite apparu qu'il fallait limiter le nombre de stations à exploiter, pour limiter à la fois le coût d'acquisition (dans le cas où les données soient payantes comme Météo France), et la lourdeur du traitement. En effet, au vue du logiciel utilisé par le PNRV, 'Calc' version libre de tableur de LibreOffice, il n'est pas possible d'automatiser les chaines de traitement.

La recherche d'exemples de bilans et d'indicateurs a permis de préciser le format souhaité pour ceux du PNRV. Deux types sources ont été utilisés principalement :

- Les bilans produits par l'Observatoire Savoyard du changement climatique, qui ont servis de modèle, à la fois pour la mise en forme, et les choix de représentations graphiques (Chaix C.)
- Les indicateurs développés par l'Observatoire Régional des Effets du Changement Climatique Auvergne-Rhône Alpes à destinations des territoires de montagne dans le cadre du Schéma Régional Climat Air Energie – SRCAE, (ORECC 2017)

2.3.2. Précisions méthodologiques

Bilans Climatiques :

Pour pouvoir mesurer des tendances climatiques, il fallait disposer d'une chronique de données longue (plus de trente années). Seules les données issues du réseau Météo France permettait de répondre à ce critère. Le choix s'est porté sur la station de Villard de Lans, effective depuis 1959, présentant des

données homogénéisées, l'accès aux chroniques journalières est rendu possible grâce à la convention qui unit le PNRV avec le laboratoire LTHE de Grenoble dans le cadre de l'entretien des stations météo de la RNHPV par le contact de Jean-Paul Laurent (*annexe 1*).

La station de Gerland, (*figure 4*) au centre de la RNHPV, la seule présentant un pluviogramme chauffant est apparue la plus représentative du climat des hauts plateaux, pour comparaison. L'implantation actuelle de station ne permettait pas de produire de bilan dans la partie méridionale du massif. Une réflexion devra être engagée pour éventuellement implanter une nouvelle station.

Pour préparer les données, il a fallu convertir les fichiers en version libre, permettant, par la suite, d'agglomérer les données pour obtenir une donnée par jour, contre les 96 mesurées quotidiennement (1 mesure/15 minutes).

Séparément pour les deux stations, les données ont été regroupées par mois et par année (pour les paramètres de températures (minimales, maximales et moyenne) regroupées par moyenne et pour les hauteurs d'eau précipitées regroupées par somme).

Pour les stations de Villard-de-Lans, les deux périodes de références 1961-90 et 1981-2010 ont été testées et comparées. C'est finalement la période passée qui a été retenue, utilisée par l'Observatoire savoyard du changement climatique. Par la suite, de nombreuses formes de productions graphiques ont été testées. Les choix définitifs de représentation ont été discutés en interne au PNRV.

Bilans hydrologiques

La station hydrométrique du Méaudret à Méaudre (station DREAL code W3315010, *figure 3*) est apparue comme relativement intéressante. En effet, le Méaudret (74km² de bassin versant) est un cours d'eau à enjeux présentant des problèmes qualitatifs à la fois de températures trop élevées et de pollutions, et représentatif d'une tête de bassin versant du Vercors, (PNRV 2016).

De plus, d'après la fiche de présentation de la station sur le portail banqueHydro national, la station a une réelle 'signification hydrologique' et son régime apparaît comme pas ou faiblement influencé et présente une bonne qualité de mesure en hautes comme en basses eaux.

Un effort particulier a été porté sur l'étude de l'évolution des situations d'étiage. Le choix s'est porté sur l'utilisation de la valeur seuil de référence du débit mensuel minimal sur 5 années ou débit d'étiage quinquennal, d'après les données hydrologiques de synthèse (1972 - 2018) de basses eaux (loi de Galton - janvier à décembre ; Eau de France, en ligne).

2.3.3. Mise en page des bilans et pérennisation du protocole

Une fois sélectionnés, les graphiques ont finalisé sous Paint (les modèles ont été conservés) puis commentés et mis en page dans une version PDF qui sera transmise aux acteurs territoriaux directement par email. La version internet devrait être adaptée au mois de septembre 2018 et simplifiée pour répondre aux formats prédéfinis du site.

Au cours de cette partie expérimentale, il est apparu que la production d'un seul bilan climatique annuel était trop réductrice au vue des informations apportées par ce jeu de données. Certains graphiques non retenus pour les bilans ont été conservés pour produire un état des lieux plus général du changement climatique dans le Vercors depuis presque 70 ans.

L'ensemble des étapes méthodologiques, depuis l'accès aux données jusqu'à la mise en page des deux versions de bilans ont été compilées dans une 'fiche protocole'.

3. Premiers résultats et continuité

La première partie (3.1) s'intéresse aux différents réseaux sur lequel repose l'Observatoire 2.0, la seconde partie (3.2) aux suivis complémentaire de biodiversités. La dernière partie s'intéresse à l'aspect valorisation et communication, au travers des bilans et autres publications (3.3).

3.1. Structuration des réseaux météorologiques et hydrométriques

Les réseaux de stations représentent la base cet Observatoire. Il s'agit de la **mise en place d'un dispositif de veille Hydrologique**, reposant sur la construction d'un réseau de suivi des étiages en têtes de bassin versants par instrumentation de 5 stations hydrométriques (3.1.1), et 10 stations participatives complémentaires (3.1.2.) de même que la refonte du réseau météorologique (3.1.3).

3.1.1. L'instrumentation de 5 stations hydrométriques (débit et température) des eaux de surface

Cette mesure a été définie comme Action E2-01 de 'suivi des masses d'eau superficielles' dans le contrat de Rivière 'Vercors Eau Pure II', actuellement en cours.

La demande de financement et cahier des charges techniques ont été déposé début juin 2018.

Il s'agit des différentes têtes de bassins versants de la Bourne et du Furon, compris dans le périmètre du contrat Rivière, (figure 12).

Concrètement, il s'agit de **la Bourne** dans le Val de Lans, en amont des gorges de la Bourne, **le Méaudret** en amont des gorges du Méaudret, **la Vernaison** aux alentours de Saint-Agan-enVercors, **la Lyonne** en amont du barrage ainsi que **le Furon** en amont de Lans-en-Vercors.

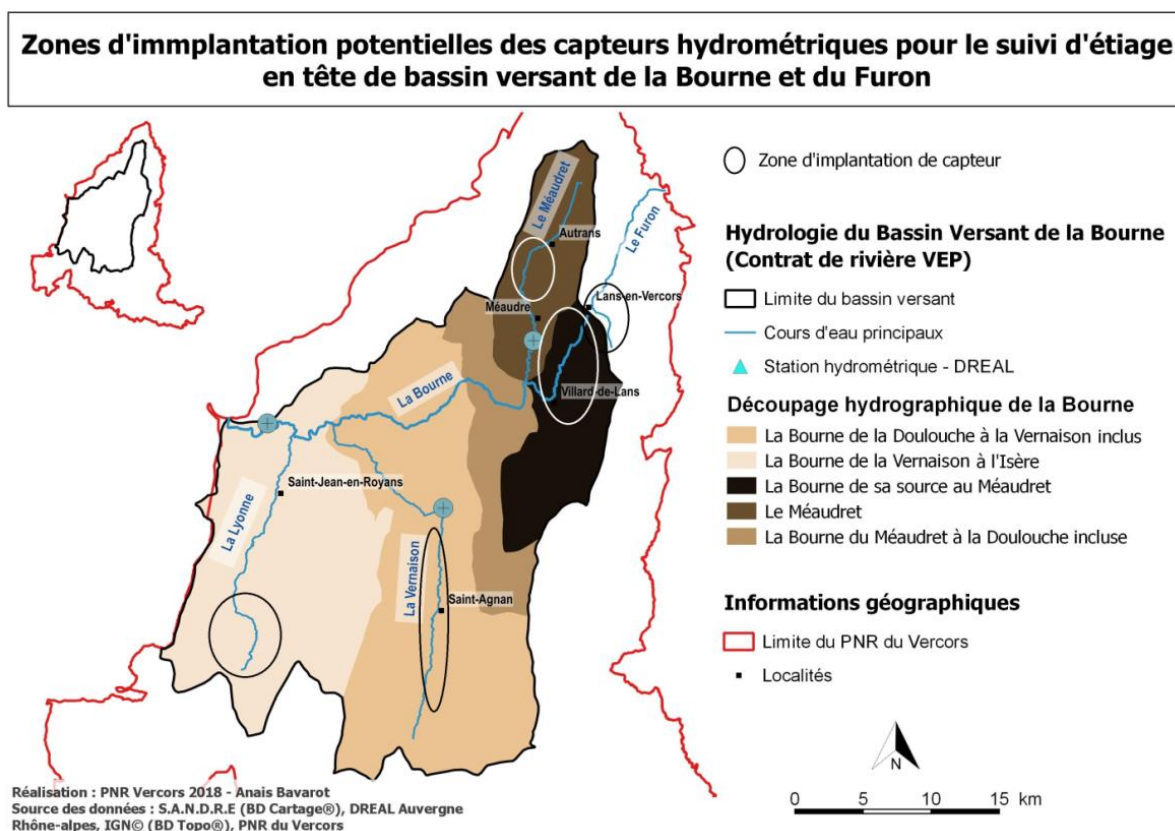


Figure 12 : Périmètres d'implantation des 5 stations hydrométriques

Les aménagements des stations ne doivent pas compromettre la continuité des cours d'eau. L'installation de capteurs de pression et température devra être réalisée sur des sections étroites contraintes par des ponts ou éléments naturels présentant des profils en travers stables. Une proposition de sites d'implantation a été fournie dans le cahier des charges techniques. Elle comprend une description, localisation et photographies de chaque site.

Le choix des capteurs se veut en cohérence avec le matériel utilisé pour le suivi des sources sur le RNHPV pour faciliter la gestion technique et le traitement des données mais aussi diminuer le coût d'achat. Il s'agit de capteur de la marque OTT, de type Orpheus Mini : enregistreur de niveau d'eau, au coût unitaire de 1058 euros (ht) à la date du 15 mai 2018

Le choix d'implantation définitive des 5 stations ainsi que la pose du matériel seront réalisées par un prestataire extérieur encore indéterminé à l'heure actuelle, avec l'appui technique du service Hydrométrie et prévision des crues de la DREAL Rhône-Alpes, qui ont déjà été contacté (*annexe 1*).

3.1.2. Mise en place d'un Observatoire participatif de suivis des étiages,

Dans le cadre du suivi de l'évolution des situations d'étiages en tête de bassin versant, un suivi participatif complémentaire est envisagé, principalement pendant la période d'étiage estivale.

L'objectif serait d'installer 10 stations participatives, basé sur un principe de mesure simplifié du débit à partir de lecture de hauteur d'eau. Ce dispositif tel qu'imaginé nécessite l'installation d'une échelle limnimétrique sur un tronçon délimité de rivière, ainsi que l'installation d'un panneau explicatif qui invite tout individu à venir lire une hauteur d'eau et à envoyer la mesure (ainsi qu'une photographie pour validation) directement au PNRV par SMS. Ces dispositifs devraient être installés aux abords d'endroits fréquentés (chemins de randonnée, tables de pique-nique, parkings ou lieux de dépôts des ordures).

Ce type de dispositif présente deux avantages pour le PNRV et s'inscrit dans les objectifs de l'Observatoire : contribuer à améliorer la connaissance sur les fonctionnements hydrologiques à l'échelle locale à moindre coût et sensibiliser les participants à la question de la ressource en eau et de l'impact que pourrait avoir le changement climatique sur le fonctionnement des rivières.

3.1.3. La refonte du réseau de station météorologique, un enjeu scientifique

La refonte du réseau signifie de travailler sur la localisation des stations (maillage) et le type de paramètres mesurés. Elle est interdépendante des partenariats qui pourraient être signés pour la gestion des stations, des objectifs de recherche, mais doit également être adapté à la production de bilans climatiques. La démarche doit être engagée avec le Conseil Scientifique.

Cela nécessite de faire un arbitrage entre les objectifs qui ont justifiés leur installation et les thèmes de recherches actuelles. Le réseau doit permettre de susciter l'intérêt du monde scientifique et faciliter l'intégration au sein de réseaux, programme de recherche ou autres observatoires existants.

La renégociation du contrat d'entretien des stations de la RNHPV avec le LTHE (collecte des données, stockage et nettoyage) ajoute une contrainte supplémentaire et pousse le PNRV à s'orienter vers la mise en réseau de stations avec d'autres producteurs de données, en vue de limiter le coût.

Concrètement, à l'horizon fin 2019, le PNRV devra avoir réalisé une recherche de partenaires, à la fois de producteur de données, et partenaire technique et scientifique.

Selon les possibilités, les stations pourraient être simplifiées (nombre de paramètres mesurés, passage au HOBO), ou déplacées hors RNHPV pour couvrir des zones peu équipées. La gestion de certaines stations pourrait être laissée à d'autres structures (Météo France, Romma ou maintien du contrat avec le LTHE). Le PNRV pourrait également négocier l'accès aux données d'autres réseaux (stations

PhénoClim du CREA, stations Météo France ou stations issues de réseaux associatifs comme ROMMA, etc.) avec échange possible de donnée des stations de la RNHPV.

3.2. Suivis d'indicateurs biotiques du changement climatique

Présentation des suivis sélectionnés (3.2.1), présentation du protocole de suivi apollon et sites de suivi déterminés dans le cadre de l'apollon, (3.2.2) et présentations d'un planning prévisionnel associé à la mise en place et pérennisation des suivis, (3.2.3).

3.3.3. Présentation des suivis de l'Observatoire 2.0 :

Il s'agit de présenter les 8 suivis sélectionnés à l'issue de l'état des lieux, ainsi que les principaux arguments qui ont orienté la sélection. Les figures 11 et 12 sont inspirées de la proposition qui a été faite au conseil scientifique, en juillet 2018.

