



**SOCIETE DE LA
BAMBOUSERAIE DE
PRAFRANCE SAS**

**MISE EN CONFORMITE AVEC
LA LOI SUR L'EAU ET LES MILIEUX AQUATIQUES**

**MISE EN SERVICE ET EXPLOITATION DE FORAGES
DE SUBSTITUTION EN PERIODE D'ETIAGE**

**REGULARISATION DU DISPOSITIF DE MAINTIEN DU
DEBIT RESERVE DU GARDON AU DROIT DE LA PRISE
DU MOULIN**

DOSSIER D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE UNIQUE

- Rapport final avec intégration des remarques de la DDTM -

Septembre 2018



SOMMAIRE

RESUME NON TECHNIQUE.....	5
I. PIECE 1 – COORDONNEES DU DEMANDEUR	23
II. PIECE 2 – EMPLACEMENT DU PROJET	25
III. PIECE 3 – NATURE, CONSISTANCE, VOLUME ET OBJET DU PROJET - NOMENCLATURE.....	26
III.1. Réglementation applicable	25
III.2. Description du projet	30
III.2.1. Présentation du parc de la bambouseraie et des pépinières de la bambouseraie	30
III.2.2. Ressource et prélèvement en eau du parc	32
III.2.2.1. Ressource utilisée.....	32
III.2.2.2. Usages de l'eau prélevée	33
III.2.2.3. Description du réseau hydraulique.....	34
III.2.3. Une ressource superficielle limitée en étiage : le débit réservé à maintenir.....	39
III.2.4. Un bassin versant en déficit estival	42
III.2.5. Démarches réalisées pour une meilleure gestion de l'eau et une réduction du prélèvement du Beal ...	42
III.2.5.1. Travaux	43
III.2.5.2. Campagne de jaugeages in situ à l'automne 2017	44
III.2.5.3. Amélioration de la gestion de l'eau	52
III.2.6. Optimisation de la gestion hydraulique du réseau	56
III.2.7. Economies d'eau.....	57
III.2.8. Diminution du prélèvement dans le Gardon de Mialet	58
III.2.9. Optimisation de la gestion hydraulique	60
III.2.10. Evaluation des besoins en eau de l'activité.....	62
III.3. Recherche d'une ressource complémentaire	64
III.4. Description du fonctionnement et des aménagements projetés	69
III.4.1. Phasage des prélèvements en eau.....	69
III.4.2. Répartition des volumes prélevés sur les différentes ressources	70
III.4.2.1. Contraintes de qualité sur la mobilisation des ressources	71
III.4.2.2. Règlement d'eau.....	72
III.4.3. Travaux d'équipements des forages	77
III.4.3.1. Travaux pour la mise en exploitation du forage FE2 Nord	77
III.4.3.2. Travaux pour la mise en exploitation du forage FE1 sud	77
III.4.4. Planning prévisionnel et appréciation des dépenses	79
IV. PIECE 4 – ETUDE D'INCIDENCES	78
IV.1. Etat initial du site et des milieux aquatiques et naturels	81
IV.1.1. Géologie.....	81

IV.1.2.	Contexte pédologique	84
IV.1.3.	Pluviométrie	84
IV.1.4.	Les eaux superficielles.....	85
IV.1.4.1.	Hydrologie.....	86
IV.1.4.2.	Usages des eaux superficielles	89
IV.1.4.3.	Qualité des cours d'eau	92
IV.1.5.	Contexte hydrogéologie	98
IV.1.6.	Zones inondables.....	128
IV.1.7.	Zones humides.....	129
IV.1.8.	Milieus naturels, Faune et flore	129
IV.1.8.1.	Milieus environnants des forages.....	129
IV.1.8.2.	Biodiversité du parc	130
IV.1.8.3.	Biodiversité des Gardons.....	133
IV.1.8.4.	Continuités écologiques et équilibres biologiques	135
IV.1.9.	Zones écologiques et remarquables et reseau natura 2000	136
IV.1.10.	Sources de pollutions potentielles.....	138
IV.1.11.	Synthese de l'état initial et des enjeux mis en evidence	138
IV.2.	Analyses des incidences du projet.....	140
IV.2.1.	Phase travaux	140
IV.2.1.1.	Milieu physique	140
IV.2.1.2.	Milieu biologique	141
IV.2.2.	Phase exploitation.....	141
IV.2.2.1.	incidences sur le milieu physique.....	141
IV.2.2.2.	Impact qualitatif.....	157
IV.2.2.3.	Effets sur les autres usages.....	159
IV.2.3.	Incidences des pompages en nappes.....	159
IV.2.3.1.	Pompage sur Fe2 Nord.....	160
IV.2.3.2.	Pompage sur Fe1 Sud	160
IV.2.4.	Effets sur le milieu biologique	162
IV.2.4.1.	Effets de la diminution du prélèvement dans le Gardon du Mialet sur la vie aquatique	162
IV.2.4.2.	Effets de l'alimentation hydrique par les forages sur la biodiversité du parc et les pépinières.....	163
IV.2.4.3.	Effets sur les périmètres d'inventaires et de protection	164
IV.2.4.4.	Evaluation des incidences sur le SIC » Vallée du Gardon du Mialet"	164
IV.3.	Compatibilité avec les documents réglementaires	165
IV.3.1.	SDAGE.....	165
IV.3.2.	SAGE des Gardons.....	167
IV.3.3.	Plan de Prévention des Risques Inondation	167
IV.3.4.	Loi sur l'eau.....	168
IV.3.5.	Règlement sanitaire départemental	168
IV.3.6.	Arrêtés du 11 septembre 2003.....	168
IV.4.	Justification du choix – alternatives.....	168
IV.4.1.	Solutions de substitution étudiées.....	168
IV.4.2.	Raisons pour lesquelles le projet a été retenu	169

V. PIECE 5 – MESURES COMPENSATOIRES ET DE SURVEILLANCE	164
V.1. Mesures compensatoires et de surveillance	174
V.2. Coûts des mesures	176
VI. PIECE 6 – PIECES GRAPHIQUES ET ANNEXES	166
Annexe 1 : Conditions d'application et de validité du présent document	177
Annexe 2 : Formulaire simplifié d'incidences Natura 2000	177
Annexe 3 : Compte-rendu de visite du 9 novembre 2016.....	177
Annexe 4 : Alimentation hydrique des arbres du parc de la Bambouseraie- evaluation des besoins et préconisations de gestion – Chlorophyl'assistance Mars 2013.....	177
Annexe 5 : Décision de l'autorité environnementale – Dispense d'étude d'impact.....	177
Annexe 6 : Note de cadrage juridique du 27 décembre 2017– Maître Jean-François Remy, Avocat a la cour.....	177
Annexe 7 : Compte-rendu des campagnes de mesures du 17 novembre et du 15 décembre 2017 - HYDRAUDIAG	177
Annexe 8 : Abaque de réglage de la vanne VR1 pour un respect du débit réservé en période estivale (1/20 du module), soit un débit de 250 l/s restitué	177
Annexe 9 : Répartition des débits prélevés en 2017	177
Annexe 10 : Avis de l'ARS.....	177

LETTRE DU PETITIONNAIRE

Je soussigné, M^{me} la Présidente de la société de la Bambouseraie de PRAFRANCE, déclare déposer le présent dossier d'**autorisation environnementale unique** dans le cadre d'une procédure de régularisation du dispositif de maintien du débit réservé du Gardon au droit de la prise d'eau du Moulin et d'autorisation de l'utilisation des forages du site au titre du Code de l'Environnement.

La « Bambouseraie de Prafrance » et les « Pépinières de la Bambouseraie », deux sociétés indépendantes, localisées sur la commune de Générargues, prélèvent l'eau nécessaire à leurs activités dans le Gardon de Mialet via un béal (prélèvement gravitaire). Ce réseau hydraulique (moulin, prise d'eau et canaux) est aujourd'hui inscrit au titre de l'inventaire des monuments historiques.

Afin de prendre en considération la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA, 2006) qui impose des débits réservés pour les cours d'eau dont le Gardon du Mialet, la « Bambouseraie de Prafrance » qui exploite et entretient le béal pour les deux entités, s'est engagée :

- Dans un premier temps, dans un processus d'optimisation de ses besoins et de réduction des prélèvements, au travers d'études de changements de pratiques et de la réalisation de travaux et ;
- Dans un deuxième temps, dans la recherche d'une ressource complémentaire pour les périodes d'étiage.

Ces recherches ont été réalisées en coordination avec la DDTM du Gard ainsi que la Sous-Préfecture d'Alès dès 2011.

Depuis, des travaux et études ont été menées, ainsi, le présent dossier de demande d'autorisation et d'enquête publique concerne plusieurs points :

- L'autorisation d'exploitation de forage en tant que ressource complémentaire en période d'étiage permettant le respect de ce débit réservé du Gardon ;
- La régularisation du dispositif de maintien du débit réservé dans le Gardon de Mialet par le béal, associé à un droit d'eau fondé en titre et la demande de régulation du débit réservé de 1/10 du module en moyenne annuelle et de 1/20 du module en période d'étiage.

Ces aménagements sont concernés par plusieurs procédures et études réglementaires :

- Demande d'autorisation au titre de la police de l'eau et des milieux aquatiques en application des articles L. 214-1 à L. 214-6 du code de l'environnement et demande de modulation du débit réservé pour tenir compte de la période d'étiage ;
- Etude d'impact au titre des articles L. 122-1 à L. 122-3 du Code de l'Environnement ;
Nota : *Le 14/03/2017, suite à dépôt du dossier d'examen au cas par cas, la DREAL Occitanie a émis une décision de dispense d'étude d'impact (2017-004902). Cette décision est annexée au présent document.*
- Evaluation des incidences Natura 2000 (art. L.414-4 et suivants du Code de l'environnement);
- Enquête publique au titre des articles R. 123-1 et R 214-8 du code de l'environnement.

Pour faciliter la lecture de ce présent dossier commun à toutes ces procédures, il a été choisi de le présenter en un seul et unique rapport.

J'ai pris connaissance des éléments du présent dossier et m'engage à respecter les préconisations qui y sont décrites.

A Générargues (30)

le, 31/01/2018

Signature du déclarant.

RESUME NON TECHNIQUE

La « Bambouseraie de Prafrance » et les « Pépinières de la Bambouseraie », localisées sur la commune de Générargues, prélèvent de façon gravitaire l'eau nécessaire à leurs besoins dans le Gardon de Mialet via un béal.

Afin de prendre en considération la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA, 2006) qui impose des débits réservés pour les cours d'eau dont le Gardon du Mialet, la « Bambouseraie de Prafrance » qui exploite et entretient le béal pour les deux entités, s'est engagée :

- Dans un premier temps, dans un processus d'optimisation de ses besoins et de réduction des prélèvements, au travers d'études de changements de pratiques et de la réalisation de travaux et ;
- Dans un deuxième temps, dans la recherche d'une ressource complémentaire pour les périodes d'étiage.

Ces recherches ont été réalisées en coordination avec la DDTM du Gard ainsi que la Sous-Préfecture d'Alès dès 2011.

Depuis, des travaux et études ont été menées, ainsi, le présent dossier de demande d'autorisation et d'enquête publique concerne plusieurs points :

- La régularisation du dispositif de maintien du débit réservé dans le Gardon de Mialet par le béal, associé à un droit d'eau fondé en titre ;
- La mise en place et l'exploitation de forages en tant que ressource complémentaire en période d'étiage permettant le respect de ce débit réservé du Gardon.

1. CADRE REGLEMENTAIRE DU DOSSIER

Le droit d'eau attaché à l'existence du prélèvement d'eau se trouve « fondé en titre », ayant été délivré sous le régime féodal par la couronne avant la révolution et n'ayant pas été aboli par la nuit du 4 août 1789. En effet :

- La prise d'eau dans le Gardon de Mialet existe matériellement depuis une date antérieure à la Révolution Française de 1789, ainsi qu'en atteste la mention qui en est faite notamment sur la carte de Cassini (carte historique de référence, dont les levés ont été effectués entre 1756 et 1787).
- Le prélèvement d'eau destiné à des activités utilisant la force motrice (scierie, actuellement à l'arrêt) et d'irrigation de la propriété a été autorisé par arrêté du Préfet du Gard du 15 juin 1864, titre administratif toujours en vigueur à ce jour.

Ces droits d'usage de l'eau particuliers sont exonérés des procédures d'autorisation ou de renouvellement instituées par la loi du 16 octobre 1919.

L'article L.214-6 II du Code de l'Environnement stipule que « *Les installations, ouvrages et activités déclarés ou autorisés en application d'une législation ou réglementation relative à l'eau antérieure au 4 janvier 1992 sont réputés déclarés ou autorisés en application des dispositions de la présente section. Il en est de même des installations et ouvrages fondés en titre.* »

En revanche, le dispositif doit respecter la réglementation relative au maintien du débit réservé du Gardon (article L.214-18 du Code de l'Environnement institué par la Loi sur l'Eau et le Milieu Aquatiques de 2006). Le maintien des usages de la Bambouseraie nécessite ainsi la demande d'une dérogation au 1/20^{ème} du module en étiage, objet du présent dossier.

L'exploitation d'une future ressource complémentaire et souterraine est en revanche soumise à demande d'autorisation au titre de la Police de l'eau et des Milieux Aquatiques (prélèvement en eau superficielle et souterraine) et à évaluation des incidences sur Natura 2000 (sites localisés à proximité).

Le projet est dispensé d'étude d'impact par décision de l'Autorité Environnementale n°2017-004902.

Ce présent dossier intègre l'ensemble de ces éléments et est soumis à enquête publique. Il a été rédigé par GETUDES Consultants Méditerranée (Alès) et ARTESIE (Saint-Martin-de-Crau), en étroite concertation avec les pétitionnaires. Il fait suite à plusieurs réunions de concertation réunissant la sous-Préfecture d'Alès, la DDTM30, le SMAGE des Gardons, la chambre d'Agriculture du Gard et à un premier dossier non finalisé initié depuis 2010 par BRL Ingénierie (Nîmes).

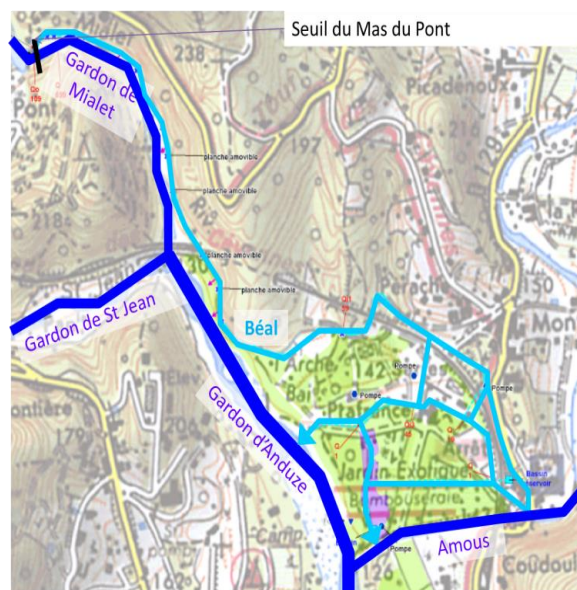
2. PRESENTATION DE L'ACTIVITE ET DE LA PROBLEMATIQUE

2.1. PRELEVEMENT EN EAU DANS LE GARDON DU MIALET

La Bambouseraie de Prafrance, créée en 1856 par Eugène Mazel, est un jardin exotique unique en Europe de par sa surface et sa forêt de bambous géants plantés au 19^{ème} siècle. Le droit d'eau a été accordé à la même époque et le réseau hydraulique a été développé à partir de 1865. La Pépinière, quant à elle, s'est développée à partir de 1953.

Pour l'alimentation en eau du parc et des pépinières, la Bambouseraie effectue un prélèvement dans le Gardon du Mialet via un Béal (canal) qui amène l'eau par gravité jusqu'à la propriété où elle est distribuée par un réseau hydraulique en partie sous pression et en partie gravitaire. La prise d'eau du Béal est localisée au niveau du seuil du Mas du Pont. Le Gardon de Mialet est rejoint par le Gardon de St-Jean quelques centaines de mètres après la prise pour former le Gardon d'Anduze. L'eau est ensuite rejetée gravitairement via tout un circuit d'irrigation au sein de la Bambouseraie dans l'Amous, affluent du Gardon d'Anduze.

Réseau hydrographique au niveau de la Bambouseraie



Ce béal constitue un **patrimoine historique ancien**, datant de 1865, qui a été maintenu pour les services d'adduction d'eau qu'il rend. Il est désormais **inscrit au titre de l'inventaire des monuments historiques**.

Le prélèvement est utilisé pour :

- l'**arrosage sous pression** du parc paysager de la Bambouseraie et des Pépinières ;
- la **mise en eau d'un réseau hydraulique gravitaire superficiel** (canaux et bassins) structurant pour l'identité paysagère de la Bambouseraie;
- la **mise en eau d'un réseau de lutte contre les incendies** dans la propriété et pour le réseau public de défense contre les incendies.

Prise du Béal dans le Gardon de Mialet



Source d'information : GETUDES Méditerranée 2016

2.1.1. Problématique : Respect du débit réservé

La gestion équilibrée de la ressource en eau est réglementée par la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) du 30 décembre 2006. En conformité avec la LEMA, la Police de l'eau et des milieux aquatiques du Gard mène des contrôles sur les prélèvements des béals cévenols.

Le débit minimal devant être maintenu dans le cours d'eau garantissant en permanence la vie, **ne doit pas être inférieur au 10^{ème} du module** (le module est une représentation du débit moyen) en règle générale. La LEMA ouvre la possibilité d'un **abaissement jusqu'au 1/20^{ème} du module** par dérogation dûment justifiée, sous réserve que le 1/10^{ème} du module soit maintenu en moyenne sur l'année.

Les Gardons, cours d'eau méditerranéens, sont caractérisés par des étiages souvent très sévères et des crues très marquées.

2.1.2. Fonctionnement et aménagements prévus

INITIATIVES REALISEES DE 2010 A 2017

La Bambouseraie a engagé une étude globale du fonctionnement hydraulique du réseau en 2010¹, aboutissant à des recommandations et une liste d'actions qui comportent la réalisation de travaux, la mise en œuvre d'actions de gestion et la définition des besoins en eau du domaine :

- Réalisation de travaux afin de réduire les pertes d'eau par le béal (étanchéification, remplacement des vannes) et de maintenir le débit réservé et de mesurer les débits prélevés (pose d'un venturi) en 2012 ;
- Amélioration de la gestion et diminution du prélèvement dans le Gardon: gestion active des débits, économies d'eau, sensibilisation et formation du personnel, amélioration des systèmes d'irrigation, diminution des prélèvements, évaluation réelle des besoins en eau.

RECHERCHE D'UNE RESSOURCE COMPLEMENTAIRE

En situation d'étiage sévère (lorsque le débit du Gardon de Mialet passe en-dessous du 1/20^e du module, ou lorsqu'un arrêté sécheresse de restriction est pris), une ressource complémentaire au prélèvement dans le cours d'eau est nécessaire pour sécuriser l'alimentation en eau nécessaire à la vie du domaine. Des essais de forage ont été réalisés avec la possibilité de l'utilisation du karst hettangien par le biais d'un forage nord. Cette ressource complémentaire d'eau souterraine est localisée au sein de la propriété. Un second forage Fe1 Sud, prélevant dans l'aquifère du trias, est envisagé à plus long terme selon les besoins, les contraintes techniques et financières de la Bambouseraie.

Caractéristiques des forages retenus

Forage	Géologie	Profondeur exploitation (de la pompe)	Débit moyen	Débit max proposé
Forage Nord Fe2	Hettangien	70 m	140 m³/h (39 l/s)	150 m³/h (42 l/s)
Forage Sud Fe1	Trias	20 m	190 m³/h (53 l/s)	200 m³/h (56 l/s)

Source d'information : BRLi, d'après Bergasud, 2012 et 2013

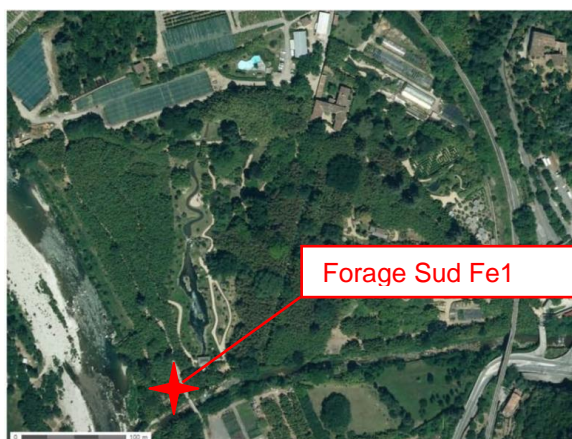
Les dispositions relatives à leur exploitation sont déclinées au travers d'un règlement d'eau spécifique au domaine.

Localisation du forage Nord Fe2



¹ Etude relative à l'analyse des prélèvements de la Bambouseraie et proposition d'un système permettant d'améliorer la gestion des prélèvements en vue de maintenir le débit réservé en rivière, BRLi, décembre 2010/ Bambouseraie de Prafrance

Localisation du forage Sud Fe1



Les forages ayant été réalisés pour les essais, les travaux d'équipement de ces forages consistent en la mise en place d'une électropompe immergée, d'une tête de forage avec vanne et compteur volumétrique, d'une conduite de refoulement (60 m pour le forage Nord et 500 m pour le forage sud) jusqu'au Béal et du nécessaire (câbles électriques, piézomètres...). Le forage Sud, situé à proximité du Gardon d'Anduze, sera intégré au sein d'une cuve en béton étanche afin de le protéger du risque d'inondation.

Le forage Nord, ayant fait l'objet de travaux subventionnés, a déjà été équipé, mais n'est pas exploité à ce jour.

SOLUTIONS DE SUBSTITUTION EXAMINEES ET RAISONS POUR LESQUELLES LE PROJET PRESENTE A ETE RETENU

Dans le cadre du respect du débit réservé, plusieurs solutions de combinaison de ressource ont été envisagées pour l'alimentation en eau du domaine:

- Solution 1. Gardon du Mialet : béal seul ; le respect du débit réservé ou des arrêts sécheresse conduirait à des interruptions de prélèvement mettant en péril la végétation et les activités de la Bambouseraie et de la Pépinière ➔ **solution rejetée** ;
- Solution 2. Gardon du Mialet et nappe hettangienne : béal + forage nord Fe2 : cette solution ne permet pas une autonomie totale et peut poser quelques problèmes de qualité pour l'alimentation des plantes en pot des pépinières mais l'installation ayant déjà été réalisée, il ne reste que l'exploitation d'un tel forage à tester sur un étiage ➔ **valable en solution provisoire** ;
- Solution 3. Gardon du Mialet, nappes hettangienne et triasique: béal + forage Sud Fe1 + Fe2 : cette solution permet une autonomie de ressource, mais nécessite d'être mise en œuvre en deux temps pour des raisons économiques (coût du réseau du forage Fe1 notamment) ➔ **solution retenue lors des réunions de concertation**.

Cette solution n°3 est la plus coûteuse du fait de l'équipement nécessaire au second forage et sa mise en œuvre plus complexe au sein du règlement d'eau et de la propriété (réseau de refoulement, ...). Mais les raisons de ce choix sont la **sécurisation et la pérennité** de la ressource en eau du domaine:

- Respect du débit réservé et ainsi maintien d'une meilleure qualité d'eau dans le tronçon court-circuité du Gardon du Mialet et de plus de surfaces d'habitats pour la faune aquatique ;
- Maintien de l'alimentation en eau du domaine en étiage à des débits, volumes et qualité acceptables pour les espèces végétales ;
- Sécurisation et pérennité de la ressource en eau du domaine par l'utilisation de 2 ressources souterraines différentes;
- Pérennité de l'activité économique du parc et de la pépinière dans un contexte difficile.

D'un point de vue environnemental et sanitaire, la solution 3 : alimentation par le Gardon de Mialet et les forages Sud et Nord, permet de respecter le débit réservé et donc de préserver la vie aquatique et la qualité de l'eau notamment du Gardon de Mialet.

Elle permet surtout de pérenniser l'alimentation en eau du domaine dans les années à venir du fait du risque d'augmentation de pénurie d'eau dans le cours d'eau (étiage plus nombreux et/ou plus sévères).

PHASAGE DES PRELEVEMENTS EN EAU

L'évolution de l'alimentation en eau de la Bambouseraie consistera en :

- **L'amélioration des réseaux d'arrosage existant** : entretien et rénovation des systèmes existants objectif « 0 fuites », formation des personnels, pluviomètres et programmeurs connectés au réseau, ...
- **La réalisation de travaux pour la mise en exploitation du second forage** : ces travaux seront réalisés dans un délai de 5 ans pour des raisons techniques et économiques ;

La mise en place d'une utilisation et d'une gestion adéquate de ces ressources, précisée dans un règlement d'eau. Le niveau de prélèvement ainsi que la sollicitation des différentes ressources évolueront :

- en conformité avec les seuils de vigilance et les niveaux de limitation/restriction des usages de l'eau en cas de sécheresse dans le département du Gard (Arrêté-cadre n°2013189-0029),
- en fonction de l'évolution du débit au niveau du seuil du Mas du Pont et de son positionnement par rapport au débit réservé.

Le forage Nord étant équipé mais non exploité à ce jour, il sera régularisé sur 2017 pour une exploitation courante en 2018 à l'étiage.

- **Phase intermédiaire « Transition vers la sécurisation »**: Cette phase concerne à moyen terme la sollicitation de ressources alternatives pour le respect du débit réservé. Elle débutera avec la mise en exploitation du forage Nord dans le karst Hettangien.

L'approvisionnement en eau sera alors assuré par le béal et le forage Nord. En période normale, l'approvisionnement sera réalisé par le béal (meilleure qualité, coût limité, utilisation du patrimoine historique). Lorsque des restrictions apparaissent, le prélèvement dans le cours d'eau sera réduit et complété si la situation s'aggrave par le forage en nappe profonde (Fe2 Nord, Hettangien). Enfin, en cas d'interdiction de prélèvement dans les ressources superficielles et alluviales, le forage dans l'Hettangien ne pouvant couvrir la totalité des besoins de la propriété, une demande de dérogation sera nécessaire pour compléter cet apport par le Gardon du Mialet.

- **Phase définitive « Sécurisation de l'alimentation en eau et respect du débit réservé »**: Cette phase a pour objectif d'apporter une autonomie à la Bambouseraie pour sa future alimentation en eau, notamment pendant les périodes d'interdiction des arrêtés sécheresse. Cela permettra également plus de souplesse sur les restrictions d'usages, en assurant une ressource en eau à la Bambouseraie quel que soit le volume autorisé.

Elle débutera avec la mise en exploitation de la nappe du trias par le forage sur Fe1 Sud. L'approvisionnement en eau sera alors assuré par le béal et les deux forages Nord et Sud, de manière autonome, quelles que soient les conditions hydrologiques et réglementaires. A la différence de la phase 1, en situation d'interdiction de prélèvements superficiels et alluviaux, la Bambouseraie pourra s'approvisionner entièrement à partir des ressources profondes.

La répartition des volumes prélevés sur les différentes ressources est explicitée en fonction de la situation de l'étiage et des contraintes réglementaires dans ce qui constitue le **règlement d'eau** de la Bambouseraie. Il s'agit d'un tableau permettant de déterminer les actions de gestion en fonction d'une part des niveaux des arrêtés sécheresse et d'autre part de la comparaison entre le débit du Gardon de Mialet au niveau du Mas du Pont et le débit réservé. Ainsi à chaque gradation du niveau de restriction, les équipes de la Bambouseraie sauront quelles actions sont à mettre en œuvre et quelles ressources sont mobilisables et sous quels débits les volumes nécessaires doivent être prélevés.

Très important : L'eau issue des forages étant de moins bonne qualité que celle du Gardon, une dilution est conseillée afin de limiter l'apport en minéraux aux plantes, notamment pour les plantes en pot des Pépinières de La Bambouseraie. Pour respecter l'ensemble des normes d'irrigation, ce volume devrait être de 5 volumes d'eau du Gardon de Mialet par volume d'eau souterraine. Néanmoins, dans un souci de préservation de la ressource en eau superficielle, la Bambouseraie choisit de réaliser un mélange 1 pour 1, prenant ainsi le risque d'apporter de manière temporaire, sans aucune maîtrise des enjeux sur le long terme, une eau dont les teneurs en sulfates et bicarbonates sont supérieures aux normes d'irrigation.

3. LES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

3.1. MILIEU PHYSIQUE

- Hydrologie des cours d'eau :

Les Gardons sont des cours d'eau de type méditerranéen qui se caractérisent par des fluctuations importantes de débit, avec notamment des étiages sévères et réguliers et des crues soudaines et de forte amplitude (crues cévenoles).

Concernant le gardon d'Anduze, il existe une station de mesure des débits sur le bassin versant du Gardon d'Anduze, mais elle n'est pas fiable en étiage.

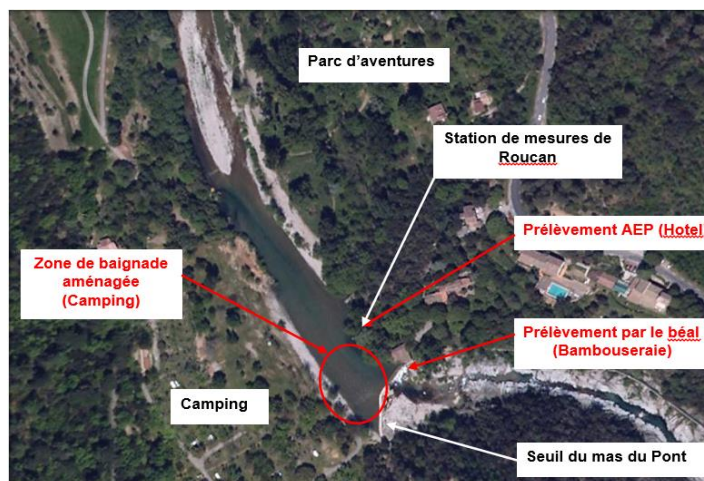
Il n'existe pas de station hydrométrique sur l'Amous (affluent du Gardon d'Anduze recevant les eaux du réseau hydraulique de la bambouseraie), les débits ne sont donc pas connus. Les observations de terrain montrent que le cours d'eau est pérenne.

- Usages et qualité des cours d'eau :

De nombreux usages sont recensés sur les Gardons (baignade, activité nautique, irrigation, AEP, pêche). Sur le bassin du Gardon de Mialet, on compte une dizaine d'ouvrages AEP, une douzaine de Béals et plus de 20 prélèvements directs dans le cours d'eau à usage agricole. La Bambouseraie exploite le Béal le plus au sud du bassin.

Les débits annuels bruts prélevés ont baissé chaque année depuis 2010 : par exemple entre 180 et 530 l/s en 2010 (moyenne annuelle : 447 l/s), mais entre 80 et 210 l/s en 2013 (moyenne de 120 l/s annuelle) après travaux d'étanchéité sur le Béal. Enfin, en 2016, en moyenne sur l'année c'est 77 l/s qui est prélevé grâce aux travaux effectués par les équipes de la Bambouseraie (réseau « 0 fuites », aspersion, ...).

Les usages présents au niveau du seuil du Mas du Pont sont identifiés sur la photographie aérienne ci-dessous.



Source d'information : Google earth

Concernant la **qualité du Gardon du Mialet**, les mesures physico-chimiques réalisées sur l'eau circulant par le béal, indiquent un pH normal pour un cours d'eau ainsi que de faibles concentrations en minéraux et une conductivité faible (ce qui est bénéfique pour les plantes/arbres de la Bambouseraie). Les suivis DCE (Directive Cadre sur l'Eau) indiquent un état écologique moyen.

Concernant la **qualité du Gardon d'Anduze**, les bilans qualitatifs sont globalement positifs sauf pour les polluants spécifiques du fait du fond géochimique et des anciens sites miniers. Les valeurs de pH et de la conductivité sont supérieures à celles mesurées dans le Gardon de Mialet (Béal).

La qualité des eaux de baignade est bonne à moyenne selon le site.

Concernant la **qualité de l'Amous**, la qualité chimique était qualifiée de mauvaise (eaux polluées de l'ancien site minier de Saint Sébastien d'Aigrefeuille (arsenic, plomb, cadmium, cuivre, mercure, nickel, zinc)) jusqu'en 2013. Ceci entraîne des incidences sur la vie aquatique avec un état écologique jugé moyen depuis 2010.

- **Contexte hydrogéologique et masses d'eau souterraines :**

Les forages 1 et 2 concernent directement les formations liasiques et triasiques de la bordure cévenole (formations sédimentaires de l'ère secondaire), et plus particulièrement l'aquifère karstique « Bordure cévenole d'Alès à Sumène ». Au niveau des forages, l'aquifère se distingue de la façon suivante :

- **Forage Nord Fe2** : Les formations des dolomies de l'Hettangien (607d) karstifiées et colmatées forment le principal réservoir du système jurassique. Le plancher du magasin est vraisemblablement constitué par les marnes imperméables de Keuper, non atteint pendant les essais du forage, mais pouvant être à l'origine de teneurs en sulfates non négligeables. L'aquifère hettangien n'est pas exploité dans la zone. Au niveau du forage, il y a par ailleurs des venues d'eaux profondes qui remontent à la faveur de la faille.

Les observations réalisées pendant les pompages d'essais indiquent l'absence d'impact des précipitations, ce qui confirme le caractère captif de la nappe exploitée. Ce forage est caractérisé par son artésianisme (4 m au-delà du sol par rapport à la tête de l'ouvrage) et présente une capacité de recharge relativement lente.

- **Forage Sud Fe1** : Les aquifères secondaires sont ceux des niveaux gréseux, calcaires et dolomitiques du Trias au niveau du tombant sud des Cévennes et qui peuvent être très localement karstifiées. La limite de cet aquifère est ensuite stratigraphique avec les alluvions du Gardon. Au niveau du forage Sud Fe1, l'aquifère est séparée de l'aquifère des alluvions du Gardons par un toit imperméable (argiles). L'aquifère est donc captif à cet endroit mais les essais révèlent une réalimentation indirecte par les précipitations et l'aquifère alluvial.

Il présente une bonne capacité de recharge.

Les 2 forages sont isolés des autres formations par la présence d'une couche d'argiles. Du fait de la présence de minéraux (sulfates, bicarbonates) et d'une forte conductivité, la qualité de l'eau est qualifiée de moyenne pour l'irrigation notamment en ce qui concerne le forage Nord Fe2.

Les forages ne sont localisés dans aucun périmètre de protection des captages localisés dans la zone d'étude dans les alluvions d'Anduze (notamment puits de Coudoulous et champ captant de la plaine de Labahou).

- Risques naturels

La Bambouseraie et ses alentours sont soumis au risque de feu de forêt étant donné l'existence d'espaces boisés et de grands arbres. Le parc fait partie du plan de secours incendie: en période de sécheresse, les réserves d'eau au sein du parc et des Pépinières (2 x 60 m³), peuvent être utilisées par les pompiers. La 1ère réserve, située au nord au niveau des serres, est alimentée par le Béal. La seconde, constitue le bassin de stockage avant rejet dans l'Amous au sud du domaine.

Le forage sud Fe1 est localisé en zone inondable dans le lit majeur du Gardon d'Anduze.

3.2.MILIEU BIOLOGIQUE

- Richesse du Parc

Le parc de la Bambouseraie compte plus de 1 000 taxons végétaux inventoriés. Les espèces sont aussi bien des arbres (174 arbres dont 93 sujets remarquables adultes ou matures), que des arbustes, que des espèces florales comme des Rhododendrons, Aucuba, hortensias...

La collection d'espèces forestières et ornementales de la Bambouseraie présente plusieurs caractéristiques exceptionnelles :

- Présence d'essences classées comme « marqueurs sociaux » : cèdre, ginkgo, séquoia, magnolia à grandes fleurs, calocèdre.



Ces arbres, de dimensions exceptionnelles, sont classés en tête des plus beaux arbres du Gard et dans les tout premiers de France ;

- Présence de collections d'espèce nouvellement découvertes

Nombre d'essences dans le parc sont **réputées pour leurs exigences en eau, notamment les vieux arbres et certaines espèces ligneuses de ripisylves. Habités** à la présence permanente de l'eau courante, ce comportement rend ces espèces dépendantes de cette alimentation en eau et toute interruption - notamment en période estivale - peut leur être préjudiciable.

La difficulté d'alimentation en eau des arbres durant ces 2 dernières décennies a été identifiée comme un des facteurs en cause dans l'état sanitaire préoccupant de plusieurs sujets.

- Biodiversité des Gardons



Le bief du Gardon de Mialet court-circuité par le béal s'écoule sur un substrat rocheux à faciès de gorges (en aval de la prise d'eau).

En aval de la confluence avec le Gardon de St Jean, le Gardon d'Anduze est plus large, avec un substrat de galets et des faciès dominants type radiers-mouilles.

Les Gardons de Mialet et d'Anduze sont des milieux aquatiques de 2^{ème} catégorie piscicole. On y trouve notamment le blageon, le toxostome, la vandoise, le spirin. L'écrevisse à pieds blancs (*austropotamobius pallipes*) et le barbeau méridional (*Barbus meridionalis*), toutes deux d'intérêt communautaire, sont également présentes.

Concernant les continuités écologiques et les équilibres biologiques, la zone d'étude est caractérisée par le seuil du mas du pont qui constitue de par sa nature un obstacle infranchissable, des prélèvements en eau réalisés par la Bambouseraie et un reprofilage annuel du cours d'eau au niveau de la zone de baignade du camping. La réalisation des travaux d'étanchéification du béal en 2012 et les nombreuses actions menées par la Bambouseraie pour réduire son prélèvement et améliorer la gestion de l'eau au sein du parc ont permis de diminuer les effets négatifs (diminution de la largeur mouillée, augmentation de la compétition...) en augmentant le débit naturel du cours d'eau de la quantité non prélevée, soit en étiage environ 100 L/s (estimation). **Il est à noter que les populations des Gardons sont néanmoins adaptées aux variations du cours d'eau, qui sont typiques du milieu méditerranéen.**

- **Les espaces naturels**

Plusieurs périmètres relatifs à des inventaires ou des protections environnementales sont recensés sur ou à proximité du secteur d'étude (ZNIEFF, ENS, Parc National des Cévennes).

Trois sites Natura 2000 (sites réglementés d'intérêt européens) sont également recensés sur ou à proximité de l'aire d'étude :

- **FR9101367 – VALLÉE DU GARDON DE MIALET** – seuil du Mas du Pont et un bout du béal inclus

Le prélèvement d'eau superficielle (Béal) réalisé par la Bambouseraie se situe au sein du **site « Vallée du Gardon de Mialet »**. Ce site accueille plusieurs espèces patrimoniales dont notamment l'écrevisse à pattes blanches, le barbeau méridional, le blageon ou encore le chabot.

➔ Réglementairement, les espèces aquatiques pouvant potentiellement être impactées, dans le cadre du présent dossier loi sur l'eau, une évaluation des incidences est nécessaire ;

- **FR9101372 – FALAISES D'ANDUZE** – 800 m environ

La ZSC «**Falaises d'Anduze**» est localisée en aval de la Bambouseraie à environ 800 m et concerne des vires d'escarpements calcaires, en majorité siliceuse avec une riche flore rupestre et des milieux rocheux d'éboulis. Les plateaux de sommet sont occupés par des pelouses méditerranéennes riches en annuelles et de garrigues à chênes verts.

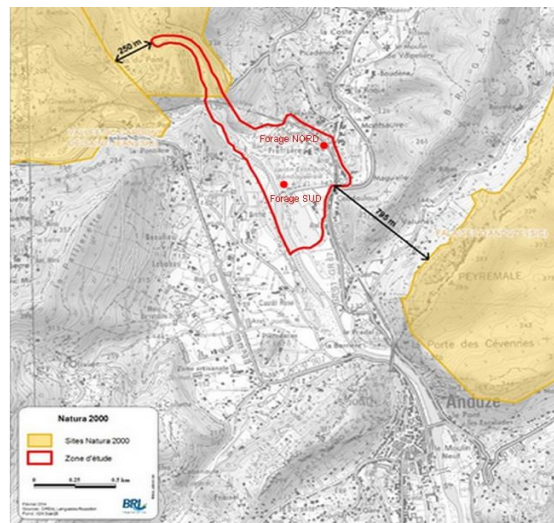
➔ Ce site étant complètement détaché du Gardon et de ses problématiques aussi bien hydrologique qu'écologique, aucune description ni évaluation des incidences ne seront réalisées.

- **FR9101368 – VALLÉE DU GARDON DE SAINT-JEAN** – 250 m environ

Le site «**Vallée du Gardon de Saint-Jean**» se situe à l'est du site précédent, il a été défini de par la présence d'espèces d'intérêt de poissons, de chiroptères, et sa ripisylve. **La confluence des deux Gardons se situe en aval de ces sites Natura 2000 et aucun lien hydrologique n'existe entre eux.**

➔ Ainsi, ce site ne nécessite pas d'évaluation des incidences.

Localisation du projet par rapport aux sites Natura 2000



3.3.MILIEU HUMAIN

- Contexte touristique et économique

La Bambouseraie est le 1^{er} site touristique fréquenté dans les Cévennes et le 5^{ème} site touristique le plus visité du Gard avec 250 000 visiteurs sur les 9 mois d'ouverture. Ces retombées économiques sur l'économie locale sont importantes, de l'ordre de 19 millions d'Euros et l'impact social global est estimé à 169 emplois. La Bambouseraie et la Pépinière comptent au total 59 employés sur le domaine.

- Paysage et patrimoine culturel

Implantés en 1856 par le fondateur du parc, Eugène Mazel, plusieurs espèces emblématiques sont présentes comme les séquoias qui culminent à une quarantaine de mètres. Ils se fondent dans une prairie de bambous géants atteignant les 17 mètres de haut, et ils délimitent l'allée principale.



Source d'information : site internet de la Bambouseraie de Prafrance, 2013

Le parc compte également une très ancienne bâtisse cévenole difficile à dater précisément : on la retrouve répertoriée sur un compoix (cadastre rudimentaire) de la fin du XV^{ème} siècle.

- Les labels

La collection de bambous a également reçu le Label « CCVS » (Conservatoire des Collections Végétales Spécialisées), renouvelé en 2014.

En juillet 2001, l'association A.R.B.R.E.S. a attribué le label « ARBRE REMARQUABLE DE FRANCE » à la Bambouseraie pour l'entretien, la préservation et la sauvegarde de son patrimoine arboré.

Le label « jardin remarquable » attribué en 2005 a été renouvelé pour une durée de 5 ans le 27/04/2015 par la Préfecture de Région /Direction régionale des affaires culturelles.

Depuis l'arrêté du 24/07/2008, le domaine de la Bambouseraie fait partie de la liste des parcs et jardins protégés au titre des **monuments historiques**.

La Bambouseraie est également refuge LPO (1^{er} réseau de jardins écologiques en France).

4. LES INCIDENCES DU PROJET

Etant donné qu'aucun aménagement ne sera réalisé sur le Béal (travaux déjà réalisés en 2012) et que les travaux de création des deux forages ont eu lieu en 2012 et 2013 (tubage, cimentation, retraits des déblais de forage). Que le forage Fe2 (nord) a été équipé en 2014 et 2015. Les travaux se limiteront à l'équipement du forage Sud Fe1. Ainsi, seuls les effets en phase exploitation sont décrits ci-dessous. Pour mémoire, le prélèvement dans le Gardon du Mialet existant depuis 1824, il est considéré comme état initial du site les prélèvements actuels après la réalisation des travaux d'étanchéification en 2012.

4.1.CONTEXTE HYDROLOGIQUE

- Impact qualitatif

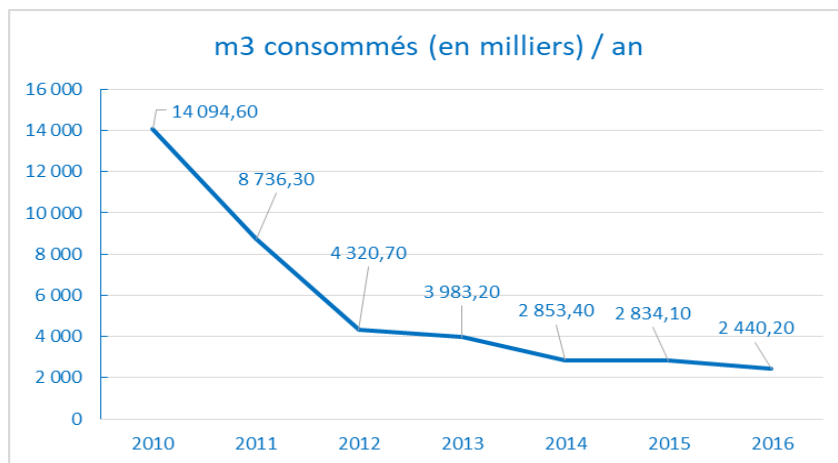
L'ensemble des dispositions de la démarche d'optimisation du prélèvement en eau présentée dans le présent dossier, aura pour effet une augmentation du débit sur la partie court-circuitée du Gardon du Mialet (par rapport à la situation sans la démarche). Or, un débit plus élevé dans le cours d'eau permet de ralentir l'élévation de la température de l'eau en période estivale, et ainsi de limiter la diminution du taux d'oxygène et la prolifération algale. **La qualité globale de l'eau du tronçon court-circuité du Gardon du Mialet sera donc améliorée.**

Concernant l'effet des rejets des eaux issues des forages (plus concentrées en minéraux) dans l'Amous et le Gardon d'Anduze, des estimations de dilution ont été réalisées. Les résultats montrent qu'aucune incidence notable n'existe sur la qualité de l'eau du Gardon d'Anduze dont les paramètres physico-chimiques varient naturellement.

- Impact quantitatif

La mise en application du règlement d'eau aboutira à une baisse du prélèvement dans le gardon de Mialet et ce notamment en période d'étiage, afin d'assurer le débit réservé.

Les efforts de gestion de l'eau de la Bambouseraie sont déjà visibles sur le graphique suivant (aucun forage utilisé actuellement) :



4.2.EFFETS SUR LES EAUX SOUTERRAINES

- Effets de l'exploitation du forage Nord Fe2 (aquifère hettangien)

La tête du forage étant étanche du fait de son artésianisme, il n'y a aucun risque de contamination de l'aquifère et de la masse d'eau souterraine par l'ouvrage. De plus, le profil géologique au niveau du forage Nord présente une couche d'argiles et de marnes imperméable protégeant la nappe par rapport aux risques de pollution depuis la surface.

L'impact de l'exploitation de l'aquifère hettangien du point de vue quantitatif est jugé faible et nul du point de vue qualitatif.

- Effets de l'exploitation du forage sud Fe1 (aquifère triasique)

Pour les mêmes raisons que le forage nord dans l'aquifère hettangien, l'effet sur la qualité de l'eau souterraine est qualifié de nul.

Au vu de la bonne productivité de l'aquifère qui bénéficie d'une réalimentation à distance (précipitations et aquifère alluvial) et des observations sur un faible rabattement de nappe, aucun impact quantitatif n'est attendu sur l'aquifère triasique.

L'exploitation du forage Sud Fe1 n'aura pas d'impact sur le captage du Coudoulous.

4.3.EFFETS SUR LE MILIEU BIOLOGIQUE

- Diminution du prélèvement dans le Gardon de Mialet

Une réduction de débit sur un tronçon court-circuité provoque une diminution de la largeur mouillée, de la hauteur de la lame d'eau et des vitesses d'écoulement, avec une augmentation de la température de l'eau. Cela peut induire des pertes de fonctionnalité du milieu quant à son aptitude à permettre l'alimentation, la reproduction et la libre circulation de la faune piscicole.

La morphologie du Gardon de Mialet caractérisée par des faciès de gorges (faciès incisé et restreint latéralement) le rend moins sensible aux effets précédents et il y a peu de perte de surface mouillée.

Grâce à aux démarches menées par la Bambouseraie (études, optimisation de la gestion, travaux ...), les prélèvements de la Bambouseraie ont été réduits de façon drastique ces dernières années. L'augmentation du débit dans le cours d'eau entraîne une amélioration de l'habitabilité piscicole du tronçon concerné, permet d'augmenter toute l'année les zones favorables aux différentes espèces et ralentit l'élévation de la température de l'eau en période estivale, la diminution du taux d'oxygène et la prolifération algale. Ci-après, les consommations déclarées à l'Agence de l'Eau (prélèvement béal plus réseau d'eau) par la Bambouseraie qui prouve l'amélioration de la gestion des prélèvements sur le milieu effectués depuis plusieurs années.

La diminution du prélèvement en eau dans le Gardon du Mialet et le respect du débit réservé ont ainsi un impact positif sur la vie aquatique et les habitats concomitants.

- Alimentation hydrique par les forages

L'exploitation des forages en période d'étiage permettra de maintenir les besoins en eau et la biodiversité du domaine de la Bambouseraie et notamment les grands arbres remarquables du parc.

La qualité de l'eau des aquifères qui seront sollicités est moins satisfaisante que celle du Gardon du fait de sa forte conductivité et des fortes concentrations en sulfates et bicarbonates. Les effets sont des risques de dépôt de carbonates sur le feuillage des plantes en pot et une salinisation des sols mais menés de façon temporaire (rinçage naturel par les pluies le restant de l'année).

La circulation d'eau dans le béal et donc l'alimentation des racines des grands arbres par infiltration sera réduite, d'où des risques de stress hydrique dont les effets restent inconnus à long terme (sensibilité aux maladies).

L'impact global de l'exploitation des forages sur la biodiversité du parc et les Pépinières est donc globalement positif du fait du maintien de l'alimentation en eau pendant les périodes d'interdiction de prélèvement, malgré des contraintes et des incertitudes sur la gestion à long terme du patrimoine végétal en comparaison avec la situation initiale.

4.4.EVALUATION DES INCIDENCES NATURA 2000

L'optimisation de la gestion de l'eau au niveau de la Bambouseraie et de la pépinière ne remettra pas en cause l'état de conservation des habitats et des espèces situés sur ou à proximité du site Natura 2000 ayant permis la désignation du site. Au contraire, la régulation des prélèvements dans le Gardon en période d'étiage leurs sera favorable (augmentation de la capacité auto-épuratoire des cours d'eau, augmentation de la hauteur d'eau bénéfique aux espèces...).

Le projet a un impact positif sur le Gardon de Mialet, notamment en période d'étiage.

4.5.LES EFFETS GLOBAUX DU PROJET

Les principaux effets que l'on peut retenir sont :

- L'effet positif de la diminution des prélèvements dans le Gardon du Mialet qui aura pour conséquence un effet positif sur la vie aquatique ;
- L'effet positif de l'exploitation de l'aquifère triasique (Forage sud fe1) sur l'aquifère hettangien (forage nord fe2). En effet, l'exploitation du forage sud avec un débit supérieur permettra de limiter l'impact sur la réserve hettangienne dont l'exploitation présente un rabattement résiduel important et l'hypothèse d'une faible réalimentation de l'aquifère hettangien ;

- Le maintien de l'alimentation en eau du domaine permettra de maintenir un lieu unique en Europe qui présente un patrimoine et une richesse écologique spécifiques et contribue fortement à la situation économique et sociale actuelle.

L'impact du projet est globalement positif : il représente un progrès par rapport à la situation actuelle tout en maintenant l'activité économique des deux entreprises.

5. LES MESURES DE COMPENSATION ET DE SURVEILLANCE

La Bambouseraie effectuera le suivi d'indicateurs clefs de l'état quantitatif des ressources en eau, et de son réseau hydraulique, de façon hebdomadaire, et en particulier :

- les débits prélevés au niveau du seuil du Mas du Pont (système venturi à l'entrée du béal) ;
- les débits entrant dans la propriété (échelle limnimétrique dans le béal) ;
- les débits rejetés dans le milieu (échelle limnimétrique installée dans le bassin précédent le rejet à l'Amous) ;
- les débits dans le Gardon de Mialet (hydroréel), afin de pouvoir adapter la ressource mobilisée quand le débit s'approche du débit réservé.

Un règlement d'eau a été prévu afin de répartir les prélèvements en eau parmi les différentes ressources disponibles pour la Bambouseraie.

La phase intermédiaire prévue entre les 2 phases d'exploitation 1 et 2 permettra de connaître précisément l'incidence de l'exploitation du forage Nord Fe2 sur la ressource hettangienne et son niveau de reconstitution en fonction de son exploitation.