❖ Suivis de milieux :

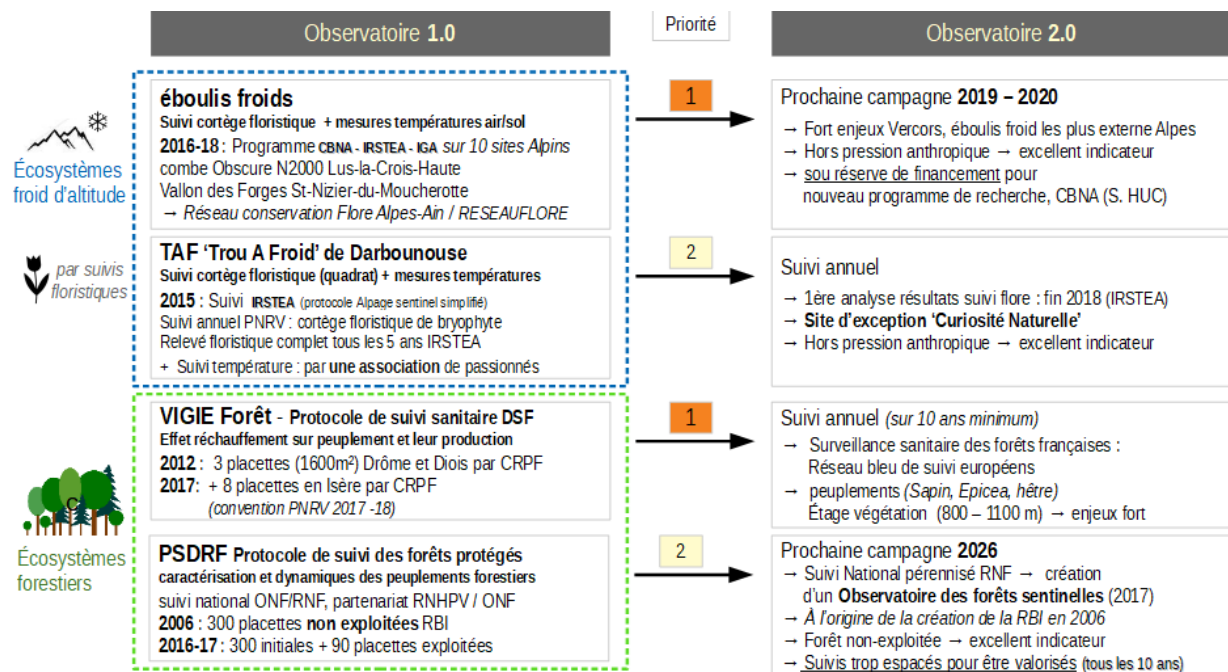


Figure 13 : Suivis de Milieux de l'Observatoire de la Biodiversité du PNRV

Les écosystèmes froids (Figure 13) :

Considérés comme d'excellents indicateurs du changement climatique du fait de leur isolement en haute montagne, loin de pressions anthropiques ; ils sont directement impactés par l'augmentation des températures et l'évolution des conditions d'enneigement.

Deux éboulis calcaires froid sont suivis sur le PNRV depuis 2015 par le CBNA dans le cadre d'un programme Alpin. Ces deux sites sont les plus externes des Alpes françaises.

Le site de la **Combe à Froid de Darbounouse**, aussi nommée '**Trou à froid**' est l'objet d'intérêt des scientifiques mais aussi d'un réseau de passionné. Classé en seconde priorité, cette curiosité naturelle est apparue intéressante en termes de communication, de par sa nature, mais aussi pour valoriser le travail associatif et participatif du TAFF de Darbounouse.

Les écosystèmes forestiers (Figure 13) :

Deux protocoles complémentaires sont menés sur le territoire du PNRV.

Le Protocole de suivi dendrochronologie des espaces forestiers protégés PSDRF (ONF, RNF) est un bon indicateur, comparant parcelles exploitées et non exploitées. La fréquence de 10 ans entre les relevés ne permet pas de produire de l'information régulièrement.

C'est donc le suivi annuel des **11 placettes 'Vigies' de réseau national DSF** (Département de la Santé des forêts) qui sera intégré en priorité à l'Observatoire. Ce suivi se veut représentatif de l'ensemble du massif et permet de suivre les dynamiques forestières et la santé des peuplements sur une fourchette altitudinale comprise entre 800 et 1200 m d'altitude. Un bilan annuel est fourni par le CRPF en charge du suivi sur le PNR.

❖ Suivis Flore :

Aucun suivi spécifique flore ne sera réalisé dans le cadre de cet Observatoire 2.0. Pour autant les différents suivis de milieux présentés précédemment peuvent être considérés comme des suivis floristiques, utilisés comme indicateurs de milieux.

Dans un second temps, le PNRV souhaite développer **un suivi floristique d'espèce(s) favorisée(s) par une hausse des températures** (tendance à étendre leur(s) aire(s) de répartition depuis le milieu méditerranéenne).

❖ Suivis Faune

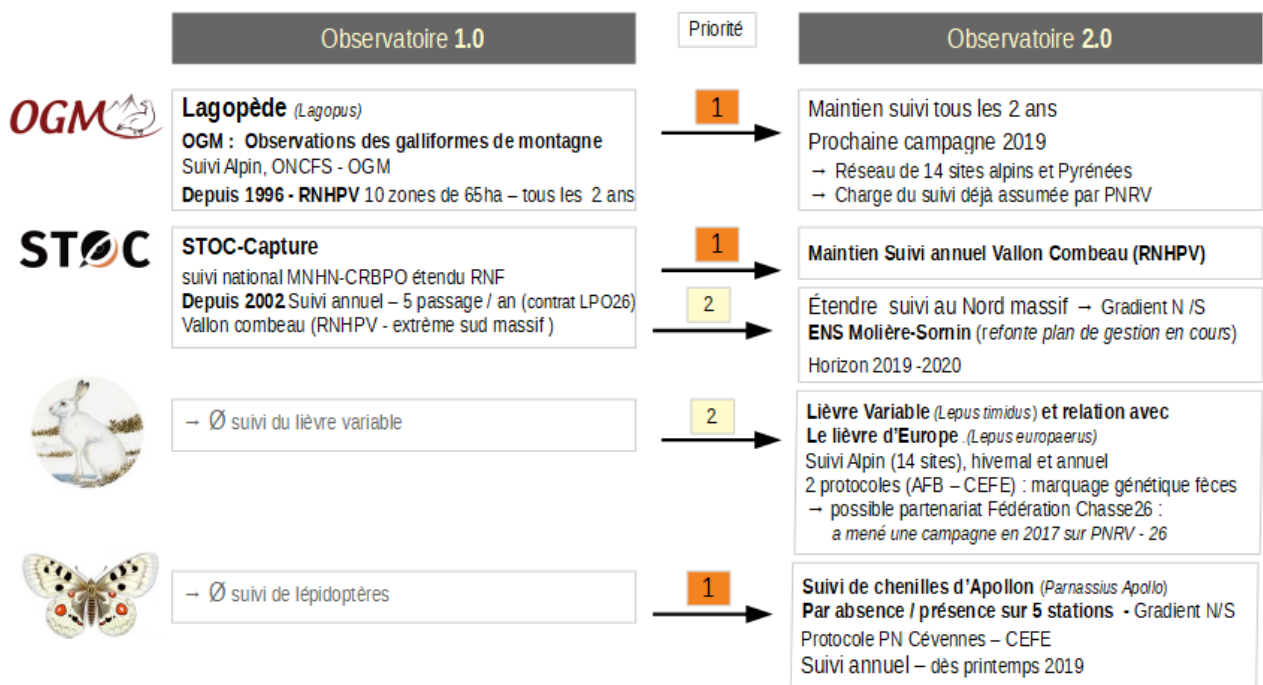


Figure 14 Suivis de Milieux de l'Observatoire de la Biodiversité du PNRV

Le lagopède (*Lagopus*) est le plus intéressant des **galliformes** suivis sur le PNRV, au regard du changement climatique. Suivant un protocole national et européen OGM (Observation des Galliformes des montagnes), le suivi est réalisé depuis plus de 20 ans sur le territoire.

Le suivi STOC-Capture sera maintenu (au détriment du STOC-EPS, Cf.2.3.1), programme national de Suivi Temporel des Oiseaux Communs du CRBPO (Centre de Recherches sur la Biologie des Populations d'Oiseaux). Ce suivi par *capture- baguage-recapture* est mené annuellement depuis 2002 à l'extrême sud de la RNHPV (Vallon Combeau), en partenariat avec la LPO Drôme. Il devrait être étendu à l'extrême nord du massif sur un site présentant les mêmes conditions. L'objectif est de valider les données de la première station (il y a peu de station d'altitude comparable à l'échelle nationale) et devrait permettre de mesurer l'impact du changement climatique à l'échelle du massif sur un gradient Nord /Sud. De plus, le CRBPO exploite les données gratuitement et met à disposition des bilans par station depuis quelques années.

Le suivi du lièvre variable (*Lepus timidus*), espèce des marges pro-glacière est envisagé puisque le Vercors est le massif pré-Alpin présentant les plus importantes populations. Un protocole basé sur l'identification de marqueur génétique de fèces a été développé par le CEFE –AFB. Trop coûteux pour être assumé par le PNRV, une campagne a été réalisée au sud du PNR au cours de l'hiver 2017 – 2018 par la fédération de chasse de la Drôme. Un partenariat pour étendre le suivi à la RNHPV est envisagé pour l'Hiver 2018/2019. En outre, un deuxième protocole simplifié est en cours d'élaboration (2018 -2019) par le CEFE. Il s'intéressera au suivi des peuplements, identification des habitats et des milieux importants pour la conservation.

Le suivi de l'Apollon a également été sélectionné. La méthodologie a été présentée précédemment.

3.3.2. Résultats de la mise en place du suivi de chenille d'Apollon.

Le protocole a été adapté à partir de celui du PN des Cévennes, principalement due au fait qu'il ne s'agit pas d'un comptage exhaustif des chenilles mais d'un simple relevé par absence-présence. Le protocole contient : *le contexte du suivi et l'objectif, une description du fonctionnement de l'espèce, une présentation du protocole terrain et matériel nécessaire, description rapide de la logique d'échantillonnage et carte de localisation des 5 sites déterminés, ainsi qu'une annexe dédiée à la reconnaissance des stades de développement de la chenille*. Quelques critères renseignant sur l'état de l'Habitat (fermeture du milieu ou non) ont été ajoutés au protocole d'origine, (Inspiré de Mallard F. 2017).

Au mois de Septembre 2018, une fiche de présentation de chaque site d'étude (localisation, taille, description du milieu), un planning prévisionnel pour la campagne test de 2019 et une fiche terrain seront jointes au protocole. La première campagne servira à valider ou non la présence de chenilles, définit à partir d'une approche théorique par type d'habitat et de la présence connue d'imagos. Pour pallier à ce risque, en plus des 5 sites proposés, d'autres secondaires ont été conservés et pourront être prospectés (*annexe 2- Figure 2*).

Les résultats devraient rapidement renseigner sur l'altitude minimale de ponte de l'espèce le long du transect nord-sud. La répétition du protocole permettra de mesurer les dynamiques de population de l'espèce, ainsi que sa sensibilité ponctuelle aux anomalies climatiques (printemps chaud, gel tardif, ou encore été peu ensoleillé et humide), et aux évolutions potentiels de son habitat.

3.3.3. Actions à prévoir

Comme présenté au travers de l'étude de cas de l'Apollon, l'intégration de nouveaux suivis nécessite une série d'étapes préparatoires. L'ajout d'une station STOC capture, la pérennisation du suivi de l'apollon et de celui du lièvre variable devraient être abouti d'ici 2020, (Tableau 2)

Suivi	Etapes des mise en place	Date
STOC Capture	ajout station : Dépôt proposition, objectifs et devis du suivis par N. Renous, bagueur professionnel, en charge des deux sites – auprès de Q. Chabanne (PNRV, en charge de l'ENS)	Automne 2018
	ajout station → Intégration au plan de Gestion ENS Molière-Sornin :	Horizon 2020
Lièvre variable	Partenariat potentiel avec la fédération Chasse de la Drôme pour campagne de suivi sur la RNHPV pour l'Hiver 2018-2019 : à voir entre B. Betton (PNRV) et Philippe Douvre (Fédé26)	Automne 2018
	Rester informé de l'avancée du protocole simplifié par Thibaut Couturier (CEFE-AFB)	Hiver 2018 -2019
	Choix définitif, pérennisation ou non d'un des deux suivis	Hiver 2019-2020
Apollon	Valider l'échantillonnage de site, ou continuer à prospecter si nécessaire	Printemps 2019

Tableau 2 : Etapes de mise en place des suivis de Biodiversité, Observatoire 2.0, PNRV

3.3. L'information communiquée

L'information climatique est au centre de cet Observatoire. Elle permet de répondre à plusieurs objectifs, directs et indirects. On ne peut étudier les impacts des changements climatiques (3.3.3) sans comprendre la nature et l'intensité de ces changements. Deux types d'information climatiques sont utiles, les tendances sur le temps long (3.3.1) et la variabilité inter et intra annuelle (3.3.2)

3.1.1. Tendances générales du changement climatique sur le PNRV :

La mobilisation de chroniques de données météorologiques depuis plusieurs décennies permet de quantifier les variations climatiques sur le temps long.

La station de Villard de Lans utilisée pour produire un état des lieux ponctuel du changement climatique depuis 1959 permet de comparer l'évolution des températures et des précipitations entre le climat passé (1961-1990) et la période récente (1981-2010). La station DREAL de suivi hydrométrique du Méaudret à Méaudre à permis de réaliser le même travail sur l'évolution des débits depuis 1976.

La liste des indicateurs statistiques retenus est consultable en annexe 3.

Ce bilan permet de représenter l'augmentation des températures maximales surtout aux périodes charnières d'été et d'hiver l'augmentation de l'amplitude thermique ainsi qu'une modification des régimes saisonniers de précipitations qui tendent vers une diminution des précipitations. Le cycle hydrologique est impacté de manière complexe avec un constat d'augmentation des périodes critiques de basses eaux et d'étiage (durée et intensité).

Les principaux graphiques sont présentés en **annexe 4**. Concrètement, les températures ont augmenté de seulement 1,2°C par rapport au climat passé (61-90), *figure 1*). Ce sont les maximales qui ont le plus augmenté, de l'ordre de 3°C en été, contre seulement 1°C pour les minimales. En opposition les minimales hivernales ont chuté de 0,1°C. Les saisons charnières printemps et automne ont aussi subit cette augmentation des maximales (*figure 2*). Le nombre de jour de gel (*tableau 1*) n'a pas connu de baisse significative mais plutôt très variable d'une année à l'autre. Face au constat contradictoire d'une diminution de l'enneigement aux périodes charnières automne et printemps, l'hypothèse retenue est

l'influences des températures maximales et donc de l'amplitude thermique quotidienne (+ 1,5°C en hiver, 2°C en été et au printemps, 1°C à l'automne depuis 1959).

Le cumul annuel de précipitation (*figure 3*) est plus variable, mais a diminué d'environ 200mm par an entre les deux périodes de références. De même, on observe une diminution des quantités d'eau précipitées à la fin de l'hiver (février et mars) et en début d'été dans une moindre mesure alors qu'elles se sont intensifiées à l'automne, (*figure 4*).

Malgré une importante variabilité interannuelle, le Méaudret montre une tendance à la baisse entre 1972 et 2017, de plus de 25 % de son débit moyen annuel, passant de 0,71 à 0,53 m³/s, (*figure 5*). Le cycle hydrologique évolue, le pic de fonte printanier a avancé d'environ 1 mois et demi, et a diminué de 0,40 m³/s en moyenne entre 1976 - 1985 et 2006 - 2015, (*figure 6*).

Figure 7, la rupture climatique de la fin de la décennie 80 marque une augmentation de la fréquence et de la durée des étiages (ou le débit est en dessous de la valeur QMNA5 de 0,063 m³/s), passant de 14 à 33 jours. Depuis 1999, plus aucun jour d'étiage hivernal n'a été enregistré, alors qu'apparaissent les premiers étiages printaniers. Les étiages estivaux et automnaux sont également plus fréquents et plus long (tendance à la hausse plus de plus de 5 jours en automne, et de presque 10 en été entre 1972 et 2017, (*figure 8*).

Cet état des lieux sera prochainement adapté pour être diffusé sur le site internet 'Université Vercors' et servira de mise en contexte à l'Observatoire. Il s'agit d'une production ponctuelle qui pourra être mise à jour à fréquence décennale. Cela contribue à l'acceptation et l'anticipation des évolutions futures et des conséquences déjà visibles et à venir.

3.3.2. Bilans climatiques et hydrologiques annuels - Variabilité annuelle et tendance

Communiquée sous forme de bilans annuels, l'information climatique permet de positionner l'année passée par rapport aux autres, de mesurer la variabilité.

La finalisation des deux protocoles de production des bilans hydrologiques et climatiques ; reprenant l'ensemble des étapes, depuis la collecte des données jusqu'à la mise en page des bilans doit être effectuée prochainement (septembre 2018).

Pour l'heure, les tableurs qui ont servi à produire les graphiques de l'année 2017 ont été préparés pour être fournis au PNRV. Seules les données utiles ont été conservées et l'ensemble de la méthodologie a été directement incorporé au fichier pour permettre de faciliter la production des graphiques chaque année.

Au total, 3 indicateurs statistiques ont été retenus pour chacun des paramètres température, précipitation et débit, (*annexe 3*).

Le bilan climatique et hydrologique de l'année 2017 (*annexe 5*) servira d'exemple aux prochains bilans. Pour l'instant, il s'agit de la version hors site internet qui devra prochainement être diffusé aux acteurs du territoire. L'incorporation au site 'Université Vercors' nécessitera une étape de simplification imposé par le format du site internet.

Pour améliorer la représentativité spatiale des bilans, il serait préférable d'augmenter le nombre de stations traitées et d'approfondir l'expertise :

- Dans le cadre du travail de refonte du réseau, il est préconisé de déplacer ou ajouter une station météorologique dans le sud-Ouest du massif. Le secteur de la Gervanne semble intéressant.

- L'ensemble des données hydrométriques (*tableau 3*) devraient à terme être intégrées aux bilans hydrologiques. Les stations de référence de la DREAL présentant les chroniques les plus longues pourront servir à calibrer les seuils de référence des stations plus récentes.

Origines des données	début mesure	Travail préparatoire	Début exploitation statistiques
Stations DREAL	Xxème siècle	déterminer année hydrologique moyenne, débits moyens, débits seuils	Horizon 2018 – 2019
3 stations de suivi de sources de la RNHPV	2011	Calibrer les débits seuils avec études croisées données stations DREAL, sous réserve de compréhension des fonctionnements hydro-géologiques	Horizon 2019 - 2020
5 stations tête des sous bassin Bourne et Furon	Horizon 2018 – 2019	calibrer débits seuils par rapport aux chroniques existantes de la DREAL, dès que la chronique suffisamment longue	Horizon 2020 - 2021
10 stations participatives de suivi d'étiage	Horizon 2020 – 2021	précision sur fonctionnement local des étiages	Horizon 2023 – 2024

Tableau 3: Sources des données hydrologiques du PNRV

- A terme, (horizon 2020) l'objectif sera de réaliser un **bilan hydrique complet** en intégrant les données de précipitations et d'évapotranspiration.
- Le suivi de la qualité des milieux aquatiques est envisagé par l'entrée 'Température'. L'exploitation statistique des données thermiques s'intéressera aux dépassements de températures seuils (Intensité du dépassement, période de dépassement et durée) lié au référendum thermique d'espèces sensibles (truite fario ou l'écrevisse à pattes blanches, *etc.*, PNRV 2016).

3.3.3. L'impact du changement climatique sur la biodiversité

La communication sera effectuée en deux temps, présentation des suivis puis des résultats (*tableau 4*).

Chaque suivi fera l'objet d'un article de présentation sur le site 'Université Vercors' ponctuel, puis de publication de résultats répété, dont la fréquence dépend de celles des campagnes de suivi ou de la mise à disposition des résultats par d'autres structures associées.

Le planning prévisionnel a été réalisé (*tableau 4*). La création des premières fiches est prévue pour septembre 2018, dernière tâche prévue dans le cadre du stage.

Ponctuellement d'autres fiches pourront être ajoutée pour promouvoir le travail de partenaires ou des suivis participatifs comme ceux proposés par Vigie-Nature du MNHN tel que l'Observatoire de la biodiversité des jardins, (MNHN, en ligne).

Suivi	DATE de présentation du suivi	Présentation des résultats		
		conditions	Date	Fréquence
STOC station 1	Septembre 2018	Résumer le bilan CRBPO 2017 de la station 1Vallon Combau	Septembre 2018	Annuel
Vigie forêt	Septembre 2018	Attente des résultats de la 1ère campagne d'état des lieux 2017-2018	Fin 2018, début 2019	Annuel
Apollon	Septembre 2018	Dès premières campagnes (1 ou 2 années) : Etat des lieux des populations, répartition latitudinale et longitudinale	Été 2019 ou 2020	Annuel
Lagopède – OGM	Septembre 2018	Résumer résultats campagnes précédentes (dernière 2017)	Septembre 2018	2 ans
éboulis froid	Septembre 2018	Attente des résultats de la 1ère campagne d'état des lieux (CBNA, S. Hue)	Fin 2018	5 ans
Combe à Froid de Darbounouse	Attente des résultats pour mesurer intérêt : Courant 2019	Attente des résultats des 5 années de suivis floristiques, (IRSTEA, G.Loucougaray)	Courant 2019	2 à 5 ans ?
Lièvre variable	Courant 2019 ou 2020	Attente des premiers résultats par fédération chasse 26	Fin 2018, courant 2019 ?	Annuel
PSDRF	Courant 2019	Résumer les résultats de la campagne 2016 -2017	Courant 2019	10 ans
STOC Station 2	Horizon 2021	Dès premiers résultats station 2 ENS Molière-Sornin	Horizon 2021	Annuel

Tableau 4 : Programme de communication des indicateurs biotique du changement climatique sur le PNRV

CONCLUSION

Bien que les projections d'évolutions du climat se précisent et se complexifient, la complexité de ces effets à l'échelle des territoires reste difficile à anticiper. D'où la nécessité d'observer et d'en tirer des informations pertinentes. Comme sur de nombreux territoires, le développement d'un Observatoire du changement climatique s'intègre dans un contexte local et doit permettre d'apporter de la connaissance sur le fonctionnement du territoire et à terme devenir un outil d'aide à la décision dans la construction de politiques climatiques. Cela s'intègre dans une volonté institutionnelle d'avancer vers une gestion intégrée et locale des questions environnementales et climatiques dans les décisions d'aménagement et de développement territorial.

Essentiellement tourné vers un suivi environnemental, en dehors de toute forme de pression anthropique, dans la mesure du possible, l'Observatoire 2.0 du PNRV a pour objectif de répondre à un manque de connaissance sur les effets du changement climatique en vue d'en améliorer la gestion (détermination des mécanismes de rétroactions, identification des vulnérabilités, des enjeux, des milieux à préserver, etc.). Il doit jouer un rôle de sensibilisation et ainsi contribuer à améliorer la résilience locale.

Le Parc naturel régional du Vercors est soumis à un jeu complexe d'influences à l'origine d'une exceptionnelle richesse paysagère et environnementale. Cela représente une des ressources premières de ce territoire de montagne et la présence d'une structure tel que PNRV justifie d'autant plus le développement d'un outil d'Observation du changement du climat (suivi des paramètres climatiques) et de ses conséquences sur la distribution de la ressource en eau et sur la biodiversité de manière générale.

La méthodologie développée a permis de travailler sur plusieurs enjeux, le réseau de stations de suivis qui représente le socle de la connaissance sur le climat local et le fonctionnement hydrologique, le travail de fond associés aux réseaux reste à poursuivre. L'ensemble des données doit faire l'objet d'une valorisation. Cela s'est traduit par la mise en place de publications annuelles de bilans basés sur la production d'indicateurs statistiques.

Huit suivi de biodiversité ont été sélectionnés parmi ceux menés sur le territoire, mais aussi ailleurs, dont trois sont encore en cours d'adaptation sur le territoire.

La construction d'un tel Outil nécessite précision et rigueur dans la **sélection des suivis en fonction de leur complémentarité** permettant de répondre à des questionnements précis. L'un des enjeux pour le PNRV est de réaliser un arbitrage entre le temps et le coût de collectes des données et l'intérêt, la précision de l'information obtenue.

Au regard de la première version de l'Observatoire il est important de mettre en place un planning précis de tâche pour chacun des suivis de l'Observatoire et **s'assurer que les données collectées soient exploitées et valorisée**. Pour faciliter l'atteinte de cet objectif, il est important de développer des indicateurs simple et pertinent.

De plus, cet aspect de rigueur correspond à une volonté partagée dans le domaine scientifique. A l'heure dit du 'Big data' la mise en commun croissante des données nécessite de répondre à des exigences **d'uniformisation et une transparence des protocoles de collect, de traitement et de stockage des données**. Il s'agit d'une volonté de l'agence Française pour la biodiversité. Il paraît donc important pour le PNRV de travailler en ce sens. L'intégration en cours, au réseau des parcs nationaux de France 'GéoNature' qui partage et développe des outils (application WEB et mobile) pour saisir, gérer et diffuser des données faune et flore, par le PNRV confirme cette volonté.

Pour autant, **il est important que l'Observatoire reste un outil évolutif, adaptable, à l'écoute de pratiques développées d'autres territoires**. De nombreux outils et indicateurs sont développés par les territoires en relation étroite avec le monde de la recherche.

C'est le cas notamment des **sciences participatives**. Dans le cadre de l'objectif de sensibilisation, il paraît important que l'Observatoire du PNRV valorise ce genre de démarche en faisant la promotion de suivis et d'observatoires partenaires mais aussi en développant les siens.

Pour l'heure l'Observatoire ne permet que de produire de l'information purement environnementale.

En vue d'atteindre l'objectif d'aide à la décision dans le cadre de mise en place de politique et de mesures d'adaptation, Il faut développer d'autres types d'informations permettant d'apporter un **service climatique** adapté à chaque acteur du territoire.

L'effort devra être porté sur le développement d'indicateurs statistiques précis permettant de répondre à de vrais enjeux territoriaux (culture de la neige et tourisme, besoin agronomique, gestion forestière, etc.).