L'exploitation du forage Fe1 Sud permettra de réduire les volumes prélevés dans cet aquifère. L'impact résiduel sur l'aquifère hettangien sera alors négligeable.


Les ressources souterraines seront suivies quantitativement et qualitativement afin de vérifier la reconstitution des ressources, d'évaluer l'évolution de la qualité de l'eau servant à l'alimentation de la bambouseraie et notamment des plantes en pot, sensibles à une forte conductivité.

Ces suivis sont prévus pour 5 ans.

Le venturi fera l'objet d'un contrôle périodique pour garantir l'efficacité des mesures indiquées par son échelle.

IDENTITE DU REDACTEUR

Rédacteur principal		
Nom	GETUDES Consultants Méditerranée SARL	
Interlocuteur	T. OLIVARI Ingénieur chargé d'affaire	
Adresse	8B Impasse du bas Brésis 30 100 Alès	
Tél.	09.81.82.95.99	


Rédacteur spécialisé hydrologie		
Nom	ARTESIE SARL	
Interlocuteur	Y. ARGOUARC'H Hydrogéologue	
Adresse	50 chemin Marius Eynaud 13310 Saint Martin de Crau	
Tél.	09.67.14.42.64	


Avertissement : ce dossier est établi sur la base dossier d'autorisation établi par BRLi en 2014 dont la procédure n'a jamais été déclenchée (rapport du 17/06/2014). Il en reprend l'essentiel du texte et constitue une mise à jour avec précision de certaines données et tenant compte de l'évolution de la réglementation.

Date d'émission	Numéro rapport	indice	Rédaction
Juin 2017	DAU1706 dossier minute	-	T. OLIVARI Y. ARGOUARC'H
Janvier 2018	DAU1706 dossier final		T. OLIVARI Y. ARGOUARC'H
Septembre 2018	DAU1706 dossier final avec intégration des remarques DDTM		T. OLIVARI Y. ARGOUARC'H

I. PIÈCE 1 – COORDONNÉES DU DEMANDEUR

Ce présent dossier est déposé par la Société Bambouseraie de Prafrance, représentée par sa présidente Madame NEGRE et par convention pour l'entreprise les Pépinières de la Bambouseraie.

Maitre d'Ouvrage principal		
Nom	Bambouseraie de Prafrance SAS	
Siret	330 685 116 00015	
Adresse	LA BAMBOUSERAIE 552 rue de Montsauve 30140 Gènerargues	
Tél.	04 66 61 70 47	
Fax.	04 66 61 94 94	

Maitre d'Ouvrage secondaire		
Nom	Les Pépinières de la Bambouseraie SAS	
Siret	403 680 424 00013	
Adresse	Les Pépinières de la Bambouseraie Domaine de Prafrance 30140 Gènerargues	
Tél.	04 66 40 60 61	
Fax.	-	

II. PIECE 2 – EMPLACEMENT DU PROJET

Le site de la Bambouseraie est localisé sur la commune de Générargues, à 2 km au nord d'Anduze, dans la partie cévenole du département du Gard. Elle se situe à 500 m    l'aval de la confluence des Gardons de Saint-Jean et de Mialet, au sein du bassin versant des Gardons.

Elle occupe une basse terrasse alluviale en rive gauche du Gardon d'Anduze. Le Valat d'Amous, affluent du Gardon d'Anduze, s'écoule à son extrémité sud.

La propriété est scindée en deux exploitations indépendantes :

- la Bambouseraie de Prafrance ;
- Les Pépinières de la Bambouseraie.

Décomposition des surfaces

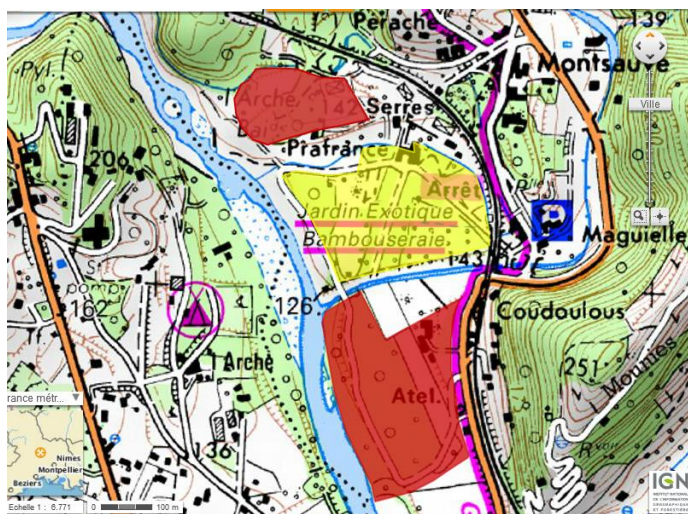
Désignation	Surfaces
Bambouseraie de Prafrance	
Surface totale de la propriété	35 ha
Dont partie ouverte au public	12 ha 6
Les pépinières de la Bambouseraie	
Pépinière (parcelle nord)	4 ha 11 a 02 ca
Pépinière (parcelle sud-les Coudoulous)	3 ha 51 a 54 ca

Le béal (canal) permettant l'acheminement de l'eau du Gardon de Mialet ainsi que les forages en projet se situent au sein de la propriété et seront exploités exclusivement par La Bambouseraie de Prafrance, qui alimente par le réseau de canaux interne à la propriété les bassins des Pépinières.

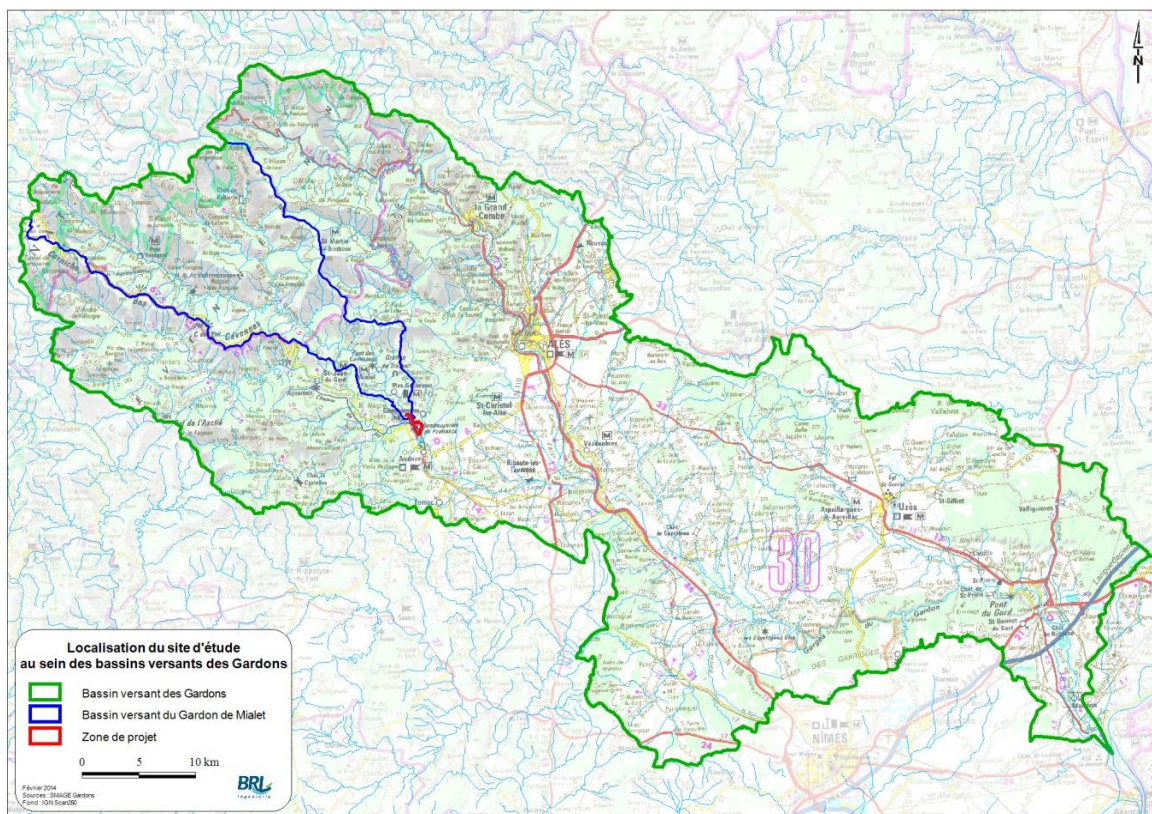
Localisation du site



Délimitation de la Bambouseraie (rouge) et des Pépinières (jaune)



Localisation du site à l'échelle du bassin versant des Gardons



III. PIÈCE 3 – NATURE, CONSISTANCE, VOLUME ET OBJET DU PROJET - NOMENCLATURE

III.1. RÉGLEMENTATION APPLICABLE

Dans le cadre de leurs activités, la Bambouseraie de Prafrance et les Pépinières de la Bambouseraie, localisées sur la commune de Générargues, prélèvent l'eau nécessaire à leurs besoins dans le Gardon de Mialet via un canal gravitaire (béal).

Le présent dossier tient compte de la note de cadrage juridique sur la présente procédure, rédigée par Maître Jean-François Rémy, Avocat à la cour, reportée à l'annexe 6.

Le droit d'eau attaché à l'existence du prélèvement d'eau se trouve « fondé en titre », ayant été délivré sous le régime féodal par la couronne avant la révolution et n'ayant pas été aboli par la nuit du 4 août 1789.

En effet (extraits de la note de cadrage juridique de l'annexe 6) :

- « La prise d'eau dans le Gardon de Mialet existe matériellement depuis une date antérieure à la Révolution Française de 1789, ainsi qu'en atteste la mention qui en est faite notamment sur la carte de Cassini (carte historique de référence, dont les levés ont été effectués entre 1756 et 1787).
- Le prélèvement d'eau destiné à des activités utilisant la force motrice (scierie, actuellement à l'arrêt) et d'irrigation de la propriété a été autorisé par arrêté du Préfet du Gard du 15 juin 1864, titre administratif toujours en vigueur à ce jour. »

Ces droits d'usage de l'eau particuliers sont exonérés des procédures d'autorisation ou de renouvellement instituées par la loi du 16 octobre 1919.

L'article L.214-6 II du Code de l'Environnement stipule que « *Les installations, ouvrages et activités déclarés ou autorisés en application d'une législation ou réglementation relative à l'eau antérieure au 4 janvier 1992 sont réputés déclarés ou autorisés en application des dispositions de la présente section. Il en est de même des installations et ouvrages fondés en titre.* »

La prise d'eau, le béal et la restitution au ruisseau de l'Amous, étant d'ores et déjà autorisés au titre du Code de l'Environnement ne doivent donc réglementairement pas faire l'objet d'une régularisation.

En revanche, le dispositif doit respecter la réglementation relative au maintien du débit réservé du Gardon (article L.214-18 du Code de l'Environnement institué par la Loi sur l'Eau et le Milieu Aquatique de 2006). Le maintien des usages de la Bambouseraie nécessite ainsi la demande d'une dérogation au 1/20^{ème} du module en étiage, objet du présent dossier.

L'exploitation d'une future ressource complémentaire et souterraine est par ailleurs soumise à demande d'autorisation au titre de la Police de l'eau et des Milieux Aquatiques (prélèvement en eau superficielle et souterraine) et à évaluation des incidences sur Natura 2000 (sites localisés à proximité).

Le projet est dispensé d'étude d'impact par décision de l'Autorité Environnementale n°2017-004902.

Ce présent dossier intègre l'ensemble de ces éléments et est soumis à enquête publique. Il a été rédigé par GETUDES Consultants Méditerranée (Alès) et ARTESIE (Saint-Martin-de-Crau), en étroite concertation avec les pétitionnaires. Il fait suite à plusieurs réunions de concertation réunissant la sous-Préfecture d'Alès, la DDTM30, le SMAGE des Gardons, la chambre d'Agriculture du Gard et à un premier dossier non finalisé initié depuis 2010 par BRL Ingénierie (Nîmes).

L'Art L.214-18 du Code de l'Environnement impose le maintien dans les cours d'eau d'un débit minimum (également appelé débit réservé) supérieur ou égal à 1/10 du module de ce cours d'eau. Compte-tenu du cas particulier du Gardon, soumis à des étiages très marqués, l'article L214-18 (point II) permet de diviser par 2 ce débit réservé en période d'étiage sous réserve qu'un débit réservé moyen d'1/10 du module soit maintenu sur l'année entière. Cette disposition permet donc de considérer un débit réservé en étiage (juillet, août et septembre) correspondant à 1/20 du module, soit 280 l/s et un débit réservé de 700 l/s le reste de l'année.

Le présent dossier constitue donc la demande de modulation du débit réservé au 1/20 du module dans les mois d'étiage tout en maintenant un débit réservé de 1/10 du module en moyenne sur l'année.

L'ensemble de la gestion de l'eau du projet est articulée autour de cette contrainte réglementaire conduisant à limiter le prélèvement d'eau au Gardon par le béal.

Afin de respecter le Code de l'Environnement qui impose des débits réservés du Gardon du Mialet, la Bambouseraie s'est engagée depuis 2011 dans :

- un processus d'optimisation de ses besoins et de réduction des prélèvements, au travers d'études de changements de pratiques et de la réalisation de travaux ;
- la recherche d'une ressource complémentaire pour les périodes d'étiage.

D'importants travaux d'amélioration ont été menés consistant principalement dans la limitation des fuites par étanchéification des canaux et bassins et une gestion optimisée des volumes prélevés, ayant permis en 4 ans une baisse de plus de 60% de ses prélèvements d'eau superficiels et donc une baisse de la pression sur le Gardon.

Le prélèvement annuel dans le Gardon par le béal a été ainsi abaissé de 14 Mm³ en 2010 à 2,6 Mm³ en 2016. Les besoins en eau futurs annuels de prélèvement dans le Gardon sont estimés à une valeur maximale de 3 Mm³ (prise en compte d'une variabilité interannuelle des conditions climatiques pouvant influencer sur les besoins réels).

Le débit maximum prélevable par le béal avant 2012 était de l'ordre de 800 l/s si l'on se base sur l'historique des prélèvements en 2010 (suivi des débits imprécis au moyen d'une échelle graduée). La pose du venturi (dispositif de mesure normalisé du débit) en 2012 a conduit par contraction de la section d'écoulement et création d'une chute pour les besoins de la mesure à réduire le débit maximum prélevable à 300 l/s (mesures réelles in situ effectuées par nos soins en 2017) ce qui correspond bien à la capacité maximale du venturi selon le constructeur. Cette capacité maximale de prélèvement de 300 l/s correspond donc de fait au débit instantané maximum réglementaire de prélèvement autorisé pour la prise d'eau. Notons, que ce débit excède largement les besoins en eau maximums du pétitionnaire (besoins normaux : 90 l/s hors périodes de restrictions).

En parallèle de ces importants travaux d'amélioration, la Bambouseraie a fait procéder à la réalisation de deux forages : le forage Fe1 réalisé en juillet 2012, situé en bordure de l'Amous, profond de 26 m, exploite l'aquifère des calcaires karstiques du Trias sous couverture argileuse, et le forage Fe2 réalisé en juillet 2013, situé en bordure du Béal, profond de 80 m, exploite une cavité karstique ensablée des calcaires et dolomies de l'Hettangien entre 76 et 79 m de profondeur.

Le croisement des contraintes réglementaires (respect du débit réservé du Gardon de Mialet), de l'hydrologie réelle du Gardon et des besoins en eau d'irrigation du site conduit à une estimation des besoins en eau maximums pour les forages.

On évalue les besoins maximum futurs des deux forages afin que la Bambouseraie puisse subvenir à ses besoins pour des années exceptionnelles sur la base de 152 jours de pompage (5 mois consécutifs ou non) à répartir sur les deux forages Fe1 Sud et Fe2 Nord. Cette valeur tient compte du retour d'expérience de l'année 2017 qui a été le siège d'un étiage exceptionnellement long et compte-tenu de la tendance climatique d'augmentation des étiages.

En dehors des périodes du dispositif sécheresse, afin de maintenir le dispositif fonctionnel et de contribuer à la résorption du déficit quantitatif du Gardon entre les mois de juillet et septembre, la Bambouseraie activera durant cette période d'étiage un pompage minimal une fois par semaine pendant 8 h à un débit minimum de 150 m³/h. Sur une semaine, ce pompage représente un débit moyen de 6,5 m³/h (1,8 l/s). Pour ce faire, lorsqu'il sera raccordé, ce complément sera apporté préférentiellement le forage Fe1 Sud, mieux réalimenté que Fe2 Nord. La bambouseraie participera à la résorption du déficit quantitatif du Gardon entre les mois de juillet et septembre inclus, hors périodes de restrictions sur les débits.

Par ailleurs, le reste de l'année, hors période d'étiage, le protocole de maintenance des forages sera ramené à 8 h par mois.

Besoins en eau des forages objet de la demande

	Débit d'équipement (m ³ /h)	Périodes d'étiage avec restrictions d'usage du béal		
		Nombre d'heures maximales de pompage / jour	Nombre maximal de jours de pompage	Volumes annuels maximum m ³ /an - (Fe1 Sud)
Fe1 Sud	200	24	152	730 000
Fe2 Nord	150			

	Débit d'équipement (m ³ /h)	Fonctionnement maximum hors étiage (de préférence après reconstitution des réserves des nappes)		
		Nombre d'heures maximales de pompage / mois	Nombre de mois de pompage	Volumes annuels maximum m ³ /an
Fe1 Sud	200	8	7	11 200
Fe2 Nord	150			

Volume total annuel maximal objet de la demande (m³/an)	741 200
---------------------------------------------------------------------------	----------------

La réalisation de ce dossier fait partie du programme d'actions mené par la Bambouseraie pour parvenir au **respect des dispositions de la LEMA, dont le respect du débit réservé du Gardon de Mialet**. Concrètement, la réalisation de ce dossier poursuit au final plusieurs objectifs spécifiques :

Objectifs du présent dossier d'autorisation

1	Demande d'autorisation pour le prélèvement d'eau souterraine pour les forages dans l'Hettangien (Fe2 Nord) et le Trias (Fe1 Sud) pour sécuriser l'alimentation en eau du domaine, sauvegarder le patrimoine botanique et maintenir les activités économiques de la Bambouseraie et de la pépinière
2	Régularisation du dispositif de maintien du débit réservé du Gardon du Mialet au niveau de la prise d'eau du Moulin et demande de modulation du débit réservé de 1/10 du module en moyenne annuelle et de 1/20 en période d'étiage

Le projet se situe dans la zone de répartition des eaux (ZRE, définies par les articles L 211-2 et R 211-71 du code de l'Environnement) du Gardon amont instituée par l'arrêté préfectoral du 30 octobre 2013. Cependant, ce classement ne s'applique qu'aux seules masses d'eau superficielles (Cours d'eau et nappe d'accompagnement associées). Le prélèvement associé au pompage dans les forages concernant une nappe d'eau souterraine (forage profond), ceux-ci ne sont pas concernés par les dispositions réglementaires de la ZRE. En revanche, le prélèvement superficiel au Gardon (béal) s'inscrit dans le périmètre réglementaire de la ZRE.

Le projet est également soumis aux restrictions émises par le Préfet en périodes de sécheresse : un décret dit "sécheresse" prévoit que le Préfet puisse restreindre les prélèvements de façon provisoire en liaison avec les variations hydro-climatiques de l'année. Quand le débit des rivières ou le niveau des nappes baissent de façon importante, les préfets prennent des arrêtés de restrictions d'usage, selon les modalités d'un arrêté cadre départemental. Si un règlement d'eau collectif est approuvé par les services de l'Etat, ce règlement s'applique lorsque des arrêtés sécheresse sont pris. Dans le Gard, l'arrêté cadre définissant les différents seuils d'alerte et de crise est l'arrêté du 8 juillet 2013.

L'article L214-8 du Code de l'Environnement précise que les prélèvements non domestiques en eau superficielle ou les pompages des eaux souterraines, doivent être pourvus des moyens de mesure ou d'évaluation appropriés. Leurs exploitants sont tenus d'en assurer la pose et le fonctionnement, de conserver trois ans les données correspondantes et de tenir celles-ci à la disposition de l'autorité administrative. De plus, les volumes prélevés doivent être déclarés annuellement à l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse (article L 213-11) avant le 1^{er} avril. L'Agence de l'Eau perçoit alors une redevance sur ces volumes prélevés (article L213-10).

Au regard de l'article R.214-1 relatif à la nomenclature des installations, ouvrages, travaux et activités soumis à autorisation ou à déclaration au titre des articles L 214-1 à 214-6 du Code de l'Environnement, le projet de prélèvement d'eau souterraine par forages dans les aquifères du Trias et de l'Hettangien en vue d'apporter une ressource complémentaire à la Bambouseraie de Prafrance sont soumis à **demande d'autorisation** conformément à la rubrique suivante :

Rubriques concernées par le présent dossier d'autorisation

N°	Rubrique de l'article R.214-1 du code de l'environnement	Examen vis-à-vis du projet	Régime
1.1.2.0	<i>Prélèvements permanents ou temporaires issus d'un forage, puits ou ouvrage souterrain dans un système aquifère, à l'exclusion des nappes d'accompagnement de cours d'eau, par pompage, drainage, dérivation ou tout autre procédé, le volume total prélevé étant :</i> ► Supérieure ou égal à 200 000 m³/an : Autorisation ► Supérieur à 10 000 m³/an mais inférieur à 200 000 m³/an : Déclaration	Pompage nécessaire au fonctionnement des sites en cas d'étiage sévère , en considérant un prélèvement cumulé par les deux forages de 775 000 m³/an A répartir entre les deux forages Fe1Sud et Fe2Nord selon les besoins de la Bambouseraie	Autorisation

Les forages objets de ce rapport ont déjà fait l'objet d'une régularisation au titre de la rubrique 1.1.1.0 (n° 30-2017-00171).

Ce présent dossier est soumis à **enquête publique** :

- conformément à l'article R 123-1 du code de l'environnement modifié par le Décret n° 2011-2018 du 29 décembre 2011 portant réforme de l'enquête publique relative aux opérations susceptibles d'affecter l'environnement ;
- conformément aux articles R181-36 à R181-38 du code de l'environnement relatif aux demandes d'autorisation environnementale unique.

Selon l'article L 123-6 du code de l'environnement, lorsqu'un projet est soumis à plusieurs enquêtes publiques, il peut être procédé à une enquête publique unique.

D'après l'article R 123-7 de ce même code, le dossier soumis à enquête publique unique comporte les pièces ou éléments exigés au titre de chacune des enquêtes initialement requises, et une note de présentation non technique du projet. Pour plus de clarté, les différents éléments ont été présentés au sein d'un même dossier (le présent document).

Le projet est également soumis à **évaluation des incidences Natura 2000**, conformément aux articles L414-4 et suivants du Code de l'environnement en raison de sa situation au sein et à proximité de sites Natura 2000 et de ses incidences prévisibles sur les objectifs de conservation de ces sites.

Les opérations projetées appartiennent à la catégorie de projet n°17 du tableau annexé à l'article R 122-2 du Code de l'Environnement (nomenclature des **études d'impacts**) « *Dispositifs de captage et de recharge artificielle des eaux souterraines (telles que définies à l'article 2.2 de la directive 2000/60/ CE)* ». Les catégories concernées sont les suivantes :

« b) *Dispositifs de captage des eaux souterraines, lorsque le volume annuel prélevé est inférieur à 10 millions de mètres cubes et supérieur ou égal à 200 000 mètres cubes, excepté en zone où des mesures permanentes de répartition quantitative instituées ont prévu l'abaissement des seuils.*

c) *Dispositifs de captage des eaux souterraines en nappe d'accompagnement d'une capacité totale maximale supérieure ou égale à 1 000 m³/heure ou à 5 % du débit du cours d'eau ou, à défaut, du débit global d'alimentation du canal ou du plan d'eau ;* »

Par décision 2017-004902 en date 14/03/2017, la DREAL Occitanie a dispensé d'une telle étude d'impact le projet présenté par la Bambouseraie :

Considérant que les impacts prévisibles du projet sur l'environnement ne devraient pas être significatifs compte tenu :

- de la localisation des travaux sur le site de la Bambouseraie et de leur réalisation dans le respect du patrimoine vivant et bâti ;

et seront de nature à avoir un impact positif sur :

- le Gardon de Mialet, dont le débit réservé sera respecté, notamment en période d'étiage, et par conséquent sur la qualité des milieux aquatiques ;

Considérant que les impacts potentiels du projet sur l'environnement seront significativement réduits du fait :

- de l'engagement du maître d'ouvrage à poursuivre des économies d'eau par l'optimisation de la gestion de son système hydraulique et la réduction de ses prélèvements, et notamment par les mesures ci-après préconisées par l'autorité environnementale : l'identification de l'ensemble des prélèvements de la Bambouseraie, l'identification des économies d'eau encore réalisables et leur mise en œuvre, la description et la mise en œuvre de dispositifs de régulation des prélèvements, la définition du règlement d'eau,

- de la mise en place, recommandée par l'autorité environnementale, du suivi des prélèvements effectués à partir des nouveaux forages afin d'en évaluer l'impact sur la ressource ;

Considérant en conclusion qu'au regard de l'ensemble de ces éléments et des préconisations susvisées, et sous réserve de leur mise en œuvre, le projet n'est pas susceptible d'entraîner des impacts notables sur l'environnement ;

Article 1^{er}

Le projet de création de deux forages sur le territoire de la commune de Générargues (30), objet de la demande n  2017-004902, n'est pas soumis à étude d'impact.

Article 2

La présente décision, délivrée en application de l'article R. 122-3 du Code de l'environnement, ne dispense pas des autorisations administratives auxquelles le projet peut être soumis.

Article 3

La présente décision sera publiée sur le Système d'information du développement durable et de l'environnement (SIDE) : <http://www.side.developpement-durable.gouv.fr>.

La décision complète est jointe en annexe 5 du présent rapport.

III.2. DESCRIPTION DU PROJET

III.2.1. PRESENTATION DU PARC DE LA BAMBOUSERAIE ET DES PEPINI  RES DE LA BAMBOUSERAIE

La bambouseraie de Prafrance, crée en 1856 par Eugène Mazel, est un jardin exotique unique en Europe de par sa surface et sa forêt de bambous géants plantés au 19  me siècle. En plus de cette forêt, le parc ouvert au public, comprend : un bambousarium (plus de 200 espèces), un jardin d'inspiration japonaise, un labyrinthe, un village laotien, un jardin japonais (le vallon du Dragon), des serres construites au 19  me siècle, un jardin floral. Le site accueille également des installations d'artistes, plus ou moins pérennes ou éphémères.

Dès l'acquisition, Eugène Mazel débute l'aménagement du domaine et met en place les canaux d'irrigation indispensables à la croissance des végétaux. Il réalise ses premières plantations et essaie d'acclimater des espèces exotiques en provenance du Japon, d'Amérique du Nord et de la région himalayenne. Après sa mort, la famille Nègre fit l'acquisition, en 1902, de la propriété et poursuit l'œuvre de Mazel. Elle ouvre le parc au public (1953) et développe la production de plantes de pépinières et horticoles. Depuis 2004, Muriel Nègre assume la présidence et en 2006, la Bambouseraie de Prafrance acquit un statut de S.A.S.

En 2005, la Bambouseraie devient jardin remarquable et en 2008, elle est inscrite sur la liste des Monuments Historiques.

Aperçus du parc de la Bambouseraie

Forêt de bambous et visiteurs



Le vallon du Dragon



Les gestionnaires de la bambouseraie œuvrent pour la découverte de l'environnement et compte plusieurs initiatives inscrites dans une démarche de développement durable :

► **Sensibilisation du public:**

- Livret pédagogique sur la flore,
- Création de nouvelles visites guidées sur les grands arbres et sur l'eau,
- Actions pédagogiques avec les scolaires,

► **Développement durable :**

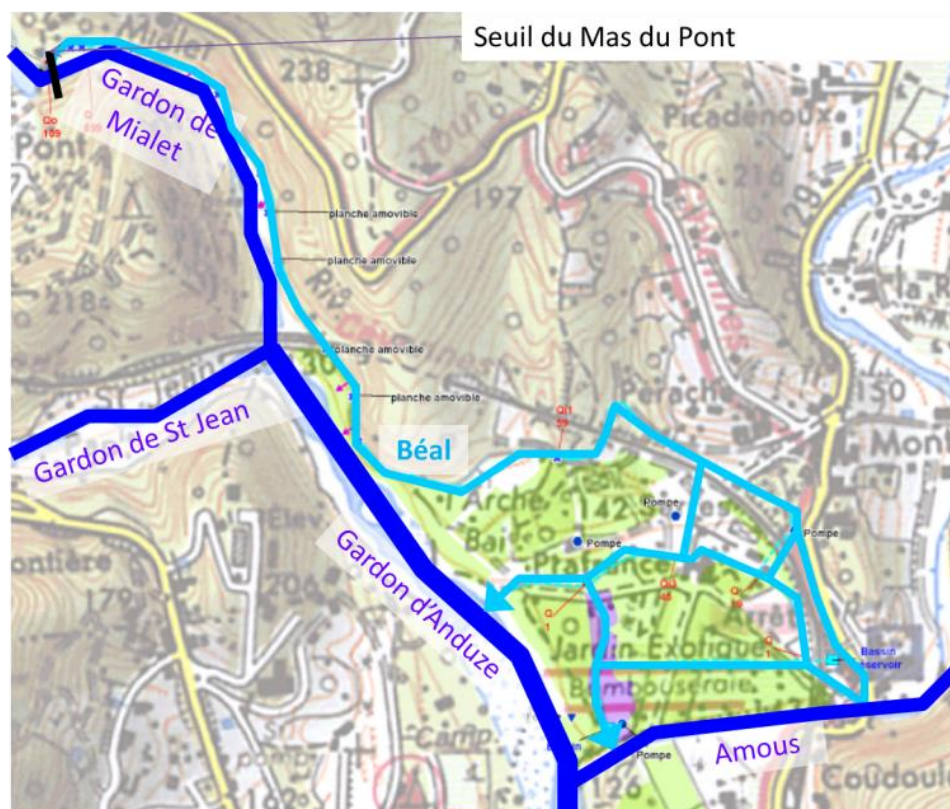
- Parc National des Cévennes : de 2010 à 2017, membre de l'association « Cévennes éco-tourisme » qui accompagne les professionnels dans leurs efforts et d'investissements en vue de signer la Charte Européenne du Tourisme Durable dans les espaces protégés,
- Mise en place du recyclage au sein du parc et de la pépinière,
- Initiative « zéro phyto » : la Bambouseraie n'utilise plus de phytosanitaires dans le parc mais privilégie la surveillance active des parasites et la lutte biologique. Le désherbage est effectué à la main,
- Ramassage des déchets laissés par les visiteurs illicites ou non sur toute leur propriété (y compris sur les bords du Gardon non autorisés au public) une fois par semaine ;
- Démarche d'économie d'eau, et sensibilisation du personnel associée. Ce point est détaillé dans la suite du dossier.

III.2.2. RESSOURCE ET PRELEVEMENT EN EAU DU PARC

III.2.2.1. RESSOURCE UTILISEE

Pour l'alimentation en eau du parc et des pépinières, la bambouseraie prélève la ressource dans le Gardon du Mialet via un Béal (canal) qui amène l'eau par gravité jusqu'à la propriété où elle diffuse à travers un réseau hydraulique. La prise d'eau du Béal est localisée au niveau du seuil du Mas du Pont. Le Gardon de Mialet est rejoint par le Gardon de St Jean quelques centaines de mètres après la prise pour former le Gardon d'Anduze. Grâce aux apports du Gardon de St Jean, les débits sont quasiment doublés à partir de la confluence.

Réseau hydrographique au niveau de la Bambouseraie



Source d'information : BRLi, 2014

Le surplus d'eau est ensuite rejeté dans l'Amous, affluent du Gardon d'Anduze.

Le débit moyen (ou module) du Gardon de Mialet au niveau du seuil du Mas du Pont, où se trouve la station hydrométrique de Roucan (bassin versant : 240 km²), suivie par le Service de Prévision des Crues du Grand Delta, est de 5 600 l/s. Son débit d'étiage est caractérisé par un QMNA5² de 280 l/s calculé à partir des données mesurées à la station.

La station de mesure du Roucan a été abandonnée courant 2017 car jugée difficile à maintenir en raison de la proximité du seuil du Roucan et des difficultés d'accès et remplacée par la station hydrométrique de Mialet située à 5 km en amont (bassin versant 220 km²) et en service depuis 1993 (valeurs de débit disponibles depuis 2002).

² Débit mensuel minimal de fréquence de retour 5 ans

III.2.2.2. USAGES DE L'EAU PRELEVEE

Ce béal constitue un patrimoine historique ancien, datant de 1865, qui a été maintenu grâce aux services d'adduction d'eau qu'il rend. Il est désormais **inscrit au titre de l'inventaire des monuments historiques**.

Le prélèvement est utilisé pour :

- ▶ pour **l'arrosage sous pression** du parc paysager de la Bambouseraie et de la Pépinière associée. L'arrosage de ces espaces est nécessaire pour le maintien de la qualité paysagère du Parc, ainsi que pour la croissance des plantes en pot ;
- ▶ pour la **mise en eau d'un réseau hydraulique gravitaire superficiel (canaux et bassins)** structurant pour l'identité paysagère de la Bambouseraie, et qui contribue par ses infiltrations, à l'apport d'eau au patrimoine botanique ancien (notamment les grands arbres) ;
- ▶ pour la mise en eau d'un **réseau de lutte contre les incendies** dans la propriété. La disponibilité de l'eau est plus largement utilisée comme un point d'eau du réseau public de défense contre les incendies : le béal a contribué à l'approvisionnement en eau des pompiers notamment lors du grand incendie du Roucan.

Prise du Béal dans le Gardon de Mialet



III.2.2.3. DESCRIPTION DU RESEAU HYDRAULIQUE

A partir de la prise au niveau du Mas de Pont sur le Gardon du Mialet, le béal parcourt une distance de 1,2 km avant d'entrer dans les parcelles de la pépinière nord (cf. figure de la page suivante). Le débit est ensuite réparti entre une branche à destination de la parcelle de vente et une branche longeant la parcelle nord de la Pépinière. La circulation devient ensuite complexe autour des serres et des jardins aquatiques. Le béal alimente alors plusieurs pompes ainsi qu'un réseau de plans d'eau. La majeure partie de l'écoulement se retrouve ensuite déviée vers le vallon du Dragon dont l'exutoire se trouve au niveau de l'Amous, le rejet dans le Gardon d'Anduze via l'ancien tracé du béal étant désormais fortement limité.

Le système hydraulique a une grande inertie : plusieurs heures sont nécessaires pour une stabilisation des débits après modification du prélèvement. Actuellement, l'alimentation en eau du domaine provient exclusivement du Gardon du Mialet, excepté lors des périodes de pompage d'essai sur les forages (4 mois en 2017 sur Fe2 Nord).

Le plan de repérage et topographique géomètre est donné sur le plan de la seconde page suivante. Il montre que le béal a une pente générale nulle sur une distance de près d'1 km depuis la prise d'eau, le fil d'eau fluctuant autour de l'altitude 140,0 m NGF avec une contre-pente notable entre les vannes 14 et 17. La cote du fil d'eau est de 139,97 m NGF en amont de la vanne de restitution VR1 (notée 2c sur le plan géomètre).

Vue du béal de la Bambouseraie, de la prise du Gardon de Mialet à la confluence avec le Gardon de Saint-Jean



Source d'information : GoogleEarth et BRLi,2011

— Application cadastrale

● Altitude prise au milieu du canal

● Altitude prise sur le mur du canal

⊠ Vannes de côté

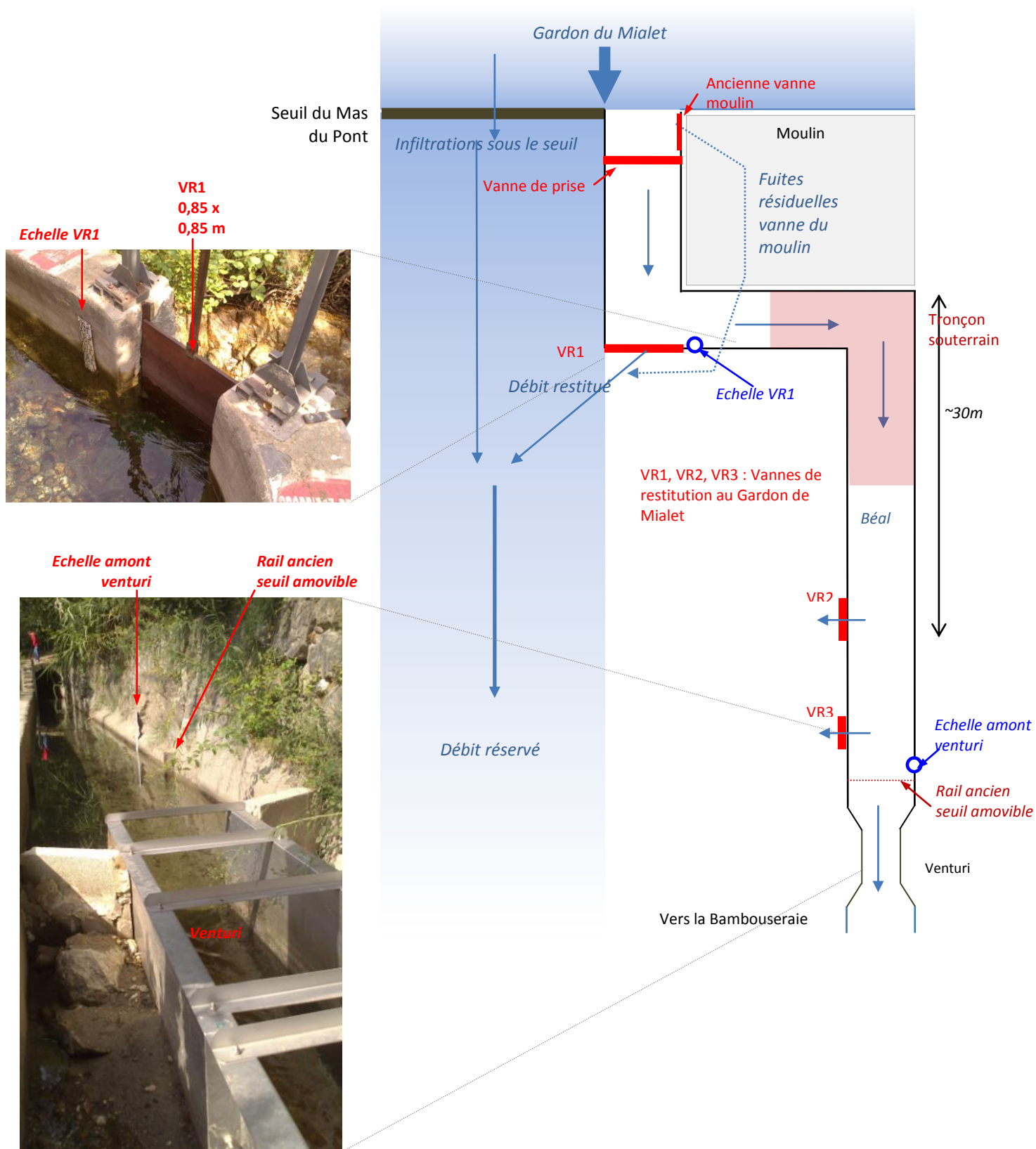
⊠ Vannes de fond

n° des vannes suivi d'un C = Vanne à crémaillère

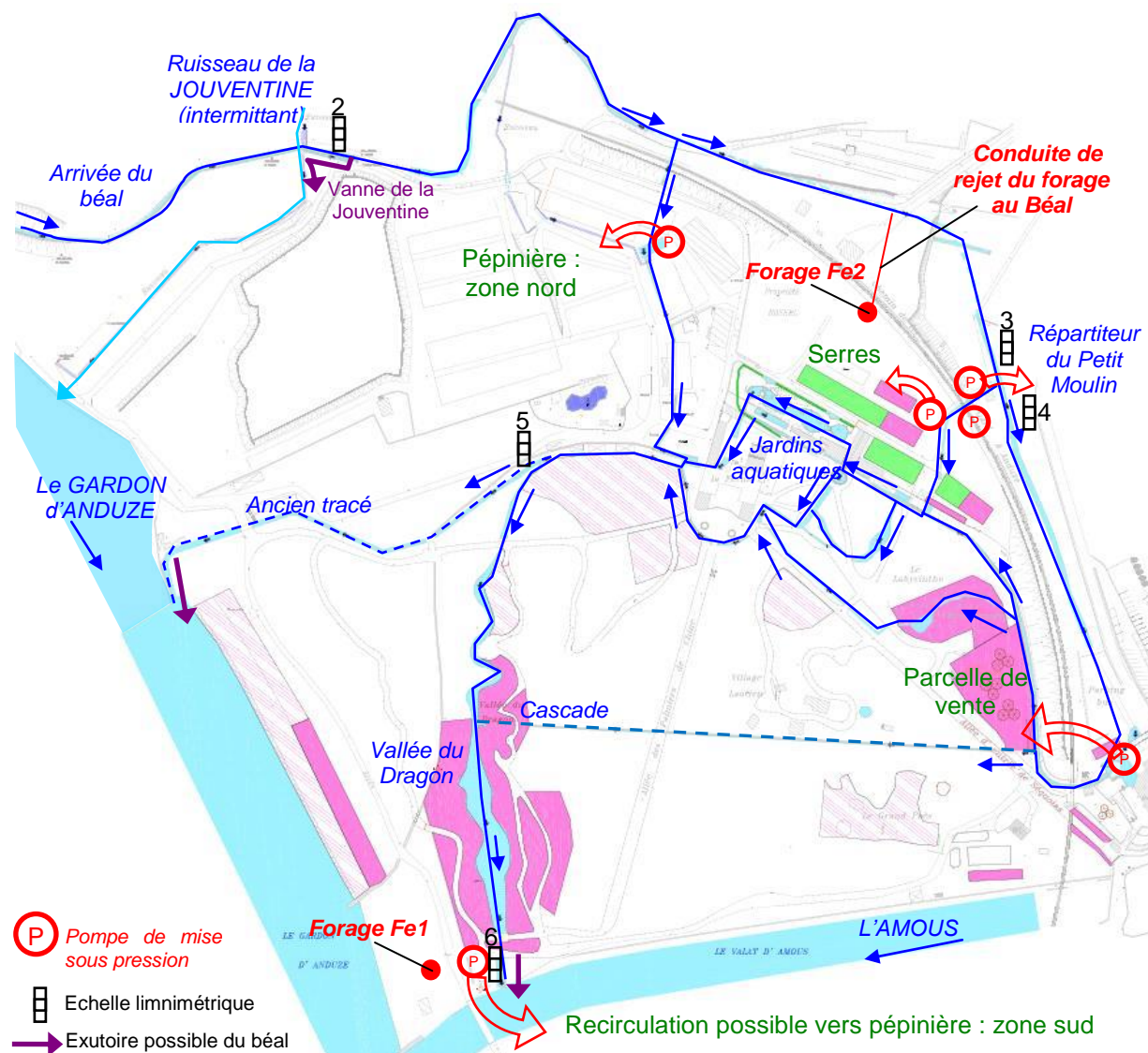
n° des vannes suivi d'un F = Vanne de fond

Total 21 du moulin à l'entrée du parc

Schéma hydraulique de l'état actuel de la prise d'eau dans le Gardon du Mialet



Plan schématique du réseau gravitaire de la Bambouseraie



Le rejet du béal dans l'Amous en sortie de vallée du Dragon



Source d'information : Bambouseraie, 2018

III.2.3. UNE RESSOURCE SUPERFICIELLE LIMITEE EN ETIAGE : LE DEBIT RESERVE A MAINTENIR

Les Gardons, cours d'eau méditerranéens, sont caractérisés par des étiages souvent très sévères et des crues très marquées.

L'Etude des Volumes Prélevables (EVP) du Bassin versant des Gardons (BRL, décembre 2015) a permis d'analyser l'ensemble des données hydrologiques d'étiage existantes sur le bassin versant des Gardons en tenant compte de la fiabilité de chaque station et en opérant les corrections nécessaires. On récapitule dans le tableau suivant les débits caractéristiques d'étiage à la **station hydrométrique du Roucan (point nodal n°7)** en amont direct de la prise d'eau étudiée. Le module en cette station est en particulier issu d'une estimation de la DREAL. Ces valeurs ayant été notifiées au Préfet du Gard par le Préfet du Gard le 13 mai 2016, elles font référence officielles depuis cette date.

Ce tableau est également enrichi des débits caractéristiques donnés dans l'étude des Volumes Prélevables (notification du Préfet du Gard le 13 mai 2016) et le Plan de Gestion de la Ressource en Eau du bassin versant des Gardons (en cours d'élaboration). Il est à noter que le PGRE n'étant à ce jour pas adopté, celui-ci n'est pas encore applicable réglementairement en tant que tel.

De manière plus détaillée, les débits caractéristiques de l'étiage sont présentés dans le tableau suivant :

**Débits caractéristiques de l'étiage du Gardon de Mialet au droit du Béal
(station du Roucan, point nodal n°7)**

Indicateurs de débit d'étiage	Débits mesurés (influencés)	Débits « naturalisés »
⁽¹⁾ QMNA5	320 l/s	340 l/s
⁽¹⁾ Module	5 600 l/s	
⁽¹⁾ 1/10° module	560 l/s	
⁽¹⁾ 1/20° module	280 l/s	

Ces valeurs sont arrondies à la dizaine

Sources d'informations : ⁽¹⁾ Etude des Volumes Prélevables du Bassin versant des Gardons (valeurs notifiées par le Préfet du Gard le 13 mai 2016) Un débit réservé fixé au 1/10° du module serait une contrainte trop forte pour la Bambouseraie

L'EVP des Gardons a conduit également à définir les débits d'étiage stratégiques servant de base réglementaire à la gestion des cours d'eau :

- Le **débit biologique (DB)** : indicateur moyen mensuel de soutien du bon état des eaux aux points nodaux (fonctionnement biologique satisfaisant sur le tronçon amont) ;
- Le **débit objectif d'étiage (DOE)**, ici également assimilé au **débit de gestion (DG)** : indicateur moyen mensuel de la gestion structurelle équilibrée aux points nodaux de fermeture des sous bassins versants en période d'étiage, toujours supérieur au débit biologique.

Débits cibles et objectifs pour le Gardon de Mialet à la station du Roucan (EVP BV des Gardons, décembre 2015, valeurs notifiées par le Préfet du Gard le 13 mai 2016)

	Débit biologique (DB)	Débit objectif d'étiage DOE (et débit de gestion DG)
Mai	0.72	≥0.72
Juin	0.45	≥0.45
Juillet	0.28	≥0.28
Août	0.28	≥0.28
Septembre	0.28	≥0.28
Octobre	0.47	≥0.47

Le tableau ci-dessous indique le nombre de jours où le débit journalier passe en-dessous du 1/20° du module ou en-dessous du 1/10° pour la série des 10 dernières années complètes.

Nombre de jours (mai à novembre) où le débit du Gardon de Mialet est inférieur aux valeurs de référence

	Nombre de jours où le débit du Gardon < 1/10 module	Nombre de jours où le débit du Gardon < 1/20 module	Nombre de jours où le débit du Gardon < 1/20 module + besoin normal de la Bambouseraie
2005	96	61	64
2006	90	0	11
2007	110	21	58
2008	-	-	-
2009	163	28	68
2010	69	9	23
2011	129	3	72
2012	94	25	56
2013	77	26	42
2014	123	0	6
2015	45	0	0
2016	-	-	-
Moyenne	99.6	17.3	40
Maximum	163	61	72
Minimum	45	0	0

Source d'information : analyse des données de la Banque Hydro 2017

- : historiques de données incomplet ou aberrant

Le nombre de jours où le débit en rivière passe en-dessous du 1/10° du module est très conséquent et peut durer près de 6 mois en cumulé pour les années sèches. Il connaît par ailleurs une tendance à l'augmentation depuis 1963 (BRLi, 2011).

Sur les 10 dernières années de mesures complètes réalisées, toutes ont vu le débit à l'étiage passer sous la valeur du 1/10° du module. **Si l'on projette sur les années futures cet historique de débits sans autorisation de moduler le débit réservé en étiage à la valeur de 1/20° du module, la Bambouseraie aurait une interdiction de prélever chaque année en période d'étiage annuelle.**

Sur les 10 dernières années de mesures réalisées, 7 ont vu le débit à l'étiage passer sous la valeur du 1/20° du module. **Si l'on projette sur les années futures cet historique de débits sans autorisation de moduler le débit réservé en étiage à la valeur de 1/20° du module, la Bambouseraie ne pourrait prélever tout au long de l'étiage qu'environ 3 ans sur 10.**

La fixation d'un débit réservé au 1/10^e du module équivaut à une interdiction de prélèvement sur une partie de l'étiage tous les ans à raison d'une moyenne de 100 jours par an. La fixation d'un débit réservé au 1/20^e du module reste une contrainte très forte pour la Bambouseraie (car elle doit trouver une solution complémentaire 7 ans sur 10).

Le maintien des usages de la Bambouseraie nécessite ainsi la demande d'une dérogation au 1/20^{ème} du module en étiage.

Le 1/20^{ème} du module interannuel du Gardon de Mialet est de **280 l/s**. Cette valeur est équivalente à la valeur du DOE de Gestion (du PGCR).

La Bambouseraie s'assurera alors de maintenir :

- un débit réservé de 1/20^e du module en soit **280 l/s de juillet à septembre** (ce débit correspond également au débit minimum biologique pour ces mois d'étiage).
- le débit réservé de 1/10^e du module sur l'année (560 l/s) tout en respectant le débit minimum biologique de chaque mois de la période d'octobre à juin.

Afin de respecter mensuellement, y compris au mois de mai, les débits biologiques définis sur le Gardon de Mialet au Roucan notifiées par le Préfet du Gard le 13 mai 2016, il est proposé de dissocier pour le dispositif de restitution du débit réservé 4 périodes :

Débit réservé à respecter pour le Gardon de Mialet au Roucan

	Débit biologique DO (l/s)	Débit objectif d'étiage DOE (et débit de gestion DG) (l/s)	Débit réservé proposé (l/s)
Janvier	-	-	705
Février	-	-	705
Mars	-	-	705
Avril	-	-	705
Mai	720	≥0.72	720
Juin	450	≥0.45	470
Juillet	280	≥0.28	280
Août	280	≥0.28	280
Septembre	280	≥0.28	280
Octobre	470	≥0.47	470
Novembre	-	-	705
Décembre	-	-	705
Moyenne annuelle			561

Les mois de septembre et octobre sont particuliers car souvent « charnières ». En effet, les moyennes annuelles sur ces deux mois sont peu significatives puisqu'elles recouvrent en général une ou plusieurs crues automnales. En réalité, le débit réservé à respecter sera de 280 l/s jusqu'à la première crue automnale conséquente puis souvent de 705 l/s dès que le cours d'eau se trouve en capacité de restituer un tel débit. Ce dispositif sera ajusté chaque année de façon à respecter un débit réservé moyen de 470 l/s pour le mois d'octobre.

III.2.4. UN BASSIN VERSANT EN DEFICIT ESTIVAL

Les bilans effectués dans l'étude des volumes prélevables (cf. tableau ci-dessous) montre que le Gardon d'Anduze au point nodal n°10 (secteur dans lequel se trouve le prélèvement de la Bambouseraie) est en déficit quantitatif lié aux prélèvements d'eau sur le mois d'août (débit influencé : 710 l/s, débit cible objectif : 740 l/s).

Impact des prélèvements sur la ressource et respect des Débits Cibles étapes et objectifs (débits en m3/s) – Etude des Volumes Prélevables, point nodal n°10 : bassin versant d'Anduze

Paramètre	Type	Débits naturels reconstitués et débits influencés (m3/s)					
		mai	juin	juil	août	sept	oct
Q dispo pour T10 : Qnat Inter T10 + ressource arrivant de P7 et P8	5 ans sec / étape	3.66	2.28	1.09	0.82	1.18	5.81
	5 ans sec / objectif	3.66	2.28	1.09	0.82	1.18	5.81
Prélèvements sur T10	Total	0.097	0.100	0.119	0.109	0.088	0.077
	en m3	259 000	259 000	318 000	292 000	228 000	206 000
Q Infl	5 ans sec / étape	3.57	2.18	0.97	0.71	1.09	5.73
	5 ans sec / objectif	3.57	2.18	0.97	0.71	1.09	5.73
Ressource propre du tronçon mobilisée par les prélèvements (%)	Prélèvements / Qdispo étape	3%	4%	11%	13%	7%	1%
	Prélèvements / Qdispo objectif	3%	4%	11%	13%	7%	1%
Débits cibles DC	étape	1.74	1.32	0.66	0.65	0.63	1.39
	objectif	1.74	1.32	0.74	0.74	0.74	1.39
Déficit pour satisfaire le débit cible et les prélèvements 8 années sur 10	étape	0	0	0	0	0	0
	objectif	0	0	0	86 000	0	0
Réduction (en %, applicable au prélèvement total ayant un impact sur les débits au niveau du point)	étape	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	objectif	0%	0%	0%	16%	0%	0%

Sur d'autres secteurs du bassin versant du Gardon, ce déficit quantitatif concerne également le mois de septembre.