BIBLIOGRAPHIE

- Académie des Sciences, Juin 2017 « Les mécanismes d'adaptation de la biodiversité aux changements climatiques et leurs limites | Rapports, ouvrages, avis et recommandations de l'Académie | Assurer un rôle d'expertise et de conseil ». s. d. Consulté le 27 août 2018. <http://www.academie-sciences.fr/fr/Rapports-ouvrages-avis-et-recommandations-de-l-Academie/mecanismes-adaptation-biodiversite-aux-changements-climatiques.html>
- Arpin I. 2015. «*Parc naturel régional du Vercors* Les Conseils scientifiques des espaces protégés des Alpes du Nord. Une étude inter- et transdisciplinaire. [Rapport de recherche] labex item. 2015.. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01206668>. Juin 2018 56p
- Aubertin, C. Damian M., Magny M., Millier C., Theys J. et Treyer.S. 2015 « Introduction. Les enjeux de la conférence de Paris. Penser autrement la question climatique ». Édité par Natures Sciences Sociétés 23 (2015): S3-5. <https://doi.org/10.1051/nss/2015013>. , consulté en Juillet 2018
- Besancenot, Jean-Pierre. 2015. « Changement climatique et santé ». *Environnement, Risques & Santé* 14 (5): 394-414. <https://doi.org/10.1684/ers.2015.0813>, 21p, consulté le 10 Aout 2018
- Bonnet V. (2007). "Observatoire du changement climatique et de la biodiversité du Parc du Vercors. Suivi d'espèces à forte valeur patrimoniale dans le contexte du réchauffement climatique". Url : <http://www.cbn-alpin-biblio.fr/Record.htm?idlist=1&record=19113078124919312509> , consulté le 05/2017
- Brédif, Hervé, François Bertrand, et Martine Tabeaud. « Redéfinir le problème climatique par l'écoute du local : éléments de propédeutique ». Édité par Catherine Aubertin, Michel Damian, Michel Magny, Claude Millier, Jacques Theys, et Sébastien Treyer. *Natures Sciences Sociétés* 23 (2015): S65-75. <https://doi.org/10.1051/nss/2015019>.
- Chaix C, Hermann Dodier H. et Nettier B. 2017, Comprendre le changement climatique en alpage, une production du Réseau Alpines sentinelles (ASADAC-MPD-IRSTEA), 28p cosulté en juin 2018
- Chaix, C. en ligne « Bilans climatiques, impacts, adaptation et gaz à effet de serre : les notes de
- CRBPO, en ligne « Programme STOC-Capture - [Le C.R.B.P.O.] ». s. d. Consulté le 2 Mai 2018. <https://crbpo.mnhn.fr/spip.php?article41>.
- Dahan, A., et Guillemot H.. 2015 « Les relations entre science et politique dans le régime climatique : à la recherche d'un nouveau modèle d'expertise ? » Édité r. *Natures Sciences Sociétés* 23 (2015): S6-18. <https://doi.org/10.1051/nss/2015014>., consulté en Juillet 2018
- Deschamps-Cottin, Magali, Maurice Roux, et Henri Descimon. 1997. « Valeur trophique des plantes nourricières et préférence de ponte chez *Parnassius apollo* L. (Lepidoptera, Papilionidae) ». *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series III - Sciences de la Vie* 320 (5): 399-406. [https://doi.org/10.1016/S0764-4469\(97\)85028-7](https://doi.org/10.1016/S0764-4469(97)85028-7)
- EAURMC (Agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse), Sept 2012, Impacts du changement climatique dans le domaine de l'eau sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse : Bilan des connaissances, en prévision du Plan d'adaptation au changement climatique Bassins Rhône-Méditerranée et Corse, consulté en ligne http://www.eaurmc.fr/fileadmin/espacepresse/documents/Connaissances_CC_rapport_AERMC_-_24_sept-DEF.pdf, consulté en mars 2018, 67p*
- Gaudillat V. & Clair M., 2017. Liste hiérarchisée et descriptifs des habitats d'intérêt communautaire de la directive "Habitats". SPN-MNHN / INPN, juillet 2017.

IPCC., 2014. – *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Working Group II Contribution to the IPCC 5th Assessment Report*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, Chapitre 1,2, 14, 18 et annexe 2(glossaire), <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/> consulté en 07et 08/2018.

LPODrome, 2014 : Suivi Temporel des oiseaux communs de la reserve naturelle des hauts plateaux du Vercors : bilan 2014' ; CRBPO, Protocole STOC Capture V3 ; <http://crbpo.mnhn.fr/spip.php?article41> ; https://www.vigie-plume.fr/index.php?m_id=1

Mallard F. (coord.), 2016-2. Programme les sentinelles du climat – Tome II : Protocoles d'échantillonnage des indicateurs des effets du changement climatique sur la biodiversité en Nouvelle-Aquitaine, C. Nature : Le Haillan, Gironde, France, 453 p. (p207-221)

Mallard F. (coord.), 2017. Programme les sentinelles du climat – Tome IV : Ajustement des protocoles d'échantillonnage et analyses exploratoires des indicateurs des effets du changement climatique sur la biodiversité en Nouvelle-Aquitaine, 966 p. (p391 -427)

Mallard F., (coord.), 2016. *Programme les sentinelles du climat. Tome I : Développement d'indicateurs des effets du changement climatique sur la biodiversité en Nouvelle-Aquitaine* C. Nature : Le Haillan, Gironde, France, 86 p.

Master 2 Master GEOgraphie, Information, Interfaces, Durabilité et EnvironnementS, année 2017-2018, « Rapport technique : Atelier Observatoire eco-climatique 2.0 "Valorisation des données et mises à jour des indicateurs et protocoles associés" Rapport technique, IGA, Grenoble., 84 p

ORECC (Observatoire régional des effets du changement climatique), 2017; Fiche de présentation d'indicateur du SRCAE : Le changement climatique en Rhône-Alpes Profil climat : « Montagne – Alpes du Nord » ANNEXES, consulté en ligne en juillet 2018: http://orecc.auvergnerhonealpes.fr/fileadmin/user_upload/mediatheque/orecc/Documents/Publications/Profils_territoriaux/ORECC_annexes_profil_territorial_montagne_alpes_VF_juin16.pdf

PNACC 2017 : « Recommandations pour un nouveau Plan national d'adaptation au changement climatique » du groupe de travail : issues des travaux du groupe 2016 -2020 « Connaissance et information » : 15 p en Aout 2018

PNR Haut Jura, en ligne Fiche de Présentation de l'Apollon Parnassius apollo , 2p sur : http://parc-haut-jura.fr/upload/fichiers/Especes_milieux/faune/Fiche-Apollon.pdf Mai 2018

PNRV - Contrat Rivière Vercors Eau Pure II, SAGE environnement, fév. 2016; Observatoire de l'Eau et des milieux aquatiques : Diagnostic piscicole des bassins versants de la Bourne et du Furon : Synthèse pluriannuelle 2013 - 2015 et Chronique de données, consulté en Avril 2018 , 275p, en ligne sur <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1xtpW72sbkF7Z9-kw6WMbLGvS-cEAmShQ>

Redon, Mathilde. 2012. « Biodiversité potentielle dans les forêts du Vercors: une approche hiérarchique pour la conservation des espaces forestiers » Thèse hèse de doctorat en Modèles, méthodes et algorithmes en biologie, Grenoble. <http://www.theses.fr/2012GRENS002> .), consulté en Aout 2018, Introduction.

RICCMAC- - ARPE Midi-Pyrénées – Rhônalpénergie-Environnement – novembre 2015 : « SYNTHÈSE Etat des lieux de la connaissance des impacts du changement climatique et des pratiques d'adaptation dans le Massif central et proposition d'un réseau d'information » cadre du projet RICCMAC 54 p, consulté en Mai 2018 sur http://www.auvergnerhonealpes-ee.fr/fileadmin/user_upload/mediatheque/raee/Documents/Publications/2015/RapportFinal-RICCMAC.pdf

RNHPV (Réserve naturelle des Hauts plateaux du Vercors, PNR du Vercors), 2010, Extrait du plan de gestion 2010 – 2019 : Etat de des lieux de la Réserve des Hauts Plateaux du Vercors, document principal, 116 pages consulté le 04.05.17

http://parcduvercors.fr/uploaded/files/Telechargements_site_PNRV/ComprendreEtPartager/MilieuxNaturals/ReserveNaturelle/1 Etat des lieux.pdf

Robert W, Bennie J., Lawson, CR., Pearson D., Ortúzar-Ugarte, G. et Gutiérrez. D.2014.« Population turnover, habitat use and microclimate at the contracting range margin of a butterfly ». Journal of Insect Conservation 19 (avril): 205-216. <https://doi.org/10.1007/s10841-014-9710-0>.

Simonet, Guillaume. « Une brève histoire de l'adaptation : l'évolution conceptuelle au fil des rapports du GIEC (1990-2014) ». Édité par Catherine Aubertin, Michel Damian, Michel Magny, Claude Millier, Jacques Theys, et Sébastien Treyer. Natures Sciences Sociétés 23 (2015): 52-64. <https://doi.org/10.1051/nss/2015018>.

Theys, J. 2015 « Le climat : une question de temps ». Édité dans. Natures Sciences Sociétés 23 (2015): 1-2. <https://doi.org/10.1051/nss/2015012>, Juillet 2018, 2p

Van Swaay, C., van Strien, A. 2005. Using butterfly monitoring data to develop a European grassland butterfly indicator. In: Kühn, E., Thomas, J., Feldmann, R., Settele, J., eds. Studies on the ecology and conservation of butterflies in Europe. Pensoft Publishers, Sofia/Moscow, pp.106–108.. consulté en Juin 2018

SITOGRAPHIE

- BanqueHydro2 : Rubrique Fiche de présentation, et données de synthèses sur (<http://hydro.eaufrance.fr>)
- IPCC, en ligne; Rubriques : Organization sur, <http://www.ipcc.ch>, Aout 2018
- Météo France : Rubrique Comprendre le Climat mondial > Le Système climatique sur <http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/> Juillet 2018
- MNHN, en ligne rubrique Science participative > Les observatoires de Vigie-Nature, <https://www.mnhn.fr>
- ONERC en ligne 2018, Rubrique Climat > Comprendre le changement climatique > Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique : sur <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr>, consulté en Aout 2018
- PNRV Rubrique 'Le parc Mode d'emploi' <http://www.parc-du-vercors.fr>, Juillet 2018

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Figures

Figure 1 : Les influences climatiques sur le climat montagnard	10
Figure 2 : Contexte paysager du PNR du Vercors	11
Figure 3 : Entretien de la station de Chamousset, Tête chevalière RHNPV (<i>photographie personnelle, 24 mai 2018</i>)	12
Figure 4 : Présentation des réseaux de stations de suivi climatique et hydrologique du PNRV	13
Figure 5 : Actions prévues dans le cadre de la mise en place de l'Observatoire Climatiques	17
Figure 6 : Actions prévues dans le cadre de la mise en place de l'Observatoire Hydrologique	17
Figure 7 : Actions prévues dans le cadre de la mise en place de l'Observatoire de la Biodiversité	18
Figure 8 : Schéma général du fonctionnement de l'Observatoire sur le Site Université Vercors	18
Figure 9 : Illustration de Parnassius Apollo par Jacob Hübner (zoologue allemand)	20
Figure 10 : exemple d'habitat de l'Apollon, Cabane de Tiolache du Milieu, RNHPV, photographie personnelle	21
Figure 11 : Etapes méthodologique de construction de bilans climatiques et hydrologiques	22
Figure 12 : Périmètres d'implantation des 5 stations hydrométriques	24
Figure 13 : Suivis de Milieux de l'Observatoire de la Biodiversité du PNRV	26
Figure 14 Suivis de Milieux de l'Observatoire de la Biodiversité du PNRV	27

Tableaux

Tableau 1 : <i>comparaison de deux protocoles de suivi de Parnassius apollo</i>	20
Tableau 2 : <i>Etapas de mise en place des suivis de Biodiversité, Observatoire 2.0, PNRV</i>	29
Tableau 3: <i>Sources des données hydrologiques du PNRV</i>	31
Tableau 4 <i>Programme de communication des indicateurs biotiques</i>	31

ACRONYMES

AFB Agence Française pour la Biodiversité

ASADAC-MDP : Agence Savoyarde d'Aménagement de Développement et d'Aide aux Collectivités
- Mission Développement et Prospective

CBNA : Centre Botanique National Alpin

CCNUCC : Convention Cadre des Nations Unies pour le Changement Climatique

CEFE Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive*

CRBPO : Centre de Recherches sur la Biologie des Populations d'Oiseaux

CRPF : Centre Régional de Propriété Forestières

DSF : Département de la Santé des Forêts

GIEC (IPCC): Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

IPCC (GIEC): Intergovernmental Panel on Climate Change

IRSTEA : Institut National de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et
l'Agriculture,

LPO : Ligue de Protection des Oiseaux

MNHN : Museum d'Histoire Naturel

OGM : observatoire des Galliformes de Montagne

ONERC - Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique

ONF : Office National des Forêts

OPCC : Observatoire Pyrénéen du Changement Climatique

PNACC : Plan National d'Adaptation au Changement Climatique

PNC : Parc National des Cévennes

PNRV : Parc Naturel Régional du Vercors

RICCMAC : Réseau d'Information Changement Climatique MAssif Central

RNHPV : Réserve Naturelle des Hauts plateaux du Vercors

SRCAE : Schéma Régional Climat Air Energie

STOC : Suivi Temporel des Oiseaux Communs

TAF : Trou à Froid

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE	3
REMERCIEMENTS	4
RESUME	5
INTRODUCTION	6
1. Contextualisation et présentation de la zone d'étude.....	8
1.1. Changement climatique	8
1.1.1. La construction géopolitique du changement climatique.....	8
1.1.2. L'étude des conséquences du Changement climatique : vers une approche territoriale	8
1.1.3. Entre Science, politique et territoire	9
1.2. L'Observatoire du Parc Naturel Régional du Vercors	10
1.2.1. Présentation du territoire du Vercors et enjeux du changement climatique	10
1.2.1. Historique du Parc Naturel Régional du Vercors	11
1.3. Le suivi du changement climatique et de ses conséquences.	13
1.3.1. Notion d'indicateur du changement climatique.....	14
1.3.2. La complexité des effets du changement climatique	14
1.3.3. La réponse complexe de la biodiversité.....	15
2. Propositions et méthodologie de mise en place de l'Observatoire 2.0.....	16
2.1. États des lieux, propositions et plan d'action	16
1.1.1. Appropriation de l'Observatoire 1.0 et propositions de l'Observatoire 2.0	16
1.1.2. Propositions thématiques pour l'Observatoire éco-climatique 2.0 du Vercors	16
2.2.3. Objectifs et programme de communication	18
2.2. Indicateurs de biodiversité	19
2.2.1. Démarche de sélection de bio-indicateurs représentatifs.....	19
2.2.3. Méthodologie d'échantillonnage de site de suivi de l'Apollon (Parnassius apollo).....	21
21	
2.3. Construction des bilans Indicateurs statistiques climatique et hydrologique	22
2.3.1. Contexte et méthodologie de construction d'indicateurs climatiques et hydrologiques	22
2.3.2. Précisions méthodologiques	22
2.3.3. Mise en page des bilans et pérennisation du protocole.....	23
3. Premiers résultats et continuité.....	24
3.1. Structuration des réseaux météorologiques et hydrométriques de l'Observatoire 2.0	24