Il faut noter que cette évaluation a été effectuée sur la base des données des stations hydrométriques de 2007-2011, époque où le prélèvement de la Bambouseraie n'était pas optimisé, avant travaux d'étanchéification et mesures d'économies d'eau.

III.2.5. DEMARCHES REALISEES POUR UNE MEILLEURE GESTION DE L'EAU ET UNE REDUCTION DU PRELEVEMENT DU BEAL

La Bambouseraie a mené au cours des dernières années des actions pour optimiser la gestion de son système hydraulique et ainsi réduire son prélèvement en eau.

Des étudiants ont été accueillis pour étudier le fonctionnement hydraulique de l'exploitation.

Une étude globale du fonctionnement hydraulique du réseau a été réalisée en 2010³, comprenant plusieurs campagnes de mesures de débit en plusieurs points du réseau. Cette étude a abouti à des recommandations et des propositions d'amélioration de la gestion des prélèvements afin d'être en conformité avec la loi LEMA.

Ainsi, ont été mis en évidence les 3 objectifs suivants :

- **maintenir le débit réservé en rivière** : afin de garantir en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivantes dans ses eaux;
- **réduire le prélèvement** dans le même objectif ;

³ Etude relative à l'analyse des prélèvements de la Bambouseraie et proposition d'un système permettant d'améliorer la gestion des prélèvements en vue de maintenir le débit réservé en rivière, BRLi, décembre 2010/ Bambouseraie de Prafrance

- **sécuriser l'alimentation en eau de la propriété**: un apport d'eau permanent est nécessaire au maintien et à la survie des espèces emblématiques du parc et de la pépinière.

L'atteinte de ces objectifs est déclinée au travers d'une liste d'actions qui comportent la réalisation de travaux, la mise en œuvre d'actions de gestion et la définition des besoins en eau du domaine. Ces éléments sont décrits ci-dessous.

III.2.5.1. TRAVAUX

Des travaux ont été réalisés au niveau de la prise d'eau ainsi que sur le béal au printemps et en été 2012 puis ces dernières années.

Des échelles limnimétriques ont été posées dans la propriété afin de mieux connaître les flux d'eau.

Afin de réduire les fuites et de réaliser des économies d'eau, des travaux d'étanchéité du béal et le remplacement des vannes de restitution ont été menés entre le point de prélèvement et l'entrée dans la propriété.

Au cours de ces travaux, un venturi a été posé permettant une mesure fine des débits d'entrée du béal par lecture directe sur l'échelle, et ainsi un réglage fin des débits prélevés.

Venturi



Echelle de mesure



Un batardeau (seuil amovible) avait été posé en entrée du béal permettant de s'assurer de la restitution du débit réservé en rivière, directement en aval du seuil, par la 1^{ère} martelière de restitution pour laquelle une ouverture minimale a été établie. Le système a été dimensionné pour un débit réservé pris égal au 1/20^e du module. Après l'installation du venturi, le seuil a été vandalisé, et la Bambouseraie continue de maintenir le niveau d'eau en gérant activement les prélèvements entrants grâce au venturi, permettant le rejet du débit réservé par la martelière de restitution.

Le compte-rendu de visite du 9 novembre 2016 (rapport GETUDES de novembre 2016, repris en annexe 2) récapitule dans le détail l'ensemble des travaux d'optimisation effectués sur la Bambouseraie.

Le montant total des travaux de réhabilitation du béal et des bassins a été de 280 000 €HT.

III.2.5.2. CAMPAGNE DE JAUGEAGES IN SITU A L'AUTOMNE 2017

III.2.5.2.1. PROTOCOLE DES MESURES

Afin de mieux quantifier le fonctionnement de la prise d'eau et de proposer un dispositif le plus réaliste possible pour garantir le maintien du débit réservé dans le Gardon, nous avons chargé le bureau d'études spécialisé en métrologie HYDRAUDIAG de réaliser en notre présence deux campagnes de mesures :

- Une première le 27 novembre 2017, en étiage annuel du Gardon (débit voisin de 700 l/s lors des mesures, soit un débit proche du débit moyen mensuel sec annuel estimé à 650 l/s à la station du Roucan), visant à quantifier au mieux la répartition des flux instantanés entre le cours d'eau, les différentes fuites et restitutions et le béal jusqu'à son rejet à l'Amous. Ces mesures ont été effectuées en régime permanent à l'équilibre sans manipulation d'aucune vanne ;
- Une seconde le 15 décembre 2017, en étiage modéré du Gardon (débit moyen journalier de 805 l/s à la station hydrométrique de Mialet) afin de caler le fonctionnement de la vanne de restitution VR1 dans le but de proposer un dimensionnement sur la base de mesures réelles. Ce protocole nous a conduit à tester plusieurs ouvertures de la vanne VR1 et à mesurer le débit restitué après attente pour établissement du régime permanent (stabilisation des lignes d'eau).

Le compte-rendu de ces campagnes de mesures rédigé par HYDRAUDIAG est joint en annexe 7.

On en reprend ci-après les principales informations :

« Les campagnes de mesure sont réalisées par une équipe de 3 techniciens spécialisés. HYDRAUDIAG a respecté le code des bonnes pratiques de la "charte qualité de l'hydrométrie" ainsi que les Normes actuellement en vigueur.

Lors de la campagne, nous avons utilisé un courantomètre BFM001 de marque HYDREKA étalonné sur banc COFRAC. Cet appareil permet de mesurer des vitesses instantanées toutes les secondes. La valeur prise correspondant à une moyenne sur 20 secondes à chaque fois avec un minimum de 3 vitesses à 3 hauteurs d'eau différentes par verticale vues les faibles hauteurs d'eau mesurées.

Le dépouillement des jaugeages a été réalisé sous le logiciel Jaugealc développé par la société ALCYR. Il permet de rentrer les différentes verticales, les hauteurs de mesures et les vitesses par hauteur et verticale. Il calcule ensuite automatiquement les sections et les débits.

Les sites ont fait l'objet d'un jaugeage de la section de mesure par intégration des champs de vitesse. Un levé précis de la section a été réalisé lors de chaque jaugeage. Pour la mesure de la section, un profil en travers du cours d'eau est réalisé tous 20 centimètres avec mesure de la hauteur d'eau également à l'aide d'une canne graduée tous les cm. Une corde graduée a été tendue sur chaque profil. Les mesures ont eu lieu sur les seuils ou écluses permettant de garder les mêmes sections lors de nos passages. »

Pour plus de fiabilité, le débit restitué par la vanne VR1 au Gardon a été obtenu par différence entre le débit du béal mesuré en amont de cette vanne et le débit du béal mesuré en amont de la vanne VR2. En effet, une mesure directe du débit sortant de la vanne serait trop entâchée d'imprécision en raison des fortes turbulences autour et à travers la vanne.

Principes et spécificités techniques du courantomètre BFM001 (Hydreka)



Spécifications techniques

Plage de mesure	-5m/s à +5m/s
Précision	± 0,5% de la valeur lue
Condition d'utilisation	5 cm de hauteur d'eau minimum
Alimentation	8 piles Alcalines
Autonomie	Jusqu'à 37h suivant configuration
Mémoire	Jusqu'à 100 enregistrements
Sortie	RS232
Température d'utilisation	-5°C à +40°C
Dimensions	620 x 420 x 340mm
Poids	2 kg
Etanchéité	IP67

« Calcul d'incertitudes des mesures selon la norme NF EN ISO 748 de 2009 :

$$U_q^2 = U_s^2 + U_m^2 + 1/m (U_b^2 + U_h^2 + U_p^2 + 1/n (U_c^2 + U_e^2))$$

Avec :

Us : Incertitude due aux erreurs d'étalonnage du courantomètre et des instruments de mesures de largeurs et des profondeurs

Um : incertitude due au nombre limité de verticales

Ub : incertitude due à la mesure des largeurs des verticales

Uh : incertitude due à la mesure des tirants d'eau sur les verticales

Up : incertitude due au nombre de points limité sur la verticale

Uc : incertitude due aux erreurs aléatoires du courantomètre

Ue : incertitude due au temps limité d'exposition du courantomètre (moyenne des vitesses)

m : nombre de verticales où les vitesses ont été mesurées

n : nombre de points fixe par verticale

Dans notre cas précis (protocole de mesures et type d'appareil) :

Us = 1%, Um = 2,5 %

Ub = 0,5 %, Uh = 0,5 %

Up = 3%, Uc = 1 %

Ue = 1,5 %

Résultats : Uq = 2,79 %

Au final, on obtient une incertitude élargie (niveau de confiance à 95%, k = 2) à 5,6 %

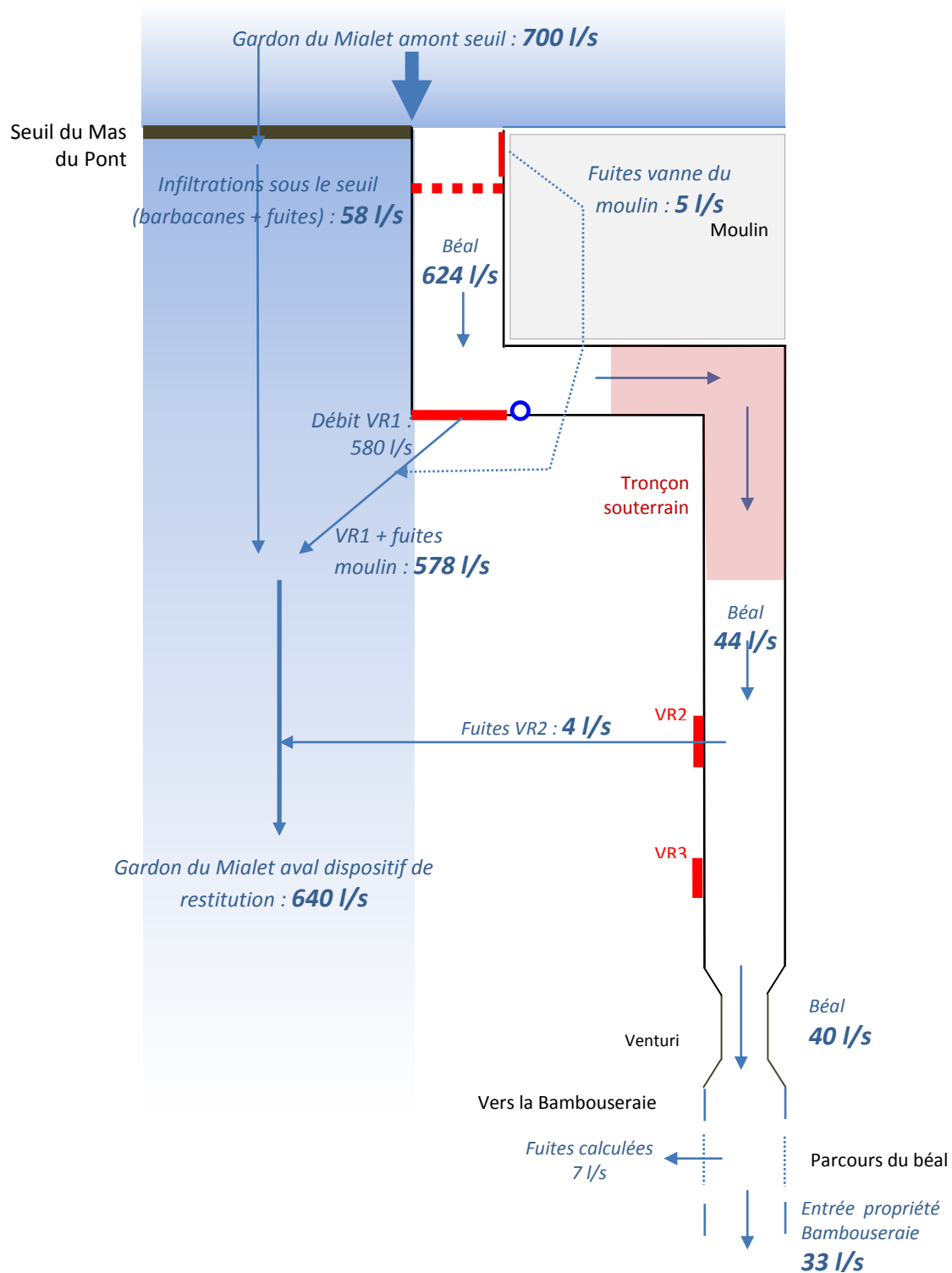
Les valeurs de débits mesurées sont donc précises à +/- 5,6 %. »

III.2.5.2.2. RESULTATS DE LA CAMPAGNE DU 27 NOVEMBRE 2017

Résultats des mesures du 27 novembre 2017 (étiage)

700 l/s : valeur mesurée in situ

580 l/s : valeur déduite par différence de mesures



Le bilan des mesures est le suivant :

- débit du Gardon mesuré à 700 l/s en amont,
- prélèvement réel de 40 l/s par le béal (contrôlé au venturi)
- débit du Gardon après prélèvement de 640 l/s,

soit une perte finale dans le bilan de 20 l/s, correspondant 2,86% du débit amont. Cette différence est faible et inférieure à l'incertitude de la méthode de mesure (5,6%).

Les mesures effectuées sont donc considérées comme fiables.

Fuites sous le seuil :

Lors des mesures, le seuil n'était pas débordant. Le niveau d'eau était maintenu quelques centimètres au-dessous du radier du seuil, grâce à l'ouverture de la vanne VR1 permettant de restituer la majorité du débit du Gardon.

En sommant les arrivées d'eau en provenance du seuil (barbacanes aménagées en base du seuil et fuites sur toute la hauteur du seuil), on aboutit à un total de débit de **58 l/s**.

Les fuites passant sous le moulin (dues au mauvais état de l'ancienne vanne du moulin, maintenue fermée mais fuyarde) ont été mesurées à 5 l/s supplémentaires.

Fuites du béal :

La vanne VR2, utilisée pour la mise à sec du canal lors des opérations d'entretien, était fuyarde et restituait, fermée, un débit de 4 l/s.

En cette période de prélèvement très faible (40 l/s), les fuites globales du béal entre la prise d'eau et l'entrée de la Bambouseraie sont estimées à $7 + 4 = 11$ l/s. *Cette faible valeur est à considérer avec prudence car elle est intervenue pendant une période où la ligne d'eau dans le béal était minimale (40 l/s) et une dizaine de jours avant le curage annuel qui peut avoir pour effet d'augmenter légèrement les fuites par enlèvement de matériaux de colmatage. La valeur mesurée n'est donc pas forcément représentative d'un débit de fuites moyen tout au long de l'année et sur la durée qui est en moyenne un peu plus élevé comme l'ont montré les mesures BRL de 2012 (12 à 27 l/s).*

III.2.5.2.3. RESULTATS DE LA CAMPAGNE DU 15 DECEMBRE 2017

L'objectif était de caler le fonctionnement de la vanne de restitution VR1 dans le but de proposer un dimensionnement sur la base de mesures réelles. Ce protocole nous a conduit à tester plusieurs ouvertures de la vanne VR1 et à mesurer le débit restitué après attente pour établissement du régime permanent (stabilisation des lignes d'eau). La largeur de l'ouverture de la vanne est de 85 cm.

Résultats des mesures après stabilisation de chaque manipulation de la vanne VR1

Nombre de pignons vanne VR1	Hauteur ouverture VR1 (m)	Hauteur echelle amont venturi (m)	Débit venturi en l/s	Hauteur d'eau échelle VR1 en m	Hauteur d'eau au-dessus fil d'eau de la vanne VR1 (m)	Débit restitué par la vanne VR1 en l/s
42	0.37	0.34	40	0.55	0.62	584
35	0.21	0.47	162	0.69	0.76	384
31	0.15	0.55	182	0.72	0.79	293
28	0.1	0.625	204	0.73	0.8	241
25	0.05	0.665	218	0.76	0.83	132



Ces 5 positions de vanne permettent de caler la loi hauteur / débit de la vanne (loi d'orifice) qui s'écrit :

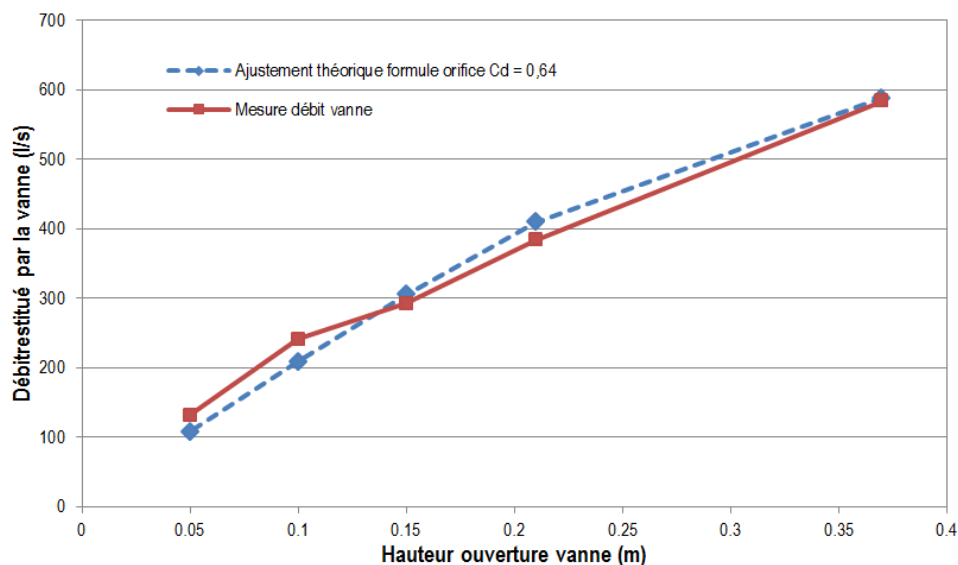
$$Q = m.S.\sqrt{2gh}$$

avec

- m : coefficient de contraction à caler,
- S : surface de l'ouverture de la vanne (m²),
- g = 9,81 m.s⁻²
- h : hauteur du plan d'eau par rapport au centre de l'orifice.

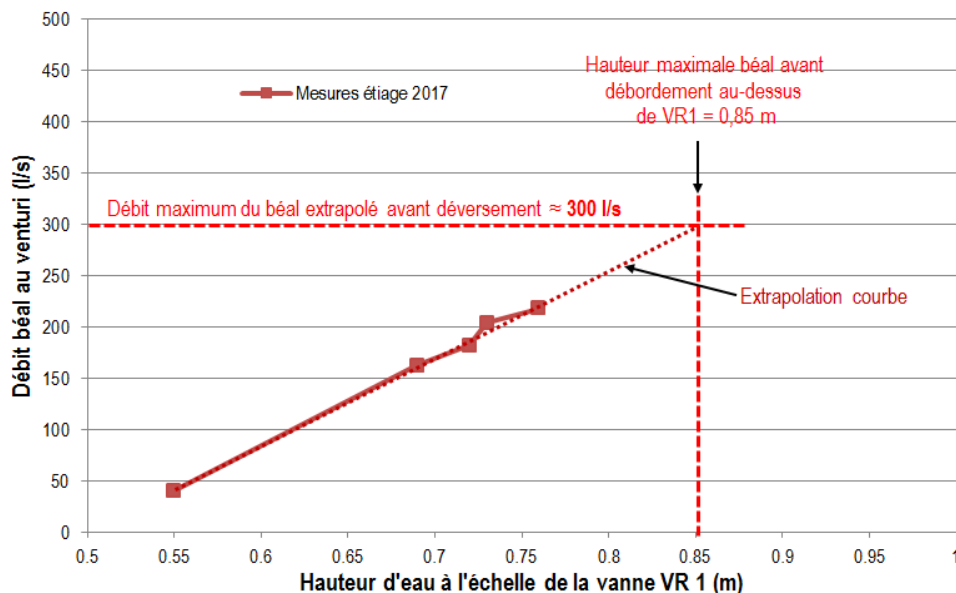
L'ajustement aboutit à un coefficient de débit de 0,64 :

Calage de la loi d'orifice de la vanne VR1 (en tenant compte de la hauteur d'eau réelle mesurée en amont de VR1)



Par ailleurs ces mesures permettent de confirmer le débit capable maximum du béal, vanne VR1 fermée avant débordement à 300 l/s.

Extrapolation du débit capable maximal du béal



III.2.5.2.4. ENSEIGNEMENTS EN TERME DE DIMENSIONNEMENT DU DISPOSITIF DE MAINTIEN DU DEBIT RESERVE

Comme indiqué au chapitre III.2.7.3, la solution la plus fiable pour garantir le maintien du débit réservé est la mise en place d'un seuil amovible en amont du venturi permettant en toutes conditions hydrologiques le maintien d'une ligne d'eau minimale en amont de la vanne, ce qui permet de conserver un débit de restitution minimal.

Afin de maintenir un débit minimum de 1/10 du module du Gardon sur l'année, le débit réservé du Gardon est le suivant :

- 280 l/s pour les mois de juillet à septembre (1/20 du module) ;
- 470 l/s pour les mois de juin et octobre (valeur mensuelle permettant le respect du débit minimum biologique des mois de juin et octobre) ;
- 720 l/s pour le mois de mai (valeur mensuelle permettant le respect du débit minimum biologique des du mois de mai) ;
- 705 l/s pour les mois de juin et octobre (valeur mensuelle permettant le respect du 1/10 du module sur l'année entière).

Les mois de septembre et octobre sont particuliers car souvent « charnières ». En effet, les moyennes sur ces deux mois sont peu significatives puisqu'elles recouvrent en général une ou plusieurs crues automnales. En réalité, le débit réservé à respecter sera de 280 l/s jusqu'à la première crue automnale conséquente puis souvent de 705 l/s dès que le cours d'eau se trouve en capacité de restituer un tel débit. Ce dispositif sera ajusté chaque année de façon à respecter un débit réservé moyen de 470 l/s pour le mois d'octobre.

Pour calculer le débit à restituer par la vanne VR1 nécessaire pour respecter le débit réservé du Gardon, il faut retrancher à ces valeurs les infiltrations sous le seuil par l'intermédiaire des barbacanes et des fuites à travers l'ouvrage.

Nous avons quantifié ces infiltrations à 58 l/s en étiage moyen le 27 novembre 2017. Il se peut qu'en étiage plus prononcé (par exemple, un débit du Gardon inférieur à 280 l/s), ces fuites soient légèrement inférieures à la faveur d'une charge hydraulique légèrement moindre. *La Bambouseraie fera procéder à une seconde mesure au mois d'août 2018 dans des conditions d'étiage plus prononcées afin de préciser ce point.*

La grande majorité se situe sur la moitié inférieure du seuil. Si l'on considère chaque fuite comme un orifice, le débit de fuite variera en fonction de la racine carrée de la charge au-dessus de la fuite considérée.

Nous avons pu observer qu'en étiage sévère, la ligne d'eau en amont du seuil n'est pas abaissée de plus de 10 cm par rapport au radier du seuil. A l'avenir, celle-ci sera d'autant moins variable puisqu'un seuil amovible en travers du béal permettra de la maintenir. On en déduit qu'en étiage prononcé, la totalité des barbacanes et la grande majorité des fissures débitantes se trouvera toujours en charge et avec une très faible baisse de cette charge par rapport aux mesures du 27 novembre 2017.

Par précaution, dans l'attente de cette seconde mesure d'étiage 2018, on tient compte des valeurs sécuritaires d'infiltrations sous le seuil suivantes :

- *Au minimum 30 l/s en période d'étiage ;*
- *60 l/s hors période d'étiage.*

Ce calcul reste sécuritaire pour le maintien du débit réservé dans les deux cas. A l'issue de l'enquête publique, nous proposerons une adaptation éventuelle de la valeur en période d'étiage si les mesures de l'étiage 2018 en montrent la pertinence.

Le maintien du débit réservé du Gardon à l'aval de la prise d'eau implique donc un débit à restituer par la vanne de :

- 280-30 = 250 l/s pour les mois de juillet à septembre ;
- 470-30 = 440 l/s pour les mois de juin et octobre ;
- 720-60 = 660 l/s pour le mois de mai ;
- 705-60 = 645 l/s pour les mois de novembre à avril.

L'objectif est de tester les deux variables suivantes :

- Hauteur du seuil amovible par rapport au fond du canal ;
- Hauteur d'ouverture de la vanne permettant de restituer

Pour calculer cette dernière, il est nécessaire de calculer la hauteur d'eau en amont de la vanne et de lui appliquer la loi d'orifice ajustée précédemment pour VR1. Ce calcul est effectué dans le tableau suivant (exemple pour une hauteur de seuil amovible de 45 cm) :

Calcul des hauteurs d'eau futures dans le béal (exemple pour un seuil amovible de 45 cm de hauteur entre VR3 et le venturi)

H seuil amovible 0.45 m

H eau amont venturi (m)	Débit venturi (l/s)	Lame d'eau déversante au-dessus seuil amovible (m)	H eau amont seuil (m)	Différence mesurée entre l'échelle du seuil amovible et l'échelle VR1 (m)	H eau échelle amont VR1 (m)	Heau réelle / radier vanne VR1 (+7cm) (m)	Ouverture vanne VR1 noyée	Condition déversoir
0	0	0.000	0.450	0.060	0.510	0.580	ok	dénoyé
0.15	10	0.026	0.476	0.060	0.536	0.606	ok	dénoyé
0.2	20	0.041	0.491	0.060	0.551	0.621	ok	dénoyé
0.25	30	0.054	0.504	0.060	0.564	0.634	ok	dénoyé
0.34	40	0.065	0.515	0.060	0.575	0.645	ok	dénoyé
0.42	60	0.086	0.536	0.060	0.596	0.666	ok	dénoyé
0.47	90	0.112	0.562	0.060	0.622	0.692	ok	noyé
0.55	122	0.138	0.588	0.060	0.648	0.718	ok	noyé
0.625	162	0.166	0.616	0.060	0.676	0.746	ok	noyé
0.665	182	0.180	0.630	0.060	0.690	0.760	ok	noyé
0.68	204	0.194	0.644	0.060	0.704	0.774	ok	noyé
0.71	218	0.203	0.653	0.060	0.713	0.783	ok	noyé

La valeur importante pour la simulation est la première ligne qui correspond à un débit de prélèvement nul et où la valeur du débit réservé doit être maintenue dans le Gardon. Les autres lignes permettent de vérifier le fonctionnement du dispositif en conditions réelles de prélèvement pour différents débits, en tenant compte de la lame d'eau au-dessus du seuil amovible calculée par la formule de déversoir de Poleni avec un coefficient de débit de 0,43 :

$$Q_{\text{déversement}} = k.L.h.\sqrt{(2.g.h)}$$

avec :

- k = coefficient de débit (crête mince = 0,43),
- L = largeur du seuil déversant (m),
- h = charge hydraulique sur la crête ou hauteur de lame (m),
- g = accélération de la pesanteur (9.81 m/s²).

En testant plusieurs hauteurs de seuil amovible, on obtient la simulation suivante :

Calcul des ouvertures de vanne en fonction de différentes hauteurs de seuil amovible

Hauteur batardeau / fond du canal (m)	Hauteur d'eau échelle vanne VR1 (m)	Hauteur d'ouverture de la vanne VR1 pour obtenir le débit de restitution nécessaire au maintien du débit réservé (m)				Faisabilité
		Juillet à septembre : 250 l/s	Juin et octobre : 440 l/s	Mai : 660 l/s	Novembre à avril 645 l/s	
0.35	0.48	0.165	0.325	-	-	Non valide : pas assez d'eau sur la vanne
0.40	0.53	0.155	0.295	0.535	0.51	ok
0.45	0.58	0.145	0.275	0.465	0.45	ok
0.50	0.63	0.14	0.26	0.425	0.41	ok
0.55	0.68	0.132	0.245	0.395	0.385	ok
0.60	0.73	0.125	0.235	0.37	0.36	Non valide : déversement au-dessus de la vanne : prélèvement impossible

Nous proposons donc la mise en place d'un seuil amovible de **45 cm** de hauteur associé à une ouverture de vanne (à valider/adapter par les mesures d'étiage 2018) :

- Entre juillet et septembre : **14,5 cm**
- En mai : **46,5 cm**
- En juin et octobre (à adapter en bilan sur le mois) : **27,5 cm**
- Entre novembre et avril : **45 cm**.

III.2.5.3. AMELIORATION DE LA GESTION DE L'EAU

III.2.5.3.1. MAINTIEN DU DEBIT RESERVE

SYSTEME MIS EN PLACE A LA PRISE POUR LE RESPECT DU DEBIT RESERVE

La Bambouseraie gère actuellement son système de prise de manière à rejeter en cours d'eau par l'ouverture de la vanne de restitution (rejetant au pied du seuil du Mas du Pont). Le débit rejeté par la martelière de prise dépend de l'ouverture de la martelière et de la hauteur d'eau. Ainsi pour une ouverture de vanne donnée, il faut s'assurer d'une hauteur d'eau minimale pour respecter le débit réservé, ou pour une hauteur d'eau donnée, il faut s'assurer d'une ouverture minimale de la vanne (cf. figures ci-dessous). A ce jour il n'existe pas de système de seuil maintenant la ligne d'eau au droit de la vanne.

VALEUR DE DEBIT A RESTITUER

La solution la plus fiable pour garantir le maintien du débit réservé est la mise en place d'un seuil amovible en amont du venturi permettant en toutes conditions hydrologiques le maintien d'une ligne d'eau minimale en amont de la vanne, ce qui permet de conserver un débit de restitution minimal.

Le maintien du débit réservé du Gardon à l'aval de la prise d'eau implique donc un débit à restituer en aval du seuil de :

- 280 l/s pour les mois de juillet à septembre ;
- 470 l/s pour les mois de juin et octobre ;
- 720 l/s pour le mois de mai ;
- 705 l/s pour les mois de novembre à avril.

Or, pour calculer le débit à restituer par la vanne VR1, il faut retrancher à ces valeurs les infiltrations sous le seuil par l'intermédiaire des barbacanes et des fuites à travers l'ouvrage.

Nous avons quantifié ces infiltrations à 58 l/s en étiage moyen le 27 novembre 2017. Il se peut qu'en étiage plus prononcé (par exemple, un débit du Gardon inférieur à 280 l/s), ces fuites soient légèrement inférieures à la faveur d'une charge hydraulique légèrement moindre. *La Bambouseraie fera procéder à une seconde mesure au mois d'août 2018 dans des conditions d'étiage plus prononcées afin de préciser ce point.*

La grande majorité des fuites se situe sur la moitié inférieure du seuil. Si l'on considère chaque fuite comme un orifice, le débit de fuite variera en fonction de la racine carrée de la charge au-dessus de la fuite considérée.

Nous avons pu observer qu'en étiage sévère, la ligne d'eau en amont du seuil n'est pas abaissée de plus de 10 cm par rapport au radier du seuil. A l'avenir, celle-ci sera d'autant moins variable puisqu'un seuil amovible en travers du béal permettra de la maintenir. On en déduit qu'en étiage prononcé, la totalité des barbacanes et la grande majorité des fissures débitantes se trouvera toujours en charge et avec une très faible baisse de cette charge par rapport aux mesures du 27 novembre 2017.

Par précaution, dans l'attente de cette seconde mesure d'étiage 2018, on tient compte des valeurs sécuritaires d'infiltrations sous le seuil suivantes :

- *Au minimum 30 l/s en période d'étiage ;*
- *60 l/s hors période d'étiage.*

Ce calcul reste sécuritaire pour le maintien du débit réservé dans les deux cas. A l'issue de l'enquête publique, nous proposerons une adaptation éventuelle de la valeur en période d'étiage si les mesures de l'étiage 2018 en montrent la pertinence.

Le maintien du débit réservé du Gardon à l'aval de la prise d'eau implique donc un débit à restituer par la vanne de :

- $280 - 30 = 250$ l/s pour les mois de juillet à septembre ;
- $470 - 30 = 440$ l/s pour les mois de juin et octobre ;
- $720 - 60 = 660$ l/s pour le mois de mai ;
- $705 - 60 = 645$ l/s pour les mois de novembre à avril.

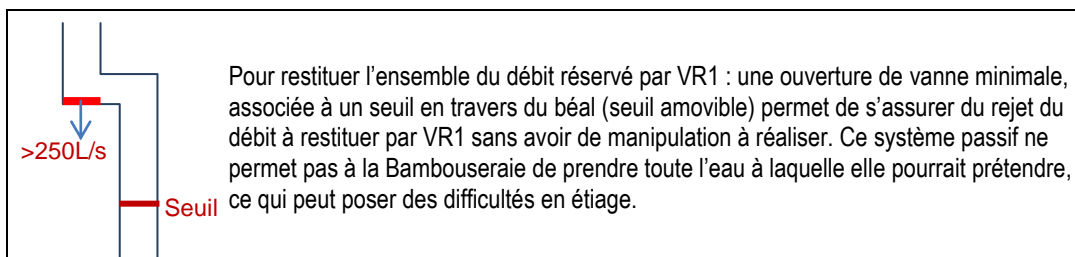
Ce calcul reste sécuritaire pour le maintien du débit réservé.

MODALITES DE GESTION DU SYSTEME DE PRISE

A l'étéage

La solution technique la meilleure est l'installation d'un seuil en travers du béal en aval de la vanne (seuil amovible) permettant de fixer une hauteur d'eau minimale. Ce système permettra de déconnecter hydrauliquement la zone de prise du béal et de maintenir en permanence la hauteur d'eau nécessaire pour garantir la restitution de 250 l/s par la vanne VR1.

Principes de la solution du seuil amovible



La hauteur du seuil amovible proposé à l'issue de notre étude de dimensionnement (cf. chapitre III.2.6.2) est de **45 cm**, associé à une ouverture de vanne en étiage de **14,5 cm** (et hors étiage de 40,5 cm dans le cas où le seuil amovible est conservé hors étiage, ce qui n'est pas forcément nécessaire au vu de l'hydrologie et la ligne d'eau du Gardon dans ces périodes). Ce dispositif sera effectif à tout moment en fonctionnement normal de la prise d'eau.

En cas de dégradation du dispositif indépendant de la volonté du pétitionnaire (barrages mis en place par les baigneurs à l'entrée du béal ayant pour effet de diminuer le débit d'entrée, destructions d'organes hydrauliques par les crues du Gardon...), toutes les mesures de rétablissement de ce dispositif en son pouvoir seront mises en œuvre par le pétitionnaire afin de rétablir le plus vite possible ce fonctionnement normal. En attendant, une manipulation manuelle de la vanne VR1 permettra maintenir tout de même le débit réservé réglementaire. L'ouverture de la vanne nécessaire pour restituer le débit de 250 l/s en fonction de la hauteur d'eau dans le béal à l'échelle VR1 est donnée à l'aide de l'abaque joint en annexe 8, pièce VI. La manipulation manuelle peut nécessiter plusieurs ajustements pour atteindre l'équilibre. En effet, chaque manipulation de la vanne induit une variation du niveau d'eau dans le béal.

Récapitulatif des débits réservés et ouvertures de vanne proposées (dans l'attente d'une validation par les mesures prévues en étiage 2018)

	Débit biologique DO (l/s)	Débit objectif d'étiage DOE (et débit de gestion DG) (l/s)	Débit réservé proposé (l/s)	Débit de fuite sous le seuil - valeur sécuritaire en étiage (l/s)	Débit à restituer par la vanne VR1 (l/s)	Hauteur minimale d'ouverture vanne VR1 (cm)
Janvier	-	-	705	60	645	45
Février	-	-	705	60	645	45
Mars	-	-	705	60	645	45
Avril	-	-	705	60	645	45
Mai	720	≥0.72	720	60	660	46.5
Juin	450	≥0.45	470	30	440	27.5
Juillet	280	≥0.28	280	30	250	14.5
Août	280	≥0.28	280	30	250	14.5
Septembre	280	≥0.28	280	30	250	14.5
Octobre	470	≥0.47	470	30	440	27.5
Novembre	-	-	705	60	645	45
Décembre	-	-	705	60	645	45
Moyenne annuelle			561			

Schéma hydraulique de l'aménagement proposé pour le maintien du débit réservé

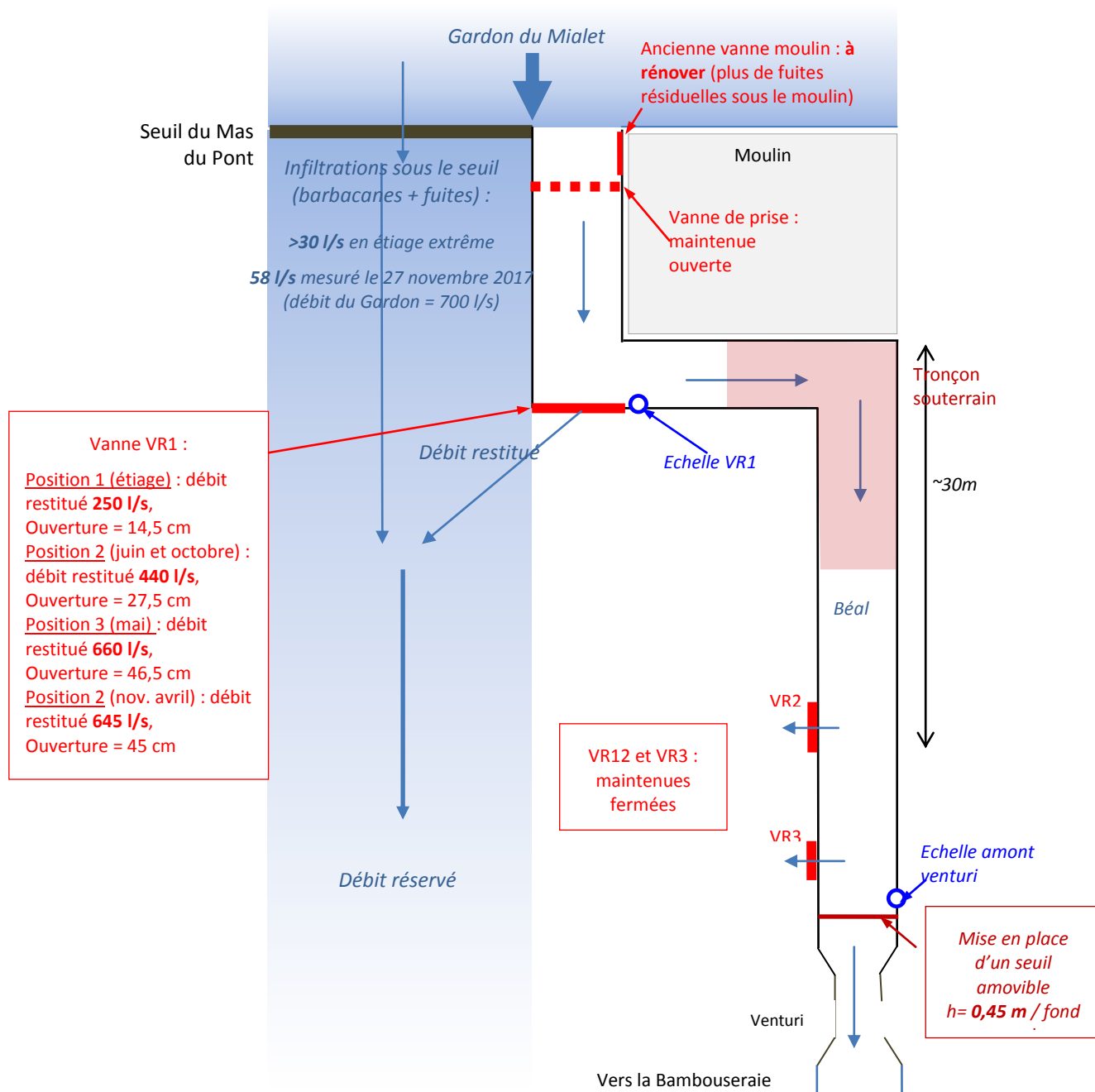
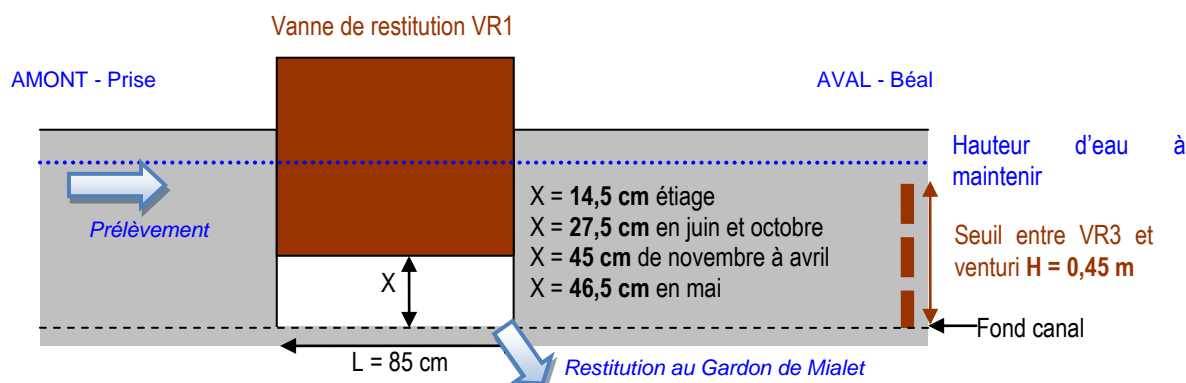


Schéma de fonctionnement du système de prise proposé (vue en coupe)



Cette solution est privilégiée dans la mesure où elle permet une gestion plus aisée et un fonctionnement plus régulier. Le seuil amovible sera formé à l'aide d'une planche insérée dans un rail métallique et dont la hauteur exacte sera de 45 cm par rapport au fond du canal.

Hors étiage

Entre octobre et mai (ou plus tôt si la crue intervient plus tôt), la Bambouseraie continue d'optimiser son prélèvement pour prélever au plus près de ses besoins. Dès que le débit augmente, il ne passe plus en intégralité par la vanne de restitution : il surverse par-dessus le seuil et la seule manière de le mesurer est alors de se référer à la station hydrométrique du Gardon. La Bambouseraie ouvre alors la plupart du temps la vanne de restitution au maximum afin de minimiser son prélèvement.

Hors période d'étiage, il est possible de maintenir le seuil amovible ou de l'ôter selon les facilités de gestion. Son maintien n'est pas forcément nécessaire au vu de l'hydrologie et la ligne d'eau du Gardon dans ces périodes.

Hors période de forte tension, la Bambouseraie respecte déjà ce débit réservé. En période de forte tension, elle a besoin d'une ressource complémentaire pour pouvoir continuer à respecter le débit réservé sans mettre en péril son activité.

III.2.6. OPTIMISATION DE LA GESTION HYDRAULIQUE DU RESEAU

Une optimisation de la gestion hydraulique du réseau a été recherchée depuis 2010 par le gestionnaire, avec la mise en place des mesures suivantes :

- ▶ La restitution d'eau dans le Gardon d'Anduze (tracé de l'ancien béal) a été fermée par une vanne en étiage afin de conserver le débit jusqu'en fin de réseau, et par conséquent de moins prélever en amont. Ainsi, le tracé de l'Ancien béal est parcouru par une quantité d'eau minime en étiage, correspondant aux fuites de la vanne ;
- ▶ La **Bambouseraie réalise désormais une régulation active de ses prélèvements dès la prise**, dans le but d'éviter tout rejet le long du béal, et de ne prélever que son strict besoin. Ainsi, depuis 2010, d'importants progrès ont été réalisés dans la réduction des prélèvements bruts ;
- ▶ Les services techniques surveillent les débits prélevés à l'aide du venturi installé pour les travaux, ainsi que les débits en des points clef (au niveau des échelles limnimétriques) et en font un relevé hebdomadaire, en s'efforçant d'adapter le prélèvement à leur besoin. Les débits prélevés par le béal ont globalement diminué depuis le début des démarches ;

- Des compteurs ont également été installés sur les pompes d'irrigation.

Depuis 2012, la Bambouseraie rénove et entretient le système d'irrigation, avec pour objectif « zéro fuite ». Les montants de travaux annuels sont :

Coûts annuels des travaux de rénovation du système d'irrigation depuis 2012

Année	2012	2013	2014	2015	2016
€ HT	7 900	4 500	6 400	5 100	4 800

A titre d'exemple, lors de travaux de rénovation des « jardins des bassins d'Eugène », le réseau d'irrigation de cette zone a été totalement rénové et remplacé par des systèmes de meilleure qualité.

Les principales actions dans le parc sont : l'ajout de pluviomètres, programmeurs, micro aspersion type goutte à goutte, changement d'asperseur, pose de « clapet vanne ». L'entretien, le remplacement ou l'amélioration du système d'irrigation est devenu une priorité.

III.2.7. ECONOMIES D'EAU

La Bambouseraie a également mené en parallèle des actions d'économie d'eau, et en particulier :

- **Réduction des zones irriguées :**

- Les zones végétalisées dont l'arrosage n'était pas nécessaire ne sont plus arrosées en été : notamment, les pelouses ne sont plus arrosées depuis plusieurs années ;
- La pépinière a déplacé la production des plantes les plus consommatrices en eau sur la commune de Nîmes, où l'approvisionnement est réalisé avec l'eau du Rhône.

- **Pratiques économes en eau :**

- Pour les plantes en pot de la pépinière, des équipements économes d'irrigation ont été installés : goutte à goutte, micro-jets, etc.
- Des pluviomètres ont été achetés pour piloter plus finement l'irrigation ;
- Des paillages sont réalisés avec des broyats de végétaux pour limiter les consommations d'eau ;
- En situation de restriction, certains chemins d'accès sont fermés pour limiter le stress hydrique de certains arbres remarquables, en évitant d'éviter le piétinement (tassement du sol) et l'évaporation dans ces zones sensibles.
- Les espèces et essences plus résistantes aux sécheresses sont favorisées dans les nouvelles plantations ;
- L'arrosage des jeunes arbres est réalisé en créant « une situation d'orage » : espacement des arrosages afin que les végétaux développent leurs racines en profondeur et soient moins sensibles au stress hydrique (au lieu d'arrosages réguliers limités qui favorisent un réseau racinaire plus superficiel) ;
- Mise en place d'une pompe de recirculation, permettant d'augmenter le débit s'écoulant dans le réseau hydraulique sans augmenter le prélèvement ;
- Suppression de la « cascade » afin d'orienter l'intégralité du débit dans la vallée du Dragon.

- **Sensibilisation et formation :**

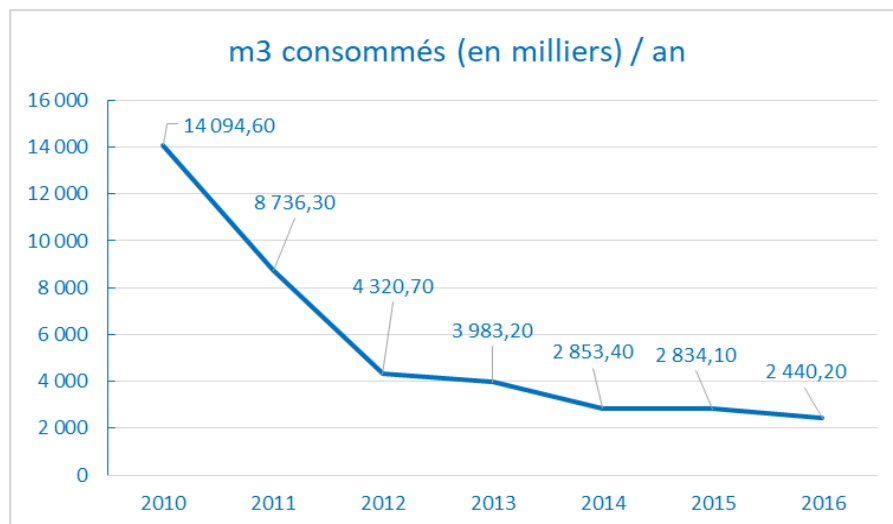
- Formation des salariés sur les économies en eau et la modification de la gestion du réseau d'eau, et réunion bimensuelle sur le sujet ;

- Des consignes ont été données au personnel pour limiter les arrosages ;
- Sensibilisation du public.

III.2.8. DIMINUTION DU PRELEVEMENT DANS LE GARDON DE MIALET

Grâce à la mise en place des échelles limnimétriques, et à leur tarage, puis à la mise en place du venturi, le prélèvement brut (à l'aval de la vanne de restitution) a pu être mesuré de façon hebdomadaire pour les années 2011 à 2016 (Cf. figure ci-dessous).

Evolution des caractéristiques des prélèvements annuels déclarés (béal) entre 2010 et 2016



L'année 2017 a fait l'objet d'un prélèvement complémentaire par le forage Fe2 Nord dans le cadre du pompage d'essai de 4 mois, rendant difficile la comparaison avec les autres années. La répartition des débits prélevés en 2017 entre le béal, le forage et les débits rejetés à l'Amous sont détaillés mensuellement en annexe 9.

On s'en tient à 2016 comme année la plus récente pour l'évolution des besoins en prélèvement de la Bambouseraie.

Prélèvements bruts et nets dans le Gardon en avril – octobre 2011 avant travaux d'étanchéification

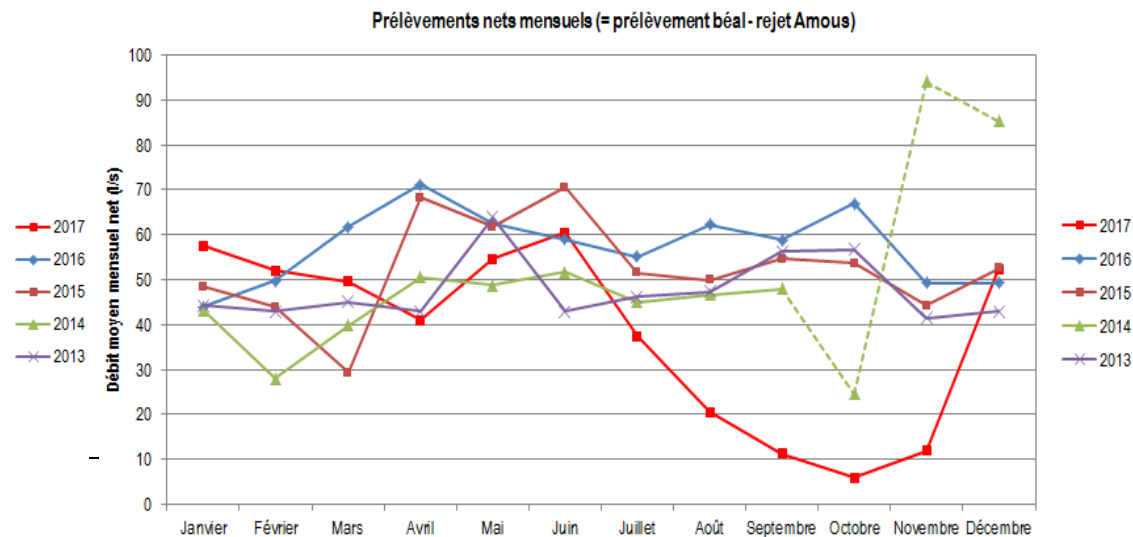
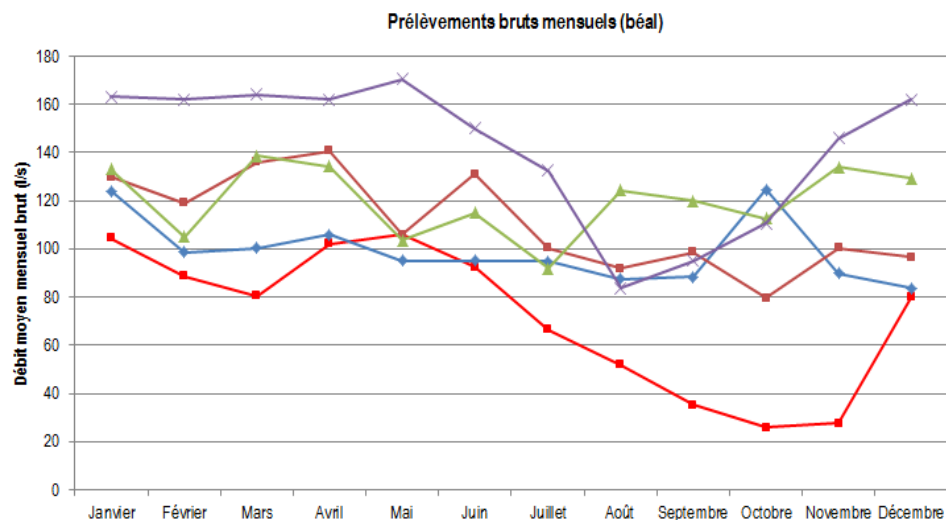
	2011		
	Prélèvement brut béal (l/s)	Rejet Amous (l/s)	Prélèvement net (l/s)
Avril	373	63	310
Mai	544	175	369
Juin	416	152	264
Juillet	250	107	143
Août	-	-	-
Septembre	252	94	158
Octobre	121	17	104
Moyenne annuelle	326	101	225
Moyenne étiage (juillet à septembre, hors crues)	251	101	151

Evolution des prélèvements bruts et nets dans le Gardon après travaux d'étanchéification (2013 à 2016)

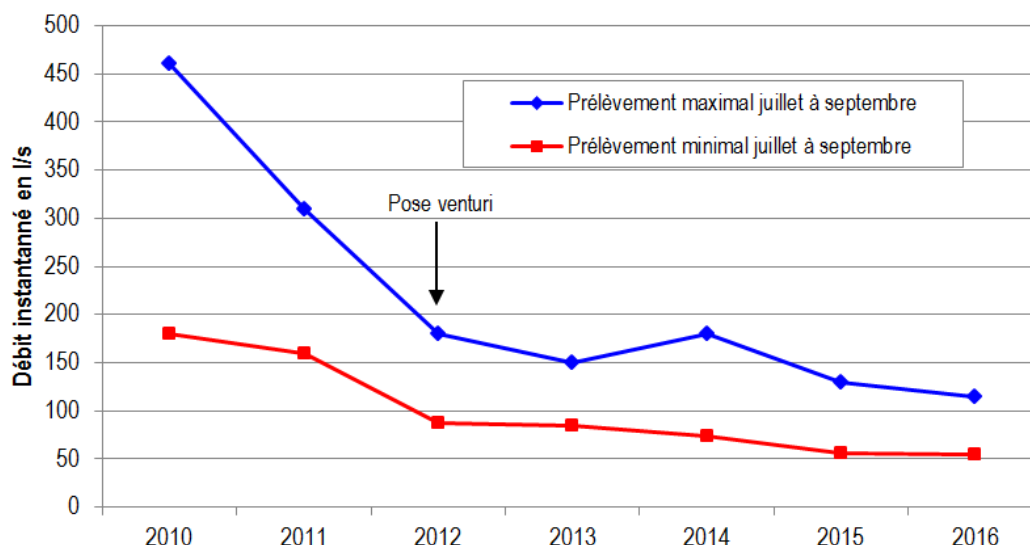
	2017			2016			2015			2014			2013		
	Prélèvement brut béal (l/s)	Rejet Amous (l/s)	Prélèvement net (l/s)	Prélèvement brut béal (l/s)	Rejet Amous (l/s)	Prélèvement net (l/s)	Prélèvement brut béal (l/s)	Rejet Amous (l/s)	Prélèvement net (l/s)	Prélèvement brut béal (l/s)	Rejet Amous (l/s)	Prélèvement net (l/s)	Prélèvement brut béal (l/s)	Rejet Amous (l/s)	Prélèvement net (l/s)
Janvier	104.5	47	57.5	124	80	44	130	82	49	133	90	43	163	119	44
Février	88.7	36.7	52	99	49	50	119	75	44	105	77	28	162	119	43
Mars	80.4	30.8	49.6	100	39	62	136	107	29	139	99	40	164	119	45
Avril	102	61	41	106	35	71	141	73	68	134	84	51	162	119	43
Mai	106	51.3	54.7	95	33	63	106	44	62	104	55	49	170	107	64
Juin	92.4	32	60.4	95	36	59	131	61	71	115	63	52	150	107	43
Juillet	66.5	29	37.5	95	40	55	100	49	52	92	47	45	133	86	46
Août	52	31.4	20.6	88	25	62	92	42	50	124	78	47	84	36	47
Septembre	35.3	24	11.3	89	30	59	99	44	55	120	72	48	95	39	56
Octobre	26	20	6	125	58	67	80	26	54	113	88	25	111	54	57
Novembre	27.5	15.5	12	90	41	49	101	56	44	134	40	94	146	105	42
Décembre	80	27.7	52.3	84	34	49	97	44	53	129	44	85	162	119	43
Moyenne annuelle	72	34	38	99	42	58	111	58	52	120	70	50	142	94	48
Moyenne juil- sept (*)	51	28	23	91	32	59	96	45	51	112	66	47	104	54	50

: Influencé par une crue
 : Curage du canal
 : Pompage d'essai sur Fe2 Nord (ressource complémentaire)

En italique : représentativité mensuelle douteuse
 (*) : hors crues



Evolution des caractéristiques des prélèvements à l'étiage (juillet à septembre) par le béal entre 2010 et 2016 sur la base du relevé hebdomadaire des débits instantanés



Ces graphiques montrent que depuis 2010, les prélèvements ont été divisés par un facteur de 2 à 5 selon les périodes.

Ces graphiques montrent que tous ces indicateurs ont nettement diminué depuis 2010. Avant la réalisation des travaux pour réduire les pertes en 2012 et l'optimisation de la gestion hydraulique, les prélèvements bruts (à la prise) de la Bambouseraie et de la pépinière ont varié entre 160 et 310 l/s à l'étiage entre juillet et septembre. En 2013, les prélèvements minimum et maximum de la Bambouseraie à l'étiage étaient de 80 et 150 l/s. **En quatre ans, les volumes prélevés en moyenne entre juillet et septembre ont été divisés par 3**, passant de 27 900 m³/j en 2010 à 9 700 m³/j en 2013.

Les années 2014 à 2016 ont confirmé cette nette tendance à l'amélioration.

Les graphiques montrent clairement que les débits prélevés diminuent d'année en année grâce aux efforts de gestion mis en place par la Bambouseraie.

Il convient tout de même de souligner que l'évolution des prélèvements est bien sûr conditionnée par :

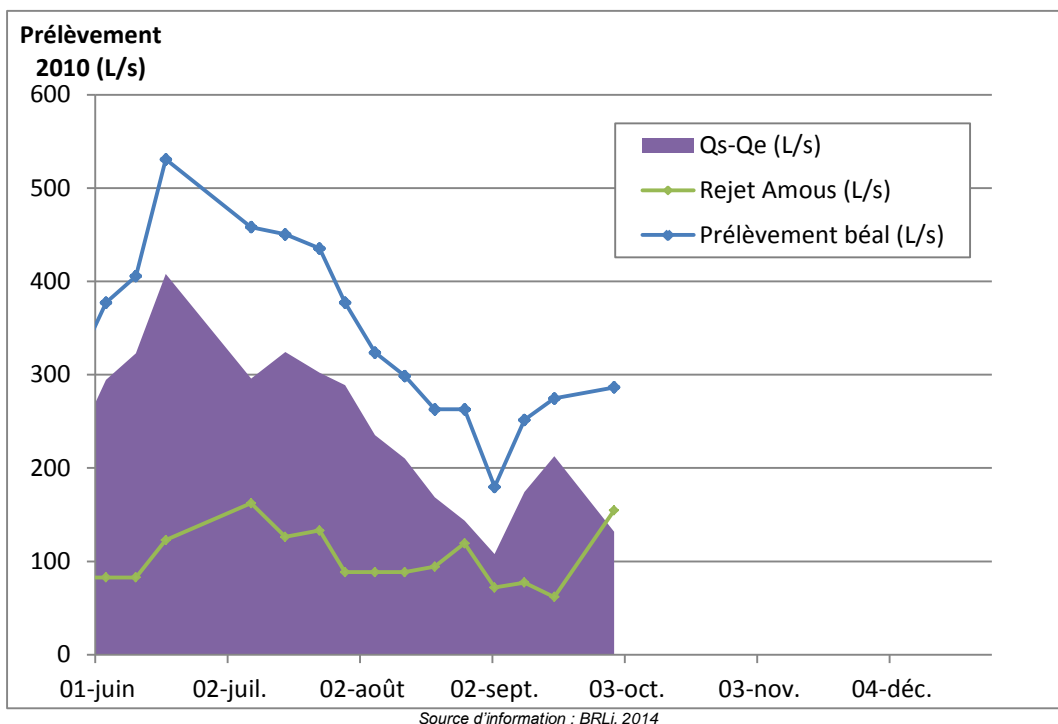
- ▶ les débits dans le Gardon : pendant les crues, il est difficile de maîtriser les débits entrants, qui sont très variables, malgré une ouverture maximale de la vanne de restitution ;
- ▶ les conditions climatiques : lors d'années très chaudes et très sèches, les besoins sont plus importants.

Par ailleurs, l'optimisation des prélèvements tend aujourd'hui vers une valeur limite en deçà de laquelle il sera impossible techniquement et financièrement de descendre.

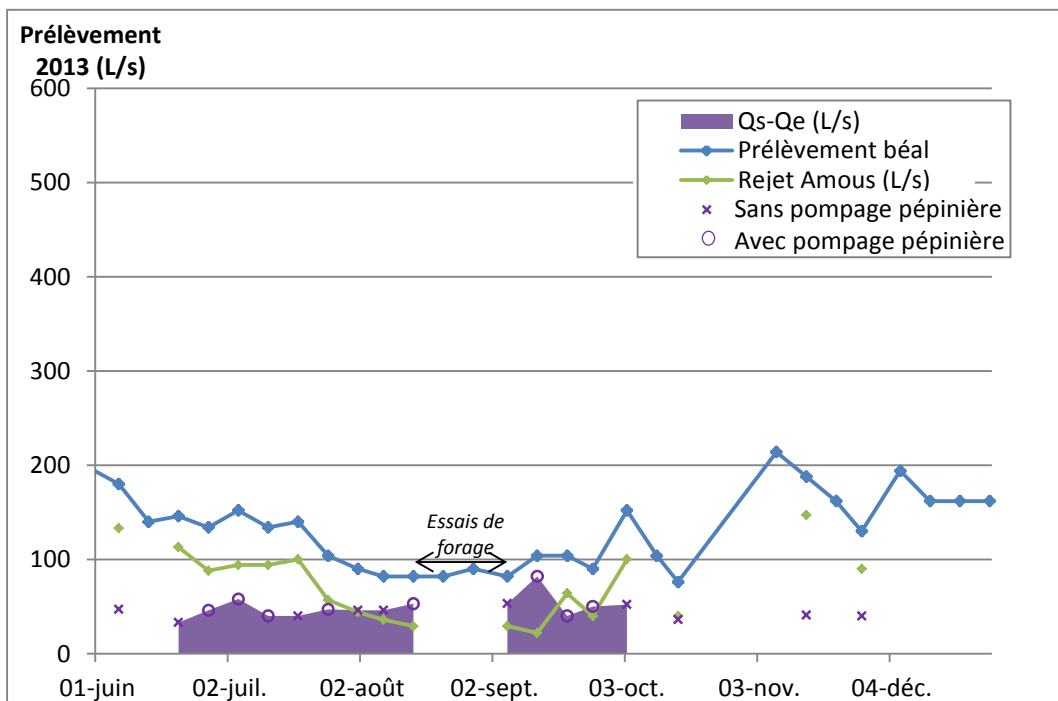
III.2.9. OPTIMISATION DE LA GESTION HYDRAULIQUE

Les graphiques suivants représentent le prélèvement par le béal, les débits rejetés dans l'Amous, et les différences des débits entrants et des débits sortants en 2010 et en 2013 (les deux années où l'ensemble a été mesuré et où les plus importants progrès d'économies d'eau ont été constatés).

Evolution des débits rejetés dans l'Amous et de la différence entre les débits entrants et les débits sortants de la Bambouseraie en 2010



Evolution des débits rejetés dans l'Amous et de la différence entre les débits entrants et les débits sortants de la Bambouseraie en 2013



Ces graphiques soulignent également les importants progrès réalisés dans l'optimisation de la gestion hydraulique de la Bambouseraie :

- ▶ En 2010, les rejets à l'Amous sont importants (plus de 90 l/s). La différence entre les débits prélevés et le rejet à l'Amous a atteint 400 l/s, en raison de l'utilisation du tracé de l'ancien béal pour le rejet des eaux. Ce graphique montre un flux d'eau non optimisé.
- ▶ La progression entre 2010 et 2013 est spectaculaire. En 2013, la gestion est totalement optimisée. La différence entre les débits entrants et les débits sortants (48 l/s) se trouve en-dessous de celle qui avait été estimée théoriquement (en sommant les besoins en consommation, soit environ 50 à 80 l/s en fonction des pertes estimées et des consommations instantanées : voir paragraphe suivant). Depuis 2013, le prélèvement net est globalement stable de 48 à 58 l/s en moyenne, valeur dépendant principalement des conditions hydrologiques.

Il est à noter par ailleurs que la consommation stricte d'eau est bien inférieure à ce débit (voir paragraphe ci-dessous). Le débit en colature est rejeté à l'Amous et rejoint donc bien le milieu naturel.

III.2.10. EVALUATION DES BESOINS EN EAU DE L'ACTIVITE

Afin de mieux gérer ses prélèvements et de réaliser un règlement d'eau compatible avec la gestion de la ressource, les besoins en eau de la Bambouseraie et de la pépinière ont été évalués dans le cadre de ce dossier.

SUIVI DES PERTES SUR L'ADDUCTION

Avant la réalisation des travaux d'étanchéification du Béal, les pertes d'eau entre la prise et l'entrée dans la propriété (campagne de mesures de débit réalisées à l'étiage 2011 par BRLi) s'élevaient entre 50 à 110 l/s selon les débits prélevés (35 à 70 l/s entre la vanne de restitution VR1 et la propriété).

Après les travaux réalisés entre mai et août 2012, les pertes ont été réduites : les mesures réalisées dans le béal ont montré des **pertes variant entre 12 et 27 l/s** entre la vanne de restitution VR1 et la propriété selon le débit prélevé (3 mesures réalisées par BRL en 2012 pour des prélèvements variant de 151 à 196 l/s), alors que les pertes mesurées avant travaux étaient de 33 à 70 l/s (4 mesures pour des débits prélevés de 96 à 188 l/s).

Lors de notre campagne de mesure du 27 novembre 2017 a montré une perte de 11 l/s pour un débit prélevé de 44 l/s.

Dans la suite du dossier nous avons considéré des pertes moyennes de 20 l/s dans l'adduction.

DIFFICULTE D'ESTIMER LE BESOIN EN EAU

Les besoins en eau de la Bambouseraie sont difficiles à estimer, car multiples et spécifiques :

- ▶ Il faut distinguer le **prélèvement au niveau de la prise** (prélèvement brut), des **besoins en entrée de propriété**, une fois que les pertes ont eu lieu dans les 1,2 km d'adduction ;
- ▶ Il est difficile de trouver des informations sur les besoins en irrigation des plantes ornementales ;
- ▶ Il a été observé par la Bambouseraie que les infiltrations dans le béal au niveau du Parc approvisionnent en eau les grands arbres. L'approvisionnement du béal par pompage à débit limité avait généré un stress hydrique important pour des arbres emblématiques. Ces transferts d'eau sont difficilement estimables.
- ▶ Il existe également un besoin de circulation d'eau dans les bassins (apporté partiellement par la pompe de recirculation), et également un besoin de renouvellement afin de limiter la température et l'eutrophisation, et d'assurer une oxygénation.

De plus, le stress hydrique d'un patrimoine végétal ne se manifeste pas nécessairement par un assèchement de l'arbre, il peut se traduire par un affaiblissement de l'arbre dont l'effet ne pourrait apparaître que plusieurs mois ou années plus tard.

Une première tentative d'estimation du besoin en eau avait été réalisée par BRLi en 2010 :

- ▶ 130 l/s à la prise avant travaux et optimisation (ce qui correspond à environ 70 l/s à l'entrée dans la propriété)
- ▶ 90 l/s à la prise en optimisant la gestion du patrimoine, mais sans travaux (soit environ 40 l/s à l'entrée de la propriété) ;
- ▶ Après travaux de réduction des pertes et de construction de bassins tampons, le besoin vital estimé était de 35 l/s à la prise et 30 l/s en entrée de propriété.

Mais les observations réalisées pendant les travaux d'étanchéification ont montré que le besoin vital (considéré pour la pompe d'alimentation) était sous-estimé.

OBSERVATIONS REALISEES PENDANT LES TRAVAUX D'ETANCHEIFICATION

Pendant la réalisation des travaux précédemment cités, un pompage de substitution à la dérivation du Gardon a été opéré afin de continuer à alimenter le domaine. Le volume moyen prélevé était d'environ 2750 m³/jour : un débit de 61 l/s ou 220 m³/h était prélevé durant 12h30 jour (soit l'équivalent d'un débit fictif continu d'environ 30 l/s pendant 24h).

Un suivi de l'impact de cet apport sur la Bambouseraie a été réalisé⁴. Plusieurs effets ont été observés montrant que cet apport a été insuffisant, malgré l'utilisation d'une pompe de recirculation remontant l'eau depuis le bassin de fin de réseau (entre la vallée du Dragon et l'Amous) vers l'amont du réseau de bassins (Petit Moulin) :

- ▶ Forte baisse des niveaux d'eau dans les bassins et certains canaux ;
- ▶ Prolifération d'algues filamenteuses dans les canaux entraînant la mort de nombreux poissons ;
- ▶ Apparition d'une turbidité importante de l'eau sur certains sites ;
- ▶ Stress hydrique observé dans le feuillage de certains grands arbres emblématiques.

Il est donc apparu nécessaire de revoir ces estimations de besoin en eau de manière empirique.

UN BESOIN DEFINI APRES CONCERTATION

Suite aux différentes études et échanges entretenus entre les gestionnaires de la Bambouseraie de Prafrance et de la pépinière, la Police de l'eau et des Milieux Aquatiques (DDTM30), la Sous-Préfecture du Gard, le SMAGE des Gardons, la Chambre d'Agriculture du Gard et le cabinet d'étude en charge de la réalisation du présent dossier, **les besoins en eau ont été définis en entrée de propriété. Pour avoir le prélèvement correspondant à réaliser en entrée de propriété, il faut rajouter 20 l/s de pertes dans l'adduction. Ces besoins validés sont les suivants :**

⁴ Pompage au fil de l'eau dans le Gardon d'Anduze à l'aval du confluent des Gardons du Mialet et de Saint-Jean : Observations de l'impact sur la bambouseraie d'un apport d'eau à hauteur de 61 l/s (0,061 m³/s) 12h par jour, soit 30 L/s en débit fictif continu sur 24h - La bambouseraie, août 2012

Besoins en eau validés

Besoin	En entrée de propriété	Prélèvement à la prise
Besoin normal	90 l/s 320 m³/h – 7800 m³/j	110 l/s 400 m³/h – 9500 m³/j
Besoin optimisé	70 l/s (soit 22% de réduction) 250 m³/h – 6000 m³/j	90 l/s 320 m³/h – 7800 m³/j
Seuil estimé vital	60 l/s (soit 33% de réduction) 220 m³/h – 5200 m³/j	80 l/s 290 m³/h – 7000 m³/j

Les niveaux correspondants de prélèvement sont précisés dans la proposition de règlement d'eau de la Bambouseraie (Cf. parties suivantes).

Il est également à noter que la Bambouseraie doit respecter à tout instant le débit réservé. Elle installera pour cela un système couplant la vanne de restitution amont (avec une ouverture donnée) avec un système de seuil amovible (maintenant un niveau d'eau qui assure que le débit réservé est restitué par la vanne). Si le débit parvenant au seuil du Mas du Pont est inférieur au débit réservé augmenté du besoin en prélèvement à la prise, un débit insuffisant sera prélevé et la Bambouseraie devra recourir à un complément par la ressource alternative.

III.3. RECHERCHE D'UNE RESSOURCE COMPLEMENTAIRE

Le souhait des propriétaires est de maintenir, dans la mesure du possible, hors situation d'étiage sévère, l'utilisation du béal de la Bambouseraie comme système d'adduction, afin de faire vivre ce patrimoine végétal historique et économique.

Néanmoins, en situation d'étiage sévère (lorsque le débit du Gardon de Mialet passe en-dessous du 1/20° du module, et/ou lorsqu'un arrêté sécheresse de restriction est pris, en relation avec les seuils de vigilance et d'action du Gardon), une ressource complémentaire au prélèvement dans le cours d'eau est nécessaire pour sécuriser l'alimentation en eau du domaine.

Les contraintes auxquelles sont soumises les différentes ressources sont récapitulées dans le tableau suivant.

Contraintes réglementaires auxquelles sont soumises les différents prélèvements dans les différents types de ressources en étiage

Le prélèvement doit-il respecter... ?	Maintien du débit réservé	Arrêté sécheresse (eaux superficielles)	Volumes prélevables
Prélèvement par un ouvrage permanent en cours d'eau	oui	oui	oui
Prélèvement par une pompe mobile	non	oui	oui
Prélèvement par pompage en nappe alluviale	non	oui	oui
Prélèvement par pompage en eau profonde (Hettangien, Trias)	non	non	non

Source d'information : BRLi, réunion en sous-préfecture, octobre 2013.

Ainsi, la recherche d'une ressource souterraine alternative dans les aquifères profonds a été réalisée, car, n'appartenant pas réglementairement à une nappe d'accompagnement du Gardon, et se trouvant totalement (Fe2 Nord) ou majoritairement (Fe2 Sud) déconnectée des eaux superficielles, elle permet de s'affranchir des restrictions de prélèvement en été.

Plusieurs essais ont été menés sur la propriété et deux forages dans des aquifères différents, triasique et hettangien, ont été retenus. Ces études ont été menées par Berga Sud en 2012 et 2013 et les éléments de ces études sont repris dans l'étude d'incidence (pièce IV, partie I).

La description des aquifères est indiquée dans l'étude d'incidence (pièce IV, partie I). Les essais ont permis de retenir 2 forages, le forage Sud Fe1 (réalisé en 2012) et le forage Nord Fe2 (réalisé en 2013).

Caractéristiques des forages retenus

Forage	Géologie	Profondeur d'exploitation (de la pompe)	Débit moyen testé	Débit d'exploitation maximal proposé sur 20 heures
Forage Nord Fe2	Hettangien	70 m	140 m ³ /h (39 l/s)	150 m ³ /h (42 l/s)
Forage Sud Fe1	Trias	20 m	190 m ³ /h (53 l/s)	200 m ³ /h (56 l/s)

Localisation du forage Nord Fe2



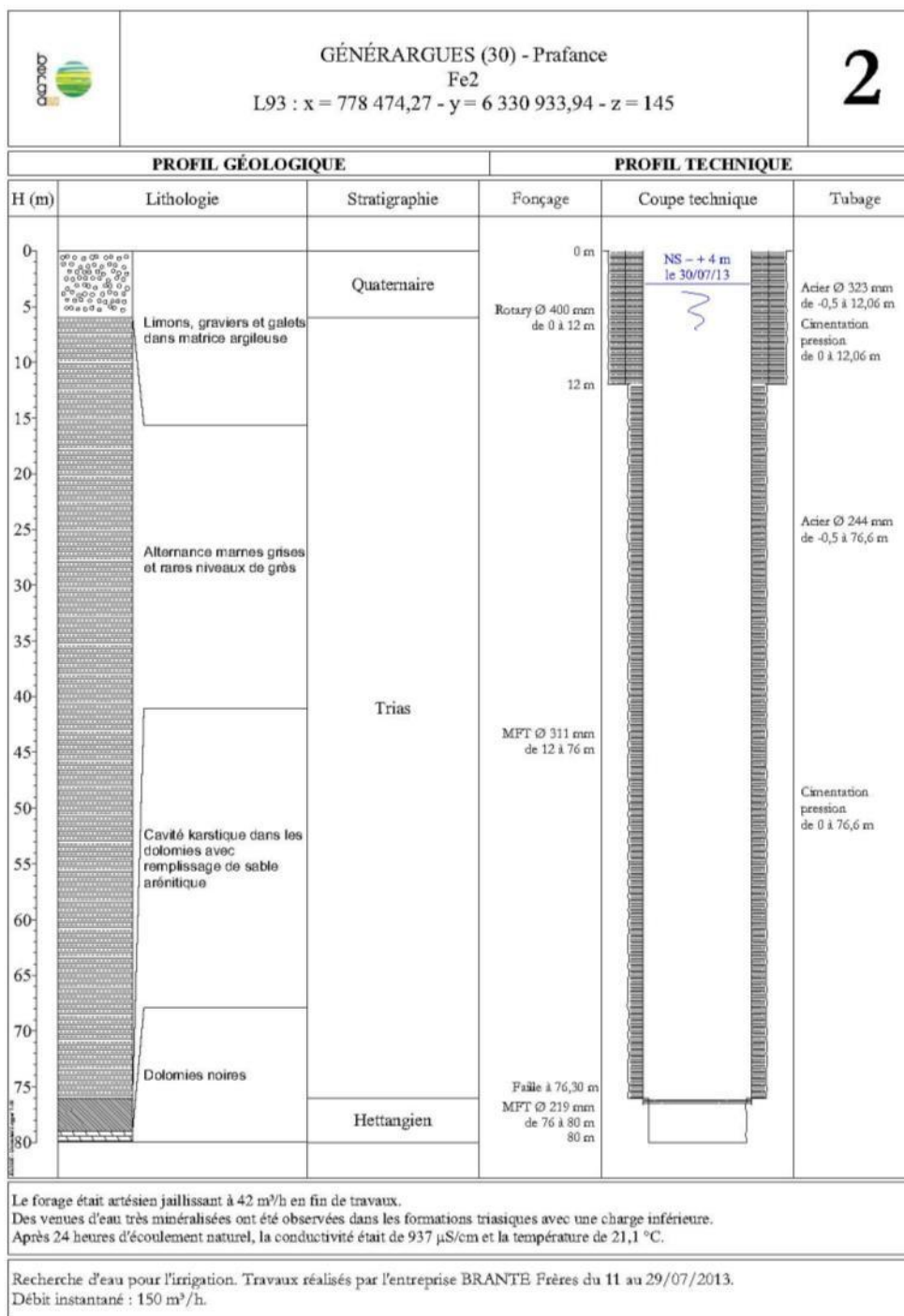
Localisation du forage Sud Fe1



Source d'information : BRLi, 2013

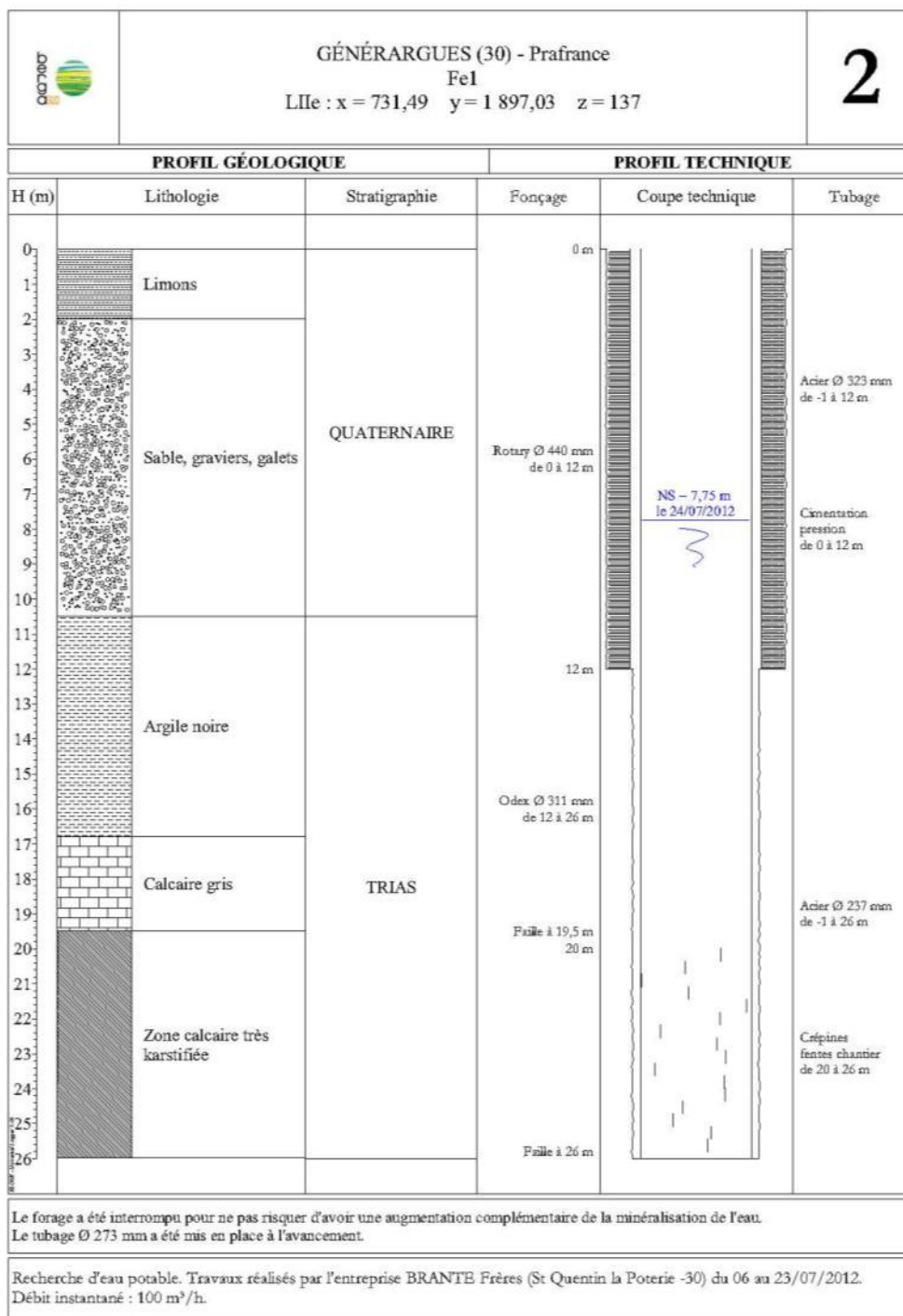
Les forages objets de ce rapport ont déjà fait l'objet d'une régularisation au titre de la rubrique 1.1.1.0 (n° 30-2017-00171).

Profils géologiques et techniques des forages Fe1 (Sud) et Fe 2 (Nord)



MFT: Marteau fond de trou

BERGA Sud - Générargues - 30/129 K 13 079



MFT: Marteau fond de trou

BERGA Sud - 30/129 H 12 081

Source d'information : Bergasud, 2012

On évalue les besoins maximum futurs des deux forages afin que la Bambouseraie puisse subvenir à ses besoins pour des années exceptionnelles sur la base de 152 jours de pompage (5 mois consécutifs ou non) à répartir sur les deux forages Fe1 Sud et Fe2 Nord. Cette valeur tient compte du retour d'expérience de l'année 2017 qui a été le siège d'un étiage exceptionnellement long et compte-tenu de la tendance climatique d'augmentation des étiages.

En dehors des périodes du dispositif sécheresse, afin de maintenir le dispositif fonctionnel et de contribuer à la résorption du déficit quantitatif du Gardon entre les mois de juillet et septembre, la Bambouseraie activera durant cette période d'étiage un pompage minimal une fois par semaine pendant 8 h à un débit minimum de 150 m³/h. Sur une semaine, ce pompage représente un débit moyen de 6,5 m³/h (1,8 l/s). Pour ce faire, lorsqu'il sera raccordé, ce complément sera apporté préférentiellement le forage Fe1 Sud, mieux réalimenté que Fe2 Nord. La bambouseraie participera à la résorption du déficit quantitatif du Gardon entre les mois de juillet et septembre inclus, hors périodes de restrictions sur les débits.

Par ailleurs, le reste de l'année, hors période d'étiage, le protocole de maintenance des forages sera ramené à 8 h par mois.

Besoins en eau des forages objet de la demande

	Débit d'équipement (m ³ /h)	Périodes d'étiage avec restrictions d'usage du béal		
		Nombre d'heures maximales de pompage / jour	Nombre maximal de jours de pompage	Volumes annuels maximum m ³ /an - (Fe1 Sud)
Fe1 Sud	200	24	152	730 000
Fe2 Nord	150			

	Débit d'équipement (m ³ /h)	Fonctionnement maximum hors étiage (de préférence après reconstitution des réserves des nappes)		
		Nombre d'heures maximales de pompage / mois	Nombre de mois de pompage	Volumes annuels maximum m ³ /an
Fe1 Sud	200	8	7	11 200
Fe2 Nord	150			

Volume total annuel maximal objet de la demande (m³/an)	741 200
---------------------------------------------------------------------------	----------------

III.4. DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT ET DES AMENAGEMENTS PROJETES

III.4.1. PHASAGE DES PRELEVEMENTS EN EAU

L'évolution de l'alimentation en eau de la Bambouseraie consistera en :

- **La réalisation de travaux pour la mise en exploitation du forage Sud** : ces travaux sont prévus en une phase intermédiaire de 5 ans pour des raisons techniques et économiques ;
- **La mise en place d'une utilisation et d'une gestion adéquate de ces ressources, précisée dans un règlement d'eau.** Le niveau de prélèvement ainsi que la sollicitation des différentes ressources évolueront :

- en conformité avec les seuils de vigilance et les niveaux de limitation/restriction des usages de l'eau en cas de sécheresse dans le département du Gard (Arrêté-cadre n°2013189-0029 du 8 juillet 2013),
- en fonction de l'évolution du débit au niveau du seuil du Mas du Pont et de son positionnement par rapport au débit réservé.

Les deux phases de travaux sont définies comme suit :

- **Phase intermédiaire « Transition vers la sécurisation »**: Cette phase concerne à moyen terme la sollicitation de ressources alternatives pour le respect du débit réservé. Elle débutera avec la mise en exploitation du forage Nord Fe2 dans le karst Hettangien.

L'approvisionnement en eau sera alors assuré par le béal et le forage Nord. En période normale, l'approvisionnement sera réalisé par le béal (meilleure qualité, coût limité, utilisation du patrimoine historique). Lorsque des restrictions apparaissent, le prélèvement dans le cours d'eau sera réduit et complété si la situation s'aggrave par le forage en nappe profonde (Fe2 Nord, Hettangien). Enfin, en cas d'interdiction de prélèvement dans les ressources superficielles et alluviales, le forage dans l'Hettangien ne pouvant couvrir la totalité des besoins de la propriété, une demande de dérogation sera nécessaire pour compléter cet apport par le Gardon du Mialet ;

Il est proposé à échéance 5 ans après la phase intermédiaire et l'obtention de l'arrêté d'autorisation de :

- Faire le point sur cette phase : volumes prélevés en eaux superficielle et souterraine, qualité de l'eau souterraine, évolution du débit du Gardon du Mialet, difficultés technique et financière rencontrées,
- Programmer la mise en œuvre de la phase 2.

Cette étape intermédiaire sera réalisée avec le service de la Police de l'Eau et des Milieux Aquatiques,

- **Phase définitive « Sécurisation de l'alimentation en eau et respect du débit réservé »**: Cette phase a pour objectif d'apporter une autonomie à la Bambouseraie pour sa future alimentation en eau, notamment pendant les périodes d'interdiction des arrêts sécheresse. Cela permettra également plus de souplesse sur les restrictions d'usages, en assurant une ressource en eau à la Bambouseraie quel que soit le volume autorisé.

Elle débutera avec la mise en exploitation du karst triasique par le forage sur Fe1.

L'approvisionnement en eau sera alors assuré par le béal et les deux forages, de manière autonome, quelles que soient les conditions hydrologiques et réglementaires. A la différence de la phase 1, en situation d'interdiction de prélèvements superficiels et alluviaux, la Bambouseraie pourra s'approvisionner entièrement à partir des ressources profondes.

III.4.2. REPARTITION DES VOLUMES PRELEVES SUR LES DIFFERENTES RESSOURCES

Les volumes prélevés dans chaque ressource sont définis en fonction des besoins de la Bambouseraie, du respect des mesures prises en période d'étiage et de la qualité de l'eau des forages.

III.4.2.1. CONTRAINTES DE QUALITE SUR LA MOBILISATION DES RESSOURCES

Le tableau ci-dessous indique la qualité de l'eau des différentes ressources et le mélange conseillé pour l'irrigation des végétaux du parc et de la pépinière.

Qualité de la ressource en eau et normes d'irrigation

Ressource	pH	Conductivité (ms/cm)	Sulfates (mg/l)	Bicarbonates (mg/l)	Chlorures (mg/l)	Traitement eau irrigation	Traitement eau des rigoles
Normes irrigation	5,6 à 6,5	<1	<60	<150	<40		
Eau gardon de Mialet (Béal)	7,2 à 8,2	0,17	21 à 26	90 à 95	14 à 15		
Eau forage Sud Fe1	7 à 7,1	0,87	80,3	189 à 229	21 à 27	Mélange avec 1 volumes eau du Gardon de Mialet + acidification	Mélange avec 1 volume eau du Gardon de Mialet
Eau Forage Nord Fe2	7,2 à 7,5	0,9	379 à 412	245 à 253	11 à 12,8	Mélange avec 5 volumes eau du Gardon de Mialet + acidification	Mélange avec 1,5 volume eau du Gardon de Mialet

Source d'information : analyses de qualité réalisées par la Bambouseraie et analysées par Aversenq, 2013

NOTA : Il subsiste un doute sur la représentativité des sulfates sur Fe1. Cette valeur devra être confirmée par une nouvelle analyse à l'issue d'un temps de pompage suffisant dans Fe1.

L'eau provenant des forages est beaucoup plus concentrée en sulfates et bicarbonates que l'eau du Gardon du Mialet et ne correspond aux normes pour l'irrigation. Ainsi, une dilution est conseillée afin de limiter l'apport en minéraux aux plantes, notamment pour les plantes en pot de la pépinière. Pour respecter l'ensemble des normes d'irrigation, ce devrait être de 5 volumes d'eau du Gardon de Mialet par volume d'eau souterraine.

Néanmoins, dans un souci de préservation de la ressource en eau superficielle, la Bambouseraie choisit de réaliser un mélange 1 pour 1, prenant ainsi le risque d'apporter une eau dont les teneurs en sulfates et bicarbonates sont supérieures aux normes d'irrigation.

Les normes d'irrigation ne seront également pas respectées en ce qui concerne la valeur du pH des eaux souterraines qui sont neutres à basiques. La Bambouseraie irrigue cependant depuis 1824 le domaine avec l'eau du Gardon de Mialet qui possède également un pH basique. Ainsi, aucun traitement d'acidification ne sera mené étant donné son incidence en termes d'entretien, le risque environnemental et le coût économique.

Pendant la phase 2, les eaux du forage Nord Fe2 seront fortement diluées avec celles du forage sud Fe1 du fait de leur qualité moindre.

III.4.2.2. REGLEMENT D'EAU

Le règlement d'eau permet de traduire les contraintes réglementaires régissant les débits réservés du Gardon en matière de gestion des prélèvements d'eau sur le site.

Contraintes à respecter :

Le règlement d'eau doit respecter les contraintes suivantes :

- Obligation de maintien du débit réservé dans le Gardon (1/10 du module = 560 l/s sur l'année et demande de dérogation de 1/20 du module = 280 l/s entre juillet et septembre) ;
- Arrêtés sécheresse sur le bassin versant pouvant instaurer plusieurs niveaux de vigilance pouvant aller jusqu'à l'interdiction de prélèvement dans le Gardon et ses nappes d'accompagnement (niveau de crise).

Par ailleurs, l'étude des volumes prélevables a montré que le bassin versant est en déficit quantitatif sur le mois d'août (point nodal n°10 Gardon d'Anduze, cf. paragraphe II.2.6). Cette étude est basée sur les données hydrométriques disponibles en 2011, c'est-à-dire avant les travaux et mesures d'optimisation des prélèvements de la bambouseraie.

Comme conséquence directe de ces travaux, le prélèvement net moyen de la bambouseraie (prélèvement – rejet) de juillet à septembre s'est depuis fortement réduit : il était de 151 l/s en 2011 et a fortement chuté après 2012 à 48-58 l/s entre 2013 et 2016. De fait, les travaux d'étanchéification et mesures d'économies d'eau de la bambouseraie représentent donc un gain théorique net de 93 à 103 l/s pour le débit du Gardon au point nodal n°10. Le gain réel est probablement moindre du fait du retour des pertes du béal à la nappe alluviale qui alimente le Gardon mais reste conséquent.

Traduction dans le règlement d'eau :

En dehors des périodes du dispositif sécheresse, afin de maintenir le dispositif fonctionnel et de contribuer à la résorption du déficit quantitatif du Gardon entre les mois de juillet et septembre, la Bambouseraie activera durant cette période d'étiage un pompage minimal une fois par semaine pendant 8 h à un débit minimum de 150 m³/h. Sur une semaine, ce pompage représente un débit moyen de 6,5 m³/h (1,8 l/s). Pour ce faire, lorsqu'il sera raccordé, ce complément sera apporté préférentiellement le forage Fe1 Sud, mieux réalimenté que Fe2 Nord. La bambouseraie participera à la résorption du déficit quantitatif du Gardon entre les mois de juillet et septembre inclus, hors périodes de restrictions sur les débits. Par ailleurs, le reste de l'année, hors période d'étiage, le protocole de maintenance des forages sera ramené à 8 h par mois.

La répartition des volumes prélevés sur les différentes ressources est explicitée en fonction de la situation de l'étiage et des contraintes réglementaire dans le tableau suivant, qui constitue le règlement d'eau de la Bambouseraie. Il s'agit d'un tableau à double entrée permettant de lire les ressources à mobiliser, le niveau de sollicitation et les actions de gestion à opérer en fonction d'une part des niveaux des arrêtés sécheresse et d'autre part de la comparaison entre le débit du Gardon de Mialet au niveau du Mas du Pont et le débit réservé.

Dans le tableau ci-dessous, les débits de prélèvement dans les forages sont donnés en continu par souci de compréhension. Ils peuvent correspondre soit à des débits continus, soit à des débits moyens sur une période d'une journée à une semaine en cas de fonctionnement fractionné (débit horaire plus important réglé à l'aide du variateur de fréquence dans la limite de la capacité installée des pompes).

Ce tableau ne décrit que la phase définitive de la gestion de l'eau sur le site, seule configuration permettant strictement et durablement le respect de la réglementation sur le débit réservé du Gardon. *Dans l'attente de l'équipement et du raccordement de Fe1 Sud (durée prévisionnelle de 5 ans), la Bambouseraie ne pouvant être complètement indépendante du Gardon, le pétitionnaire sollicitera une dérogation temporaire au regard de sa situation exceptionnelle.*

**Répartition des volumes prélevés en fonction de la ressource et des seuils de vigilance sécheresse –
Période de juillet à septembre - Q_{res} = 280 l/s**

	Q > Q _{res} +110 l/s Q > 390 l/s	Q _{res} +80 l/s < Q < Q _{res} +110 l/s 360 l/s < Q < 390 l/s	Q _{res} < Q < Q _{res} +80L/s 280 l/s < Q < 360 l/s	Q < Q _{res} Q < 280 l/s
Situation normale	Besoins normaux : 90 l/s entrée propriété			
Vigilance	→ Prélèvement Béal: 110 l/s à la prise Actions (1)+(2)	Besoins sobres: 70 l/s entrée propriété → Prélèvement Béal: 80 l/s, soit 60 l/s en entrée de propriété	Besoins vitaux: 60 l/s entrée propriété → Prélèvement Béal = Q-280 à la prise	
Restrictions niveau 1	Besoins sobres: 70 l/s entrée propriété → Prélèvement Béal: 80 l/s (réduction de 30%), soit 60L/s entrée propriété → Complément à apporter par une ressource souterraine (Fe1 ou Fe2) : 10 l/s en continu (ou à volume équivalent en fractionné) Actions (1)+(2)	→ Complément à apporter par une ressource souterraine (Fe1 ou Fe2) : 10 l/s en continu (ou à volume équivalent en fractionné) Actions (1)+(2)+(3)+(4)	→ Complément apporté par ressource souterraine (Fe1 ou Fe2) pour atteindre 60 l/s en entrée de propriété Actions (1)+(2)+(3)+(4)	Besoins vitaux: 60 l/s entrée propriété → Pas de prélèvement par le Béal (0 l/s) → Prélèvement intégral ressource souterraine à répartir entre Fe1 et Fe2 pour atteindre 60 l/s en entrée de propriété
Restrictions niveau 2	Besoins vitaux: 60 l/s entrée propriété → Prélèvement Béal : 55 l/s (réduction de 50%), soit 35 l/s entrée propriété → Complément par une ressource souterraine (Fe1 ou Fe2) : 25 l/s en continu (ou à volume équivalent en fractionné) Actions (1)+(2)+(3)+(4)		Besoins vitaux: 60 l/s entrée propriété → Prélèvement Béal = Q-280 à la prise plafonné à 55 l/s (réduction de 50%), soit 35 l/s entrée propriété → Complément apporté une ressource souterraine ((Fe1 ou Fe2) pour atteindre 60 l/s en entrée de propriété Actions (1)+(2)+(3)+(4)	Actions (1)+(2)+(3)+(4)
Crise	Besoins vitaux: 60l/s entrée propriété → Pas de prélèvement par le Béal (0 l/s) → Prélèvement intégral ressource souterraine 60 l/s à répartir entre les deux forages Actions (1)+(2)+(3)+(4)			

Adapté d'après BRLI, 2014

Les actions numérotées dans les tableaux correspondent aux points suivants :

- (1) Relevés hebdomadaires des débits à la prise (venturi), en entrée propriété (échelle Jouventine), et des rejets à l'Amous (échelle 6) ;
- (2) Surveillance hebdomadaire des débits dans le Gardon de Mialet (Hydroréel, station de Mialet) ;
- (3) Arrêt des arrosages des pelouses, arroseurs (plantation) la nuit ;
- (4) Mise en route de la pompe de recirculation.

Q est le débit mesuré à la station de Mialet par la station hydrométrique du SPC. Q_{res} signifie débit réservé.

**Répartition des volumes prélevés en fonction de la ressource et des seuils de vigilance sécheresse –
Mois de juin et mois d'octobre – Q_{res} = 470 l/s**

	Q > Q _{res} +110 l/s Q > 580 l/s	Q _{res} +80 l/s < Q < Q _{res} +110 l/s 550 l/s < Q < 580 l/s	Q _{res} < Q < Q _{res} +80L/s 470 l/s < Q < 550 l/s	Q < Q _{res} Q < 470 l/s
Situation normale	Besoins normaux : 90 l/s entrée propriété			
Vigilance	→ Prélèvement Béal: 110 l/s à la prise Actions (1)+(2)	Besoins sobres: 70 l/s entrée propriété → Prélèvement Béal: 80 l/s , soit 60 l/s en entrée de propriété	Besoins vitaux: 60 l/s entrée propriété → Prélèvement Béal = Q-470 à la prise	
Restrictions niveau 1	Besoins sobres: 70 l/s entrée propriété → Prélèvement Béal: 80 l/s (réduction de 30%), soit 60L/s entrée propriété → Complément à apporter par une ressource souterraine (Fe1 ou Fe2) : 10 l/s en continu (ou à volume équivalent en fractionné) Actions (1)+(2)	→ Complément à apporter par une ressource souterraine (Fe1 ou Fe2) : 10 l/s en continu (ou à volume équivalent en fractionné) Actions (1)+(2)+(3)+(4)	→ Complément apporté par ressource souterraine (Fe1 ou Fe2) pour atteindre 60 l/s en entrée de propriété Actions (1)+(2)+(3)+(4)	Besoins vitaux: 60 l/s entrée propriété → Pas de prélèvement par le Béal (0 l/s) → Prélèvement intégral ressource souterraine à répartir entre Fe1 et Fe2 pour atteindre 60 l/s en entrée de propriété
Restrictions niveau 2	Besoins vitaux: 60 l/s entrée propriété → Prélèvement Béal : 55 l/s (réduction de 50%), soit 35 l/s entrée propriété → Complément par une ressource souterraine (Fe1 ou Fe2) : 25 l/s en continu (ou à volume équivalent en fractionné) Actions (1)+(2)+(3)+(4)		Besoins vitaux: 60 l/s entrée propriété → Prélèvement Béal = Q-470 à la prise plafonné à 55 l/s (réduction de 50%), soit 35 l/s entrée propriété → Complément apporté une ressource souterraine ((Fe1 ou Fe2) pour atteindre 60 l/s en entrée de propriété Actions (1)+(2)+(3)+(4)	Actions (1)+(2)+(3)+(4)
Crise	Besoins vitaux: 60l/s entrée propriété → Pas de prélèvement par le Béal (0 l/s) → Prélèvement intégral ressource souterraine 60 l/s à répartir entre les deux forages Actions (1)+(2)+(3)+(4)			

Adapté d'après BRLi, 2014

Les actions numérotées dans les tableaux correspondent aux points suivants :

- (1) Relevés hebdomadaires des débits à la prise (venturi), en entrée propriété (échelle Jouventine), et des rejets à l'Amous (échelle 6) ;
- (2) Surveillance hebdomadaire des débits dans le Gardon de Mialet (Hydroréel, station de Mialet) ;
- (3) Arrêt des arrosages des pelouses, arroseurs (plantation) la nuit ;
- (4) Mise en route de la pompe de recirculation.

Q est le débit mesuré à la station de Mialet par la station hydrométrique du SPC. Q_{res} signifie débit réservé.

**Répartition des volumes prélevés en fonction de la ressource et des seuils de vigilance sécheresse –
Mois de mai – Q_{res} = 720 l/s**

	Q > Q _{res} +110 l/s Q > 830 l/s	Q _{res} +80 l/s < Q < Q _{res} +110 l/s 800 l/s < Q < 830 l/s	Q _{res} < Q < Q _{res} +80L/s 720 l/s < Q < 800 l/s	Q < Q _{res} Q < 720 l/s
Situation normale	Besoins normaux : 90 l/s entrée propriété			
Vigilance	→ Prélèvement Béal: 110 l/s à la prise Actions (1)+(2)	Besoins sobres: 70 l/s entrée propriété → Prélèvement Béal: 80 l/s , soit 60 l/s en entrée de propriété	Besoins vitaux: 60 l/s entrée propriété → Prélèvement Béal = Q-720 à la prise	
Restrictions niveau 1	Besoins sobres: 70 l/s entrée propriété → Prélèvement Béal: 80 l/s (réduction de 30%), soit 60L/s entrée propriété → Complément à apporter par une ressource souterraine (Fe1 ou Fe2) : 10 l/s en continu (ou à volume équivalent en fractionné) Actions (1)+(2)	→ Complément à apporter par une ressource souterraine (Fe1 ou Fe2) : 10 l/s en continu (ou à volume équivalent en fractionné) Actions (1)+(2)+(3)+(4)	→ Complément apporté par ressource souterraine (Fe1 ou Fe2) pour atteindre 60 l/s en entrée de propriété Actions (1)+(2)+(3)+(4)	Besoins vitaux: 60 l/s entrée propriété → Pas de prélèvement par le Béal (0 l/s) → Prélèvement intégral ressource souterraine à répartir entre Fe1 et Fe2 pour atteindre 60 l/s en entrée de propriété
Restrictions niveau 2	Besoins vitaux: 60 l/s entrée propriété → Prélèvement Béal : 55 l/s (réduction de 50%), soit 35 l/s entrée propriété → Complément par une ressource souterraine (Fe1 ou Fe2) : 25 l/s en continu (ou à volume équivalent en fractionné) Actions (1)+(2)+(3)+(4)		Besoins vitaux: 60 l/s entrée propriété → Prélèvement Béal = Q-720 à la prise plafonné à 55 l/s (réduction de 50%), soit 35 l/s entrée propriété → Complément apporté une ressource souterraine ((Fe1 ou Fe2) pour atteindre 60 l/s en entrée de propriété Actions (1)+(2)+(3)+(4)	Actions (1)+(2)+(3)+(4)
Crise	Besoins vitaux: 60l/s entrée propriété → Pas de prélèvement par le Béal (0 l/s) → Prélèvement intégral ressource souterraine 60 l/s à répartir entre les deux forages Actions (1)+(2)+(3)+(4)			

Adapté d'après BRLi, 2014

Les actions numérotées dans les tableaux correspondent aux points suivants :

- (1) Relevés hebdomadaires des débits à la prise (venturi), en entrée propriété (échelle Jouventine), et des rejets à l'Amous (échelle 6) ;
- (2) Surveillance hebdomadaire des débits dans le Gardon de Mialet (Hydroréel, station de Mialet) ;
- (3) Arrêt des arrosages des pelouses, arroseurs (plantation) la nuit ;
- (4) Mise en route de la pompe de recirculation.