3.1.1.	L'instrumentation de 5 stations hydrométriques (débit et température) des eaux de surface	24
3.1.2.	Mise en place d'un Observatoire participatif de suivis des étiages,	25
3.1.3.	La refonte du réseau de station météorologique, un enjeu scientifique	25
3.2.	Suivis d'indicateurs biotiques du changement climatique	26
3.3.3.	Présentation des suivis de l'Observatoire 2.0 :	26
3.3.2.	Résultats de la mise en place du suivi de chenille d'Apollon.....	28
3.3.3.	Actions à prévoir	29
3.3.	L'information communiquée	29
3.1.1.	Tendances générales du changement climatique sur le PNRV :	29
3.3.2.	Bilans climatiques et hydrologiques annuels - Variabilité annuelle et tendance.....	30
3.3.3.	L'impact du changement climatique sur la biodiversité.....	31
	CONCLUSION.....	31
	BIBLIOGRAPHIE	34
	TABLES DES ILLUSTRATIONS	37
	ACRONYMES	38
	TABLE DES MATIERES	39
	ANNEXES	41

ANNEXES

- Annexe 1 :** *Personnes ressources*
- Annexe 2 :** *Parnassius Apollo*
- Annexe 3 :** *Indicateurs statistiques retenus pour la production de Bilans*
- Annexe 4 :** *Principaux graphiques utilisés pour caractérisé le changement climatique sur le PNRV*
- Annexe 5 :** *Bilan Climatique et hydrologique 2017, PNRV*

ETAPE 1 : ETAT DES LIEUX				
Nom	Structure	Statut	Sujet abordé	Date et type d'échange
Bertrand JOLY	PNRV – Biodiversité	Chargé mission Ressource en eau	Appui hydrologie et plus largement l'Observatoire, instrumentation suivi étiage, bilans climatiques et hydrologiques	Réunions hebdomadaires
Pierre-Eymard BIRON	PNRV – Connaissance	mi temps métropole Grenoble, en charge connaissance	appui suivis biodiversité, connaissance naturaliste et mise à disposition réseau	Réunions internes
Hervé TOURNIER	PNRV – Réserve	Garde de la réserve Spécialités : Activités scientifiques, bases de données	appui suivis biodiversité, accompagnateur sortie terrain capture Apollon, suivi TetraLyre, PSDRF, etc.	Réunions internes
Manon CHEVALIER	PNRV – Biodiversité	chargé mission Natura2000	appui suivis biodiversité, mise à disposition réseau	Réunions internes
Florence NIELS	PNRV	chargé mission Natura2000	appui suivis biodiversité, mise à disposition réseau	Réunions internes
Benoit BETTON	PNRV – Biodiversité	Responsable du service biodiversité, Conservateur de la RNHPV	appui suivis biodiversité, mise à disposition réseau	Réunions internes
Nicolas ANTOINE	PNRV – Aménagement du territoire	Responsable du Service Aménagement du territoire	Présentation fonctionnement Site internet Université Vercors ; appui technique outil de communication	Réunions internes
Pauline D'ADAMO	PNRV – Biodiversité	gestion ENS	appui suivis biodiversité, connaissance naturaliste suivi Apollon	Réunions internes
Quentin CHABANNE	PNRV – Biodiversité	Espaces Naturels Sensibles et Trame Verte et Bleue	Procédure d'intégration nouveau suivi au plan de gestion ENS Molière Sornin, mise en contact avec Nicolas Renous (voir plus bas)	Réunions internes
Mathieu RIVERO	PNRV – forêt et agriculture	Mi-temps ONCFS,	en charge suivi Forêt : vigie Forêt	Réunions internes
Yann BUTHION	PNRV – Aménagement du territoire	Informatique SIG	Appui technique : SIG, réseau et outils infos, accès données, entretien stations climatiques RNHPV	Réunions internes, Campagne collecte données et entretien stations météo sur la RNHPV 24 mai 2018
Thibault RONY	PNRV – Eco-gardes	eco-garde	Retour expériences des campagnes de suivis, mise à disposition réseau	Réunions internes

CLIMAT : Etats des lieux réseaux de station, et aide construction bilans				
Nom	Structure	Statut	Sujet abordé	Date et type d'échange
Jean-Paul LAURENT	CNRS-LTHE - Processus Hydrologiques pour les Ressources en Eau Vulnérables	Ingénieur de recherche : Instrumentation hydro-météorologique et Quantification du changement climatique en zone de moyenne montagne	Présentation ETAT des lieux au PNR : entretien des stations météo RNHPV, nettoyage, stockage des données, partenariat potentiel, reconduite partenariat LTHE	Réunion équipe biodiversité, 21 mai 2018 ; Campagne collecte données et entretien stations météo sur la RNHPV 24 mai 2018
Christophe CHAIX	Agathe:Agence Alpine des territoire	géographe climatologie, en charge de l'Observatoire savoyard du changement climatique – membre de 2 conseils scientifiques de parc	Conseil et vis sur construction d'un observatoire – bilans climatiques ; partenariat Météo France, conseil choix stations	Entretien téléphonique 26 juin 2018

HYDROLOGIE : construction de proposition d'Instrumentation en rivière pour le suivi d'étiage (Cahier des charges technique)				
Nom	Structure	Statut	Sujet abordé	Date et type d'échange
Laurent FRANCOIS	OTT France	Commercial OTT France	demande devis capteurs et conseil	Entretien téléphonique 01/05/2018
Laurent DANNEVILLE	PN Grandes Causses – Eau et assainissement	Responsable de pôle	Observatoires hydrologique : Suivi de 50 sources depuis plus de 20 ans → avis, temps, cout, méthode, etc.	Entretien téléphonique 26 Mai 2018
Pierre-Marie BECHON	DREAL Rhone-Alpes – Hydrométrie prévision des crues	adjoint au chef de pôle Hydrométrie	demande appui hydrométrie DREAL : choix capteurs et implantation station	Entretien téléphonique et échange mail Mai 2018

BIODIVERSITE : Mise à jour des informations suivis existants + Recherche nouveau protocoles				
Nom	Structure	Statut	Sujet abordé	Date et type d'échange
Noémie FORT	CBNA - Conservation	Chef de service	Mise en contact avec pers. En charge suivis 3 espèces flore, suivi éboulis froid	Echange mail – mai 2018, Tel 28 mai
Véronique BONNET	CBNA - Conservation	Chargée de mission	Suivi 3 espèces flore : point données, résultats, pérennité du protocole	entretien tel 04 Juin
Stéphanie HUC	CBNA - Conservation	Chargée de mission	Suivi éboulis froid PNRV : 1er résultats attendus fin 2018, prochaine campagne et pérennité du suivi	entretien tel 04 Juin
Collin DESFORGES	Département 26	Eco-garde ENS Font d'Urle	Information sur suivi flore (Androsace Lactée) d'après protocole CBNA → non concluant	Mail 02 juillet, entretien tel 06 Juillet
Grégory LOUCOUGARAY	IRSTEA - Agro-écologie et écologie de la restauration des écosystèmes herbacés d'altitude	Chargé de Recherche - Animateur d'équipe	Suivi Alpes sentinelles et dôme à froid Darbounouse : récupérer protocole, fiches terrain, localisation station, etc.	Campagne de relevé botanique sur les crêtes de Darbounouse 31 juillet
Michel Bouche	PN Ecrins	Garde, technicien patrimoine	Mise en pratique protocole lièvre variable, coût / temps, mise en relation avec CEFE	
Aurélien BESNARD	CEFE/CNRS	Enseignant chercheur : Biogéographie et Ecologie des Vertébrés – biostatistique	Protocole lièvre variable : mise en relation avec Thibaut Couturier	Mail 24.05
Thibaut COUTURIER	coopération AFB-CEFE	Ingénieur IR « appui méthodologique et statistique à destination des parcs nationaux et autres aires protégées »	comparaison de 2 protocoles de suivi du lièvre variable (objectifs, coût, temps) → création du boucle H. Tournier et B. Betton pour être informé de l'avancée du nouveau protocole prochains mois	Echange Mails Mai 2018
Benoit BETTON	PNRV – Biodiversité	Responsable du service biodiversité, Conservateur de la RNHPV	Appui suivi lièvre variable – lien fédération de Chasse 26 (Philippe Douvre) qui a mis en pratique le protocole 1 du lièvre variable en 2017 sur le PNR partie drôme	Réunion interne
Sébastien BLÂCHE	ancien directeur LPO26	Conseil scientifique PNRV : spécialiste ornithologie	suivis STOC - Capture et écoute ou EPS : retour expérience – avis sur le suivi le plus adapté pour le Vercors, pérennité des protocoles (STOC – EPS sur le déclin), ajout nouvelle station STOC - Capture, → oriente vers CRBPO	Téléphone 04 Juillet 2018
Anaëlle ATANAMUCK	LPO Isère	SIG	Information sur démarche de mise en place nouvelle station STOC – Capture en Isère,	Mail et téléphone juin – juillet 2018
Frédéric JIGUET	MNHN – CRBPO	directeur scientifique CRBPO	STOC – Ecoute (EPS) → conduit vers Benoit FONTAINE	Echange de mails 01/06/2018
Pierre-Yves HENRY	MNHN – CRBPO	Référent STOC	STOC – Capture : informe de la production de bilan stationnel par le CRBPO en accès restreint, n'est pas sur de la représentativité d'une nouvelle station trop proche de la 1ère, mais au moins validé les données de la 1ère	Echange mail Juillet 2018
Benoit Fontaine	MNHN – CESO	biologiste de la conservation ; Responsable pôle Naturaliste pour Vigie-Nature ; formateur terrain	Conseil mise en place nouvelle station STOC – Capture : propose une coordination unique des deux sites par LPO26 → que partenaire logistique pas utile de faire réaliser les analyses par LPO	Entretien téléphonique 01 août 2018
Nicolas RENOUS	LPO 26	bagueur professionnel en charge des suivi STOC Capture sur la RNHPV	STOC – Capture : récupérer bilan de la station de 2017 produit par MNHN, récupérer protocole terrain, avis sur ajout nouvelle station de capture ENS Molière-Sornin, Volontaire être le bagueur + pour mettre en place nouvelle station → mis en relation avec Quentin Chabanne en charge de l'ENS	Juillet / Aout 2018 : mail et téléphone
Jocelyn FONDERFLICK	PNC – connaissance et veille territoire	chargé mission faune (ancien CEFE-CNRS)	Suivi Chenilles Apollon : infos sur protocoles qu'ils développent : objectifs, cout, Temps, etc, comparaison avec suivi Imagos → envoi du protocole développé en partenariat avec CEFE (Aurélien Besnard)	entretien tel 20 juin 2018
Fanny MALLARD	BE Cistude Nature	Coordinatrice programme de recherche 'Sentinelles du Climat' en Aquitaine	Suivi Imagos Apollon : infos sur protocoles qu'ils développent inspiré du STOC - EPS, objectifs, cout, Temps, etc, comparaison avec suivi chenilles → envoi du protocole développé (Michel Bouche) ; demande avis suivi lézards et sur les 2 protocoles associés	entretien tel 22 Juin
Pascal DUPONT	MNHN – AFB	Conseil scientifique PNRV :	Validation protocoles scientifique, du Suivi de chenilles Apollon ; appui connaissance espèce (dont génétique et migration), conseil échantillonnage site PNR avec propositions, conseils pour adapter protocoles du PNC au PNRV, etc.	02.08 rencontre extérieure

Figure 1 : Conséquences du changement climatique sur le cycle biologique de *Parnassius apollo*, d'après Deschamps-Cottin et al., 1997

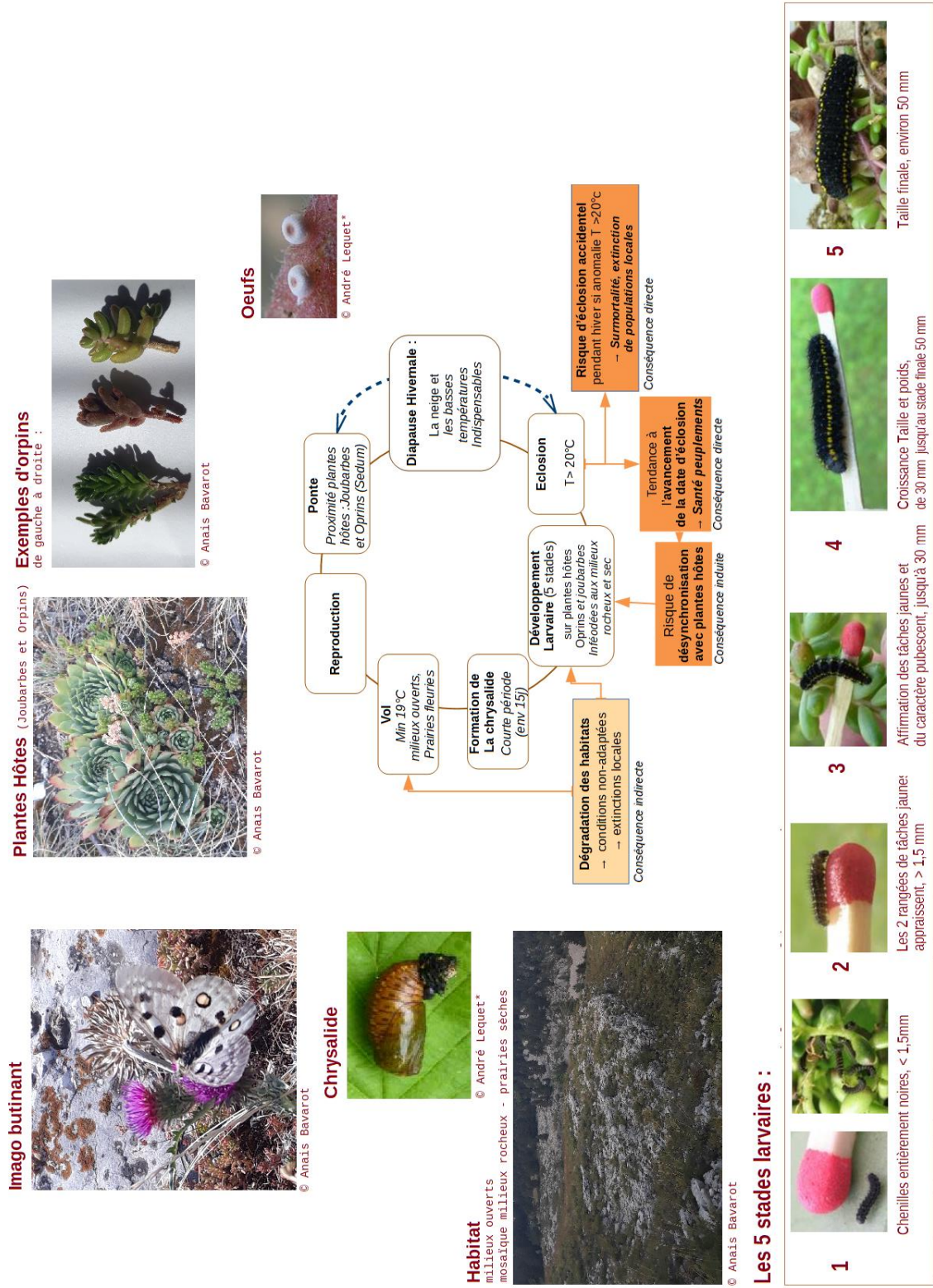
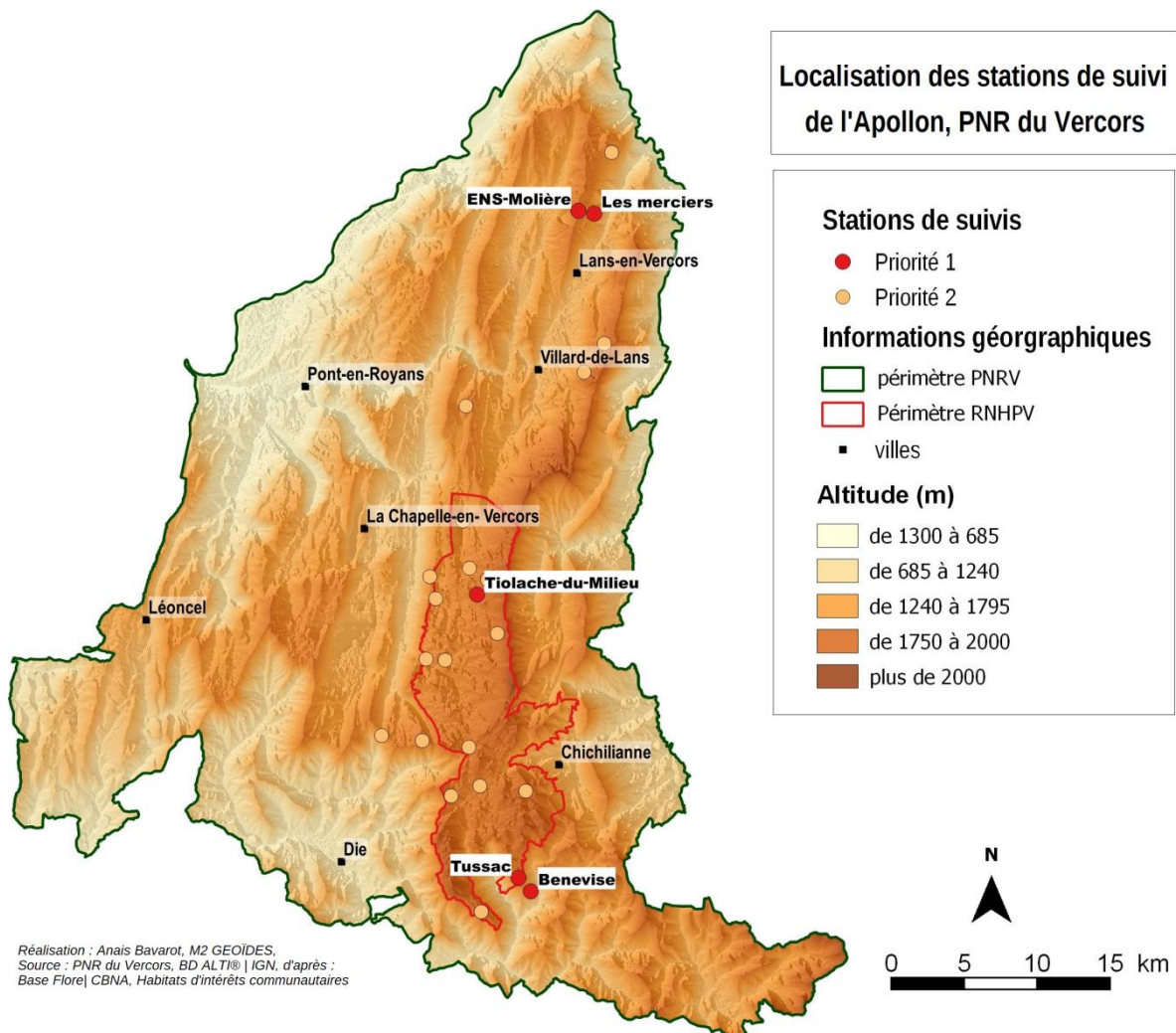


Tableau 1 : habitats d'intérêt pour l'Appollon

Sources : Liste hiérarchisée et descriptifs des habitats d'intérêt communautaire de la directive "Habitats" : <https://inpn.mnhn.fr/habitat/>

Habitats d'intérêt pour l'Appollon		d'après la classification Habitat Natura2000		
Catégorie	Code eur_15	Nom	Caractéristiques générales	végétation
61 – pelouse naturelle	6110	Pelouses rupicoles calcaires ou basiphiles de l'Alyso-Sedion albi		
61 – pelouse naturelle	6170	Pelouses calcaires alpines et subalpines	se référer au sous type	se référer au sous type
61 – pelouse naturelle	6170 - Sous-type 3	Pelouses calciphiles en gradins et en guirlandes	conditions sèches et chaudes (ambiances xérophiles et thermophiles des adrets ou soulanes), sur des sols calcaires squelettiques à peu évolués, depuis le montagnard supérieur jusqu'à l'étage alpin.	pelouses calcicoles d'altitude, pelouses ouvertes, sensibles à l'érosion, prennent souvent l'aspect caractéristique de gradins ou de guirlandes
61 – pelouse naturelle	6170 - Sous-type 3 – 7	Pelouses calcicoles orophiles méso-xérophiles des Alpes sur sols peu évolués	Pentes moyennes à très accusées (de 20 à 50°), en général caillouteuses, préférentiellement aux expositions les plus chaudes.	
61 – pelouse naturelle	6170 - Sous-type 3 – 8	Pelouses calcicoles orophiles méso-xérophiles du Jura sur sols peu évolués	Étages montagnard et subalpin (600-1 600 m). Vires et couloirs rocheux, sur pentes modérées à fortes (20 à 60°). Expositions chaudes. Substrat calcaire compact (se délitant en surface), éventuellement marno-calcaire	variante selon degré roche, en stations plus rocheuses : enrichissement en Raisin d'ours commun (<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>), Joubarbe des toits (<i>Sempervivum tectorum</i>), Hélianthème blanchâtre (<i>Helianthemum oelandicum</i> subsp. <i>incanum</i>) [subsp. <i>arctostaphyletosum uvae-ursi</i>];
61 – pelouse naturelle	6170 - Sous-type 3 – 9	Pelouses calcicoles orophiles méso-xérophiles des Alpes sur lithosols	Étages subalpin et alpin (1 500-2 700 m). Pieds de falaises, replats et corniches ainsi que buttes ou crêtes rocailleuses. Pente faible (éventuellement nulle), aux différentes expositions. Substratum calcaire (et dolomitique), souvent à caractère karstique. Lithosol ou sol peu évolué (rendzine squelettique) à mull carbonaté (pH voisin de 7).	au niveau des bases de falaises, encorbellements et plates-formes rocheuses, du subalpin à l'alpin, pelouse à Laïche ferme [<i>Caricetum firmae</i>], avec la Pédiculaire rose (<i>Pedicularis rosea</i>), ainsi que la Laïche mucronée (<i>Carex mucronata</i>) et la Laïche des rochers (<i>Carex rupestris</i>)
62 – Formation herbeuse sèche et faciès d'embuissonnement sur calcaire	6210	Pelouses sèches semi-naturelles	substrats riches en bases (calcaires, dolomies, marnes) ; et faciès d'embuissonnement sur calcaires (<i>festuco-brometalia</i>)	pelouses sèches
8 – habitat rocheux	8160	éboulis médio-européens calcaires des étages collinéen à montagnard	Pentes raides (30 à 45 %) d'éboulis naturels mobiles, situés au pied de falaises ou à mi-pentes, Station sèche et chaude inf à 1600	
8 – habitat rocheux	8160 – 3	Éboulis calcaires collinéens à montagnards ombragés, de la moitié est de la France	Pentes raides (30 à 45 %) d'éboulis naturels mobiles, situés au pied de falaises ou à mi-pentes, Station ombragée	
8 – habitat rocheux	8240	Pavements calcaires (Lapias)	roche nu (sol <50%), couverture végétale faible (<30%), Végétation des dalles rocheuses calcaires (à basse et moyenne altitude – étages collinéen et montagnard	Mosaïque de végétation : végétation des fissures, fragments de pelouses, de landes, de fourrés, arbres/arbustes isolés

Figure 2 : Station de suivis « dalles à orpins » de l'Apollon, PNRV



Protocole : (adapté de PNC)

Chaque « dalle à orpins » est découpée en sous-maille de 10 m² afin d'assurer une pression d'observation homogène sur l'ensemble de la surface. Ce découpage permet d'évaluer la proportion d'occupation des mailles (nombre de mailles occupées/nombre de mailles non occupées).

Le temps de prospection est estimé à **2 min par sous-maille**.

Un tableau fourni dans fiche terrain permet de renseigner la présence de chenilles au sein de chaque maille : 0 si absence, 1 (entre 10 et 20), 2 (entre 20 et 50), 3 (plus de 50).

Le stade larvaire de la chenille doit être déterminé et noté, Voir annexe 'détermination des 5 stades larvaires de *Parnassius apollo*'.

La date et l'heure des passages doivent également être renseignées sur cette fiche, de même que les conditions météorologiques notamment la nébulosité et le vent. Pour une observation plus aisée des chenilles, un temps ensoleillé mais pas trop chaud (de température inférieure à 30°C) favorisant l'activité des chenille est nécessaire (Deschamps-Cottin, 1998). En cas de météo pluvieuse le comptage peut être repoussé.

Une grille permettra de juger de la qualité de l'habitat, ou devront être renseigné des signes de fermeture potentiels du milieu (pourcentage de strate arbustive), ou autre

Réalisation : Anais Bavart M2 GEOÏDES 2017-2018

❖ Indicateurs sélectionnés pour l'état des lieux du Changement climatique sur le PNRV

Paramètre	Indicateur	Source de l'indicateur et méthodologie	Origine des données
Température (°C)	écart à la moyenne 1961-1990 des températures moyennes annuelles depuis 1959	OBSCAN et ORECC	Station Météo France Villard-de-Lans (1959 -2018)
	Températures moyennes saisonnières par ans depuis 1959, (minimales, maximales et moyennes)	ORECC	
	Nombre de jour de gel moyen par décennie (minimales journalière < 0°C) depuis 1959	ORECC	
	Amplitude thermique journalière moyenne par saison (moyenne saisonnière des écarts journaliers entre les températures minimales et maximales) depuis 1959	<i>inspiré des résultats 'jour de gel' et ORECC</i>	
Précipitation (mm)	écart à la moyenne 1961-1990 des cumuls de précipitations annuels depuis 1959	OBSCAN et ORECC	
	Evolution du régime hydrique (Cumul moyen mensuel de précipitation) et du nombre de Jour de pluie (<0) entre deux période références : passé (1961 -1990) et présent (1991 – 2010).	indicateur Etiage ORECC	
Débit (m³/s)	Débit moyen annuel depuis 1959 et nombre de jours d'étéages cumulés par an (ou débit moyen journalier est inférieur au QMNA5)	BanqueHydro : seuil QMNA5 – ORECC	Station DREAL Méaudret à Méaudre (1972 -2017)
	Moyennes décennales du nombre de jour de gel (minimales journalière < 0°C) depuis 1976	ORECC	
	Evolution du nombre de jour d'étéage par saison depuis 1972	ORECC – indicateur etiage	

❖ Indicateurs sélectionnés pour la production de bilans climatiques et hydrologiques annuels

Paramètre	Indicateur	Source de l'indicateur et méthodologie	Origine des données
Température (°C)	écart à la moyenne 1961-1990 des températures moyennes annuelles depuis 1959	OBSCAN et ORECC	Station Météo France Villard-de-Lans (1959 -2018)
	Températures moyennes mensuels (minimales, maximales et moyennes), sur une année (de janvier à décembre)		
	Rang des années et saisons les plus chaudes (Températures moyennes saisonnières et annuelles) depuis 1959	OBSCAN	
Précipitation (mm)	écart à la moyenne 1961-1990 des cumuls de précipitations annuels depuis 1959	OBSCAN et ORECC	– Station RNHPV Gerland (2004 -2017)
	Hauteurs d'eau cumulées journalières, sur une année (de janvier à décembre)		
	Rang des années et saisons les plus sèches (cumul de précipitation annuel et saisonnier) depuis 1959	OBSCAN	
Débit (m³/s)	Débit moyen annuel depuis 1959 et nombre de jours d'étéages cumulés par an (ou débit moyen journalier est inférieur au QMNA5)	Inspiré fiche indicateur Etiage ORECC	Station DREAL Méaudret à Méaudre (1972 -2017)
	Débit moyen journalier et nombre de jours d'étéages cumulés croissants annuels (de janvier à décembre)	indicateur Etiage ORECC	
	Rang annuel depuis 1972, en fonction du nombre de jour d'étéage cumulé (avec répartition saisonnière des jours d'étéage de l'année)	OBSCAN	