Q est le débit mesuré à la station de Mialet par la station hydrométrique du SPC. Q_{res} signifie débit réservé.

**Répartition des volumes prélevés en fonction de la ressource et des seuils de vigilance sécheresse –
Novembre à avril – Q_{res} = 705 l/s**

	Q > Q _{res} +110 l/s Q > 815 l/s	Q _{res} +80 l/s < Q < Q _{res} +110 l/s 785 l/s < Q < 815 l/s	Q _{res} < Q < Q _{res} +80L/s 705 l/s < Q < 785 l/s	Q < Q _{res} Q < 705 l/s
Situation normale	Besoins normaux : 90 l/s entrée propriété			
Vigilance	→ Prélèvement Béal: 110 l/s à la prise Actions (1)+(2)	Besoins sobres: 70 l/s entrée propriété → Prélèvement Béal: 80 l/s , soit 60 l/s en entrée de propriété	Besoins vitaux: 60 l/s entrée propriété → Prélèvement Béal = Q-705 à la prise	
Restrictions niveau 1	Besoins sobres: 70 l/s entrée propriété → Prélèvement Béal: 80 l/s (réduction de 30%), soit 60L/s entrée propriété → Complément à apporter par une ressource souterraine (Fe1 ou Fe2) : 10 l/s en continu (ou à volume équivalent en fractionné) Actions (1)+(2)	→ Complément à apporter par une ressource souterraine (Fe1 ou Fe2) : 10 l/s en continu (ou à volume équivalent en fractionné) Actions (1)+(2)+(3)+(4)	→ Complément apporté par ressource souterraine (Fe1 ou Fe2) pour atteindre 60 l/s en entrée de propriété Actions (1)+(2)+(3)+(4)	Besoins vitaux: 60 l/s entrée propriété → Pas de prélèvement par le Béal (0 l/s) → Prélèvement intégral ressource souterraine à répartir entre Fe1 et Fe2 pour atteindre 60 l/s en entrée de propriété
Restrictions niveau 2	Besoins vitaux: 60 l/s entrée propriété → Prélèvement Béal : 55 l/s (réduction de 50%), soit 35 l/s entrée propriété → Complément par une ressource souterraine (Fe1 ou Fe2) : 25 l/s en continu (ou à volume équivalent en fractionné) Actions (1)+(2)+(3)+(4)		Besoins vitaux: 60 l/s entrée propriété → Prélèvement Béal = Q-705 à la prise plafonné à 55 l/s (réduction de 50%), soit 35 l/s entrée propriété → Complément apporté une ressource souterraine ((Fe1 ou Fe2) pour atteindre 60 l/s en entrée de propriété Actions (1)+(2)+(3)+(4)	Actions (1)+(2)+(3)+(4)
Crise	Besoins vitaux: 60l/s entrée propriété → Pas de prélèvement par le Béal (0 l/s) → Prélèvement intégral ressource souterraine 60 l/s à répartir entre les deux forages Actions (1)+(2)+(3)+(4)			

Adapté d'après BRLi, 2014

Les actions numérotées dans les tableaux correspondent aux points suivants :

- (1) Relevés hebdomadaires des débits à la prise (venturi), en entrée propriété (échelle Jouventine), et des rejets à l'Amous (échelle 6) ;
- (2) Surveillance hebdomadaire des débits dans le Gardon de Mialet (Hydroréel, station de Mialet) ;
- (3) Arrêt des arrosages des pelouses, arroseurs (plantation) la nuit ;
- (4) Mise en route de la pompe de recirculation.

Q est le débit mesuré à la station de Mialet par la station hydrométrique du SPC. Q_{res} signifie débit réservé.

III.4.3. TRAVAUX D'EQUIPEMENTS DES FORAGES

III.4.3.1. TRAVAUX POUR LA MISE EN EXPLOITATION DU FORAGE FE2 NORD

L'exploitation du forage Nord a nécessité l'installation :

- ▶ d'une électropompe immergée 6" capable d'élever 150 m³/h et placée à 75 m de profondeur. Le pétitionnaire prévoit également la mise en réserve d'une pompe de secours ;
- ▶ d'une tête de forage avec vanne et débitmètre électromagnétique assurant également le comptage des volumes conformément à la réglementation ;
- ▶ d'une armoire de commande avec variateur de vitesse et manque d'eau par électrodes ;
- ▶ d'une canalisation acier pour le raccordement au réseau existant avec ouverture et fermeture d'une tranchée. Au niveau du Béal, le tuyau est aérien et placé avec un coude à 45 ° dans le béal dans le sens d'écoulement sur environ 50 cm. La longueur de la tranchée est de 60 mètres linéaire ;
- ▶ de petits matériels divers (câble électrique, tubes PVC) ;
- ▶ d'un robinet pour mesure de la pression (et du niveau statique).

L'aménagement futur de la tête de forage pour la protection contre les risques d'infiltration des eaux de surface et les crues du Gardon conformément à l'arrêté du 11 septembre 2003 a été détaillé dans le dossier de régularisation des forages au titre de la rubrique 1.1.1.0. (rapport ARTESIE R1706 de mai 2017).

III.4.3.2. TRAVAUX POUR LA MISE EN EXPLOITATION DU FORAGE FE1 SUD

Ce forage ne sera exploité que sous réserve de l'obtention de financements et de la possibilité d'amenée d'électricité en zone inondable. Il ne sera utilisé qu'en période d'étiage. L'exploitation du forage Fe1, qui ne sera vraisemblablement pas effective avant quelques années, nécessite l'installation :

- ▶ d'une électropompe immergée de 200 m³/h. Le pétitionnaire prévoit également la mise en réserve d'une pompe de secours utilisable pour les deux forages dans la limite des débits autorisés ;
- ▶ d'une tête de forage avec vanne et compteur volumétrique ;
- ▶ d'une armoire de commande avec variateur de vitesse et contacteurs piézométriques niveaux haut et bas ;
- ▶ d'une canalisation acier pour le raccordement au Béal. La longueur de la tranchée sera voisine de 550 mètres linéaire (cf. carte suivante), ce qui représente un coût important. *C'est la raison pour laquelle les travaux de raccordement sont programmés sur plusieurs années (prévisionnel : 5 ans) ;*
- ▶ de petits matériels divers (câble électrique, tubes PVC) ;
- ▶ d'un tube guide sonde pour le suivi de la ressource avec une sonde piézométrique.

A ce jour aucun de ces équipements n'a été installé.

L'aménagement futur de la tête de forage pour la protection contre les risques d'infiltration des eaux de surface et les crues du Gardon conformément à l'arrêté du 11 septembre 2003 a été détaillé dans le dossier de régularisation des forages au titre de la rubrique 1.1.1.0. (rapport ARTESIE R1706 de mai 2017).

Localisation des conduites de refoulement des forages Nord et Sud



Source d'information : La Bambouseraie, 2014

III.4.4. PLANNING PREVISIONNEL ET APPRECIATION DES DEPENSES

En raison des couts de mise en œuvre, les raccordements des deux forages Fe1 et Fe2 ne peuvent être réalisés simultanément.

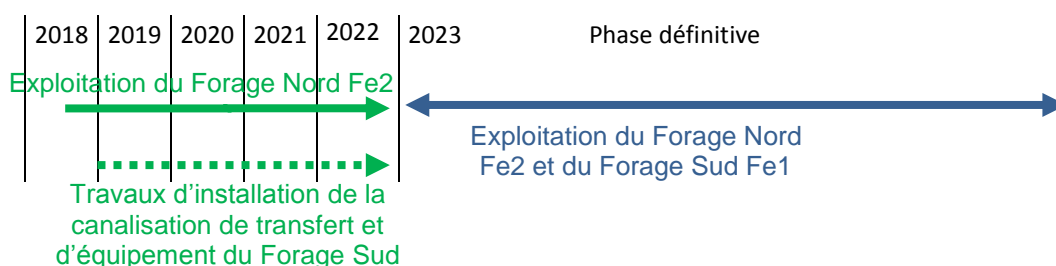
Les travaux d'installation du forage Nord Fe2 ont déjà été effectués.

La phase intermédiaire est prévue au bout de 5 ans en 2023.

La mise en œuvre de la phase 2 et des travaux d'équipement du forage Sud Fe1, seront programmés à la suite de cette phase intermédiaire.

Le planning s'échelonne ainsi sur 5 ans.

Planning prévisionnel des travaux



La durée de vie des pompes pour l'exploitation des forages dans les aquifères hettangien et triasique est estimée entre 10 et 15 ans. L'entretien courant concerne la surveillance du bon fonctionnement de la pompe et de son refoulement, des relevées piézométriques (Cf. partie Mesures). Celui-ci sera réalisé par des personnels spécialisés maîtrisant ce genre d'outils et d'équipement, afin de garantir un bon fonctionnement des installations et une durée de vie maximisée.

Aucune production de déchet n'est prévue lors de cette exploitation. De même aucune pollution n'est attendue.

L'étiage 2018 permettra de tester en conditions réelles l'utilisation du forage Nord. A l'issue de cette saison, un bilan sera dressé avec les services de l'état. Ce bilan fera apparaître les volumes prélevés en eaux superficielle et souterraine, qualité de l'eau souterraine, évolution du débit du Gardon du Mialet en fonction de l'application du RGT d'eau. Il sera dressé également un état des points bloquants et / ou des difficultés rencontrées.

Ce bilan sera réalisé chaque année, tant que le forage Sud n'aura pas été livré définitivement.

A partir de fin 2018, la Bambouseraie attaquera les travaux pour :

- Equiper et raccorder le forage Sud ;
- Réaliser une alimentation électrique spécifique (Enedis) ;
- Modifier le circuit de recirculation.

Ces travaux importants seront réalisés sur plusieurs années pour permettre aux équipes de la Bambouseraie de préparer le terrain (tranchée notamment) et d'éviter tout désagrément pour le visiteur (hors période avril / octobre).

Une livraison du forage Sud fonctionnel serait possible en fin 2022 pour un premier étiage en 2023.

Le montant estimatif des travaux s'élève à :

Estimation du coût du projet

EQUIPEMENT	TOTAL (€ H.T.) *
Etude et maitrise d'œuvre (y compris ce dossier)	45 000
Alimentation électrique 36kVA (Enedis)	15 000
Fourniture et pose d'une électropompe	12 000
Petites fournitures (câble, tube...)	7 500
Tête de forage étanche avec vanne et compteur volumétrique	8 500
Armoire de commande	12 500
Fourniture et pose d'une canalisation avec réalisation de tranchées	30 000
Fourniture et pose du câblage électrique de raccordement du forage Fe1 Sud sur 400 ml	40 000
Pompe de secours en caisse	6 500
Suivi de la ressource	3 000
Amélioration de la recirculation	24 500
TOTAL (€ HT)	204 500

** coûts estimatifs – seront affinés par la maitrise d'œuvre travaux en vue d'une mobilisation de subvention*

Les travaux importants déjà réalisés à ce jour et ayant bénéficié de subventions sont les suivants :

- Réhabilitation du béal en 2012 pour 280 000 € HT,
- Forages pour 203 000 € HT

Par ailleurs, les équipes de la Bambouseraie réhabilitent et entretiennent au quotidien les réseaux et ouvrages.

IV. PIECE 4 – NOTICE D'INCIDENCES

IV.1. ETAT INITIAL DU SITE ET DES MILIEUX AQUATIQUES ET NATURELS

IV.1.1. GEOLOGIE

La région d'Anduze-Généralgues est traversée par le faisceau de la faille des Cévennes. Cet accident majeur est lui-même subdivisé en de nombreuses failles ou fractures annexes, de direction générale Nord-est/Sud-Ouest, qui découpent le secteur en plusieurs compartiments, constitués (voir carte page suivante) :

- ▶ A l'Ouest et au Nord-Ouest, d'un domaine de socle primaire sur les pentes schisteuses, granitiques et gneissiques des Cévennes, au Nord de la faille des Cévennes, formant des paysages au relief élevé à forte dénivellation ;
- ▶ Au centre et à l'Est, s'étageant entre 100 et 300 m d'altitude, d'un domaine de calcaires karstifiés (essentiellement des calcaires crétacés des Garrigues) d'une part et d'autre part des calcaires de la bordure cévenole entre Alès, Anduze et la Grand'Combe.

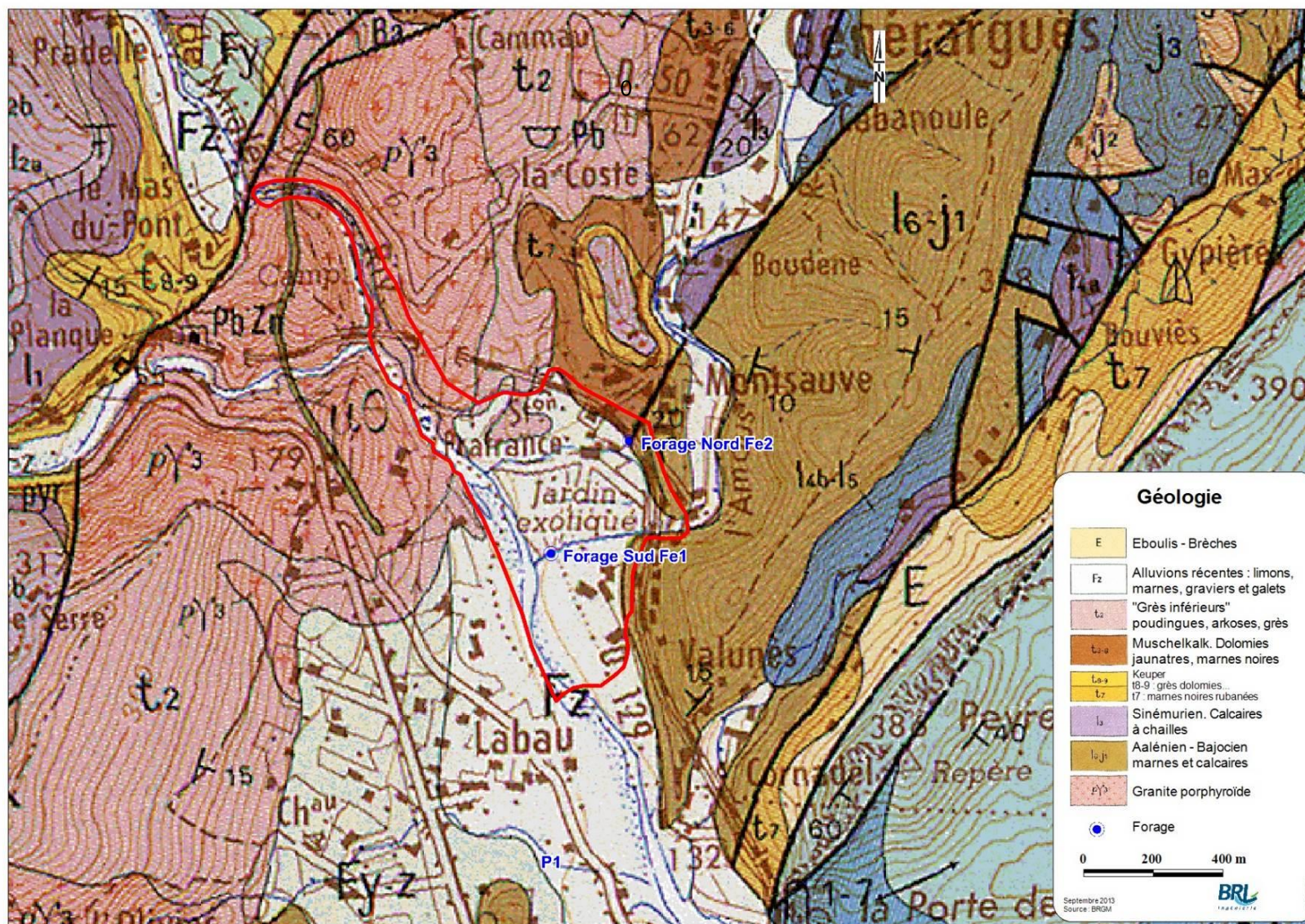
Les terrains de la bambouseraie sont localisés sur plusieurs formations géologiques :

- ▶ Alluvions récentes (Fz) : limons, sables, graviers et galets au Sud ;
- ▶ Calcaires magnésiens (T3-6) datant du muschelkalk (Trias moyen) : Argilites et marnes dolomitiques noirâtres entrecoupées de bancs gréseux très fin (10 m). Calcaire dolomitique en bancs épais à patine jaunâtre mais noirâtre à la cassure, formant souvent corniche au-dessus des marnes précédentes (-10 -15 m) ;
- ▶ Bancs calcaires gris noirâtres séparés par de petits interlits de marnes grises schistoïdes (L6-j1) datant du aalénien-bajocien (Jurassique moyen) ;
- ▶ Formation très plissées d'argilites et de marnes noires sableuses avec de minces lits de grès ferrugineux intercalés (10-15 m)(T7) datant du keuper (Trias supérieur) ;
- ▶ Dolomie grise (L2b) datant de l'hettangien : dolomie compacte gris foncé finement cristalline en bancs épais bien stratifiés (0,5 m à 2 m). Cette formation, bien développée dans la bordure du bassin du Mialet (100-150 m) est plus réduite (10-50 m) pouvant localement dans la vallée de l'Amous disparaître par lacune stratigraphique.

Ère	Période	Epoque	Etage	Age (en Ma)
Cénozoïque	Quaternaire	Holocène		0
		Pléistocène		-0,01
	Tertiaire	Pliocène	Sup.	-1,8
			Moy.	-3,4
			Inf.	-5,3
		Miocène	Sup.	-6,5
			Moy.	-11
			Inf.	-14,5
				-16
		Oligocène	Burdigalien	-20
			Aquitainien	-23,5
			Chattien	-28
	Paléogène	Eocène	Rupélien	-34
			Priabonien	-37
			Bartonien	-40
		Paléocène	Lutétien	-46
			Yprésien	-53
			Thanétien	-59
			Danien	-65
Mésozoïque ou secondaire	Crétacé	Supérieur	Maastrichtien	-72
			Campanien	-83
			Santonien	-87
			Coniacien	-88
			Turonien	-91
		Inférieur	Cénomannien	-96
			Albien	-108
			Aptien	-114
			Barrémien	-116
			Hauterivien	-122
	Jurassique	Supérieur	Valanginien	-130
			Berriasien	-135
			Tithonien	-141
			Kimmeridgien	-146
			Oxfordien	-154
		Moyen	Callovien	-160
			Bathonien	-167
			Bajocien	-176
		Inférieur	Aalénien	-180
			Toarcien	-187
Trias		Supérieur	Pliensbachien	-194
			Sinemurien	-201
			Hettangien	-205
		Moyen	Rhétien	-220
			Norien	-230
			Carnien	-235
			Ladinien	-240
		Inférieur	Scythien	-245

Source d'information : BRGM

Extrait de la carte géologique de la zone d'étude au 1 / 50 000



D'après les rapports de Berga Sud et les coupes géologiques (cf. pièce III), les forages sont localisés dans les formations suivantes :

- ▶ **Forage Sud Fe1** : Ce forage, localisé à 26 m de profondeur, est situé dans les formations triasiques sous les formations alluvionnaires composées de limons, graviers et sables. Le forage traverse une couche d'argiles noire d'environ 6 m d'épaisseur qui le sépare hermétiquement des alluvions et aboutit dans une zone calcaire très karstifiée ;
- ▶ **Forage Nord Fe2** : Ce forage est localisé au niveau de la faille indiquée sur la carte géologique (ci-dessus) mettant en contact les formations triasiques présentes jusqu'à 76 m de profondeur (marnes noires plus ou moins indurées, de niveaux gréseux et de niveaux sableux instables) et les dolomies aquifères de l'Hettangien. Le forage traverse cette zone de contact fortement karstifiée dans les dolomies avec un remplissage d'arène granitique puis arrive à la profondeur de 78 m dans les formations de l'Hettangien (Dolomies noires).

IV.1.2. CONTEXTE PEDOLOGIQUE

Le parc de la Bambouseraie se situe à la confluence du Gardon d'Anduze et de l'Amous. Les sols rencontrés sont de type alluvionnaire ; ils résultent des dépôts successifs de divers matériaux provenant de ces deux cours d'eau. Les alluvions du Gardon sont cependant très largement dominantes sur le domaine.

Les sols sur le site se caractérisent par :

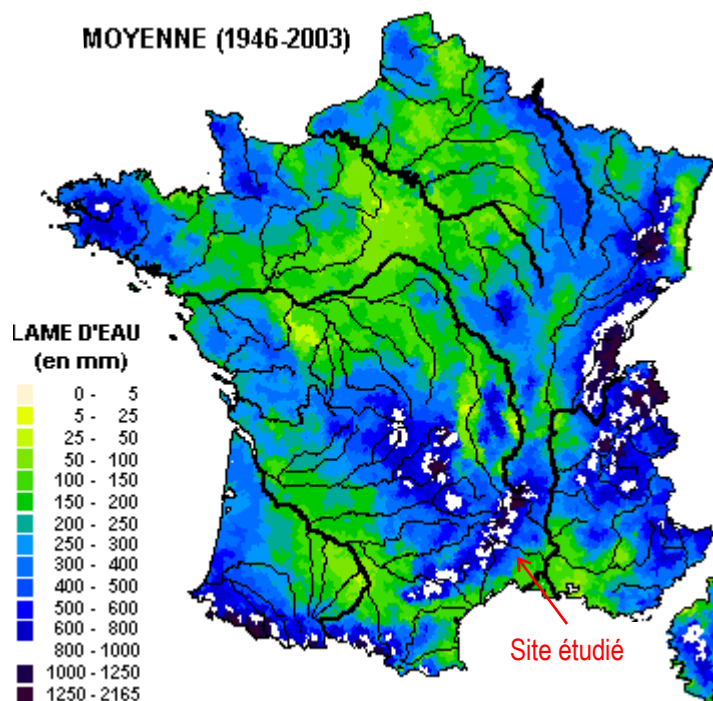
- ▶ une grande profondeur (supérieure à 200 cm) ;
- ▶ une constitution en couches successives ;
- ▶ la présence ponctuelle de « lits » de sable ;
- ▶ une texture limono-sablo-argileuse ;
- ▶ un pH neutre à légèrement acide (6,4 à 6,8) ;
- ▶ des teneurs en matières organiques élevées ;
- ▶ une grande richesse en éléments minéraux.

Ces terres présentent à priori un profil agronomique tout à fait favorable ; leur grande fertilité a permis d'accueillir depuis la création du parc de Prafrance une palette végétale très diversifiée

IV.1.3. PLUVIOMETRIE

Les pluies efficaces estimées oscillent autour de 350 mm/an (estimation d'après données Météo France sur la période 1946-2003), dans un secteur hautement variable à la faveur d'un relief changeant et plus ou moins marqué.

Cartographie de la pluie efficace (Pluie brute moins l'évapotranspiration, Météo France)



IV.1.4. LES EAUX SUPERFICIELLES

Sources d'informations : Etude relative à l'analyse des prélèvements de la Bambouseraie et proposition d'un système permettant d'améliorer la gestion des prélèvements en vue de maintenir le débit réservé en rivière – BRLi, 2010, Plan de Gestion de la Ressource en Eau du bassin versant des Gardons (en cours d'élaboration) et Etude des Volumes Prélevables du bassin versant des Gardons (décembre 2015, BRLi). Il est à noter que le PGRE n'étant à ce jour pas adopté, celui-ci n'est pas encore applicable réglementairement.

La Bambouseraie se situe à 500 m à l'aval de la confluence des Gardons de Saint-Jean et de Mialet qui forme le Gardon d'Anduze et appartient au bassin versant des Gardons (Cf. Réseau hydrographique au niveau de la Bambouseraie). Le réseau hydrographique des Gardons est un réseau complexe composé de différents cours d'eau drainant un bassin versant de 2 014 km². Les Gardons sont des cours d'eau de type méditerranéen qui se caractérisent par des fluctuations importantes de débit, avec notamment des étiages sévères et réguliers et des crues soudaines (crues cévenoles).

Le prélèvement en eau de la Bambouseraie s'effectue par un béal dans le Gardon de Mialet au niveau du Seuil du Mas du Pont. L'Amous affluent du Gardon d'Anduze, reçoit la restitution du béal une fois traversées le réseau hydraulique du parc. Le ruisseau de la Jouventine est localisé au nord de la propriété mais à sec la majeure partie de l'année.

Le projet concerne donc plus directement le bassin versant du Gardon d'Anduze, qui reçoit les apports des cours d'eau suivants : le Gardon de Saint-Jean et son affluent aval la Salindrenque, le Gardon de Mialet, et l'Amous.

Si les altitudes du cours d'eau sont modestes, par contre les pentes observées sur son ensemble ont un profil torrentiel, notamment sur la partie très amont. La déclivité moyenne observée au niveau du Gardon du Mialet est de 14 mètres pour un kilomètre.

Concernant l'Amous, ce cours d'eau, long de 9,9 km, naît à 480 m d'altitude, à la frontière des communes de Saint-Sébastien-d'Aigrefeuille et de Mialet. Il s'écoule globalement du nord au sud et conflue avec le Gardon d'Anduze sur la commune de Générargues, à 2 km environ en amont d'Anduze à 126 m d'altitude.

IV.1.4.1. HYDROLOGIE

IV.1.4.1.1. CARACTERISTIQUES HYDROLOGIQUES DU GARDON DE MIALET

La station hydrométrique de Roucan, suivie par le Service de Prévision des Crues (SPC) Grand Delta, est située directement en amont du seuil du Mas du Pont, sur la commune de Générargues. Ainsi l'hydrologie du Gardon de Mialet au niveau de la prise de la Bambouseraie est bien connue. L'historique des données de cette station est disponible en ligne, sur le site de la Banque Hydro.

Il convient de souligner l'imprécision de cette station de mesure à l'étiage en raison de la prise de la Bambouseraie qui influence le tarage. Cette imprécision s'est accentuée avec l'optimisation de la gestion de la prise du béal, qui nécessite une gestion plus fine et régulière des ouvertures de vannes, et ne permet ainsi pas le maintien d'une courbe de tarage unique.

La station de mesure du Roucan a été abandonnée courant 2017 en raison de ces incertitudes et des difficultés d'accès et remplacée par la station hydrométrique de Mialet située à 5 km en amont (bassin versant 220 km²) et en service depuis 1993 (valeurs de débit disponibles depuis 2002).

L'Etude des Volumes Prélevables (EVP) du Bassin versant des Gardons (BRL, décembre 2015) a permis d'analyser l'ensemble des données hydrologiques d'étiage existantes sur le bassin versant des Gardons en tenant compte de la fiabilité de chaque station et en opérant les corrections nécessaires. On récapitule dans le tableau suivant les débits caractéristiques d'étiage à la **station hydrométrique du Roucan (point nodal n°7)** en amont direct de la prise d'eau étudiée. Le module en cette station est en particulier issu d'une estimation de la DREAL. Ces valeurs ayant été notifiées au Préfet du Gard par le Préfet du Gard le 13 mai 2016, elles font références officielles depuis cette date.

Ce tableau est également enrichi des débits caractéristiques donnés dans l'étude des Volumes Prélevables (notification du Préfet du Gard le 13 mai 2016) et le Plan de Gestion de la Ressource en Eau du bassin versant des Gardons (en cours d'élaboration). Il est à noter que le PGRE n'étant à ce jour pas adopté, celui-ci n'est pas encore applicable réglementairement.

Débits caractéristiques de l'étiage du Gardon de Mialet au droit du Béal (station du Roucan, point nodal n°7)

Indicateurs de débit d'étiage	Débits mesurés (influencés)	Débits « naturalisés »
⁽¹⁾ QMNA5	320 l/s	340 l/s
⁽¹⁾ Module	5 600 l/s	
⁽¹⁾ 1/10° module	560 l/s	
⁽¹⁾ 1/20° module	280 l/s	

Ces valeurs sont arrondies à la dizaine

Sources d'informations : ⁽¹⁾ Etude des Volumes Prélevables du Bassin versant des Gardons (valeurs notifiées par le Préfet du Gard le 13 mai 2016) Un débit réservé fixé au 1/10° du module serait une contrainte trop forte pour la Bambouseraie

L'Art L.214-18 du Code de l'Environnement impose le maintien dans les cours d'eau d'un débit minimum (également appelé débit réservé) supérieur ou égal à 1/10 du module de ce cours d'eau. Compte-tenu du cas particulier du Gardon, soumis à des étiages très marqués, l'article L214-18 (point II) permet de diviser par 2 ce débit réservé en période d'étiage sous réserve qu'un débit réservé moyen d'1/10 du module soit maintenu sur l'année entière. Cette disposition permet donc de considérer un **débit réservé en étiage (juin, juillet, août et septembre)** correspondant à 1/20 du module, soit **280 l/s** et un débit réservé de **700 l/s le reste de l'année**.

L'EVP des Gardons a conduit également à définir les débits d'étiage stratégiques servant de base réglementaire à la gestion des cours d'eau :

- Le **débit biologique (DB)** : indicateur moyen mensuel de soutien du bon état des eaux aux points nodaux (fonctionnement biologique satisfaisant sur le tronçon amont) ;
- Le **débit objectif d'étiage (DOE)**, ici également assimilé au **débit de gestion (DG)** : indicateur moyen mensuel de la gestion structurée équilibrée aux points nodaux de fermeture des sous bassins versants en période d'étiage, toujours supérieur au débit biologique.

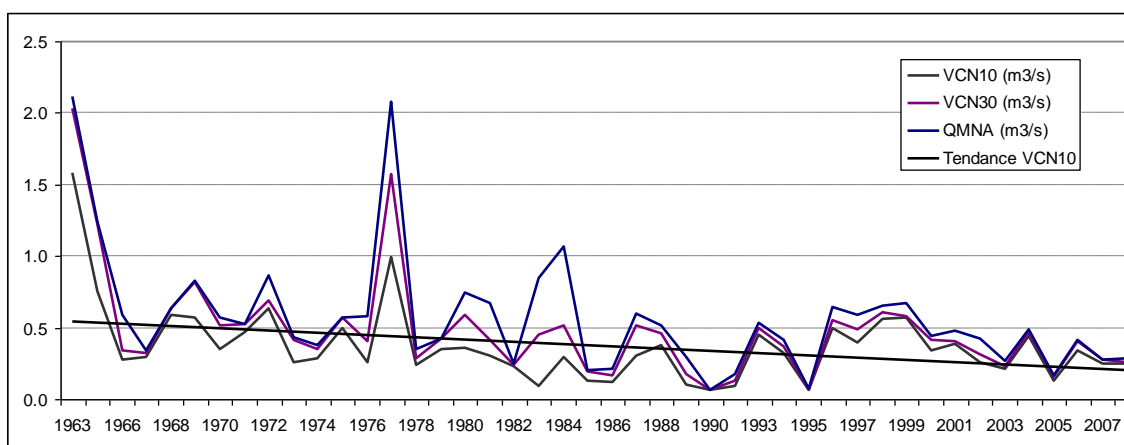
Débits cibles et objectifs pour le Gardon de Mialet à la station du Roucan (EVP BV des Gardons, décembre 2015, valeurs notifiées par le Préfet du Gard le 13 mai 2016)

	Débit biologique (DB)	Débit objectif d'étiage DOE (et débit de gestion DG)
Mai	0.72	≥0.72
Juin	0.45	≥0.45
Juillet	0.28	≥0.28
Août	0.28	≥0.28
Septembre	0.28	≥0.28
Octobre	0.47	≥0.47

On notera que le débit biologique, le débit objectif d'étiage et le débit de gestion sont tous fixés à la valeur de **280 l/s** correspondant au 1/20 du module sur la période d'étiage critique (juillet à septembre).

La sévérité des étiages a tendance à s'accroître depuis une cinquantaine d'années : les débits d'étiage connaissent une tendance à la baisse depuis les années 60. Le graphique ci-dessous représente l'historique des indicateurs caractéristiques de l'étiage (VCN30, VCN10, QMNA5) depuis 1967. Même si la représentativité des mesures croît avec le temps (augmentation de l'historique disponible), on décelé néanmoins une tendance générale à la baisse des débits caractéristiques du Gardon de Mialet.

Evolution des débits caractéristiques de l'étiage à la station de Générargues sur le Gardon de Mialet entre 1963 et 2007



Source d'information : : PGCR des Gardons, 2011

IV.1.4.1.2. CARACTERISTIQUES HYDROLOGIQUES DU GARDON D'ANDUZE

Il existe une station de mesure des débits sur le bassin versant du Gardon d'Anduze, mais elle n'est pas fiable en étiage. Dans le PGCR, les débits du Gardon d'Anduze ont été reconstitués en sommant les débits du Gardon de Mialet à la station de Roucan (Générargues) et ceux du Gardon de St Jean.

Les débits caractéristiques de l'étiage sont présentés dans le tableau suivant.

Débits caractéristiques de l'étiage du Gardon d'Anduze à la confluence des Gardons de Mialet et de St-Jean (au droit de la Bambouseraie)

Indicateurs de débit d'étiage	Débits mesurés (influencés)
⁽¹⁾ QMNA5	770 l/s
⁽¹⁾ VCN 30 quinquennal sec ⁵	630 l/s
⁽¹⁾ VCN 10 quinquennal sec ⁶	470 l/s
⁽²⁾ Module	12 200 l/s
⁽²⁾ 1/10° module	1 220 l/s
⁽²⁾ 1/20° module	610 l/s

Ces valeurs sont arrondies à la dizaine

Sources d'informations : ⁽¹⁾ PGCR des Gardons, 2012

⁽²⁾ Etude des Volumes Prélevables du Bassin versant des Gardons (valeurs notifiées par le Préfet du Gard le 13 mai 2016)

Les bilans effectués dans l'étude des volumes prélevables (cf. tableau ci-dessous) montre que le Gardon d'Anduze au point nodal n°10 (secteur dans lequel se trouve le prélèvement de la Bambouseraie) est en déficit quantitatif lié aux prélèvements d'eau sur le mois d'août (débit influencé : 710 l/s, débit cible objectif : 740 l/s).

Impact des prélèvements sur la ressource et respect des Débits Cibles étapes et objectifs (débits en m3/s) – Etude des Volumes Prélevables, point nodal n°10 : bassin versant d'Anduze

Paramètre	Type	Débits naturels reconstitués et débits influencés (m3/s)					
		mai	juin	juil	août	sept	oct
Q dispo pour T10 : Qnat Inter T10 + ressource arrivant de P7 et P8	5 ans sec / étape	3.66	2.28	1.09	0.82	1.18	5.81
	5 ans sec / objectif	3.66	2.28	1.09	0.82	1.18	5.81
Prélèvements sur T10	Total	0.097	0.100	0.119	0.109	0.088	0.077
	en m3	259 000	259 000	318 000	292 000	228 000	206 000
Q Infl	5 ans sec / étape	3.57	2.18	0.97	0.71	1.09	5.73
	5 ans sec / objectif	3.57	2.18	0.97	0.71	1.09	5.73
Ressource propre du tronçon mobilisée par les prélèvements (%)	Prélèvements / Qdispo étape	3%	4%	11%	13%	7%	1%
	Prélèvements / Qdispo objectif	3%	4%	11%	13%	7%	1%
Débits cibles DC	étape	1.74	1.32	0.66	0.65	0.63	1.39
	objectif	1.74	1.32	0.74	0.74	0.74	1.39
Déficit pour satisfaire le débit cible et les prélèvements 8 années sur 10	étape	0	0	0	0	0	0
	objectif	0	0	0	86 000	0	0
Réduction (en %, applicable au prélèvement total ayant un impact sur les débits au niveau du point)	étape	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	objectif	0%	0%	0%	16%	0%	0%

Sur d'autres secteurs du bassin versant du Gardon, ce déficit quantitatif concerne également le mois de septembre.

Il faut noter que cette évaluation a été effectuée sur la base des données des stations hydrométriques de 2007-2011, époque où le prélèvement de la Bambouseraie n'était pas optimisé, avant travaux d'étanchéification et mesures d'économies d'eau.

⁵ Minimum annuel de la moyenne glissante sur 30 jours consécutifs, de fréquence de retour 5 ans

⁶ Minimum annuel de la moyenne glissante sur 10 jours consécutifs, de fréquence de retour 5 ans

IV.1.4.1.3. CARACTERISTIQUES HYDROLOGIQUES DE L'AMOUS

Il n'existe pas de station hydrométrique sur l'Amous, les débits ne sont donc pas connus. Les observations de terrain montrent que le cours d'eau est pérenne.

IV.1.4.2. USAGES DES EAUX SUPERFICIELLES

De nombreux usages sont identifiés sur les Gardons et sont décrits ci-dessous. Aucun usage (baignade, activité nautique, irrigation, pêche) n'est pratiqué sur l'Amous du fait de la mauvaise qualité de l'eau (Cf. partie Qualité de l'eau).

IV.1.4.2.1. BAIGNADE

L'usage baignade est très développé sur les Gardons de Mialet et d'Anduze. La hauteur d'eau en période estivale est la principale contrainte pour cette activité. Ainsi, elle est souvent pratiquée dans des trous d'eau ou dans des zones où la profondeur de l'eau est suffisante (comme les gorges) tout au long des cours d'eau.

Au niveau de la zone d'étude, on compte un site de baignade au niveau du seuil du Mas du Pont sur le Gardon du Mialet utilisé et aménagé par le camping « Cévennes Provence » en rive droite qui réaménage chaque année la zone de baignade. Les visiteurs du parc d'accrobranche ont également accès à la rivière à cet endroit. En aval du seuil, la baignade est pratiquée malgré la dangerosité du site.

En aval, on compte 3 sites sur le Gardon d'Anduze jusqu'à Anduze (de l'Arche, le Castel Rose, le Pont d'Anduze).

La baignade est interdite dans l'Amous.

IV.1.4.2.2. PECHE⁷

L'ensemble du réseau hydrographique des Gardons est praticable pour la pêche. Le site de la Fédération Départementale de la Pêche recense les grands secteurs de pêche dans le Gard, et parmi eux le Gardon d'Anduze, de St-jean-du-Gard et de Mialet à Anduze. Ce secteur est connu pour ses carnassiers et poissons blancs abondants. Ses caractéristiques sont :

- ▶ Intérêt piscicole :
 - 1^{ère} et 2^{nde} catégorie.
 - Densité de poisson : bonne.
- ▶ Espèces dominantes : Truite fario, Vairon Chevesne, Blageon, Goujon.

Une Association Agréées pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (AAPPMA) est recensée sur le secteur : « Le Gardon Alaisien/Haute-Gardonneque ».

IV.1.4.2.3. IRRIGATION ET AEP

Le bassin versant du Gardon du Mialet fait l'objet de 2 types d'usages préleveurs : l'alimentation en eau potable et l'irrigation. La question du partage de l'eau entre les différents usagers fait l'objet d'un plan local de gestion porté par le SMAGE des Gardons.

Sur le bassin du Gardon de Mialet, on compte une dizaine d'ouvrages AEP, une douzaine de Béals et plus de 20 prélèvements directs dans le cours d'eau à usage agricole. Les prélèvements nets annuels globaux ont été estimés à 408 000 m³/an, dont 200 000 m³/an (soit 49%) pour l'eau potable et 208 000 m³/an (soit 51%) pour l'irrigation (prélèvement net annuel en année quinquennale sèche)⁸.

⁷ Source d'information Site internet de la Fédération Départementale de la Pêche (30)
(<http://www.federationpeche.fr/30/departement.php?page=269>)

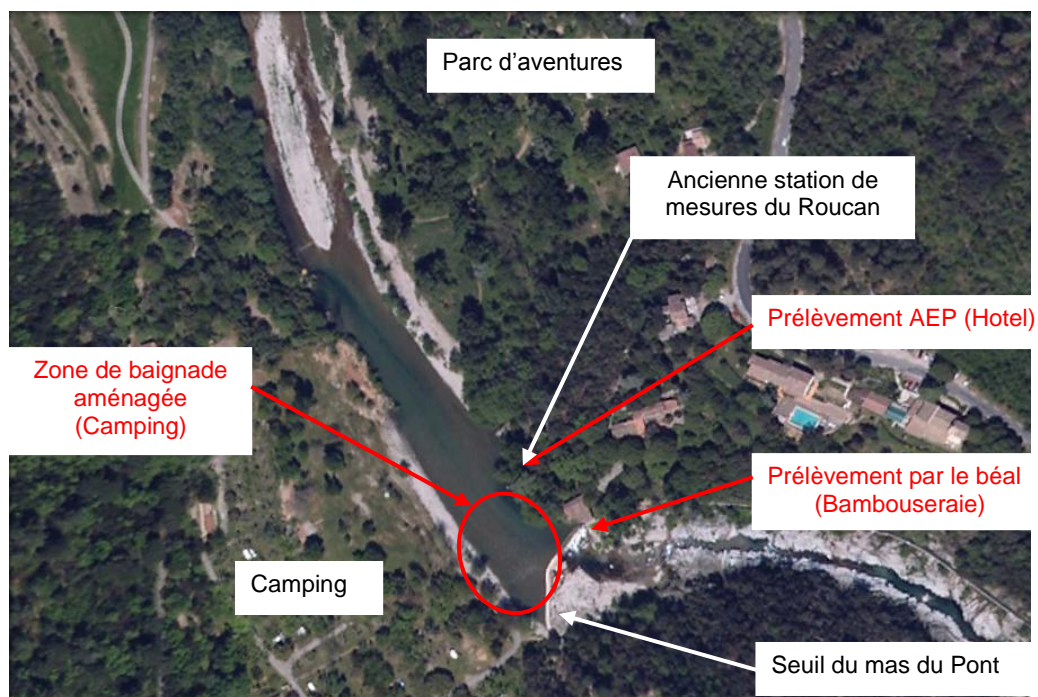
⁸ Source d'information : Définition d'un plan local de gestion de la ressource en eau sur le bassin versant du Gardon du Mialet, BRLi, 2013-SMAGE des Gardons

Au niveau de la zone d'étude, 2 prélèvements sont réalisés:

- L'hôtel des 3 Barbus en rive gauche, prélève au niveau de la station de mesure du Roucan (volume inconnu) ;
- La Bambouseraie exploite le Béal le plus au sud du bassin versant du Gardon de Mialet. Les débits annuels bruts prélevés ont baissé chaque année depuis 2010 : entre 180 et 530 l/s en 2010, mais entre 80 et 210 l/s en 2013.

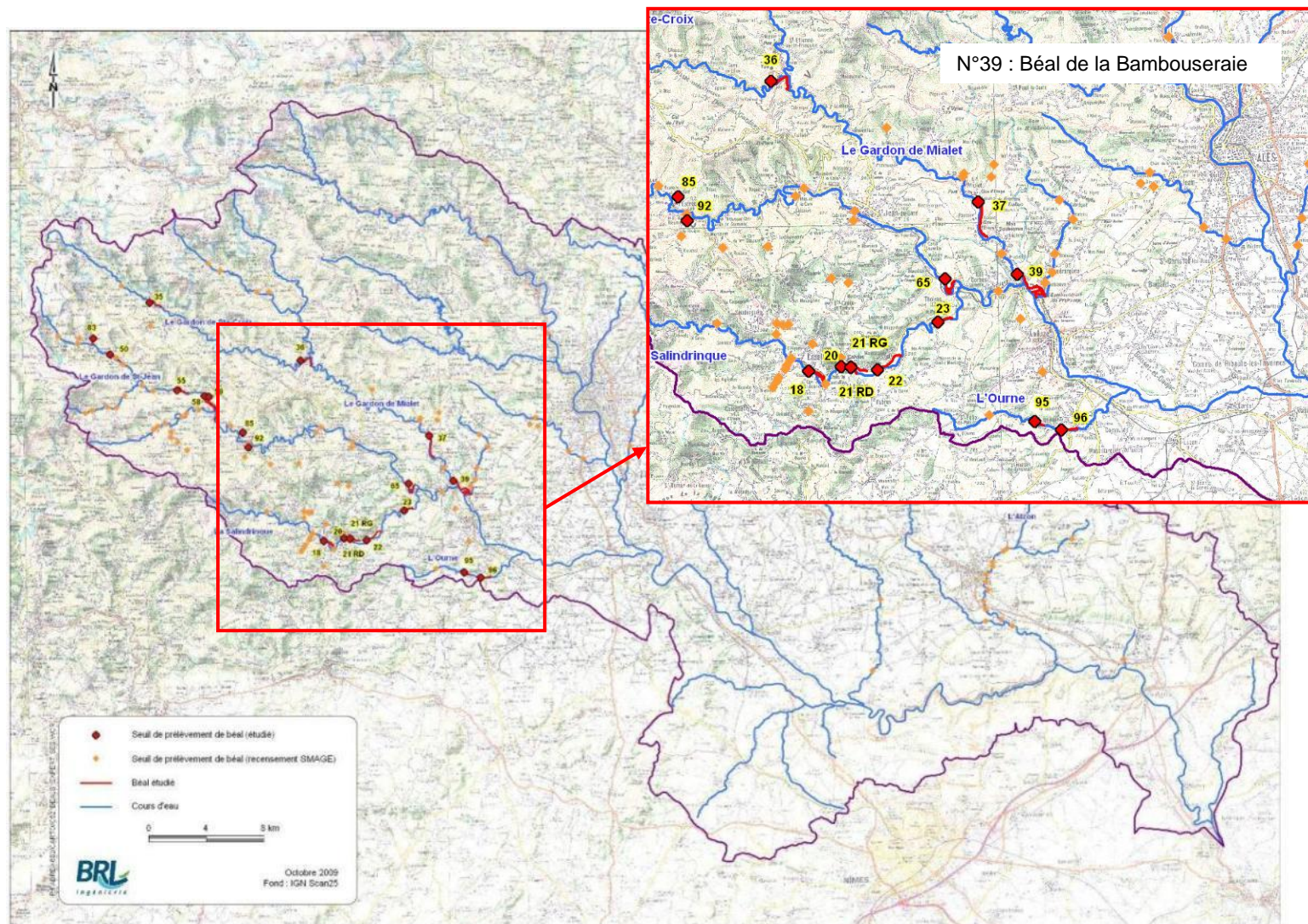
Il n'existe pas de prélèvements dans l'Amous à l'aval du rejet de la Bambouseraie.

Localisation des différentes activités et utilisations du Gardon du Mialet sur la zone d'étude



Source d'information: : Google earth, 2014

Localisation des béals dans les Gardons



IV.1.4.3. QUALITE DES COURS D'EAU

IV.1.4.3.1. QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE

Source d'information : Site internet du Système d'information sur l'eau du bassin Rhône-Méditerranée

Les Gardons de Mialet et d'Anduze et le cours d'eau l'Amous font l'objet d'un suivi de la qualité des eaux dont les données sont disponibles sur le site du bassin Rhône-Méditerranée⁹. Elles sont synthétisées dans les fiches suivantes.

GARDON DE MIALET

Dans le cadre de l'étude de l'amélioration de la gestion en eau de la Bambouseraie, des mesures de la qualité de l'eau du Gardon du Mialet circulant dans le Béal ont été réalisées. Elles sont résumées dans la Qualité de la ressource en eau et normes d'irrigation en chapitre D et sont rappelées ci-après :

Qualité de l'eau du Gardon de Mialet mesurée dans le Béal en 2012

Ressource	pH	Conductivité (ms/cm)	Sulfates (mg/l)	Bicarbonates (mg/l)	Chlorures (mg/l)
Eau gardon de Mialet (Béal)	7,2 à 8,2	0,17	21 à 26	90 à 95	14 à 15

Source d'information : Aversenq, 2013

Ces mesures indiquent un pH normal pour un cours d'eau ainsi que de faibles concentrations en minéraux et une conductivité faible.

Les informations relatives à la qualité du Gardon de Mialet fournies par l'AERMC sont présentées dans la fiche synthétique ci-dessous.



⁹ Source d'information Système d'Information sur l'Eau du Bassin Rhône-Méditerranée (<http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/>)

Qualité des eaux superficielles du Gardon du Mialet à Générargues

Années (1)	Bilan de l'oxygène	Température	Nutriments		Acidification	Polluants spécifiques	Invertébrés benthiques	Diatomées	Macrophytes	Poissons	Hydromorphologie	Pressions hydromorphologiques	ÉTAT ÉCOLOGIQUE	POTENTIEL ÉCOLOGIQUE	ÉTAT CHIMIQUE
			Nutriments N	Nutriments P											
2016	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE								Ind		BE
2014								BE					BE		
2013								BE					BE		
2012								BE					BE		
2011	TBE	TBE	TBE	TBE	BE		MOY						MOY		
2010	TBE	TBE	TBE	TBE	BE		MOY						MOY		
2009	TBE	TBE	TBE	TBE	BE		MOY						MOY		
2008	MOY ①	BE	TBE	BE	BE		MOY						MOY		

État écologique

TBE	Très bon état
BE	Bon état
MOY	État moyen
MED	État médiocre
MAUV	État mauvais
Ind	État indéterminé : absence actuelle de limites de classes pour le paramètre considéré, ou absence actuelle de référence pour le type considéré (biologie), ou données insuffisantes pour déterminer un état (physicochimie). Pour les diatomées, la classe d'état affichée sera "indéterminé" si l'indice est calculé avec une version de la norme différente de celle de 2007 (Norme AFNOR NF T 90-354)
NC	Non Concerné
	Absence de données

État chimique

BE	Bon état
MAUV	Non atteinte du bon état
Ind	Information insuffisante pour attribuer un état
	Absence de données

OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX DU SDAGE

Le SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée fixe les objectifs d'état pour les cours d'eau.

En amont de la prise du béal, la masse d'eau concernée est la FRDR 382 « Le Gard de sa source au Gardon de Saint-Jean inclus et le Gardon de Sainte-Croix » (Gardon du Mialet) et en aval, il s'agit de la masse d'eau « le Gard du Gardon de Saint-Jean au Gardon d'Alès » (FRDR381- Gardon d'Anduze). L'objectif de bon état (état écologique et chimique) pour les 2 masses d'eau est fixé à 2015.

COMMENTAIRES

Les mesures à la station de Générargues sur le Gardon du Mialet existent pour les années 2005 et 2008. Malgré une amélioration du bilan de l'oxygène et du taux de nutriments en 2008, l'état écologique est qualifié de moyen pour les 2 années du fait de l'état moyen de la faune benthique (vivant sur le fond).

GARDON D'ANDUZE

SUIVIS DCE ET OBJECTIFS DE QUALITE

La station « Gardon d'Anduze à Anduze » en amont de l'Amous n'est plus suivie. La station la plus proche du secteur d'étude est située en aval à Tornac

Station de suivi Gardon d'Anduze à Tornac



Source d'information : Agence de l'eau RM, 2013

Qualité des eaux superficielles du Gardon d'Anduze à Tornac

Années (1)	Bilan de l'oxygène	Température	Nutriments		Acidification	Polluants spécifiques	Invertébrés benthiques	Diatomées	Macrophytes	Poissons	Hydromorphologie	Pressions hydromorphologiques	ÉTAT ÉCOLOGIQUE	POTENTIEL ÉCOLOGIQUE	ÉTAT CHIMIQUE
			Nutriments N	Nutriments P											
2016	BE	Ind	TBE	BE	BE	BE		MOY				Moy		MOY	BE
2015	BE	Ind	TBE	BE	BE	BE		MOY				Moy		MOY	BE
2014	TBE	Ind	TBE	BE	BE	MAUV ①		BE				Moy		MOY	BE
2013	TBE	Ind	TBE	BE	BE	MAUV ①		BE				Moy		MOY	BE
2012	TBE	Ind	TBE	BE	BE	MAUV ①		MOY				Moy		MOY	BE
2011	BE	Ind	TBE	BE	BE	MAUV ①		MOY				Moy		MOY	BE
2010	BE	Ind	TBE	BE	TBE	BE		MOY				Moy		MOY	BE
2009	BE	Ind	TBE	TBE	TBE	BE		MOY				Moy		MOY	BE
2008	BE	Ind	TBE	BE	TBE	BE		MOY				Moy		MOY	BE

État écologique

TBE	Très bon état
BE	Bon état
MOY	État moyen
MED	État médiocre
MAUV	État mauvais
Ind	État indéterminé : absence actuelle de limites de classes pour le paramètre considéré, ou absence actuelle de référence pour le type considéré (biologie), ou données insuffisantes pour déterminer un état (physicochimie). Pour les diatomées, la classe d'état affichée sera "indéterminé" si l'indice est calculé avec une version de la norme différente de celle de 2007 (Norme AFNOR NF T 90-354)
NC	Non Concerné
	Absence de données

État chimique

BE	Bon état
MAUV	Non atteinte du bon état
Ind	Information insuffisante pour attribuer un état
	Absence de données

OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX DU SDAGE RM 2010-2015

Le SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée fixe les objectifs d'état pour les cours d'eau.

En amont de la prise du béal, la masse d'eau concernée est la FRDR 382 « Le Gard de sa source au Gardon de Saint-Jean inclus et le Gardon de Sainte-Croix » (Gardon du Mialet) et en aval, il s'agit de la

masse d'eau « le Gard du Gardon de Saint-Jean au Gardon d'Alès » (FRDR381- Gardon d'Anduze). L'objectif de bon état (état écologique et chimique) pour les 2 masses d'eau est fixé à 2015.

COMMENTAIRES

Sur le Gardon d'Anduze, les bilans qualitatifs sont globalement positifs. L'état chimique est qualifié de bon de 2007 à 2012. L'état écologique n'est pas renseigné mais le potentiel est qualifié de moyen depuis 2010. Les diatomées sont à un niveau moyen en 2010 et 2012.

L'état qualifié de mauvais pour les polluants spécifiques concerne les micropolluants minéraux. Le fond géochimique est naturellement élevé en nickel, arsenic et antimoine. De plus, les sites miniers sont susceptibles de participer à la mise en suspension d'autres polluants comme le plomb, le cuivre, le zinc ou le chrome. Le Gardon d'Anduze est particulièrement touché¹⁰.

Si l'on regarde plus précisément les résultats pour quelques paramètres physico-chimiques (tableau ci-dessous), les valeurs de pH et de la conductivité sont supérieures à celles mesurées dans le Gardon de Mialet (Béal).

Qualité de l'eau du Gardon d'Anduze à Tornac 2010-2013

PHYSICO-CHIMIE	Moyenne (2010-2013)	Min (2010-2013)	Max (2010-2013)
Conductivité à 25°C (mS/cm)	0,22	0,15	0,43
pH (unité pH)	8,26	7,6	9
Chlorures (mg/L)	5,38	5,37	7,2
Sulfates (mg/L)	21,20	15,2	26,8

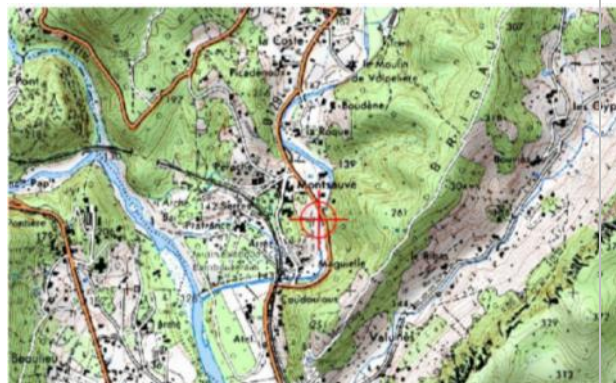
Source d'information : : site www.sierm.eaurmc.fr/eaux-superficielles/ consulté en janvier 2012

L'AMOUS

SUIVIS DCE ET OBJECTIFS DE QUALITE

La station la plus proche du secteur d'étude se situe à l'est de la propriété en amont du rejet des eaux issues du Béal « L'Amous à Générargues ».

Station de suivi de l'Amous à Générargues



¹⁰ Source d'information Projet de SAGE des Gardons-Etat Initial- BRLi En cours de rédaction

Qualité des eaux superficielles de l'Amous

Années (1)	Bilan de l'oxygène	Température	Nutriments		Acidification	Polluants spécifiques	Invertébrés benthiques	Diatomées	Macrophytes	Poissons	Hydromorphologie	Pressions hydromorphologiques	ÉTAT ÉCOLOGIQUE	POTENTIEL ÉCOLOGIQUE	ÉTAT CHIMIQUE
			Nutriments N	Nutriments P											
2016	BE	Ind	BE	BE	BE	MAUV ①	BE	BE					MOY		MAUV ①
2015	BE	Ind	BE	BE	BE	MAUV ①	BE	BE					MOY		BE
2014	TBE	Ind	BE	BE	BE	MAUV ①	BE	TBE					MOY		BE
2013	TBE	Ind	BE	BE	BE	MAUV ①	BE	BE					MOY		MAUV ①
2012	BE ①	Ind	BE	BE	BE	MAUV ①	BE	TBE					MOY		MAUV ①
2011	BE ①	Ind	BE	BE	BE	MAUV ①	BE	TBE					MOY		MAUV ①
2010	TBE	Ind	BE	BE	BE		TBE						BE		
2009	TBE	Ind	BE	BE	BE		TBE						BE		
2008	MOY ①	Ind	TBE	MED ①	MOY		MED						MED		

État écologique

TBE	Très bon état
BE	Bon état
MOY	État moyen
MED	État médiocre
MAUV	État mauvais
Ind	État indéterminé : absence actuelle de limites de classes pour le paramètre considéré, ou absence actuelle de référence pour le type considéré (biologie), ou données insuffisantes pour déterminer un état (physicochimie). Pour les diatomées, la classe d'état affichée sera "indéterminé" si l'indice est calculé avec une version de la norme différente de celle de 2007 (Norme AFNOR NF T 90-354)
NC	Non Concerné
	Absence de données

État chimique

BE	Bon état
MAUV	Non atteinte du bon état
Ind	Information insuffisante pour attribuer un état
	Absence de données

OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX DU SDAGE RMC

Le SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée fixe les objectifs d'état pour l'Amous.

L'objectif d'atteinte don bon état écologique et chimique pour cette masse d'eau (« **Ruisseau l'Amous** » FRFR10277) est fixé à en 2015 avec un objectif moins strict (faisabilité technique).

COMMENTAIRES

Les résultats montrent que la qualité **chimique est qualifiée de mauvaise**. En effet, le Reigous ou Reigoux, petit affluent de l'Amous, reçoit les eaux polluées de l'ancien site minier de Saint Sébastien d'Aigrefeuille (arsenic, plomb, cadmium, cuivre, mercure, nickel, zinc). Ceci entraîne des incidences sur la vie aquatique avec un état écologique jugé moyen depuis 2010.

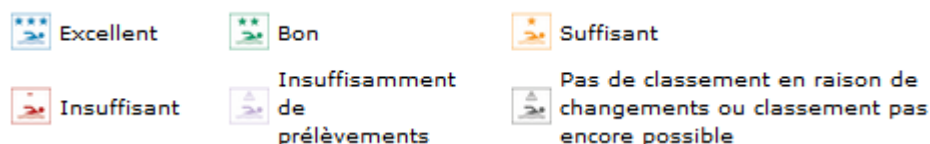
IV.1.4.3.2. QUALITE MICROBIOLOGIQUE DES EAUX DE BAINADE

La qualité des eaux de baignade est mesurée par l'Agence Régionale de Santé (ARS) pendant la saison balnéaire et sur les sites fréquentés régulièrement.

La carte-dessous localise les sites au niveau de la zone d'étude (Mas du Pont sur le Gardon du Mialet et l'Arche sur le Gardon d'Anduze en aval).

Une classification a été établie en référence aux normes de contamination en vigueur (valeurs « guides » ou « impératives »), afin de qualifier la qualité de l'eau et permettre chaque année le classement des zones de baignade concernées. Les niveaux de classement sont précisés ci-dessous. Les paramètres considérés sont microbiologiques (contamination fécale).

Classement des baignades selon la qualité de l'eau



La plupart des sites de baignades du Gardon de Mialet et du Gardon d'Anduze à proximité du site de la bambouseraie sont classés en qualité bonne à excellente. La qualité est donc conforme.

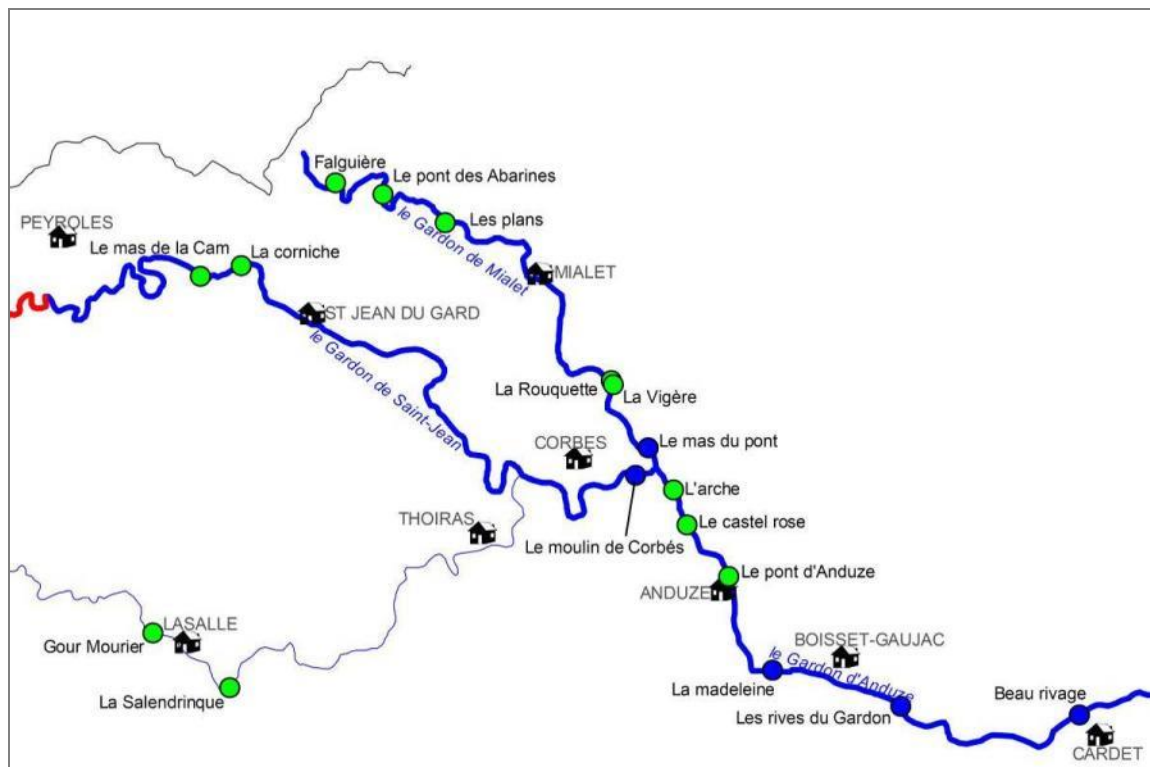
Qualité des eaux de baignade sur la zone d'étude

Site	2013	2014	2015	2016
Le Mas du Pont	Bon	Excellent	Excellent	Excellent
L'Arche	Bon	Bon	Bon	Excellent

Source d'information : ARS, 2017

Les points de baignade dont la qualité est contrôlée par l'ARS sont représentés sur la figure suivante :

Points de contrôle de la qualité des eaux de baignade en 2011



Source d'information : ARS, 2011

La baignade est interdite de façon permanente sur l'Amous pour cause de pollution chimique.

IV.1.5. CONTEXTE HYDROGEOLOGIE

On reprend ci-après la description du contexte hydrogéologique des captages donnée par Berga Sud dans l'étude de compte-rendu des forages (2012) :

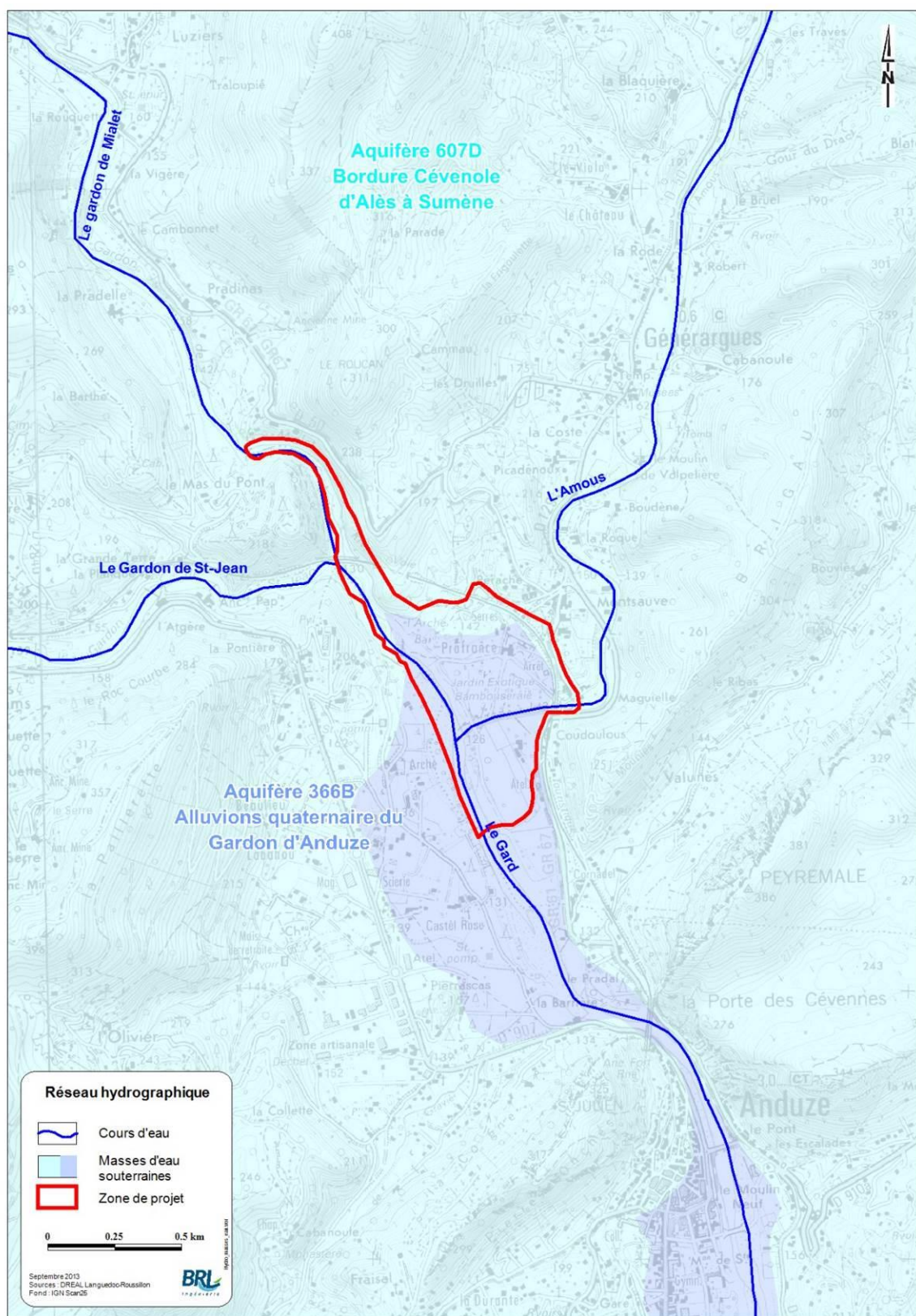
Les forages en projet concernent directement les formations liasiques et triasiques de la bordure cévenole (formations sédimentaires de l'ère secondaire), et plus particulièrement l'aquifère karstique « Bordure cévenole d'Alès à Sumène » (607d).

Le tableau ci-dessous met en correspondance les référentiels existants : masses d'eau selon la classification européenne DCE (Directive Cadre sur l'Eau) et référentiel BRGM utilisé dans l'atlas hydrogéologique régional.

Système aquifère de la zone d'étude

Masse d'eau souterraine DCE	Code BRGM	Nom de la masse d'eau	Système aquifère (BRGM 1985 et 2006)	Domaine hydrogéologique (ou milieu)
FRDG507	6507	Formations sédimentaires variées de la bordure cévenole (Ardèche et Gard) et alluvions de la Cèze à Saint-Ambroix	607 d – Bordure cévenole d'Alès à Sumène	Karstique

Principales formations hydrogéologiques du bassin versant des Gardons (BRLi)



Source d'information : SAGE des Gardons

IV.1.5.1. NATURE DES AQUIFERES EXPLOITES

Source d'information : Fiche de caractérisation de la masse d'eau souterraine 6507-Portail du bassin Rhône-Méditerranée

Les formations sus-jacentes des calcaires et dolomies du Jurassique (notamment Lias) de la bordure cévenole (entre Alès et Saint Ambroix d'une part, entre Alès et Sumène d'autre part) comprennent une grande diversité de faciès avec des formations très compartimentées et des systèmes peu étendus (souvent moins de 20 km²). La surface globale de l'aquifère est de 210 km²¹¹.

Nappe du Trias (forage Fe1) :

Les aquifères secondaires sont ceux des niveaux gréseux, calcaires et dolomitiques du **Trias** au niveau du versant Sud des Cévennes et qui peuvent être très localement karstifiés. Ils présentent une semelle imperméable, sauf en cas de fracturation importante, où il peut y avoir des échanges avec les formations du socle Primaire. Cet aquifère, d'un intérêt secondaire, est en continuité avec l'Hettangien vers Alès et la Grand-Combe. La limite de cet aquifère est ensuite stratigraphique avec les alluvions du Gardon. Certains niveaux du Trias peuvent contenir du gypse, ce qui peut induire des fortes teneurs en sulfates.

Au niveau du forage Fe1, l'aquifère du Trias est séparé de l'aquifère des alluvions du Gardons par un toit imperméable (argiles).

Nappe de l'Hettangien (forage Fe2) :

Les formations des **dolomies de l'Hettangien** (607d) karstifiées et colmatées forment le **principal réservoir du système jurassique**. Au Sud-Ouest d'Alès, ces dolomies et calcaires du Lias de la bordure cévenole se révèlent de **très bons aquifères** (nappes libres et captives). Les circulations d'eau **alimentent de manière pérenne mais discontinue les alluvions du bassin du Gardon d'Anduze**. Les cours d'eau de ce sous-bassin versant présentent des pertes qui alimentent également des aquifères de faible extension du fait de la présence à proximité du système de failles et de fractures associé à la faille des Cévennes (suivant un axe Anduze-Alès). Le mur de l'aquifère est vraisemblablement constitué par les marnes imperméables de Keuper, non atteintes en Fe2, mais pouvant être à l'origine de teneurs en sulfates non négligeables. L'aquifère hettangien n'est pas exploité dans la zone. Dans le cas du forage Fe2, il y a par ailleurs des venues d'eaux profondes qui remontent à la faveur de la faille.

Nappe des alluvions du Gardon :

Les alluvions sablo-graveleuses récentes du Gardon contiennent la nappe du même nom, peu épaisse (jusqu'à une dizaine de mètres), peu étendue mais caractérisée par une perméabilité non négligeable et constituant une ressource facile d'accès. Elle est néanmoins dépendante d'une alimentation par le Gardon, ce qui nécessite en période d'étiage la mise en place de seuils fusibles. Cette nappe est notamment exploitée par le puits AEP de Générargues P2 situé à 470 m en aval de Fe1 et à 760 m de Fe1.

IV.1.5.2. ÉCOULEMENTS

Source d'information : Fiche de caractérisation de la masse d'eau souterraine 6507-Portail du bassin Rhône-Méditerranée

La recharge se fait par les pluies sur les affleurements et par des pertes sur les rivières au niveau de l'hettangien. La karstification parfois importante génère la présence de sources avec des débits relativement élevés.

¹¹ Source d'information Cereg Ingénierie, 2012

Dans l'hettangien, les écoulements sont de type karstique avec des fissures et des chenaux parfois importants (pertes - résurgences) et les aquifères sont globalement libres avec localement un prolongement sous couverture imperméable par les formations argileuses qui les recouvrent, ils deviennent alors captifs. **C'est le cas au niveau du forage Nord Fe2.** Les observations réalisées par Berga Sud pendant le pompage d'essai indiquent l'absence d'impact visible des précipitations, **ce qui confirme son caractère captif.**

La complexité géologique du secteur, très compartimenté, rend difficile la définition de l'origine de l'eau de l'aquifère de l'hettangien et des zones de vidange au niveau de la zone d'étude.

Au niveau du forage sud Fe1, les essais (Bergasud, 2012) indiquent que l'aquifère triasique est captif à cet endroit du fait de niveaux de plan d'eau différents avec celui de l'aquifère des alluvions et du fait que les précipitations observées n'ont pas eu d'effet direct sur cet aquifère. Néanmoins, le rapport souligne une forte probabilité de réalimentation à distance par l'aquifère alluvial.

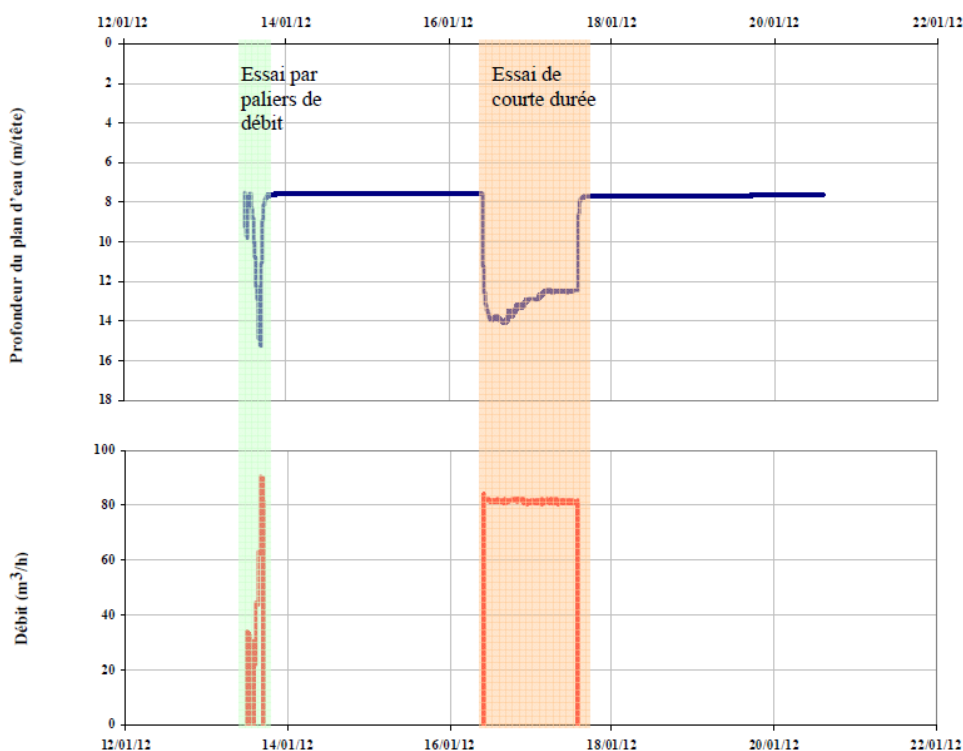
IV.1.5.3. RESUME DES APPORTS DES POMPAGES D'ESSAI SUR LES FORAGES (BERGA SUD)

Cf. pièce III (coupes géologiques et techniques des forages Fe1 et Fe2).

IV.1.5.3.1. POMPAGE D'ESSAI DE JANVIER 2012 SUR F1 (EXPLORATION)

Après un essai par paliers de débits, un pompage de 28 h a été réalisé sur Fe1 du 16 au 17 janvier 2012 au débit moyen de 81,5 m³/h avec rejet à l'Amous.

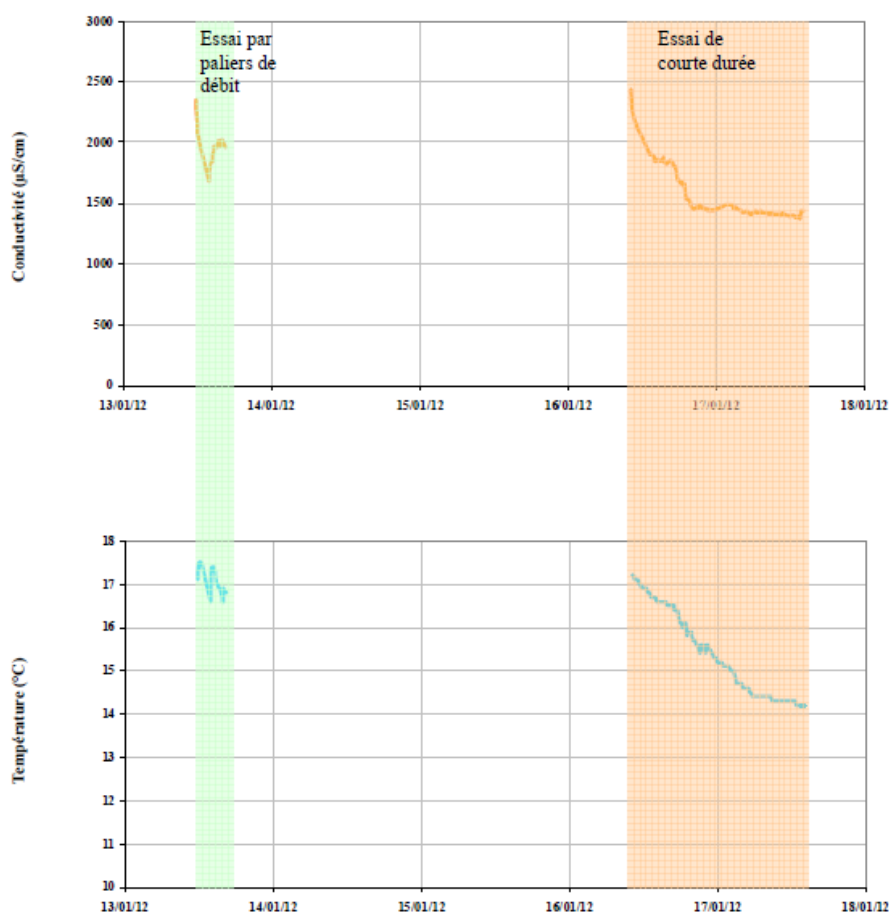
Courbes du pompage d'essai de janvier 2012 sur le forage d'exploration F1



Compte tenu des très forts déboussages intervenus au cours du pompage, il n'est pas possible d'utiliser les méthodes de traitement classique de l'hydrogéologie quantitative afin de déterminer une transmissivité apparente de l'aquifère exploité partir de la courbe de descente du niveau d'eau.

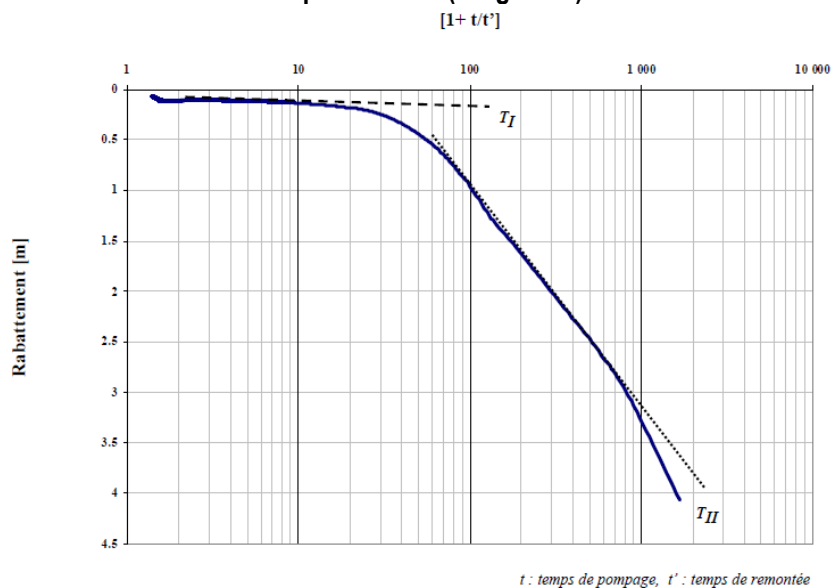
On constate néanmoins une stabilisation du niveau d'eau en fin de pompage, signant une probable réalimentation distante du forage (et de l'aquifère du Trias) par la nappe des alluvions du Gardon.

Courbes d'évolution de la conductivité et de la température dans le forage d'exploration F1 durant l'essai de janvier 2012



Si on constate une baisse puis une apparente stabilisation de la conductivité, l'essai nous semble néanmoins trop court pour espérer effectuer une interprétation juste de l'évolution de la conductivité et de la température.

Ajustement par la méthode de Theis de la remontée du pompage d'essai de janvier 2012 sur le forage d'exploration F1 (Berga Sud)



Berga Sud a pu ajuster la courbe de remontée à la fin du pompage par la méthode de Theis et en a déduit la transmissivité apparente suivante pour l'aquifère du Trias :

$$T = 1,9.10^{-3} \text{ m/s } (T_{II})$$

La seconde partie de la remontée permet également d'effectuer un ajustement conduisant à une transmissivité bien supérieure ($T_I = 0,11 \text{ m/s}$). Berga Sud l'attribue à la réalimentation distante de la nappe du Trias par la nappe des alluvions du Gardon.

Analyse de l'eau du forage F1 à la fin du pompage de 28 h (17 janvier 2012 à 14 h)

Chlorures (mg/l)	37
Hydrogénocarbonates (mg/l)	320
Sulfates (mg/l)	470
Magnésium (mg/l)	38
Arsenic (µg/l)	3
Antimoine (µg/l)	<1
Fluorures (mg/l)	0.23

L'essai a montré la présence d'une nappe potentiellement exploitable dans les formations calcaires du Trias avec une bonne réalimentation permettant d'escompter un forage d'exploitation pérenne.

On note néanmoins une importante minéralisation (conductivité de $1\,400 \text{ µS/cm}$) avec notamment une forte teneur en sulfates (470 mg/l), cependant après un renouvellement limité de l'eau (28 h de pompage).

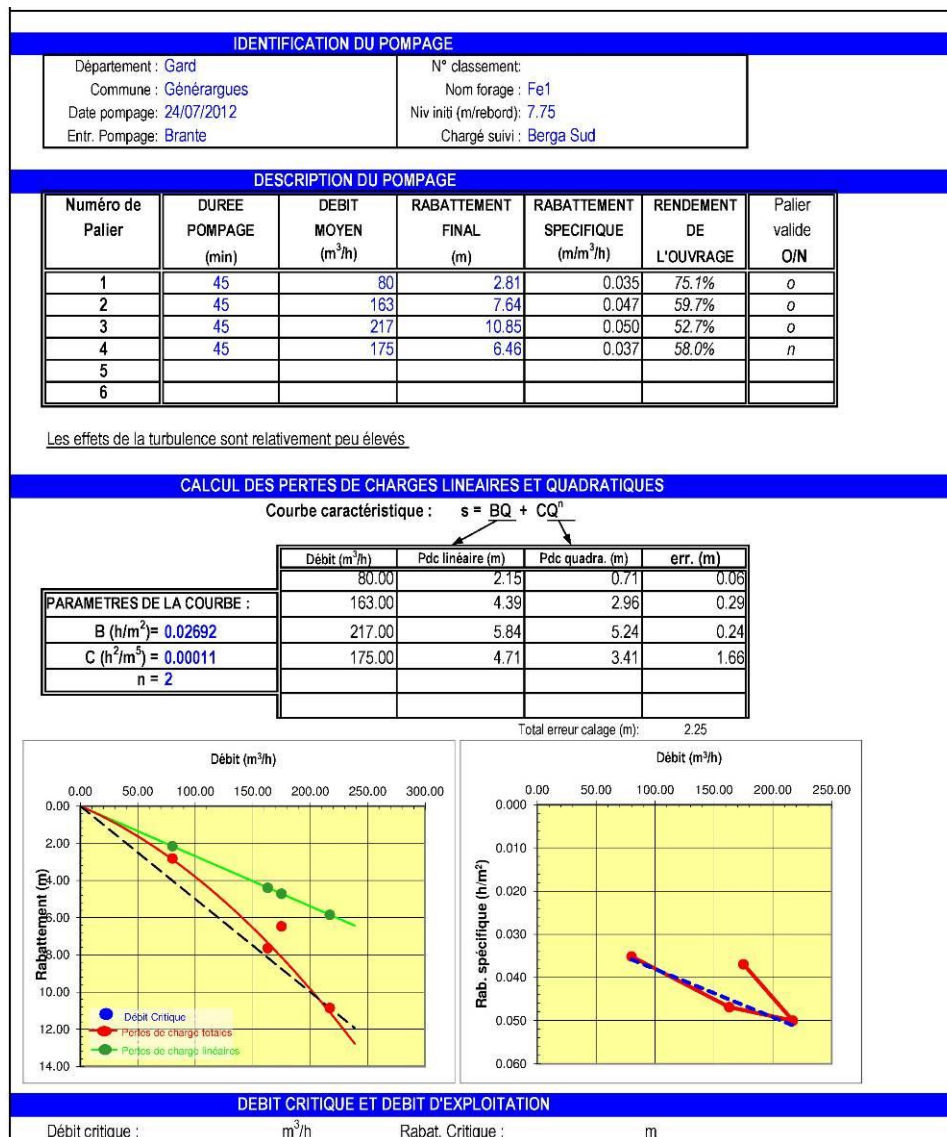
IV.1.5.3.2. POMPAGE D'ESSAI DE 2012 SUR FE1

Essai par paliers :

L'essai par paliers de pompage permet de renseigner sur l'adéquation de l'ouvrage de captage par rapport aux débits d'exploitation escomptés.

Le forage Fe1 a préalablement fait l'objet d'un pompage par 3 paliers de débits non enchaînés. Après un temps de repos minimal de 30 minutes à la fin de chaque palier, le niveau d'eau initial a été retrouvé avant le palier suivant.

Synthèse des résultats du pompage par paliers sur Fe1 le 24 juillet 2012 – Ajustement Artésie à partir des données Berga Sud



L'essai montre une productivité suffisante de l'ouvrage avec un rendement de l'ouvrage supérieur à 50% au débit d'exploitation pressenti (200 m³/h).

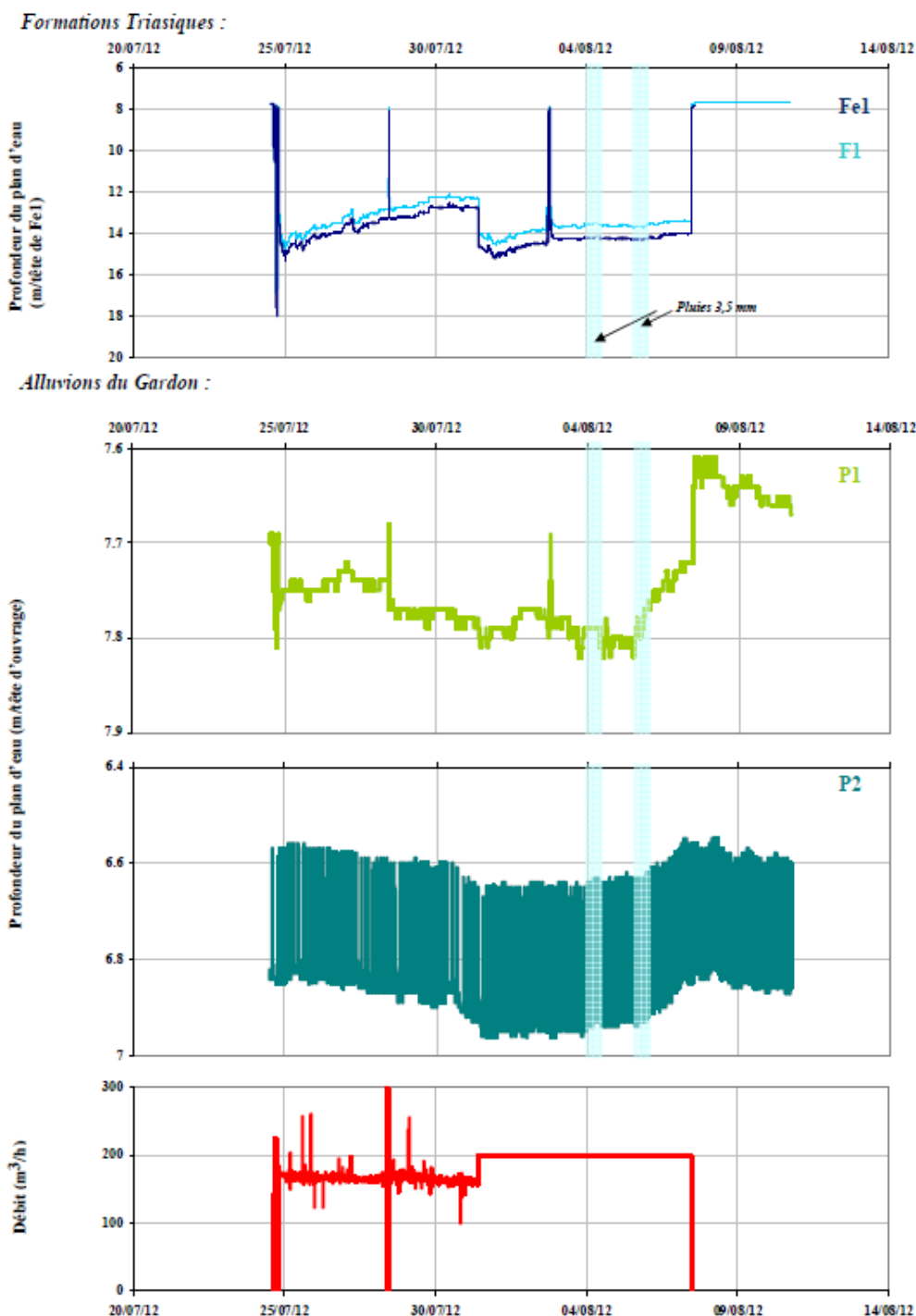
Un quatrième palier à 175 m³/h a ensuite été réalisé : le rabattement atteint au bout de 45 minutes était de 6,46 m, soit une valeur de plus d'1 m de moins que pour le palier de 163 m³/h. Le pompage par paliers a donc conduit à un développement non négligeable du forage. Un nouvel essai par paliers pourrait donc donner meilleur un résultat que celui présenté ci-dessus.

Essai longue durée :

Ce pompage a été réalisé sur Fe1 du 24 juillet au 7 août 2012 pendant 14 jours, 16 h et 14 minutes, au débit moyen de 190 m³/h avec rejet à l'Amous.

Les niveaux piézométriques ont été suivis dans les ouvrages suivants : Fe1, F1 situé à 5 m de distance, P1 (piézomètre de 11 m de profondeur) à 15 m de distance et P2 (puits AEP de Gènerargues exploitant la nappe alluviale, de 7,7 m de profondeur) à 460 m en aval de Fe1.

Courbes du pompage d'essai du 24 juillet au 7 août 2012 sur le forage Fe1

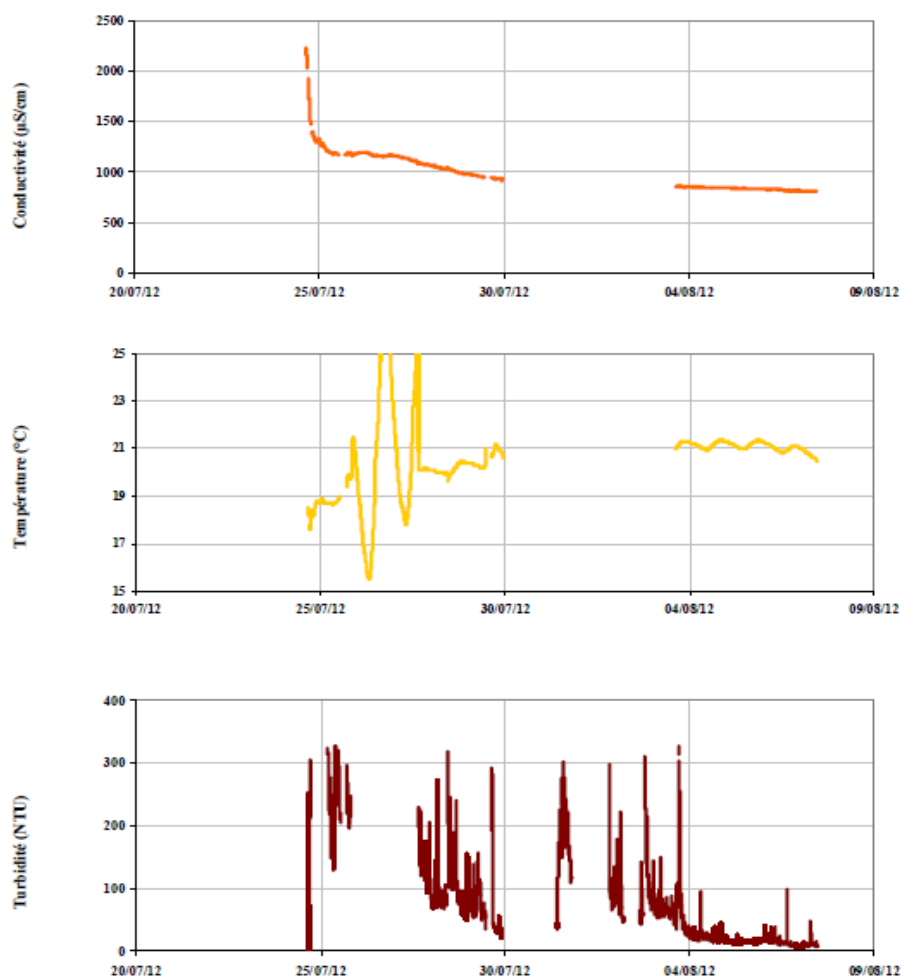


Après une phase de développement autour des deux forages (durant les 5 premiers jours du pompage), le pompage dans Fe1 a induit une stabilisation des niveaux d'eau dans les deux forages. Les rabattements induits sont les suivants :

- environ 6,3 m dans Fe1 (rabattement « stabilisé » au bout de quelques minutes) ;
- 5,6 m dans F1 (Trias) à 5 m de distance,
- 0,05 à 0,1 m dans le piézomètre P1 (alluvions) à 15 m de distance,

Le pompage n'a en revanche eu aucun effet sur le niveau du puits P2 (alluvions) situé à 460 m en aval.

Courbes d'évolution de la conductivité et de la température dans le forage Fe1 durant l'essai du 24 juillet au 7 août 2012



La stabilisation des niveaux témoigne d'une réalimentation induite de l'aquifère du Trias par la nappe alluviale du Gardon, s'effectuant probablement à une certaine distance du forage, soit dans un secteur où le recouvrement argileux de la nappe du Trias rencontré au droit des forages (6 m d' « argiles noires » en Fe1 et 9,5 m de « marnes noires indurées » en F1) est moins conséquent, soit à la faveur d'une zone fracturée pouvant mettre localement en connexion les deux aquifères.

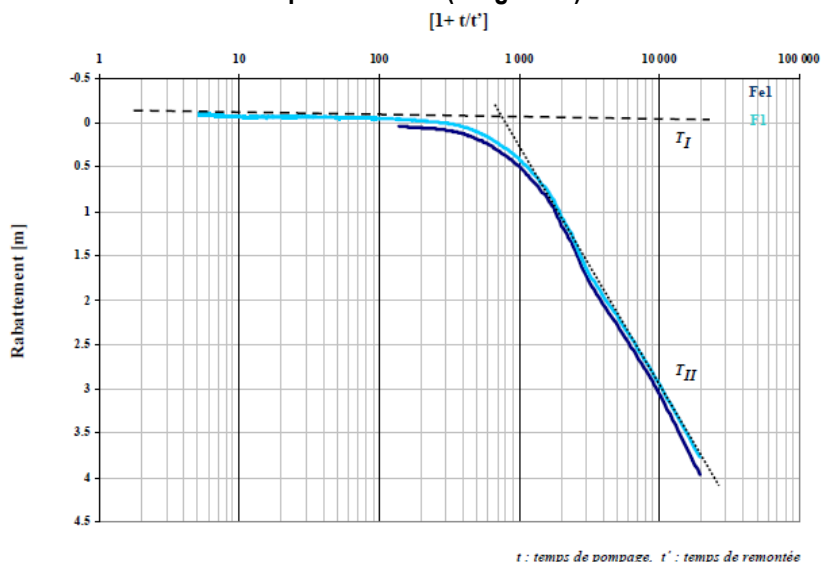
Le pompage dans Fe1 a manifestement un impact sur la nappe alluviale (P1) mais cet impact reste faible et limité en amplitude (rabattement induit de 10 cm maximum).

La baisse rapide de la conductivité, de plus de 2000 µS/cm, retombée en quelques heures autour de 1100 µS/cm, peut être mise en relation avec la forte turbidité des eaux en ce début d'essai liée au développement local de l'aquifère (entraînement des fines sous l'effet du pompage).

La seconde phase de baisse, plus lente et régulière de 1100 µS/cm le 25 juillet à 810 µS/cm en fin d'essai est vraisemblablement attribuable à des venues d'eau en provenance de la nappe alluviale du Gardon, hypothèse cohérente avec la stabilisation des niveaux d'eau. La nappe alluviale du Gardon est en effet moins minéralisée (conductivité voisine de 340 à 530 µS/cm au puits P2 Coudoulous de Gènerargues, possiblement influencé par le Trias sous-jacent, et de 280 µS/cm dans le Gardon). En revanche, au vu des rapports de dilution, si le Gardon semble contribuer à l'alimentation du forage Fe1, il reste clairement minoritaire en proportion dans l'eau captée au forage Fe1 (cf. calcul sommaire de la page 115).

Par ailleurs, Berga Sud fait dans son rapport de compte-rendu la remarque suivante : « à long terme, il apparaît que le niveau dans les alluvions ne s'aligne pas sur celui de l'aquifère triasique que ce soit sur P1 ou sur P2. En effet, la baisse de niveau de plan d'eau observée sur P2 le 30 juillet vers 13 heures ne correspond pas du tout à l'augmentation des débits sur Fe1 qui a eue lieu le 31 juillet à 10 heures (...). Par ailleurs, les précipitations du 4 au 5 août 2012, bien que très modérées, ont engendré une hausse du niveau de l'aquifère alluvial et n'ont pas eu d'effet direct sur l'aquifère triasique ».

Ajustement par la méthode de Theis de la remontée du pompage d'essai de juillet-août 2012 sur le forage d'exploration Fe1 (Berga Sud)



Berga Sud a pu ajuster la courbe de remontée à la fin du pompage par la méthode de Theis et en a déduit la transmissivité apparente suivante pour l'aquifère du Trias :

$$T = 3,7 \cdot 10^{-3} \text{ m/s } (T_{II})$$

De même que pour F1, la seconde partie de la remontée permet également d'effectuer un ajustement conduisant à une transmissivité apparente bien supérieure ($T_I = 0,25 \text{ m/s}$), sous influence à la réalimentation distante de la nappe du Trias par la nappe des alluvions du Gardon.

Cet essai a confirmé la productivité intéressante de l'aquifère du Trias et la bonne adaptation de l'ouvrage Fe1. La profondeur du niveau initial de la ressource est de 7,75 m par rapport au sol. Les différents essais ont montré que le niveau initial était restauré à chaque redémarrage. Le rabattement maximal est de 10,85 m localisé autour du forage. Le forage Fe1 est apte à fournir un débit de 200 m³/h soit 4000 m³/jour pour un niveau dynamique proche de 14 m de profondeur.

Analyses de l'eau du forage Fe1

	Fe1 Sud	
	06/08/2012 en fin d'essai	sept-12
Laboratoire	SAS	Galys
Sulfates (mg/l)	207	80.3
Bicarbonates (mg/l)	229	188.8
Chlorures (mg/l)	27	21.8
Conductivité (μS/cm)	880	866
pH	7	7.1

En italique : doute sur la représentativité du prélèvement (temps de renouvellement suffisant ?)

L'analyse de l'eau sur Fe1 a montré une teneur en sulfates et une dureté plus modérée qu'en F1. On ne connaît pas en revanche la durée de pompage préalable au prélèvement et donc la représentativité réelle de l'échantillon.

IV.1.5.3.3. POMPAGE D'ESSAI D'AOUT-SEPTEMBRE 2013 SUR FE2

Essai par paliers :

Le forage Fe2 a préalablement fait l'objet d'un pompage par paliers de débits non enchaînés. Après un temps de repos minimal de 10 puis 20 minutes à la fin de chaque palier, l'artésianisme du forage a été retrouvé avant le palier suivant.

Synthèse des résultats du pompage par paliers sur Fe2 le 20 août 2013 – Ajustement Artésie à partir des données Berga Sud

Numéro de Palier	DUREE POMPAGE (min)	DEBIT MOYEN (m ³ /h)	RABATTEMENT FINAL (m)
1	0	40	-4.00
2	30	55	3.20
3	120	65	6.15
4	120	70	7.29

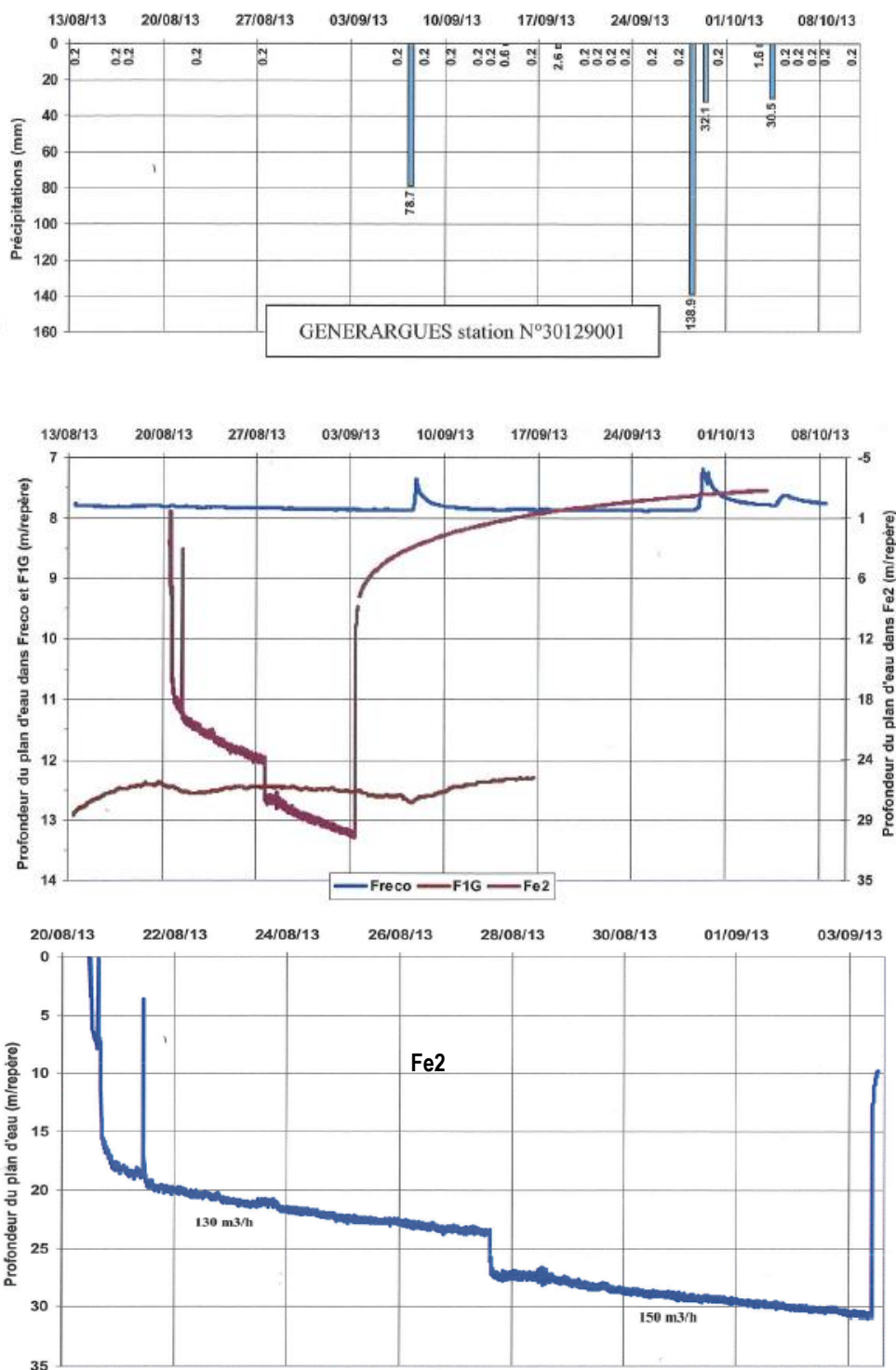
Cet essai nous semble difficile à interpréter du fait de la durée inégale des paliers et du type d'aquifère (cavité karstique).