Annexe 4 : Principaux graphiques utilisés pour caractériser le changement climatique sur le PNRV

Température

Figure 1

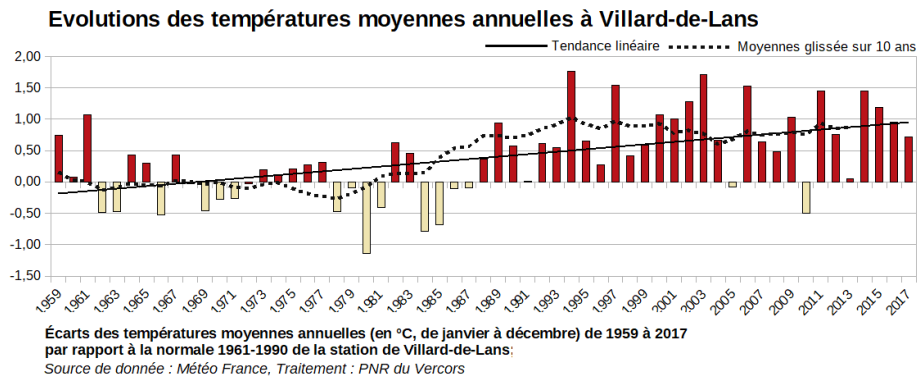


Figure 2

Evolution des moyennes de températures saisonnières (en °C) à Villard-de-Lans, PNR du Vercors depuis 1959

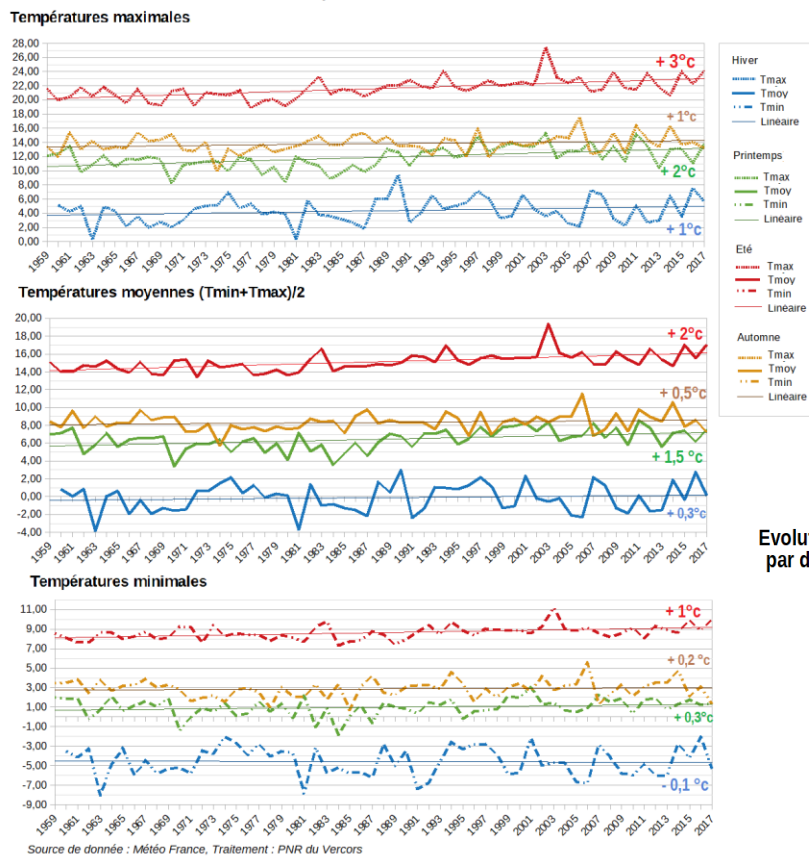


Tableau 1

Evolution du nombre de jour de gel annuel par décennie à Villard-de-Lans (1959 -2017)

Moyenne décennale	Nombre de Jour de gel par An
1959 - 1968	123
1969 - 1978	134
1979 - 1988	143
1989 - 1998	138
1999 - 2008	132
2009 - 2017	137

Source de donnée : Météo France, Traitement : PNR du Vercors

Précipitation

Figure 3

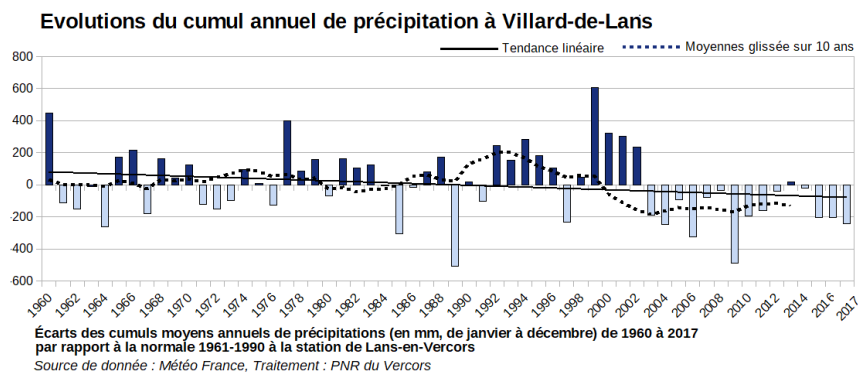
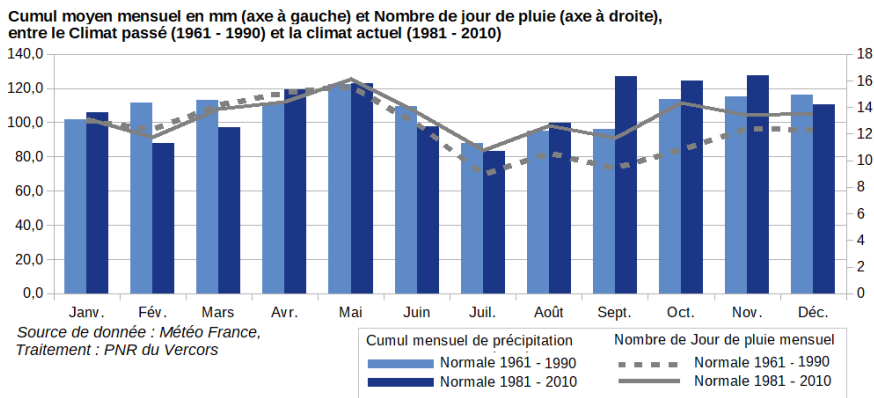


Figure 4 Evolution du régime de précipitation à Villard-de-Lans



Débit

Figure 5 Evolutions du débit moyen et de la durée des étiages sur le Méaudret depuis 1972

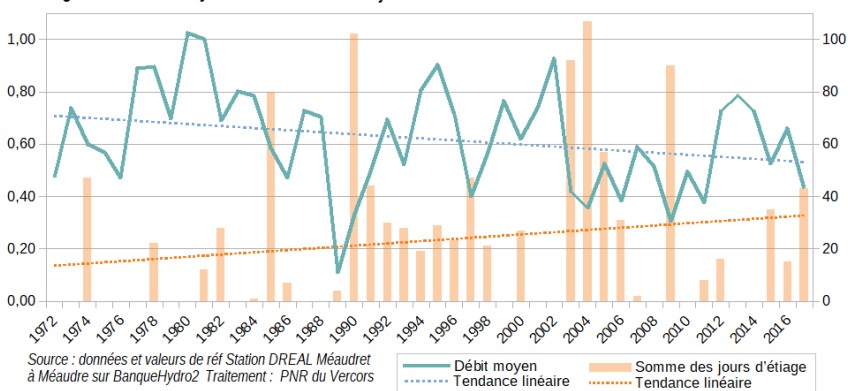


Figure 6 Evolution du cycle hydrologique par décennie sur le Méaudret

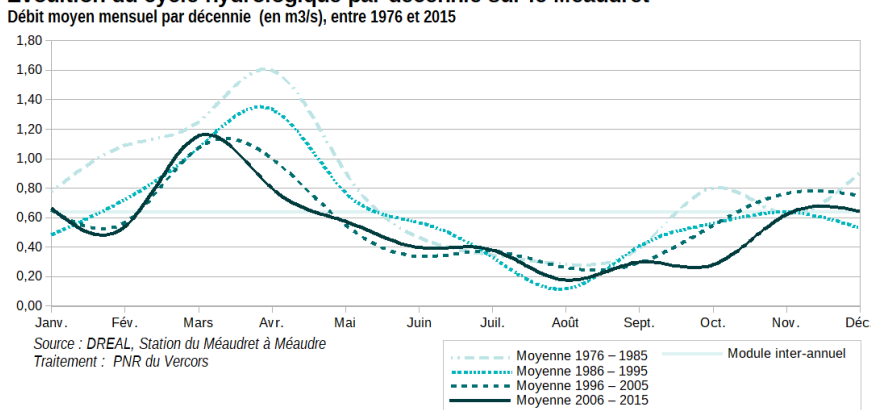
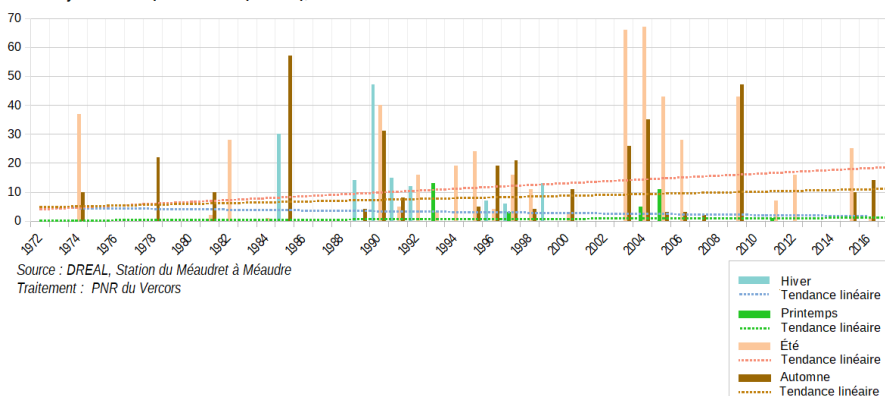


Figure 7 Evolution du cycle hydrologique par décennie sur le Méaudret



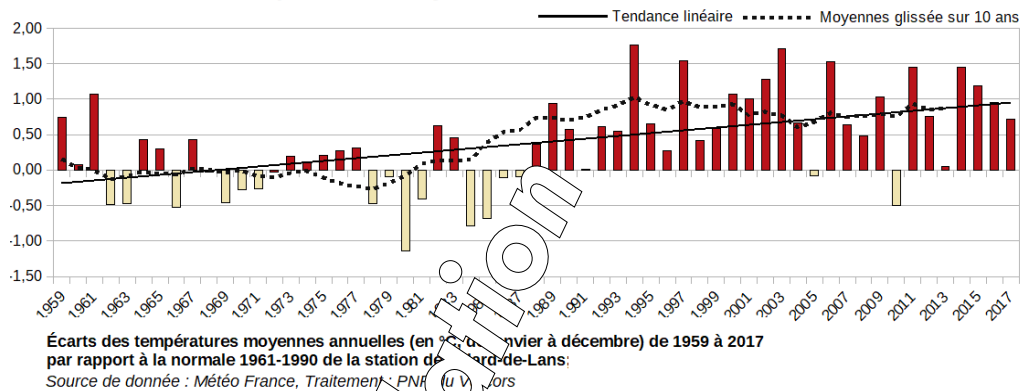
BILAN CLIMATIQUE 2017 PNR du VERCORS

Les Températures

L'année 2017 se place en 16ème position des années les plus chaudes depuis 1960, plus fraîche que les années précédentes : (2016 : 13ème position, 2015 : 8ème et 2014 en 6ème position).

Pour 2017, le dépassement est de **0,7°C** par rapport à la période de référence 1961 – 1990, climat passé et de **0,2 °C** au dessus de la normale actuelle (1981 – 2010).

Evolutions des températures moyennes annuelles à Villard-de-Lans



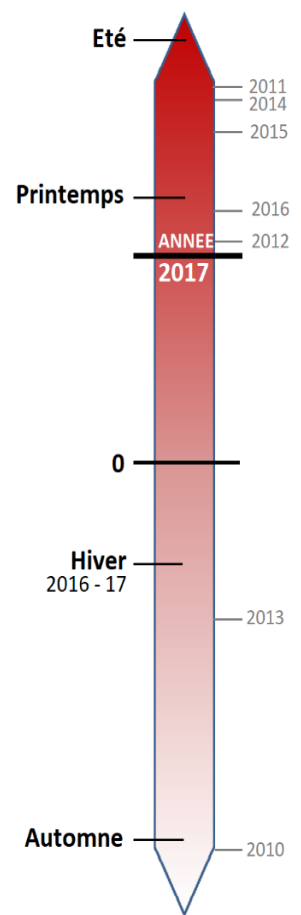
Curseur Climatique : l'influence des saisons

C'est le début d'année 2017 qui influence largement cette position dans le classement. Le début d'année n'a rien d'exceptionnel, l'hiver 2016 -2017 (du 1^{er} janv. 2016, janv. Et fév. 2017) arrive en 26ème position sur 59 des années les plus chaudes.

Le printemps (Mars, Avril, Mai) montre les premiers signes de réchauffement remontant à la 12ème position soit un dépassement de 1,75°C par rapport à la période de référence 1961 -1990.

L'été (Juin, Juillet et Août) 2017 est exceptionnel, comparable à 2015, deuxième le plus chauds jamais enregistré à la station de Villard-de-Lans, après 2003. Cela correspond à un dépassement de 2,5°C des températures moyennes par rapport à la moyenne estivale (1961 – 1990), ce qui toute fois n'est pas comparable avec 2003 avec un dépassement de plus de 4,5°C.

L'Automne (Sept. Oct. et nov.) qui suit fut exceptionnellement frais 54ème sur 59 années de mesure, de même que pour l'hiver 2017-18 (35/59 années) qui ont influencé à la baisse la moyenne annuelle.