Essai de longue durée :

Ce pompage a été réalisé sur Fe2 du 20 août au 3 septembre 2013 pendant 13 jours, 18 h et 20 minutes, au débit moyen de 70, 96, 130 puis de 150 m³/h avec rejet au Béal.

Les niveaux piézométriques ont été suivis dans les ouvrages suivants : Fe2, F1 = Freco à 415 m, P2 (puits AEP de Générargues exploitant la nappe alluviale, de 7,7 m de profondeur) à 740 m, F1G (forage AEP de Générargues exploitant la nappe de l'Hettangien) à 1 750 m.

Courbes du pompage d'essai du 20 août au 3 septembre 2013 sur le forage Fe2

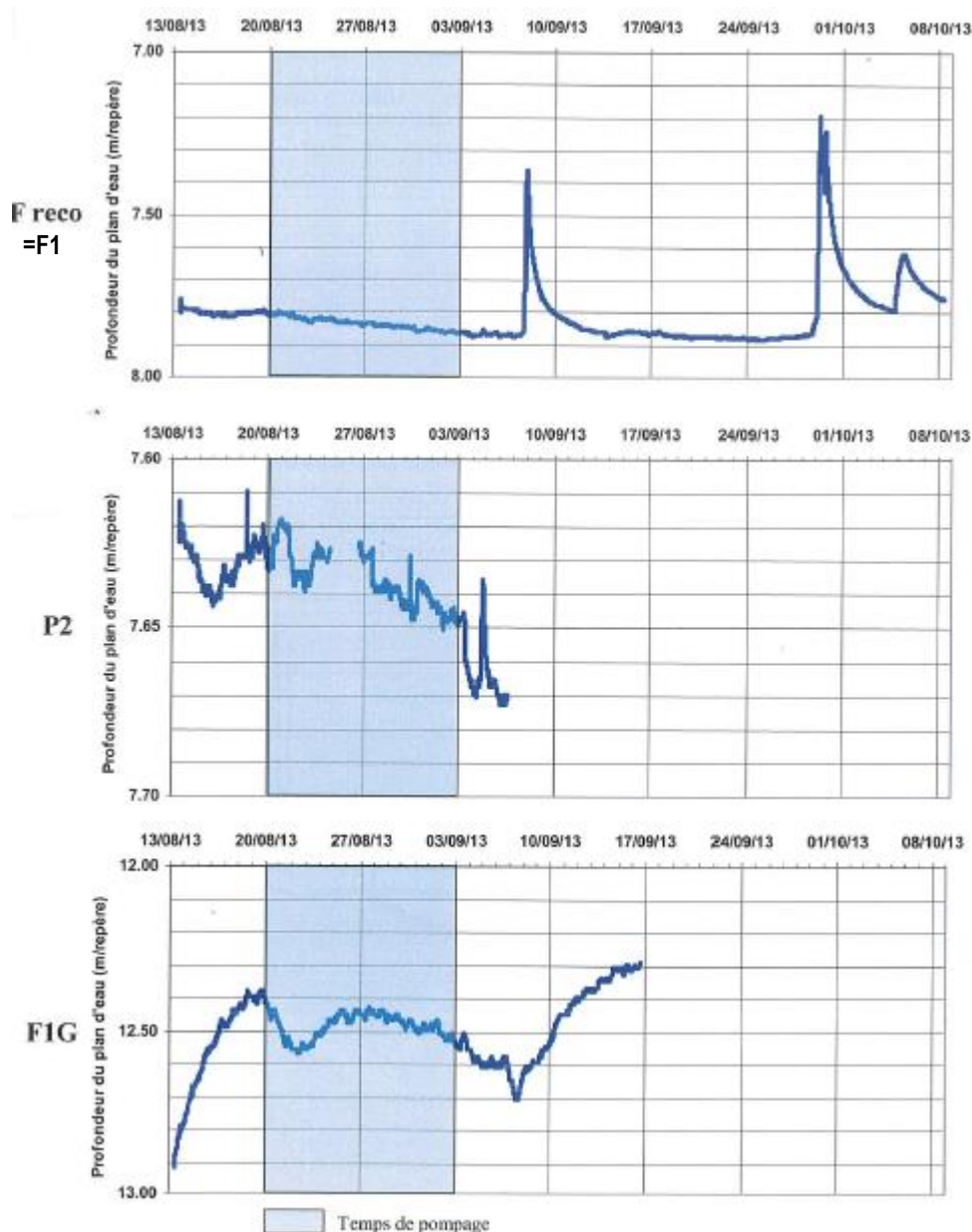


Le forage Fe2 était artésien (en charge par rapport au sol) de 4 m avant l'essai et son débit d'artésianisme était évalué à 40 m³/h.

Le rabattement total après 13 jours de pompage était voisin de 35 m (profondeur par rapport au sol de 31 m).

Le pompage a montré une baisse linéaire de niveau en fonction du temps, compatible avec la configuration d'une vidange d'une cavité ou d'un groupe de cavités karstiques. La remontée après l'essai a été très lente, avec un rabattement résiduel de 5 m après 12 jours de remontée (pour un total de 35 m de rabattement total), et les courbes de suivi ne montrent pas de réalimentation visible lors des pluies d'orages laissant craindre un risque de surexploitation locale de cette ressource en eau.

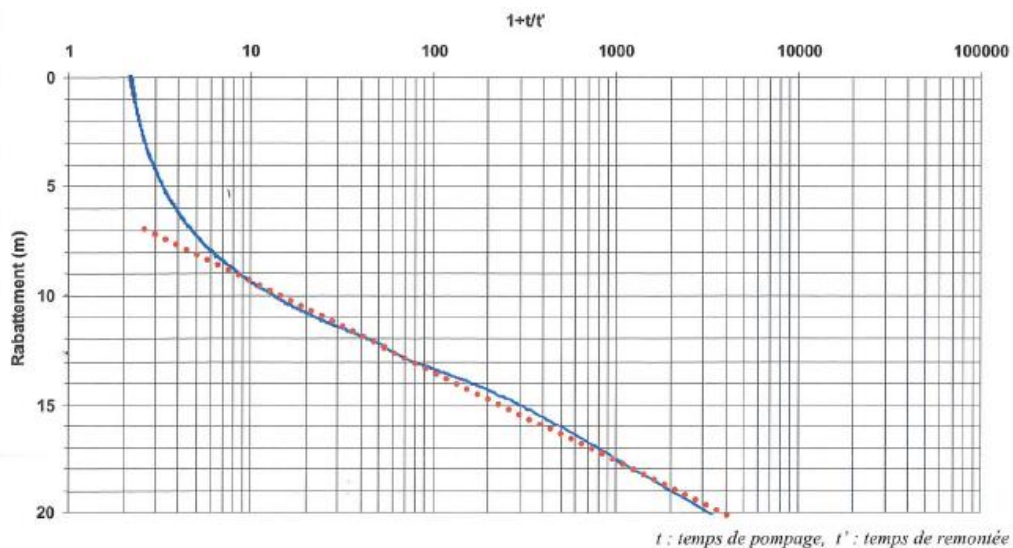
Détail des courbes piézométriques des ouvrages suivis durant l'essai



Le pompage n'a pas eu d'effet décelable dans les ouvrages distants suivis : absence totale d'influence dans F1G et dans P2 et possible très faible impact manifesté par un très léger changement de pente dans F1 (= Freco).

La descente, n'ayant pas une forme « classique » de courbe logarithmique, n'est pas interprétable par les méthodes d'hydraulique des puits.

Ajustement par la méthode de Theis de la remontée du pompage d'essai d'août-septembre 2013 sur le forage d'exploration Fe2 (Berga Sud)



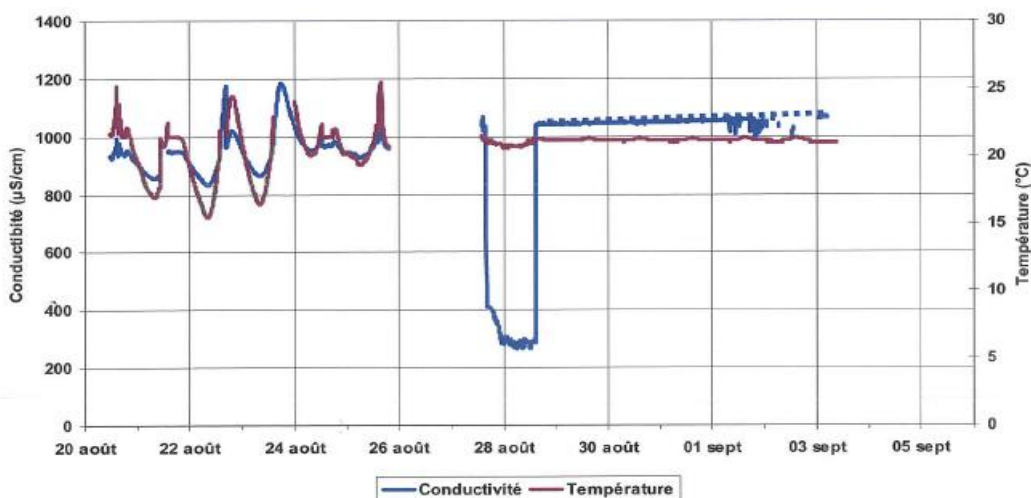
En revanche, Berga Sud a pu ajuster la courbe de remontée à la fin du pompage par la méthode de Theis et en a déduit la transmissivité apparente suivante pour l'aquifère de l'Hettangien :

$$T = 2,0.10^{-3} \text{ m/s}$$

Analyses de l'eau du forage Fe2 durant le pompage de 13 jours

	22/08/2013	28/08/2013	02/09/2013	03/09/2013
Laboratoire	SAS	SAS	SAS	Berga Sud
Sulfates (mg/l)	379.07	394.81	412.51	412
Bicarbonates (mg/l)	245	247.9	252.9	217
Chlorures (mg/l)	12.78	11.18	11.5	-
Conductivité (µS/cm)	900	890	900	1 067
pH	7.46	7.32	7.21	7.3

Suivi de la température et la conductivité au forage Fe2 pendant le pompage d'essai de 2013



La minéralisation de l'eau est importante (conductivité de 998 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en début d'essai et de 1 067 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en fin d'essai, en légère augmentation) mais inférieure à celle de Fe1 avec notamment une forte teneur en sulfates (412 mg/l).

La turbidité, selon Berga Sud est en majeure partie constituée par des grains de sable issus du colmatage du karst de l'Hettangien, était élevée en début de pompage et a fortement diminué très rapidement même si un fond de turbidité a persisté durant tout l'essai.

L'essai a montré la présence d'une nappe potentiellement exploitable dans les formations karstiques de l'Hettangien. Cependant, à ce stade la question de la réalimentation du forage sur le long terme se pose.

Le niveau initial du forage est caractérisé par son artésianisme (4 m au-dessus du sol par rapport à la tête de l'ouvrage). Plusieurs essais ont été réalisés avec des débits différents et permettent d'indiquer les éléments suivants :

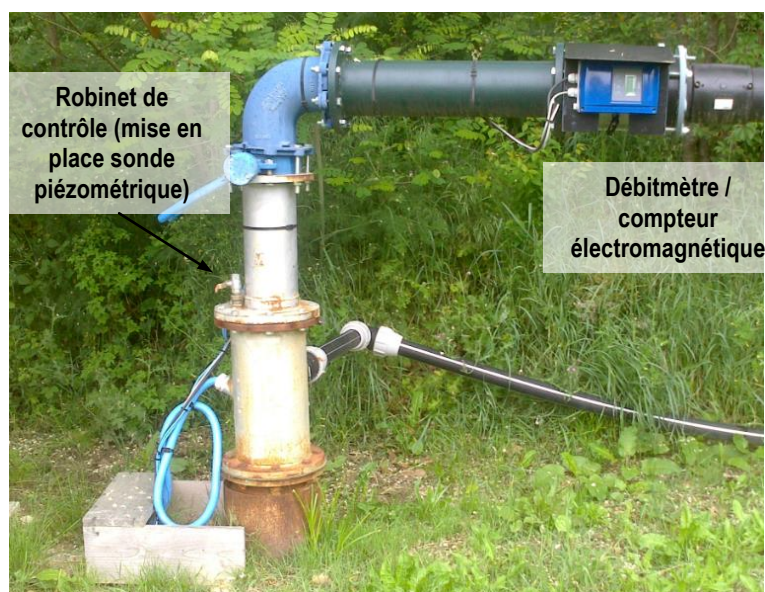
- Concernant le rabattement, la courbe d'évolution du niveau en pompage sur Fe2 est typique d'un milieu karstique et évolue linéairement en fonction du temps. Le rabattement est de 0,57 m/jour à un débit de pompage de 150 m³/h. Au niveau de la remontée, le niveau initial du plan d'eau (- 4 m) est atteint au bout de 73 jours ;
- La durée totale de pompage possible sur cette ressource reste à préciser dans le cadre du pompage d'essai de 2017 (cf. paragraphe suivant).

IV.1.5.3.4. COMPTE-RENDU DU POMPAGE D'ESSAI DE TRES LONGUE DUREE DE JUILLET A NOVEMBRE 2017

Afin de préciser les aptitudes du forage Fe2 Nord sur de longues durées, en rapport avec les durées réelles prévisibles durant lesquelles un pompage de substitution dans les forages est nécessaire, la bambouseraie a effectué un pompage d'essai de très longue durée en été 2017, que nous avons instrumenté et suivi.

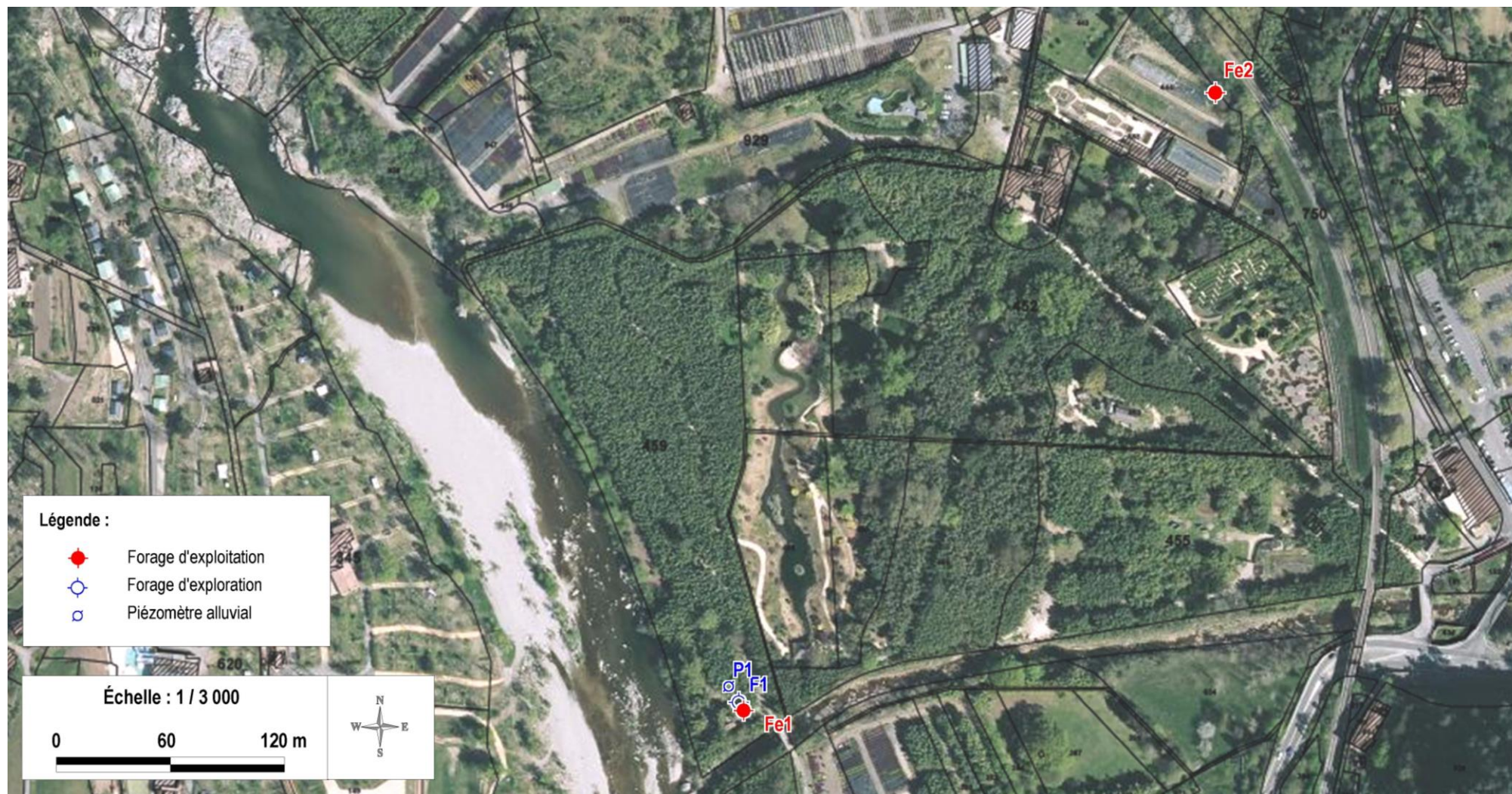
Conçu initialement pour durer 50 jours entre juillet et septembre 2017, cet essai a été rallongé en accord avec la Police de l'Eau en raison de la tension exceptionnelle sur la ressource liée à un étiage historiquement long et sévère en étiage 2017. Il a finalement duré **4 mois**, entre le 17 juillet et le 17 novembre 2017. L'essai a en effet permis à la bambouseraie dans cette période de tension sur la ressource de limiter très fortement son prélèvement sur le Gardon et d'apporter au bassin versant du Gardon d'Anduze un débit supplémentaire non négligeable par l'intermédiaire du prélèvement dans le forage venant soulager de manière notable le déficit quantitatif du Gardon pendant cette période de crise.

Forage Fe2 Nord objet du pompage d'essai



This topographic map of the Cévennes region in France shows the Garonne river and surrounding towns. The map includes a scale bar (0 to 1000m) and a compass rose. Key locations marked include Puits Coudoulous, Fe1, Fe2, and Fe3. The map also shows the towns of Anduze, Générargues, Blateiras, and others. The Garonne river is highlighted in blue, and the Cévennes mountains are shown in green. The map is titled 'Échelle: 1 / 25 000'.

Localisation des points de mesures au 1 / 3 000



1. Conditions de mise en œuvre de l'essai :

Conditions de mise en œuvre de l'essai par pompages de juillet à novembre 2017

Pompage longue durée	Du 17 juillet 2017 à 13h13 (heure d'été) au 17 novembre à 9h15 (heure d'été) au débit de 150 m³/h avec plusieurs interruptions de durées limitées liées à des dysfonctionnements du boîtier de commande
Pompe	Pompe immergée en place (avec variateur de fréquence) installée à 70 m de profondeur
Rejet de l'eau pompée	Béal face passant à 50 m du forage
Suivi du débit	Compteur volumétrique et débit-mètre électromagnétique du dispositif en place
Suivis des niveaux d'eau	<p>Forage Fe2 N (pompage) : sonde automatique STS 10 bars installée à 65 m de profondeur et réglée sur un pas de temps de 2 minutes ; dysfonctionnement de la sonde entre le 4 et le 15 novembre et remplacement le 15 novembre par une sonde automatique STS 11 bars réglée sur un pas de temps 5 minutes (remontée)</p> <p>Forage d'exploration F1 Sud (suivi distant nappe du Trias) : sonde automatique STS 1 bar réglée sur un pas de temps de 5 minutes</p> <p>Piézomètre Pz1 (suivi distant nappe alluviale) : sonde automatique STS 0,2 bar réglée sur un pas de temps de 5 minutes</p> <p>Puits AEP du Coudoulous exploité par la commune de Gènerargues (suivi distant nappe alluviale) : sonde automatique STS 0,5 bar réglée sur un pas de temps de 5 minutes</p> <p>Forage AEP Bruel, qui sera prochainement exploité par la commune de Gènerargues (suivi distant nappe de l'Hettangien) : sonde automatique STS 1 bar réglée sur un pas de temps de 5 minutes</p>
Suivi de la conductivité à 25°C et de la température	En sortie de forage : sonde automatique CTD Diver durant les deux premiers mois et contrôles manuels réguliers à l'analyseur multiparamètres Consort durant tout l'essai en sortie du rejet au béal (aménagement d'un piquage provisoire sur la sortie)
Suivi de la turbidité	En sortie de pompe : analyseur de terrain Photoflex WTW (Turb)
Suivi de la qualité	En sortie de pompe pendant le pompage longue durée : prélèvements réguliers pour analyse en laboratoire des sulfates, hydrogénocarbonates, chlorures et du fer durant les deux premiers mois
Suivi du pH	Forage : mesures ponctuelles du pH à l'analyseur multiparamètres Consort

Cet essai a recoupé une période de sécheresse exceptionnelle (10 mm en juillet, 6 mm en août et 7 mm en septembre) et peut être considéré comme représentatif d'une période hydrologique quantitativement très contraignante.

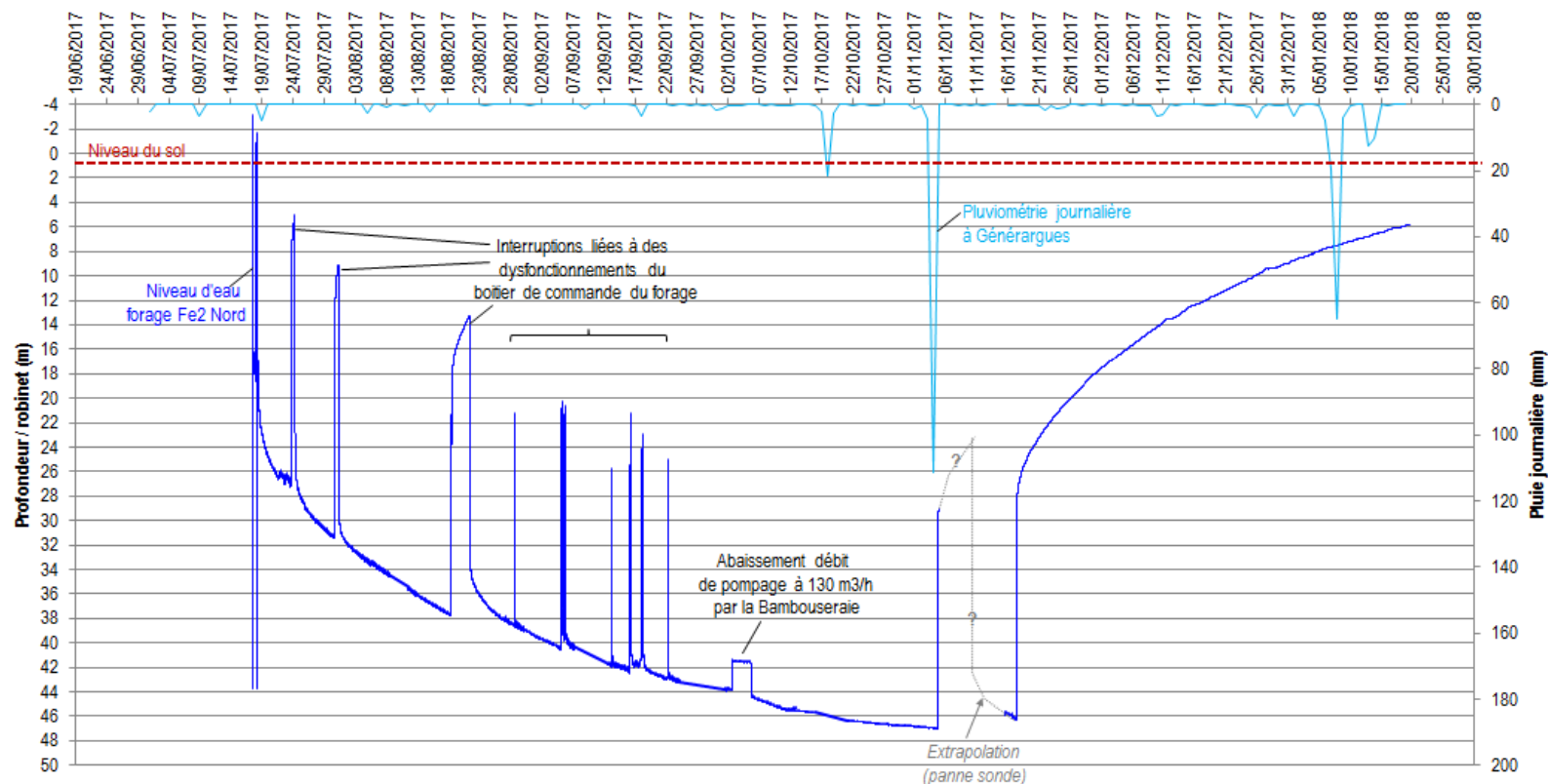
Le niveau statique initial du forage était artésien à 3,2 m au-dessus du robinet de prélèvement et à 4,0 m au-dessus de la tête du tube de forage (4,3 m au-dessus du sol). Cette valeur est comparable à celle mesurée en 2013 (4 m au-dessus du sol).

L'orage du 4 novembre s'est accompagnée d'un arrêt du forage, puis d'une panne de la sonde, qui a été remplacée lors de notre passage suivant.

2. Suivi des niveaux :

Les courbes de suivi des profondeurs des niveaux statiques sont données en pages suivantes.

Pompage d'essai dans Fe2 Nord - Suivi piézométrique dans le forage Fe2 Nord

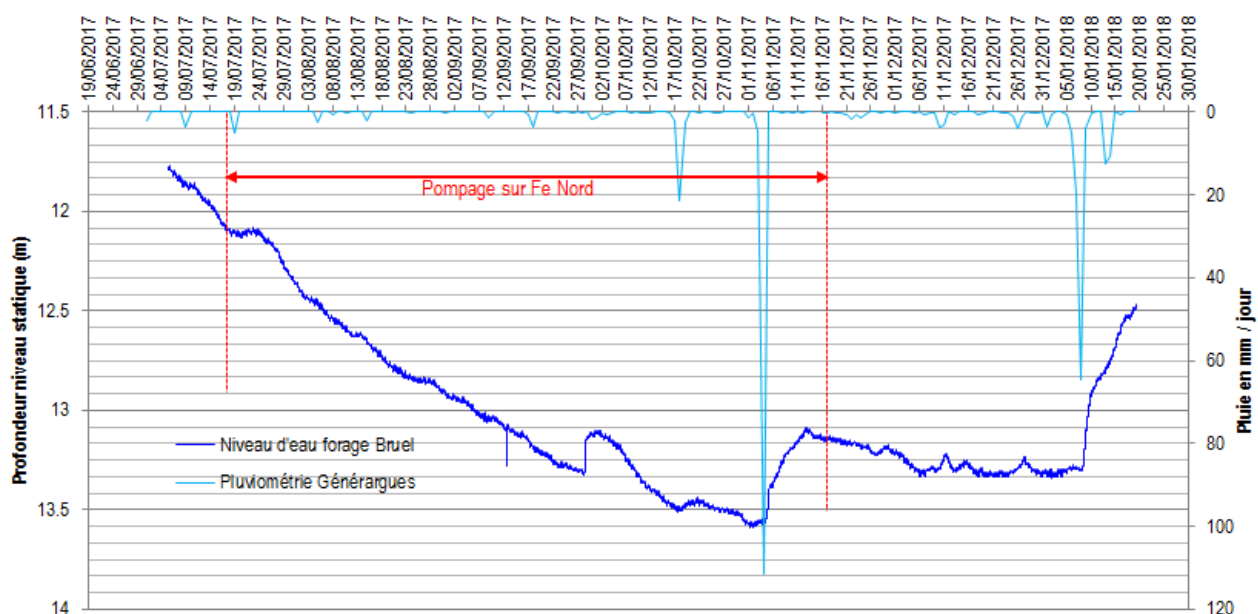


Le niveau d'eau le plus bas atteint dans le forage en fin de pompage d'essai (avant déconnexion de la pompe en prévision d'un orage le 4 novembre) a atteint la profondeur de 47 m. La pompe étant placée à 70 m de profondeur, il restait donc encore 23 m de colonne d'eau au-dessus de la pompe après un cumul de 3 mois et demie de pompage. L'aptitude du forage à produire sur de longues durées en étiage est donc démontrée en conditions actuelles.

La remontée du niveau reste en revanche très lente : il subsiste un rabattement résiduel de 10 m après 2 mois de remontée (profondeur par rapport au niveau du sol : 6 m), soit une remontée plus de deux fois plus lente que lors de l'essai de 2013, ce qui peut être mis en lien avec la plus longue durée et le plus fort débit de pompage.

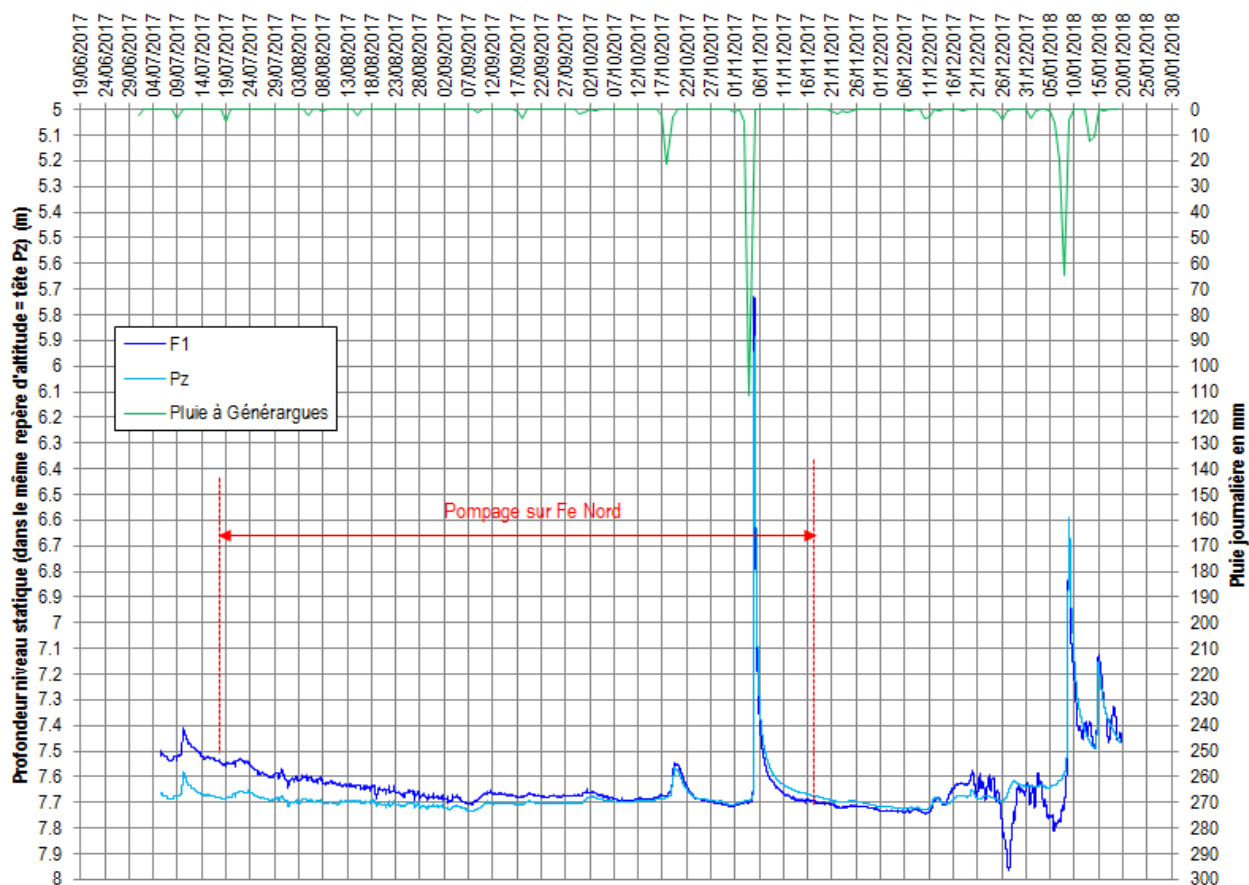
Enfin, les événements pluvieux n'ont pas eu de réel effet sur le niveau du forage, ce qui indique une certaine déconnexion par rapport à la surface. Cette observation, ajoutée au constat de la lenteur de la remontée, malgré une productivité favorable du forage en cette période de sécheresse intense pose la question de la recharge sur le long terme de cet aquifère.

Suivi du niveau d'eau dans le forage F Bruel de Générargues (Hettangien à 1,75 km au Nord)

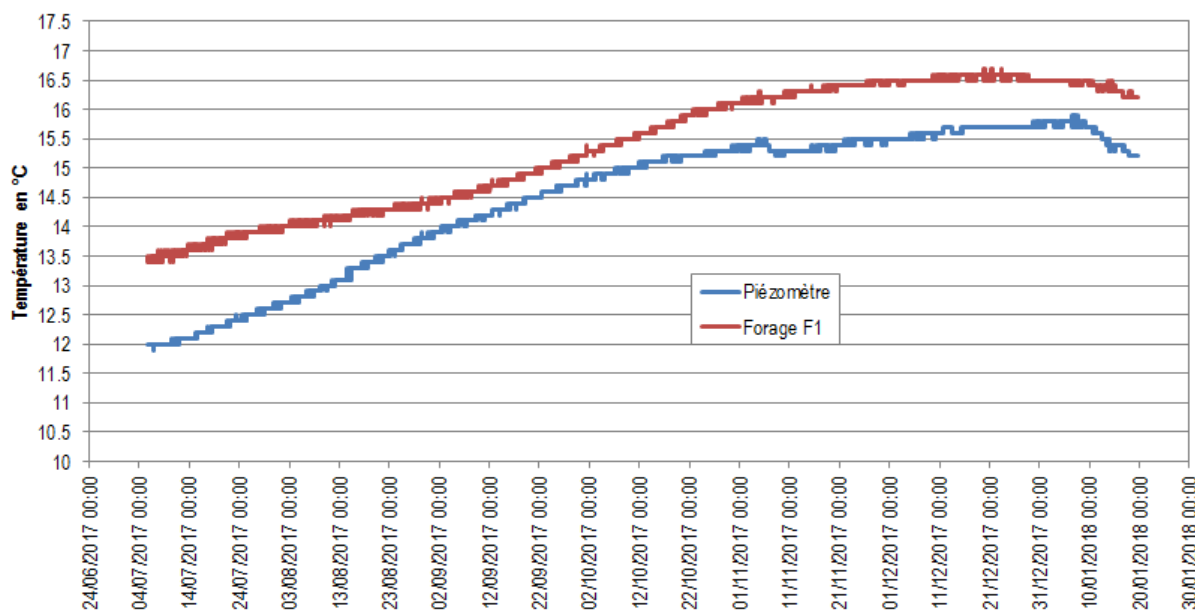


On ne décèle aucun effet du pompage sur le forage Bruel, dont le niveau est clairement dépendant de la pluviométrie et de la sécheresse. En effet, la pente de décroissance du niveau en cette période d'étiage est inchangée avant pompage et après pompage. La stabilisation des niveaux en fin de suivi est liée à la recharge.

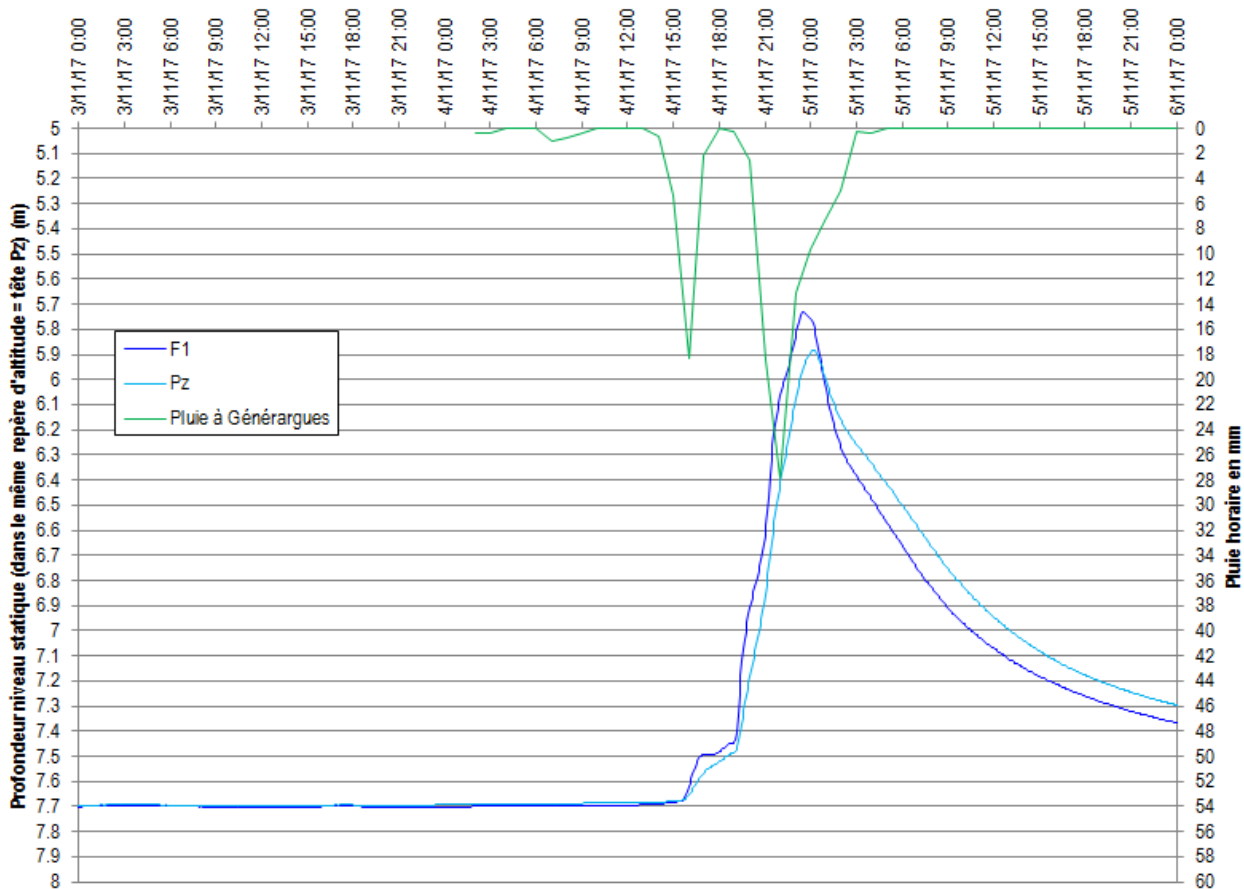
Suivi du niveau d'eau dans le forage d'exploration F1 (Trias à 0,41 km au Sud) et le piézomètre Pz voisin de F1 (nappe alluviale à 0,41 km au Sud)



Suivi comparé de la température de l'eau dans la nappe du Trias et la nappe alluviale



Suivi des niveaux de F1(Trias) et Pz (nappe alluviale) lors de l'orage du 4 novembre



En début d'été, le niveau d'eau en F1 (nappe du Trias) se trouvait initialement perché d'environ 15 cm au-dessus du niveau de la nappe alluviale. Cette différence de niveau s'est annulée progressivement au fur et à mesure de la progression de l'été, la nappe du Trias étant probablement drainée mais de façon très lente par la nappe alluviale.

Le pompage en Fe2 Nord n'a pas d'effet clair et rapide sur le niveau de la nappe du Trias mais on ne peut exclure en l'état des données une influence très faible et progressive (inférieure à 15 cm de rabattement au bout de 3,5 mois), d'autant que le niveau dans F1 redevient progressivement supérieur à celui de la nappe alluviale dans les semaines qui suivent l'arrêt du pompage. Cette influence possible resterait en tout état de cause négligeable par rapport à la tranche d'eau exploitable du Trias.

Il est en revanche parfaitement clair que le pompage dans Fe2 Nord n'a aucune incidence sur la nappe alluviale.

A la lecture des courbes lors de l'orage du 4 novembre 2017 (111 mm à GÉNÉRARGUES) constate que la recharge de la nappe du Trias a été légèrement plus ample et plus rapide que celle de la nappe alluviale, malgré la crue du Gardon. L'onde piézométrique de la nappe du Trias est donc provoquée avant tout par la pluie utile locale, contrairement à celle de la nappe alluviale, directement liée à la crue du Gardon. Cette observation illustre un degré de connexion local limité des deux aquifères. Ceci n'exclut pas une connexion plus élevée à une certaine distance, comme suggéré par les résultats des pompages d'essai sur F1 et Fe1 et la réalimentation induite du niveau au bout d'un certain temps de pompage dans ces deux forages attribuée à la nappe alluviale.

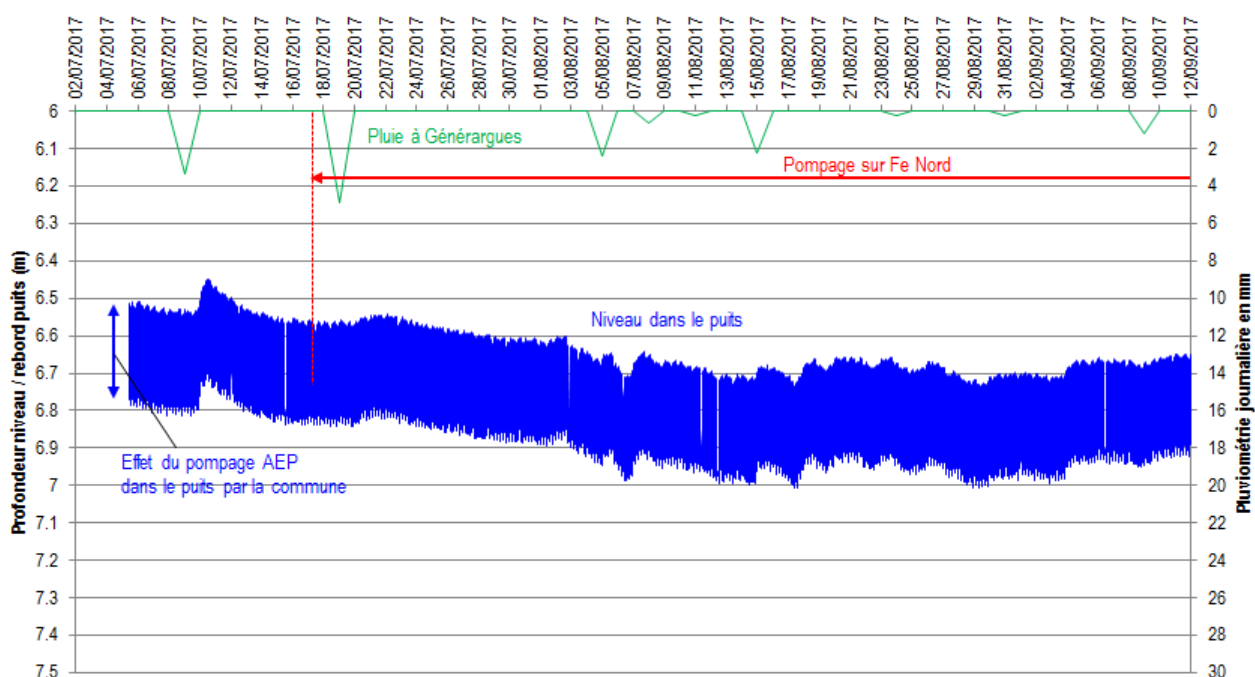
A titre indicatif, on approche l'ordre de grandeur de la part d'alimentation de Fe2 par le Gardon au moyen d'un calcul de dilution sommaire à partir du suivi de la conductivité lors du pompage d'essai de 2012 sur Fe2. En considérant que la conductivité de départ (1 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$) représente l'aquifère du Trias non influencé et en se basant sur l'historique de la conductivité du Gardon selon nos mesures du béal (109 à 209 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pour une moyenne de 175 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Calcul sommaire de la part d'alimentation du forage Fe1 Sud par le Gardon

	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Calcul de la part d'alimentation
Trias (Fe1 début de pompage)	1100	69%
Gardon	175	31%
Fe1 (fin de pompage)	811	-

Ce calcul est à considérer avec prudence du fait de la méthode imprécise utilisée et de la variabilité probablement non négligeable de la conductivité en fonction de périodes hydrologiques. Il confirme néanmoins que la réalimentation par le Gardon est minoritaire dans l'alimentation du forage Fe1.

Suivi du niveau dans le puits alluvial du Coudoulous à 740 m au Sud



Le suivi dans le puits du Coudoulous ne montre aucun impact détectable du pompage dans Fe2 Nord, à l'instar du constat d'absence d'effet dans le piézomètre Pz1 de la Bambouseraie qui se trouve plus près du pompage. Le suivi dans ce puits a été stoppé au bout de 2 mois.

3. Suivi qualitatif :

Les résultats des analyses de terrain et en laboratoire sont données en pages suivantes.

Résultat du suivi qualitatif durant le pompage d'essai sur Fe2 Nord

Sulfates (mg/l)	17/07/2017	23/07/2017	03/08/2017	11/08/2017	18/08/2017	29/08/2017	12/09/2017
Béal amont	16.4	17	22.7	21.4	23.6	24	26.4
Forage	528	533	513	502	508	529	544
Béal aval	315	269	322	335	378	379	357
Amous aval	28.1	172	159		216	246	285
Amous amont	91.3						

Hydrogénocarbonates (mg/l)	17/07/2017	23/07/2017	03/08/2017	11/08/2017	18/08/2017	29/08/2017	12/09/2017
Béal amont	74	79	98	85	93	100	110
Forage	220	230	230	220	220	240	230
Béal aval	170	150	180	180	190	200	190
Amous aval	56	140	160		180	160	180
Amous amont	240						

Chlorures (mg/l)	17/07/2017	23/07/2017	03/08/2017	11/08/2017	18/08/2017	29/08/2017	12/09/2017
Béal amont	5.33	5.29	6.37	5.97	6.25	6.84	7.16
Forage	5.81	6.47	7.78	10.6	13.4	17.7	22.4
Béal aval	5.63	5.92	6.99	9.06	11.8	14.3	17.4
Amous aval	5.17	5.93	7.4		9.25	11.4	14.8
Amous amont	8.41						

Fer (µg/l)	17/07/2017	23/07/2017	03/08/2017	11/08/2017	18/08/2017	29/08/2017	12/09/2017
Béal amont	6	10	37	21	15	17	3
Forage	25	14	13	12	14	15	12
Béal aval	63	18	14	12	19	2	14
Amous aval	50	34	20		31	52	10
Amous amont	10						

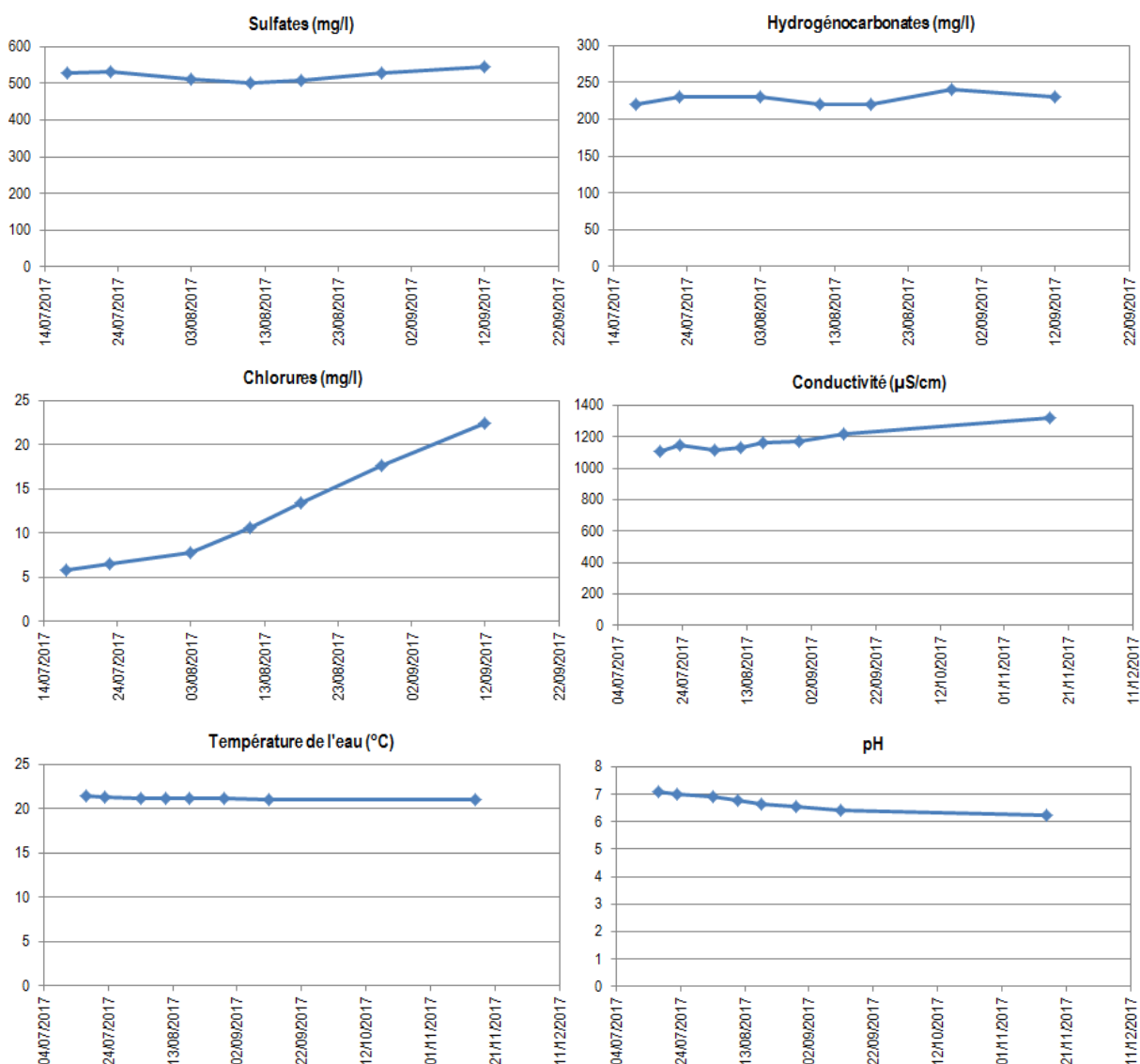
Conductivité (µS/cm)	17/07/2017	23/07/2017	03/08/2017	11/08/2017	18/08/2017	29/08/2017	12/09/2017	15/11/2017
Béal amont	173	157	202	175	192	209	189	109
Forage	1108	1150	1114	1130	1160	1170	1220	1320
Béal aval	764	723	835	832	941	957	897	1005
Amous aval	202	531	602	591	660	729	723	-
Amous amont	546							

pH	17/07/2017	23/07/2017	03/08/2017	11/08/2017	18/08/2017	29/08/2017	12/09/2017	15/11/2017
Béal amont	9.2	8.4	8.93	8.57	8.16	8.55	8.17	7.94
Forage	7.08	7.01	6.9	6.77	6.64	6.57	6.41	6.22
Béal aval	7.3	7.19	8.74	6.94	6.83	6.75	6.6	6.44
Amous aval	9.47	8.72	8.74	8.69	8.2	8.53	8.48	-
Amous amont	8							

T°C	17/07/2017	23/07/2017	03/08/2017	11/08/2017	18/08/2017	29/08/2017	12/09/2017	15/11/2017
Béal amont	26.54	22.95	28.35	20.31	23.33	24.5	18.52	7.94
Forage	21.49	21.38	21.23	21.16	21.15	21.13	21.08	21.09
Béal aval	22.76	21.89	23.54	20.7	21.39	21.63	19.96	16.84
Amous aval	28.33	23.02	28.2	20.73	21.93	24.07	18.88	-
Amous amont	24.19							

Turbidité (NTU)	17/07/2017	23/07/2017	03/08/2017	11/08/2017	18/08/2017	29/08/2017	12/09/2017	15/11/2017
Béal amont	0.25	0.13	1.19	0.42	0.83	0.83	-	-
Forage	10.5	0.02	0.22	0.14	0.21	0.7	0.14	<0.01
Béal aval	26.1	0.07	0.18	0.15	0.5	0.73	-	-
Amous aval	2.03	0.45	0.97	0.27	0.48	0.67	-	-
Amous amont	0.31							

Suivi qualitatif de l'eau du forage pendant le pompage d'essai de 2017



Le suivi qualitatif montre que l'eau du forage Fe2 Nord :

- est très chargée en sulfates, avec des teneurs relativement constantes entre 500 et 545 mg/l mais encore supérieures aux mesures de 2013 (380 à 415 mg/l à 130 m³/h) ;
- est assez fortement minéralisée avec une conductivité en légère croissance, entre 1100 µS/cm en début d'essai et 1 300 µS/cm en fin d'essai ;
- montre une température relativement élevée et très constante et indépendante de la température atmosphérique, traduisant une grande stabilité thermique et illustrant le caractère profond et peu connecté avec la surface de l'aquifère exploité ;
- tend vers une légère acidité, le pH s'abaissant avec la durée du pompage de 7,08 en début de pompage à 6,22 en fin de pompage.