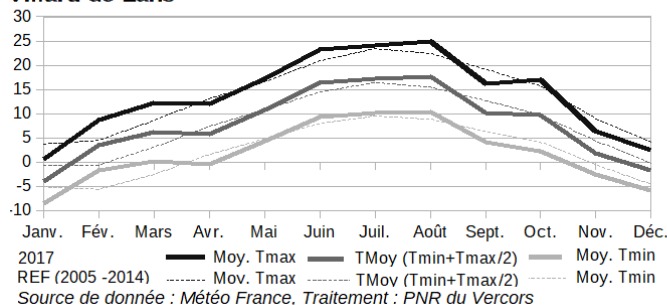
Variations locales et temporelles des températures

Les températures sont bien corrélées à un écart moyen d'environ **2°C** entre la station de Villard de Lans (900m d'altitude) et la station de Gerland située sur les hauts plateaux à 1500m. L'écart se creuse en **été** avec presque 5°C d'écart entre les températures maximales. Toute fois, il semble que le dépassement des températures de référence (2005 -2014) ont été plus important à Gerland que Villard-de-Lans sur la même période. Le mois de **Janvier** présente aussi une anomalie, la station de Villard-de-Lans semble avoir subi un réchauffement plus marqué qu'à Gerland, avec dépassement rapide des 0°C pour les températures moyennes. La chute des températures automnales est également bien visualisable sur ce graphique.

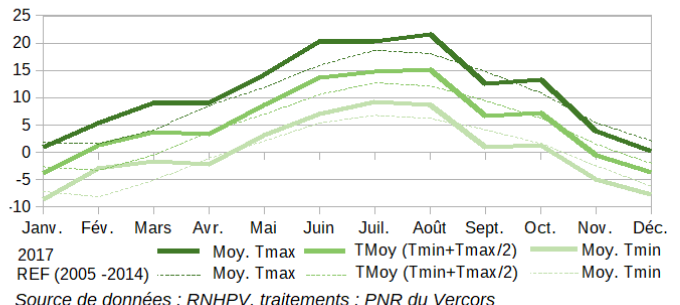
Températures moyennes mensuelles 2017 :

températures en °C, moyenne décennale de référence : 2005 -2014, communes au deux séries

Villard-de-Lans



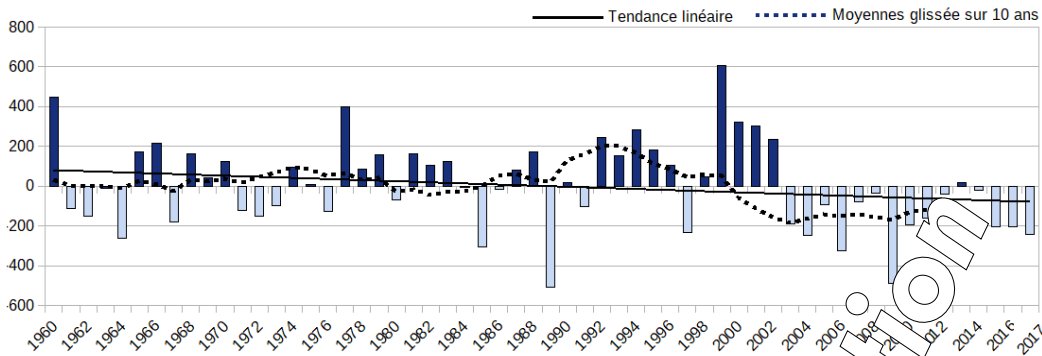
Gerland



BILAN CLIMATIQUE 2017 PNR du VERCORS

Les précipitations :

Evolutions du cumul annuel de précipitation à Villard-de-Lans



Écarts des cumuls moyens annuels de précipitations (en mm, de janvier à décembre) de 1960 à 2017 par rapport à la normale 1961-1990 à la station de Lans-en-Vercors

Source de donnée : Météo France, Traitement : PNR du Vercors

Marqué par un **déficit de 243mm** d'eau par rapport à la moyenne 1961 -1990, l'année 2017 s'écrit dans la tendance de la décennie.

L'année 2017 classée **52ème sur 59** aurait pu battre le record de l'année la plus sèche, mais les précipitations exceptionnelles de fin d'année ont fait remonter l'année dans le classement.

Curseur Climatique : l'influence des saisons

Le début d'année est marqué par l'hiver (Déc. 2016, Janv. Et Fév.) le plus sec jamais mesuré depuis 1960 à Villard de Lans, avec un déficit en eau de plus de 30% par rapport à la moyenne 1961 – 1990.

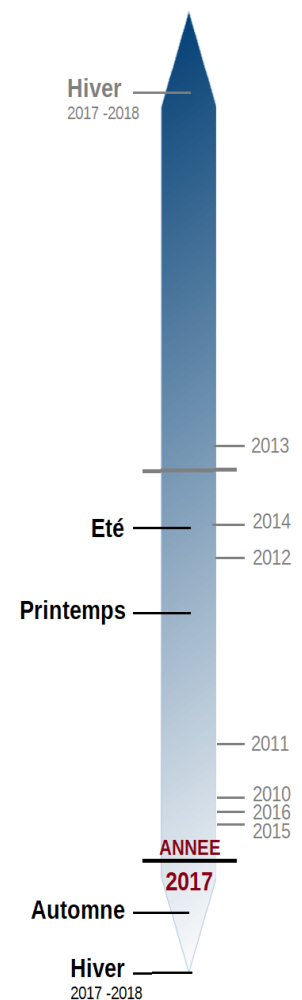
Le printemps 2017 (Mars, Avr. Mai) fut également sec, **22ème** sur 59 années de mesure. L'été fut sans influence sur la moyenne, classé **27ème** sur 59 années avec un déficit très faible de 7mm par rapport à la moyenne 1961 – 1990.

L'automne, comme le début d'année, a eu une influence négative sur le cumul annuel, classé **4ème** sur 59 avec un déficit de presque 50 % par rapport à la moyenne automnale.

Variations locales et temporelles des précipitations, Cumul et Intensité

Le cumul annuel permet de visualiser la répartition des précipitation sur l'année. Cela confirme les tendances saisonnières expliquée précédemment. Le **début d'année** fut relativement sec, on observe toute fois une légère remontée au mois de décembre. L'influence du mois de **décembre** est ici très visible, plus de 300mm d'eau ont été mesuré à Gerland sur le seul mois de décembre et 214mm à Villard-de-Lans, soit le double de la moyenne mensuel (1961 – 1990).

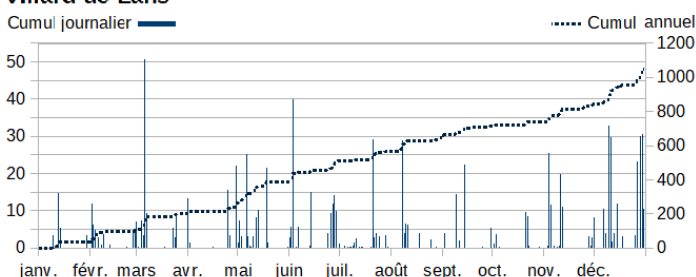
Il existe une grande variabilité entre les deux stations, avec plus de 300 mm d'écart sur l'année. Le cumul journalier n'est pas identique non plus, le maximum mesuré à Villard-de-Lans a été d'environ 50mm d'eau en mars, contre plus de 100mm d'eau mesuré à Gerland un jour de décembre



Cumul des précipitations en 2017

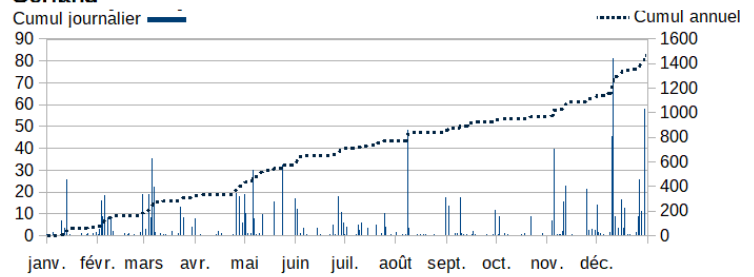
hauteurs d'eau cumulées par Jours (gauche) et annuelles (droite), en mm

Villard-de-Lans



Source de donnée : Météo France, Traitement : PNR du Vercors

Gerland



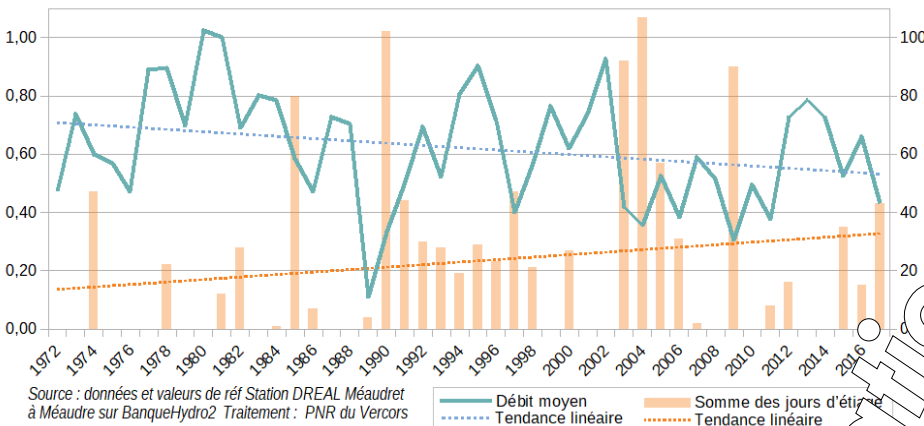
Source de données : RNHPV, traitements : PNR du Vercors

BILAN CLIMATIQUE 2017 PNR du VERCORS

L'eau dans les rivières

Evolution du débit moyen et de la durée des étiages sur le Méaudret depuis 1972

axe de droite : Nombre de jour d'étiage cumulé (débit moyen journalier < QMNA5),
axe de gauche : Débit moyen annuel en m³/s, de janvier à décembre entre 1972 et 2017



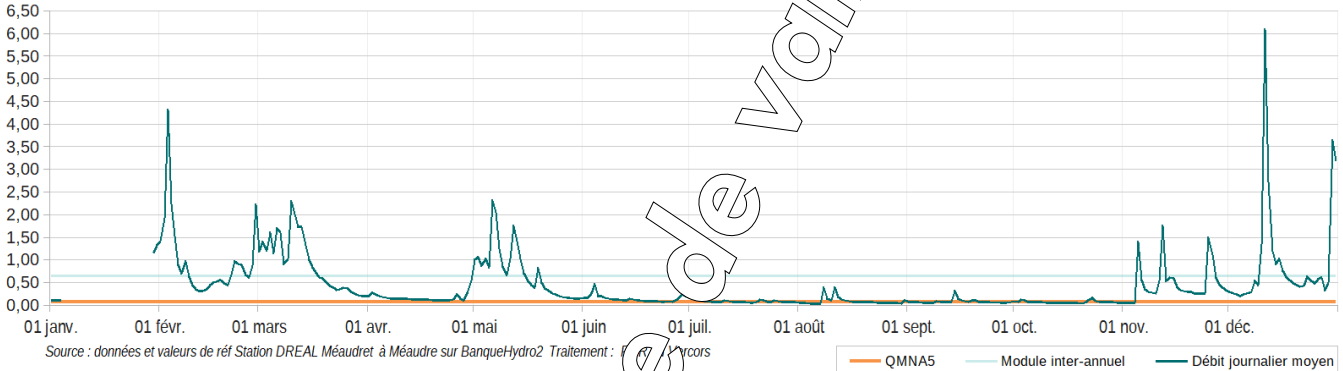
L'année 2017 se positionne en 9^{ème} position des années les plus déficitaires en terme quantité d'eau dans les rivières. 2017 se positionne donc dans la tendance des années 2004 -2010 avec un débit moyen oscillant autour de 0,40 m³/s.

Sur 47 années de mesures, 29 ont connu des étiages. L'année 2017 est positionné en 10^{ème} position des étiages les plus long avec 43 jours en dessous de 0,064 m³/s, (débit d'étiage quinquennal QMNA5 de référence).

Débit mensuel de l'année 2017

Evolution du débit moyen journalier sur le Méaudret en 2017

Débit en m³/s, débit d'étiage quinquennal de référence et Module interannuel calculés sur la période 1972 -2017



La fin d'hiver fut marquée par une petite crue le 3 février (4,31m³/s), puis par une baisse rapide devenue assez courant depuis quelques années au mois de février (dépassement du débit inter-annuel). Mars marque le pic de fonte avec des débits moyen oscillant entre 1 et 2m³/s. Au contraire le mois d'avril fut très sec, ce qui est confirmé par le cumul de précipitation sur la même période (page précédente). Par contre les précipitations importantes de début mai n'ont pas empêché l'installation de l'étiage dès Juillet favorisé par un réchauffement rapide entre mai et Juin qui accélère les phénomènes d'évaporation. Les précipitations exceptionnelles de fin d'année ont permis une remontée des débits mais toujours oscillant autour du module inter-annuel. Le 11 décembre marqua une crue biennale de 6,03m³/s.

Zoom sur la période d'étiage 2017

Jours d'étiage cumulés par an sur le Méaudret

La période d'étiage 2017 débuta le 3 juillet jusqu'au 4 novembre avec 43 jours cumulés d'étiage. Dès le 1^{er} Aout, les périodes de 7 ou 8 jours consécutifs d'étiage se sont multipliés, pour atteindre 12 jours du 10 au 21 Octobre. Les débits les plus faibles 0,04 m³/s furent mesuré du 04 au 07 août puis de nouveau le 20 octobre.

Varitation du débit moyen journalier pendant la période d'étiage de Juin à Novembre 2017 sur le Méaudret

Axe de gauche : débit en m³/s, axe de droite : cumul des jours d'étiage (valeur du débit moyen journalier < QMNA5),
Débit d'étiage quinquennal de référence (QMNA5) calculé sur lapériode 1972 - 2017