4. Conclusions du pompage d'essai de juillet – novembre 2017 sur Fe2 Nord :

L'essai est quantitativement favorable. En effet :

- la productivité du forage Fe2 Nord est bonne et permet de fournir un débit de 150 m³/h sur une durée supérieure à 4 mois dans les conditions de l'été 2017. Au bout de l'essai, il restait encore une tranche d'eau de 23 m au-dessus de la pompe et on peut estimer que ce pompage aurait pu se prolonger jusqu'à environ 5 mois sans dénoyer la pompe en place ;
- la courbe de rabattement ne montre pas l'atteinte d'une limite étanche ce qui témoigne d'un aquifère probablement étendu. Par ailleurs, on devine un possible impact du pompage très limité sur le forage F1 (nappe du Trias) avec un rabattement possiblement induit inférieur à 15 cm pouvant indiquer que l'aquifère ne serait pas totalement déconnecté des autres réservoirs souterrains du secteur ;
- il n'apparaît pas d'interaction de ce forage avec les captages d'alimentation en eau destinée à la consommation humaine les plus proches : forage Bruel dans l'Hettangien et puits du Coudoulous dans la nappe alluviale.

En revanche, il faut tenir compte de deux contraintes ou difficultés potentielles qui peuvent apparaître à exploiter de ce forage :

- l'eau est assez fortement minéralisée, avec une teneur élevée en sulfates (500 à 545 mg/l) et légèrement acide (pH tendant au bout de 4 mois vers un pH de 6,2), ce qui n'est a priori pas favorable pour que cette eau soit utilisée dans la durée pour l'irrigation de la bambouseraie sans mélange avec une eau moins chargée (Gardon ou forage Fe1 Sud). Nous recommandons d'effectuer un protocole de suivi détaillé des végétaux irrigués à chaque période d'utilisation de ce forage ;
- la remontée du niveau est très lente et ce niveau ne réagit pas aux événements pluvieux. Il n'est donc pas totalement à exclure qu'au bout de quelques années d'exploitation intense, la recharge ne permette plus de renouveler la réserve souterraine du forage. Pour cette raison, nous recommandons de ne pas exploiter ce forage de façon soutenue en dehors des périodes de contraintes sur le débit du Gardon, ceci afin de permettre à la nappe de retrouver son état initial entre novembre et juin chaque année. Par ailleurs, le suivi piézométrique en continu prévu dans les mesures de surveillance (cf. pièce V) apparaît primordial en particulier sur ce forage.

IV.1.5.4. VULNERABILITE

L'aquifère des calcaires et dolomies de l'Hettangien exploité au niveau du **forage Nord Fe2** est surmonté par une couche argileuse d'environ vingt mètres d'épaisseur. Il bénéficie donc, localement, d'une bonne protection contre les pollutions liées aux infiltrations verticales en provenance de la surface, à partir de la zone située aux abords de l'ouvrage. Cette situation localement favorable n'exclut toutefois pas l'éventualité de contaminations latérales issues de zones géologiquement non protégées. L'aquifère peut donc être considéré comme hydrogéologiquement vulnérable et ce malgré la bonne protection naturelle qui peut être observée dans le secteur où est implanté le forage.

Dans les aquifères triasiques (**forage Sud Fe1**), la vulnérabilité est limitée par la présence d'une couverture argileuse.

IV.1.5.5. QUALITE ET OBJECTIFS DE QUALITE

Source d'information : Fiche de caractérisation de la masse d'eau souterraine 6507-Portail du bassin Rhône-Méditerranée.

D'après sa fiche de caractérisation, les eaux de la masse d'eau FR_DO_507 sont bicarbonatées calciques et sulfatées magnésiennes. Celle-ci est en bon état général grâce à la filtration partielle qu'assurent les sables dolomitiques présents dans le karst et le peu d'activités présentes sur les zones d'affleurement. Les problèmes principaux sont la turbidité et les teneurs en sulfates.

Des analyses de la qualité de l'eau au niveau des deux captages ont été menées en 2012 et 2013 et permettent d'apprécier la qualité pour l'irrigation. Les analyses sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Synthèse des analyses de l'eau des forages et comparaison au Béal et aux normes usuelles applicables aux eaux d'irrigation (BRL, 2014, Ades Eau 2017)

	Fe1 Sud	Fe2 Nord	Gardon (Béal)	Puits alluvial AEP de Coudoulous (Généralgues)	Normes irrigation
Sulfates (mg/l)	207 à 241	379 à 544	21 à 26	48 à 95	<60
Bicarbonates (mg/l)	188 à 229	217 à 253	80 à 95	168 à 280	<150
Conductivité (µS/cm)	811	1 100 à 1 300	280	343 à 530	<1 000
Température en juillet (°C)	20.5	21 de juillet se maintenant jusqu'en novembre	>20	15	-
Turbidité (NTU)	10	10 puis s'estompant au bout de quelques h	Très importante en crues	0 à 0,58	-

Les deux forages étudiés présentent une minéralisation non négligeable avec des teneurs élevées en bicarbonates et sulfates. La compatibilité entre cette qualité de l'eau et l'usage d'irrigation de la plantation est en cours d'étude par la Bambouseraie.

OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX DU SDAGE RMC

La zone d'étude est située dans le périmètre du SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée. La masse d'eau « Formations sédimentaires variées de la bordure cévenole (Ardèche, Gard) et alluvions de la Cèze à Saint-Ambroix » y est répertoriée sous le code FRDG507.

Son état quantitatif et son état chimique sont évalués comme bons dans les documents du SDAGE.

L'objectif de bon état –BE– (quantitatif et qualitatif) était fixé à 2015.

Qualité et objectif d'atteinte du bon état de la masse d'eau souterraine 6507

MASSES D'EAU		ÉTAT QUANTITATIF					ÉTAT CHIMIQUE					
N°	NOM	2009		OBJ. BE ①	MOTIFS DU REPORT ①		2009		TEND. ①	OBJ. BE ①	MOTIFS DU REPORT ①	
		ÉTAT ①	NC ①		CAUSES	PARAMÈTRES	ÉTAT ①	NC ①			CAUSES	PARAMÈTRES
FRDG507A	Alluvions Cèze à Saint-Ambroix	?					?					
FRDG507B	Grès Trias ardéchois	?					?					
FRDG507	Formations sédimentaires variées de la bordure cévenole (Ardèche, Gard) et alluvions de la Cèze à St	BE		2015			BE			2015		

Source d'information : fiche synthétique de la masse d'eau consultée sur le site siem.eaurmc.fr/le 03/05/2017

IV.1.5.6. USAGES ET INTERET DE LA MASSE D'EAU

L'aquifère 607d, d'une superficie de 1788 km², est sollicité¹² pour l'alimentation en eau destinée à la consommation humaine (6 150 milliers de m³ en 2010, Source d'information : ARS du Gard) des communes de Saint-Hyppolyte du Fort, St Felix des Pallières, Thoiras, St Roman de Codières, Mialet, St Paul la Coste.

¹² Source d'information Dossier de déclaration d'utilité publique du captage du « Bruel »- commune de Généralgues- Pièce 2 :- CEREG Ingénierie, septembre 2012

Par ailleurs, il existe probablement un certain nombre de forages et de sources privés non recensés. L'aquifère 607d est également sollicité pour l'irrigation (Environ 20 milliers de m³ en 2008, Source d'information : Système d'information sur l'eau du bassin Rhône-Méditerranée) à St Sébastien d'Aigrefeuille (Forage de M. Audonneau) et à Monoblet (Source Le Berquet de M. Couderc).

L'aquifère 607d ne semble pas être sollicité pour des usages industriels.

IV.1.5.7. CAPTAGES IDENTIFIÉS DANS L'AIRE D'ÉTUDE

Plusieurs captages publics AEP sont localisés à proximité de la Bambouseraie, en aval du périmètre du projet (Source d'information : Agence Régionale de Santé 30) :

► Captages dans les alluvions d'Anduze :

- **Le puits de Coudoulous** (Cornadel) exploite la nappe d'accompagnement du Gardon d'Anduze. Il alimente la commune de Générargues en eau potable. L'arrêté n° 2009-91-19 du 1^{er} avril 2009 porte déclaration d'utilité publique du projet. Il instaure notamment les périmètres de protection immédiat et rapproché du captage et définit la capacité de prélèvement autorisée par le captage :
 - Débit de prélèvement maximum instantané : 30 m³/h,
 - Débit de prélèvement maximum journalier : 720 m³/j,
 - Débit de prélèvement maximum annuel : 156 950 m³/an.
- **Le champ captant de « la plaine de Labahou »** concerne deux forages et un puits réalisés pour le captage d'eau destinée à la consommation humaine sur la commune d'Anduze. L'arrêté n° 98.09.07 autorise la commune à exploiter ce champ captant. Le champ captant bénéficie de périmètres de protection immédiat, rapproché et éloigné.

► Captage dans l'Hettangien :

Afin de pallier les insuffisances de l'unique ressource de la commune de Générargues en période estivale (Puits du Coudoulous), la commune a fait réaliser un nouveau forage AEP, implanté dans les formations calcaro-dolomitiques de l'Hettangien : captage « Bruel F02 »¹³.

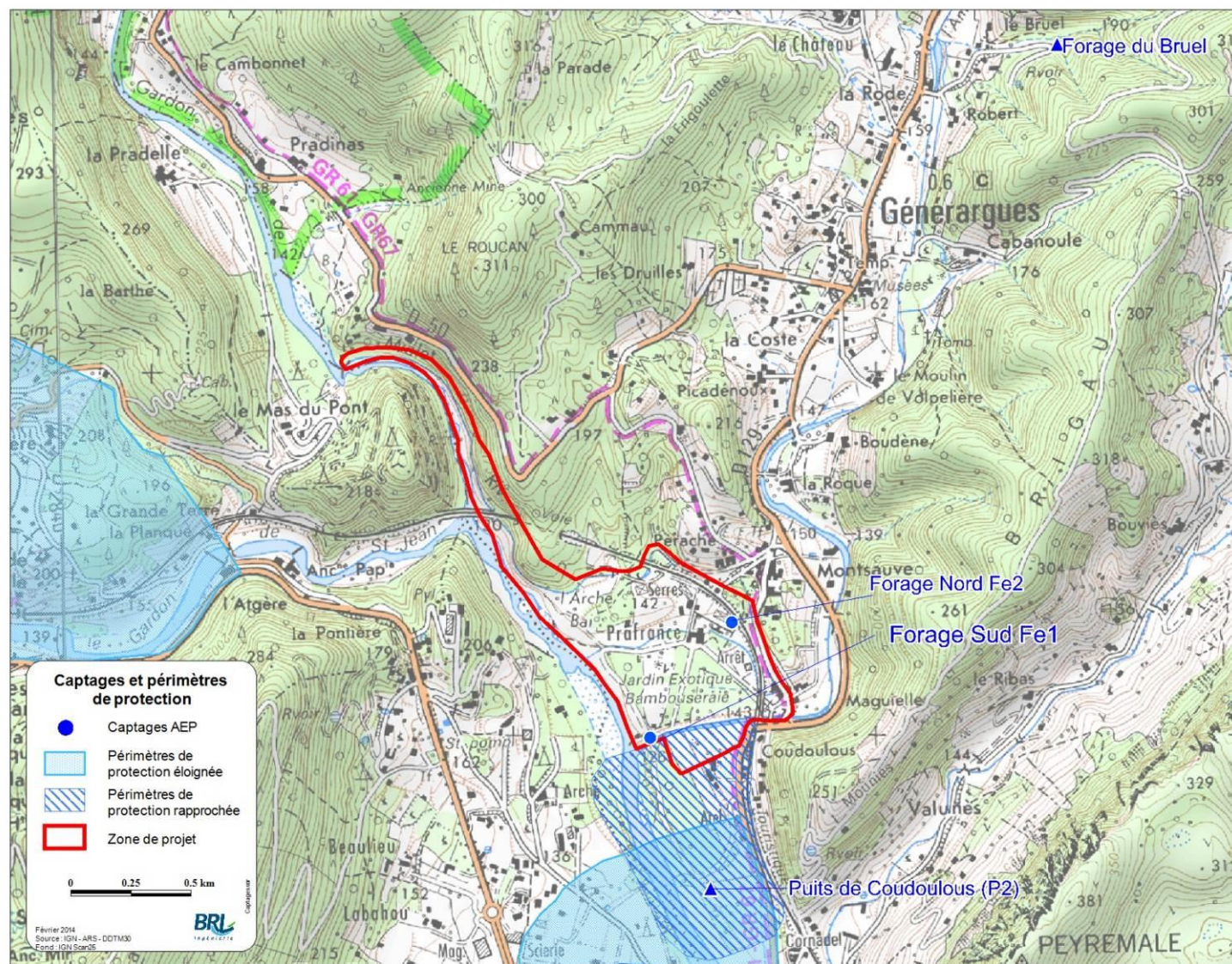
La carte suivante indique les positions de ces captages et les limites d'emprise des périmètres de protection sur la zone d'étude.

On recense 15 points d'eau dans la base de données Infoterre dans un rayon de 2 km des deux forages (cf. carte de l'annexe 2). Les plus proches sur cette rive du Gardon d'Anduze sont constitués par les deux captages AEP recensés plus haut.

Les forages étudiés ne se situent dans aucun périmètre de protection captage. On note que Fe1 se situe près de la limite Nord du périmètre de protection rapproché du captage de Coudoulous. Cependant, le pompage d'essai de 13 jours effectué en juillet 2012 sur Fe1 a montré l'absence d'interférence entre les deux pompages.

¹³ Source d'information Dossier de déclaration d'utilité publique du captage du « Bruel »- commune de Générargues- Pièce 2 :- CEREG Ingénierie, septembre 2012

Captages et périmètres de protection sur la zone d'étude



IV.1.6. ZONES INONDABLES

La commune de Générargues dispose d'un PPRi approuvé par arrêté préfectoral le 27/04/1995. Le périmètre de ce PPRi est présenté sur la carte ci-dessous.

Le Forage Sud Fe1 est localisé en zone inondable du PPRi dans un **secteur classé A**, ce qui correspond à des zones naturelles présentant un **aléa très fort**. Le secteur A couvre les espaces qui servent, lors de la crue de référence (crue centennale), aux eaux de cheminement préférentiels d'écoulement, mais aussi de champ d'expansion.

Le risque inondation y est caractérisé par :

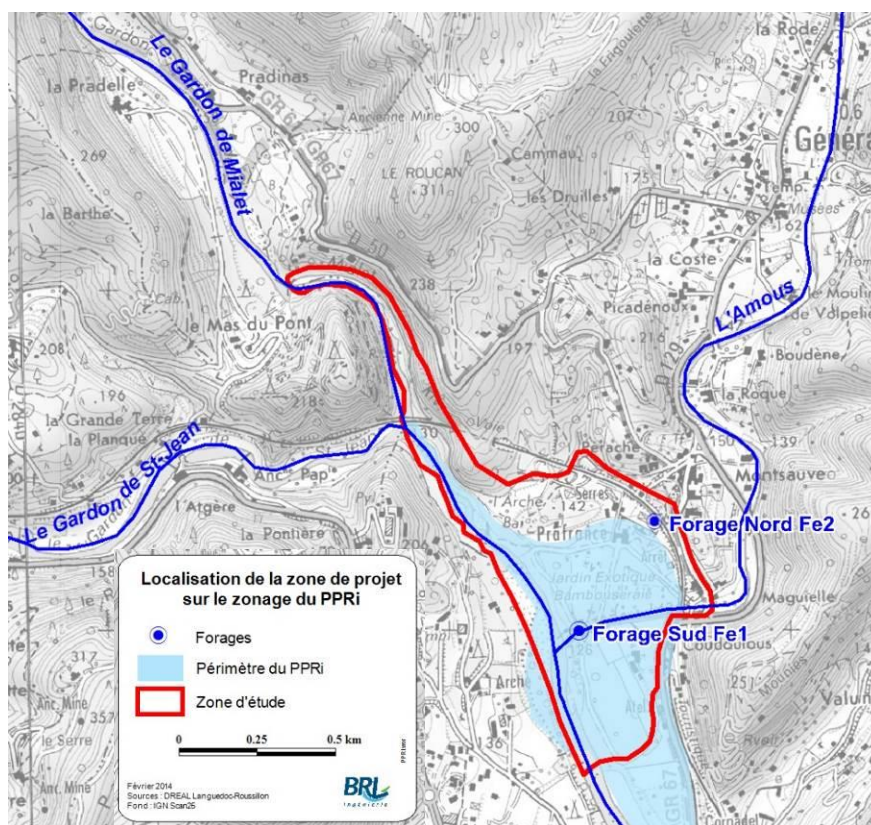
- ▶ Une hauteur d'eau égale ou supérieure à 0,75 m ;
- ▶ Une vitesse égale ou supérieure à 0,60 m/s ;
- ▶ Une proximité du lit mineur inférieure à 100 mètres des berges du Gardon ou 20 mètres de celles de ses principaux affluents.

Le maintien de ces espaces en zone naturelle est fondamental car ils concourent fortement à l'expansion des eaux lors des crues donc à une régulation naturelle de celles-ci participant ainsi à la protection des territoires situées en aval.

Les conditions particulières du secteur A indiquent que les constructions nouvelles sont interdites.

La réalisation d'un forage n'est pas considérée comme une construction nouvelle et est indispensable au maintien de l'alimentation en eau de la Bambouseraie et de son existence.

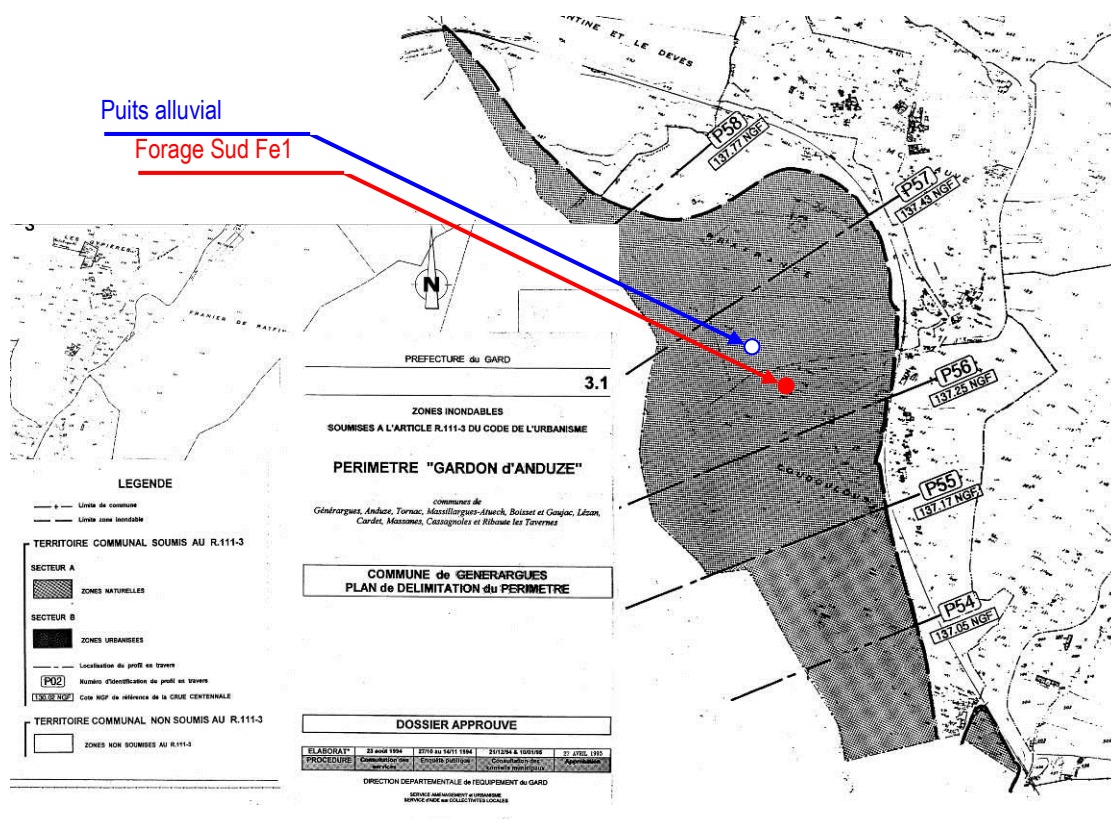
Localisation du projet sur le zonage PPRi



Source d'information : BRLi, 2014

D'après la carte ci-après, le forage Sud Fe1 est localisé à proximité du profil en travers P56 correspondant à la cote NGF 137,25 m de la crue de référence (centennale). Pour mémoire, le forage Sud est localisé à la cote 133,22 m NGF.

Localisation du forage Sud sur le zonage du PPRI



Source d'information : PPRI, 1995

IV.1.7. ZONES HUMIDES

A proximité du projet et dans la zone d'influence potentielle des captages, il n'existe aucune zone à caractère humide au sens de l'arrêté du 24 juin 2008 relatif aux critères de définition des zones humides.

IV.1.8. MILIEUX NATURELS, FAUNE ET FLORE

IV.1.8.1. MILIEUX ENVIRONNANTS DES FORAGES

La propriété de la bambouseraie se situe dans une zone très peu urbanisée.

Le Béal serpente depuis la rive gauche du Gardon du Mialet dans un milieu forestier : aulnaies-Frênaie en bord de cours d'eau puis yeuseraies calcicoles des Cévennes jusqu'à l'entrée du parc et des parcelles de serre et de pépinières. Puis le réseau hydraulique circule au milieu du parc jusqu'à la restitution à l'Amous.

Les deux forages sont localisés au sein d'espaces non publics de la propriété :

- Le Forage Nord est localisé au sein d'une parcelle utilisée pour la culture des végétaux au niveau d'une bande enherbée ;
- Le forage Sud est localisé dans une zone dégagée au sein d'un massif de bambous.

Ainsi, la biodiversité de la zone d'étude est représentée par les espèces végétales du parc et par les cours d'eau que sont les gardons du Mialet et d'Anduze à l'ouest et l'Amous au sud.

IV.1.8.2. BIODIVERSITE DU PARC

Sources d'information :

- Site internet de la Bambouseraie de Prafrance ;
- Valeur patrimoniale de la collection d'arbres de la Bambouseraie de Prafrance à Générargues- Yves Maccagno- mai 2012 ;
- Alimentation hydrique des arbres du parc de la Bambouseraie-Evaluation des besoins et préconisations de gestion-Chlorophyl'assistance-mars 2013 (Annexe 4).

La biodiversité végétale du parc est très bien connue et est développée dans les parties suivantes. Concernant la faune, la bambouseraie souhaite approfondir ses initiatives à l'égard de l'environnement. A ce titre, un inventaire des oiseaux fréquentant le parc a été réalisé avec le Cogard, association environnementale du Gard, en 2016.

A la suite de l'inventaire des parasites réalisé par Edith Muhlberger, entomo-éthologiste, la gestion du parc en Protection Biologique Intégrée (PBI) en 2014, permet aujourd'hui de constater la multitude des insectes qui régulent les attaques des prédateurs et autres nuisibles (installation de nichoirs à insectes et de pièges à nuisibles).

De nouveaux inventaires sont en cours de réalisation par les équipes du parc associés de spécialistes : inventaire des batraciens et reptiles ainsi qu'inventaire champignons.

Le parc de la Bambouseraie compte 1 099 taxons inventoriés (environ 500 restent à enregistrer). Les espèces sont aussi bien des arbres (174 arbres dont 93 sujets remarquables adultes ou matures), que des arbustes (112 camélias, une quarantaine d'érables...) que des espèces florales comme des Rhododendrons, Aucuba, hortensias, Lagerstroemia. Sur la photo aérienne ci-dessous, les cimes des plus grands arbres se détachent nettement au-dessus des bambous.

Plusieurs espèces de bambous sont répertoriées comme *Pseudosasa japonica*, *Phyllostchys aurea* *P. edulis* (mesurant jusqu'à 20 cm de diamètre), *P. sulphurea*, *P. reticulata* (l'un des plus présents dans le parc pouvant aller jusqu'à 20 m) ...

Vue aérienne du parc de la Bambouseraie de Prafrance



Source d'information : Chlorophyl'assistance, 2013

Débutée par Eugène Mazel dans les années 1860, la collection d'espèces forestières et ornementales de la bambouseraie présente plusieurs caractéristiques exceptionnelles :

- Présence d'essences classées comme « marqueurs sociaux » par l'ethnobotaniste Josiane Ubaud (attestent du rang social du propriétaire et qui ornent les habitations de prestige) : cèdre, ginkgo, séquoia, magnolia à grandes fleurs, calocèdre. Ces arbres, de dimensions exceptionnelles, sont classés en tête des plus beaux arbres du Gard et dans les tout premiers de France ;
- Présence de collections d'espèces nouvellement découvertes et enrichies au fil des années par la famille Nègre.

INTERETS BIOLOGIQUES DES COLLECTIONS FORESTIERES ET ORNEMENTALES

Le parc de la bambouseraie compte des représentants remarquables d'espèces séculaires : cryptoméria du Japon, cyprès d'Hinoki, cyprès-chauve par exemple bénéficient là de sols profonds, d'eau, de précipitations importantes et d'un climat méditerranéen de type cévenol. Ces conditions stationnelles intermédiaires entre celles plus froides du centre de la France (avec les arboretums concurrents des Barres et de Balaine) et celles plus chaudes de la Riviera françaises permettent à la bambouseraie d'accueillir un grand nombre d'espèces.

D'après Y. Maccagno, la bambouseraie se situe au premier rang pour la circonférence des sujets, dans le Gard mais aussi en France, et dans les deux premiers par espèce en ce qui concerne la présentation du plus grand nombre de spécimens (Le label de l'association nationale A.R.B.R.E.S. a été décerné à la bambouseraie le 12 juillet 2001- Cf. partie **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).



Source d'information : Jenny Bernard, 2013

Les chênes américains et asiatiques sont particulièrement bien représentés. Par exemple, le spécimen séculaire de chêne bleu (*Quercus glauca*), espèce d'Asie très prisée pour son bois et aujourd'hui rare) est le plus grand d'Europe.

BIODIVERSITE DU PARC ET ALIMENTATION EN EAU

Une évaluation des besoins en eau des grands arbres du parc a été réalisée en 2013 (Annexe 5). Elle indique qu'au domaine, un état de sécheresse survient en raison du déficit pluviométrique existant au cours de l'été et des importants prélèvements d'eau effectués par la végétation à cette époque.

Grâce à la proximité de la nappe phréatique (entre 4 et 6 m), des remontées capillaires sont possibles mais elles restent probablement limitées à cause de la présence de « lits » de sable dans le profil des sols. Ces zones de discontinuité texturale interrompent le réseau des capillaires et contrarient fortement les remontées d'eau.

L'enracinement superficiel des arbres constaté lors des études pédologiques et racinaires réalisées sur le parc limite les volumes de sol prospectés et donc les possibilités d'alimentation en eau en profondeur.

Par le passé, ce déficit hydrique chronique pour les arbres du parc au cours de l'été était probablement compensé par les apports d'eau d'irrigation issus du Béal. Aujourd'hui, le réseau n'est que partiellement utilisé.

Cette technique d'irrigation par « submersion » permettait un engorgement temporaire du sol sur les surfaces plantées de bambous au sein desquelles se trouvent les arbres. En période de forte demande climatique, les réserves en eau du sol étaient ainsi reconstituées. **Les arrosages par immersion ont été arrêtés à la fin des années 90.**

DES ESSENCES EXIGEANTES EN EAU

Parmi les vieux arbres du parc, nombre d'essences sont réputées pour leurs exigences en eau. Compte tenu du contexte édapho-climatique du site, les plantations d'origine n'ont pu se maintenir qu'avec l'aide d'arrosages compensateurs apportés par le canal.

Liste des arbres plantés à la création du parc en 1856 ayant d'importants besoin en eau

Genre-espèce	Nom commun	Affinité à l'eau	Nombre d'arbres
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	Cyprès de Lawson	+	20
<i>Cryptomeria japonica</i>	Cyprès du Japon	+	8
<i>Fagus sylvatica 'Pendula'</i>	Hêtre pleureur	+	1
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Tulipier de Virginie	+	3
<i>Magnolia grandiflora</i>	Magnolia à grandes fleurs	+	5
<i>Platanus orientalis</i>	Platane d'Orient	+	1
<i>Quercus glauca</i>	Chêne bleu du Japon	+	3
<i>Quercus michauxii</i>	Chêne bicolore	++	1
<i>Quercus robur</i>	Chêne pédonculé	+	2
<i>Quercus robur 'Fastigiata Koster'</i>	Chêne pédonculé 'Fastigiata Koster'	+	1
<i>Sequoia sempervirens</i>	Séquoia géant	+	11
<i>Taxodium distichum var distichum</i>	Cyprès chauve	++	1
<i>Taxodium distichum var imbricatum</i>	Cyprès chauve pyramidal	++	3
<i>Thuja plicata</i>	Thuja géant	+	8

Source d'information : Chlorophyl'assistance, 2013

D'autres essences plus récemment introduites dans le parc ont également de fortes exigences en matière d'alimentation en eau : *Cryptomeria japonica*, *Metasequoia glyptostroboides*, divers *Acer*, *Glyptostrobus*, *Taiwania*, *Cunninghamia*, *Pseudolarix*, *Davidia*...

Egalement, certaines espèces ligneuses de ripisylves ont une forte affinité pour l'eau. Ces espèces qualifiées d'hygrophiles développent leurs racines dans l'eau et stabilisent les berges. Parmi les arbres étudiés du parc, seuls les cyprès chauves (*Taxodium distichum*) situés dans la station « Gloriette » parcourue par des rigoles d'eau courante montrent cet enracinement immergé.

Habitué à la présence permanente de cette eau courante, ce comportement rend ces espèces extrêmement dépendantes de cette alimentation en eau et toute interruption de cet écoulement - notamment en période estivale - peut leur être préjudiciable.

ÉTAT SANITAIRE ACTUEL DE LA STRATE ARBOREE DE LA BAMBOUSERAIE

Les caractéristiques dendrologiques et les dimensions actuelles des vieux arbres du parc sont remarquables et montrent que leur croissance a été exceptionnelle.

Cependant, depuis 2 décennies au moins, plusieurs sujets présentent une faible vigueur, quelques-uns dépérissent et des arbres dépérissants ou morts ont dû être abattu. L'état sanitaire et physiologique des plus anciens est aujourd'hui préoccupant.

Parmi les facteurs en cause, une plus grande difficulté d'alimentation en eau des arbres a été identifiée. Elle résulte de :

- ▶ la réduction au cours des dernières décennies des intrants hydriques (irrigations) sur le site ;
- ▶ la compaction progressive des sols limoneux.

Lorsque l'alimentation hydrique était importante, l'eau d'irrigation (arrosage par submersion) se répandait dans le profil du sol et se partageait de façon équilibrée, entre le sous-étage de bambous et la strate arborée.

En raison de l'insuffisance probable des remontées capillaires dans le sol et de l'absence d'un enracinement profond due à la compaction de ces terres limoneuses, les vieux arbres du parc peinent à s'alimenter en eau à partir des couches profondes du sol.

Sur ces végétaux affaiblis et dépérissants, des agents parasites « opportunistes » ou de « faiblesse » ont pu prendre place. C'est le cas notamment du grand capricorne (*Cerambyx cerdo*) du chêne sur les *Quercus* et de l'armillaire (*Armillaria mellea*) qui sévit en foyers sur des essences variées dans le parc. **Au cours de l'été 2012**, le dépérissement d'un des cyprès chauves implanté sur le secteur « Gloriette » a été constaté à la suite de l'interruption de l'alimentation en eau de la rigole qui se trouve à son pied. Cette défaillance à priori réversible montre ici la grande dépendance vis-à-vis de l'eau de ces arbres développés au bord des rigoles de la Bambouseraie.

IV.1.8.3. BIODIVERSITE DES GARDONS

Les gardons du Mialet et d'Anduze sont bordés par une ripisylve représentée par une aulnaie-frênaie et une saulaie.

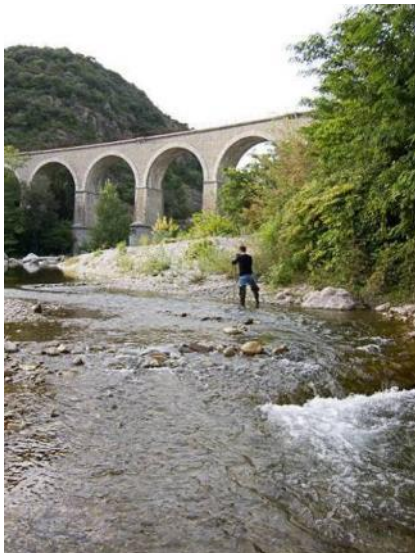
En aval de la prise du béal, le bief du Gardon de Mialet court-circuité par le béal s'écoule sur un substrat rocheux à faciès de gorges.

Le Gardon de Mialet à l'aval du seuil



En aval de la confluence avec le Gardon de St Jean, le Gardon d'Anduze est plus large, avec un substrat de galets et des faciès dominants type radiers-mouilles.

Le Gardon d'Anduze en aval de la confluence entre le Gardon de Mialet et le Gardon de St Jean



Le Gardon d'Anduze en aval de la confluence avec l'Amous (aval Bambouseraie)



Les Gardons de Mialet et d'Anduze sont des milieux aquatiques de 2^{ème} catégorie piscicole.

Le plan départemental pour la protection des milieux aquatiques et la gestion des ressources piscicoles (PDPG) de la fédération de pêche du Gard indique que le secteur d'étude est concerné par la catégorie piscicole suivante¹⁴ :

Etat biologique du gardon de Mialet

N°	Situation géographique	Domaines / espèces repères	Peuplements piscicoles	Facteurs de dégradation	Etat fonctionnel en 1998
G17 IP	Gardon d'Anduze et amont, de Saint Jean du Gard/ pont des Abarines (Gardon de Mialet au pont de Lézan (secteur 1))	Intermédiaire/Traite fario	Cyprinidés d'eaux vives et calmes tels que le Goujon, le Blageon et la Chevaîne	<ul style="list-style-type: none"> - Plusieurs prélèvements d'eau - Succession de barrages infranchissables - Prédation de cormoran en automne et hiver - Manque d'habitat de grossissement et d'eau - Braconnage 	Perturbé

¹⁴ Etat Initial du SAGE, BRLi, 2012

Sur la zone concernée du Gardon du Mialet par le projet, des observations visuelles subaquatiques ont permis de constater la présence d'espèces faisant l'objet de mesures de protections spécifiques¹⁵ :

- ▶ Blageon (*Leuciscus souffia*) : DH annexe II, convention de Berne Annexe III, liste rouge des espèces menacées ;
- ▶ Toxostome (*Chondrostoma toxostoma*) : convention de Berne Annexe III ;
- ▶ Vandoise (*Leuciscus*) : arrêté du 8 décembre 1988 ;
- ▶ Le spirilin (*Alburnoides bipunctatus*) : convention de Berne Annexe III.

L'écrevisse à pieds blancs (*austropotamobius pallipes*) et le barbeau méridional (*Barbus meridionalis*), toutes deux d'intérêt communautaire, sont également présentes.



Source d'information : BRLi, 2013

De plus, les inventaires réalisés en 2008 et 2010 par l'Onema en aval de la zone d'étude sur le Gardon d'Anduze à proximité du château de Tornac indique les espèces piscicoles suivantes¹⁶ : ablette, anguille, hotu, loche franche, vairon, carpe commune, chevaine, goujon.

Concernant l'Amous, la partie aval au niveau du rejet et de la confluence avec le Gardon d'Anduze est constituée de bancs de graviers non végétalisés et d'une végétation arborescente constituée d'essence du parc et de conifères.

IV.1.8.4. CONTINUITES ECOLOGIQUES ET EQUILIBRES BIOLOGIQUES

La loi 2009-967 du 3 août 2009 et la loi du 12 juillet 2010, dites lois Grenelle 1 et 2, instaurent dans le droit français la création de la Trame verte et bleue (TVB), déclinant les aspects de continuité écologique, comme outil d'aménagement du territoire destiné à enrayer la perte de biodiversité.

A l'échelle régionale, la construction de cette Trame verte et bleue s'organise par l'élaboration d'un **Schéma Régional de Cohérence Ecologique** (SRCE), avec l'ensemble des acteurs de l'aménagement du territoire et de l'environnement. Elle se constitue notamment d'une cartographie de la TVB régionale. Le SRCE a été approuvé le 20 novembre 2015.

Notion introduite en 2000 par la Directive Cadre sur l'Eau, la continuité écologique d'un cours d'eau est définie comme la libre circulation des organismes vivants et leur accès aux zones indispensables à leur reproduction, leur croissance, leur alimentation ou leur abri, le bon déroulement du transport naturel des sédiments ainsi que le bon fonctionnement des réservoirs biologiques (connexions, notamment latérales et conditions hydrologiques favorables).

Ainsi, les prélèvements en eau et les seuils constituent des obstacles et des contraintes pour la bonne continuité écologique d'un cours d'eau et les équilibres biologiques (alimentation, reproduction, cycle biologique...).

Au niveau de la zone d'étude, sont présents :

¹⁵ Source d'information : Procès Verbal de constatation du 27 août 2010-Onema

¹⁶ Source d'information : Site Internet de la Dreal Languedoc-Roussillon, consulté le 6 décembre 2012

- un obstacle à l'écoulement : le seuil du mas du pont¹⁷. Ce seuil constituait le barrage de l'ancien Moulin de Bellevue et date de 1775. Ce déversoir ainsi que celui du seuil de Cambonnet localisé en amont, ne permettent pas d'assurer une continuité tout au long du Gardon du Mialet.

Seuil déversoir en arrière-plan de la prise d'eau du Béal



Source d'information : BRLi, 2012

- Des prélèvements d'eau réalisés par la Bambouseraie via le Béal (et par pompage par l'hôtel). La prise d'eau du béal est localisée au niveau du seuil. Il affecte la portion du Gardon de Mialet comprise entre la prise d'eau de la Bambouseraie et sa confluence avec le Gardon d'Anduze, soit un linéaire de 1515 mètres en diminuant le débit naturel du cours d'eau. Cela génère une diminution de la largeur mouillée, de la hauteur de la lame d'eau et des vitesses d'écoulement. En termes de continuité écologique et d'équilibres biologiques, les habitats disponibles pour la faune piscicole diminuent et augmentent la compétition pour les différentes phases de vie (alimentation, reproduction, protection...). Ces effets sont néanmoins moins prononcés dans la section court-circuitée du fait des faciès de gorges et du substrat très minéral. Les populations des Gardons sont également adaptées à ces variations du cours d'eau, qui sont typiques du milieu méditerranéen.

La réalisation des travaux d'étanchéification en 2012 et les nombreuses actions menées par la Bambouseraie pour réduire son prélèvement ont permis de diminuer ces effets négatifs en augmentant le débit naturel du cours d'eau de la quantité non prélevée, soit en étiage environ 80 à 100 l/s.

Des reprofilages du cours d'eau au niveau de la zone de baignade du camping (surface maximale de 2200 m²) à l'amont du seuil sont effectués une fois par an au moins suivant la réglementation en vigueur.

IV.1.9. ZONES ECOLOGIQUES ET REMARQUABLES ET RESEAU NATURA 2000

Les données sont issues du site de cartographie interactive de la DREAL occitanie et des fiches descriptives correspondantes.

Plusieurs périmètres relatifs à des inventaires ou des protections environnementales sont recensés sur ou à proximité du secteur d'étude. Ils sont listés dans le tableau suivant et présentés ci-après:

¹⁷ appelé le seuil du camping de Provence sur le site internet du Référentiel des Obstacles à l'Écoulement

Récapitulatif des inventaires et protections environnementales

Mesures de protection ou d'inventaire	Intitulé	Situation des forages vis-à-vis des périmètres existants
Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF)	ZNIEFF de type I n° 3012-2073 «Rocher du Mas du Pont»	A 20 m de la prise du béal
	ZNIEFF de type I n° 3012-2072 «Massif du Bois Nègre et de Bois de Rouville»	A environ 200 m à l'ouest de la zone d'étude
	» ZNIEFF de type I n° 3012-2076 «Vallons autour du ruisseau de Roquefeuil»	A environ 390 m au nord-ouest de la zone d'étude
	ZNIEFF de type I n° 0000-2082 «Corniche de Peyremale et écaïlle du Mas Pestel	A environ 720 m au sud-est de la zone d'étude
	ZNIEFF de type II n° 3012-0000 «Haute vallées des Gardons»	Dans la zone d'étude
	ZNIEFF de type II n° 3018-0000 « Vallée moyenne des Gardons »	En aval d'Anduze à 1750 m de la zone d'étude
ENS	Gardon inférieur d'Anduze	Dans la zone d'étude
	Partie Gardoise de la vallée du gardon du Mialet	Dans la zone d'étude
Parc National	Parc National des Cévennes Aire optimal d'adhésion	Dans la zone d'étude
Patrimoine mondial de l'UNESCO	Causse et Cévennes Zone tampon	Dans la zone d'étude
Réserve de Biosphère des Cévennes	Zone tampon	Dans la zone d'étude
Natura 2000 : Site ou proposition de Site d'Importance Communautaire (SIC/pSIC)	SIC/pSIC FR9101368 «Vallée du Gardon de Saint-Jean»	Hors site à 300 m au SE du béal
	SIC/pSIC FR9101367 «Vallée du Gardon de Mialet»	Dans la zone d'étude (béal et prise d'eau)
Natura 2000 : Zone Spéciale de Conservation (ZSC)	ZSC FR9101372 «Falaises d'Anduze»	Hors site à 800 m au NO

Le formulaire simplifié d'incidences Natura 2000 du projet est joint en annexe 1 du présent dossier.

IV.1.10. SOURCES DE POLLUTIONS POTENTIELLES

Aucune source de pollution potentielle n'est située dans un rayon de 35 m autour des forages. Ce périmètre est essentiellement occupé par un couvert végétal naturel.

IV.1.11. SYNTHESE DE L'ETAT INITIAL ET DES ENJEUX MIS EN EVIDENCE

Le tableau ci-dessous synthétise les éléments pour chaque thème identifié dans l'état initial. Le niveau d'enjeu a ensuite été évalué.

Synthèse de l'état initial et des enjeux associés

Aucun enjeu	
Enjeu faible	
Enjeu modéré	
Enjeu fort	

ELEMENTS	SYNTHESE	NIVEAU DE L'ENJEU
MILIEU PHYSIQUE		
Contexte hydrologique	Hydrologie des cours d'eau spécifique avec des étiages sévères et réguliers et des crues soudaines en septembre/octobre. Gardon de Mialet : module de 0,560 m³/s. Ressource utilisée pour l'AEP et l'irrigation agricole Prélèvement de la Bambouseraie dans le Gardon du Mialet en amont de la confluence avec le Gardon de St-Jean qui forment le Gardon d'Anduze. Enjeu du respect du débit réservé en période d'étiage. Etat moyen de la faune benthique	Fort
Contexte géologique et pédologique	Zone d'étude très karstifiée en profondeur et possédant des sols de type alluvionnaire (dépôt quaternaire du Gardon) Forage Nord localisé dans l'aquifère hettangien à – 78 m (dolomies noires) Forage Sud localisé à 26 m de profondeur dans l'aquifère triasique Les 2 forages sont isolés des autres formations par la présence d'une couche d'argiles	Aucun
Contexte hydrogéologique et masses d'eau souterraine	Forages localisés dans l'aquifère « formations liasiques et triasiques de la bordure cévenole » (Bordure cévenole d'Alès à Sumène 607 d) Pas de communication entre l'aquifère et l'aquifère alluvial au niveau des forages Qualité de l'eau moyenne pour l'irrigation (sulfates, bicarbonates) Autres captages dans la zone d'étude : 2 captages en nappe alluvionnaire et 1 dans l'hettangien sur la commune de Générargues mais forages hors des périmètres de protection	Moyen

ELEMENTS	SYNTHESE	NIVEAU DE L'ENJEU
Risques naturels	<ul style="list-style-type: none"> Incendie : la bambouseraie fait partie du plan incendie (réserve, débroussaillage, DFCI...) Inondation : Le forage sud est localisé en zone inondable dans le lit majeur du Gardon d'Anduze. La commune de Générargues dispose d'un PPRI 	Fort
MILIEU BIOLOGIQUE		
Périmètres d'inventaires, de gestion et de protection	<ul style="list-style-type: none"> 2 znieff de type II et 2 ENS sont sur ou à proximité de la zone d'étude. La bambouseraie est entièrement comprise dans le périmètre du parc national (réserve de Biosphère et patrimoine de l'Unesco) 1 site Natura 2000 Vallée du Gardon du Mialet 	Fort
Biodiversité et milieux naturels	<ul style="list-style-type: none"> Milieux environnant des forages : faible sensibilité Biodiversité végétale du parc exceptionnelle avec grands arbres, espèces florales exotiques exigeantes en eau fortement dépendantes de l'irrigation et sujette au stress hydrique Milieu aquatique dans le Gardon : présence d'espèces faisant l'objet de mesures de protection : blageon, toxostome, vandoise, spirin, écrevisse à pieds blancs. 	Fort
Continuités écologiques et équilibres biologiques	<p>Présence de 2 aménagements :</p> <ul style="list-style-type: none"> Prélèvement par le Béal de la Bambouseraie court-circuitant un tronçon du Gardon du Mialet. Le débit prélevé a été réduit à la suite de travaux de restauration du Béal en 2012. La morphologie du cours d'eau entre le seuil du Mas du Pont et la confluence avec le Gardon de St Jean est un faciès de gorges, avec des écoulements de cuvettes les unes dans les autres à l'étiage. Ce type de faciès est un peu moins sensible à une réduction des écoulements qu'une zone avec un écoulement laminaire. Présence d'un obstacle à l'écoulement « seuil déversoir au Mas du Pont » au niveau de la prise du Béal 	Moyen

IV.2. ANALYSES DES INCIDENCES DU PROJET

De manière générale toute intervention en milieu naturel est à l'origine d'une modification plus ou moins importante et profonde de l'environnement. Les impacts générés sur le milieu physique, biologique mais aussi humain, concernent :

- ▶ La phase travaux pendant laquelle la majorité des impacts sont temporaires ;
- ▶ La phase exploitation avec des effets permanents.

Dans le cadre de ce dossier, les impacts en phase travaux sont limités étant donné que :

- ▶ Qu'aucun aménagement ne sera réalisé sur le Béal ;
- ▶ L'exécution des travaux de forage ont eu lieu en 2012 et 2013 (tubage, cimentation, retraits des déblais de forage).

Il s'agit dans ce présent dossier d'équiper les forages pour une exploitation. Seul le forage Sud Fe1 nécessitera des travaux plus importants (conduite de refoulement de 500 m).

Ainsi, **les effets en phase travaux sont fortement limités et ceux en phase exploitation sont étudiés plus en détails**. Il s'agit d'évaluer les effets de la variation de la ligne d'eau du Gardon du Mialet due au prélèvement par le Béal, celle des réserves souterraines dues à l'exploitation des deux forages et l'impact de ces exploitations sur l'environnement.

Les effets conjugués de l'exploitation des deux forages sont étudiés dans la partie « addition des effets et interactions entre-eux ».

La méthode utilisée pour l'évaluation des impacts est décrite dans la partie « Méthode d'expertises et auteurs de l'étude ».

Pour mémoire, le prélèvement dans le Gardon du Mialet existant depuis 1824, il est considéré comme état initial du site les prélèvements actuels après la réalisation des travaux d'étanchéification en 2012. Les effets positifs de ces travaux sur l'hydrologie du cours d'eau sont indiqués dans le chapitre descriptif du projet en pièce III.

IV.2.1. PHASE TRAVAUX

IV.2.1.1. MILIEU PHYSIQUE

Les effets en phase travaux concernent uniquement le sol et l'hydrogéologie.

L'équipement des forages nécessitera la réalisation de canalisation souterraine (conduite de refoulement) jusqu'au Béal.

Ce type de travaux fait appel à des engins qui engendrent un risque de pollution accidentelle d'hydrocarbures et d'infiltration dans le sol et les eaux souterraines.

Au niveau des deux forages, les formations des dolomies de l'Hettangien et l'aquifère secondaire des calcaires et dolomitiques du Trias sont sous couverture imperméable (argiles et marnes). Le risque d'infiltration d'une quelconque pollution est donc nulle.

En revanche, ce risque est considéré comme faible pour la nappe alluviale localisée au niveau de la zone d'étude. Ce risque sera réduit si les règles générales de chantier sont bien respectées.

Aucune conduite de refoulement n'est localisée dans un périmètre de protection rapproché de captage.

IV.2.1.2. MILIEU BIOLOGIQUE

La mise en place des conduites se réalisera exclusivement sur le domaine de la Bambouseraie et de la Pépinière sur des chemins existants jusqu'au Béal (Cf. Localisation des conduites de refoulement) sans enjeux particuliers pour la faune et la flore. Elles seront de taille réduite (40 cm de large). **Aucun effet n'est attendu sur les habitats, espèces et espaces naturels en phase travaux.**

Passage de la conduite de refoulement du forage Nord Fe2 (gauche) et Sud Fe1 (droite)



Source d'information : BRLI, 2013

IV.2.2. PHASE EXPLOITATION

IV.2.2.1. INCIDENCES SUR LE MILIEU PHYSIQUE

IV.2.2.1.1. INDICENCES SUR L'HYDROLOGIE DES COURS D'EAU

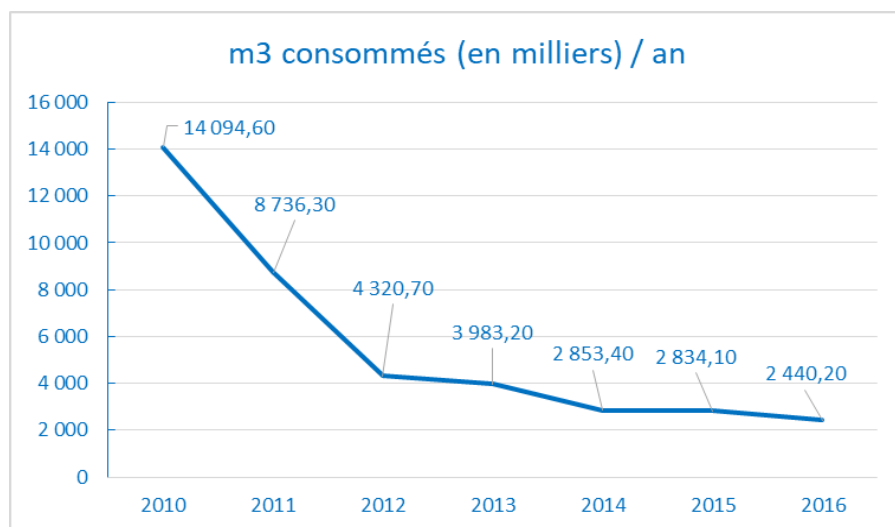
Par ailleurs, l'étude des volumes prélevables a montré que le bassin versant est en déficit quantitatif sur le mois d'août (point nodal n°10 Gardon d'Anduze, cf. paragraphe II.2.6). Cette étude est basée sur les données hydrométriques disponibles en 2011, c'est-à-dire avant les travaux et mesures d'optimisation des prélèvements de la bambouseraie.

Comme conséquence directe de ces travaux, le prélèvement net moyen de la bambouseraie (prélèvement – rejet) de juillet à septembre s'est depuis fortement réduit : il était de 151 l/s en 2011 et a fortement chuté après 2012 à 48-58 l/s entre 2013 et 2016. **De fait, les travaux d'étanchéification et mesures d'économies d'eau de la bambouseraie représentent donc un gain théorique net de 93 à 103 l/s pour le débit du Gardon au point nodal n°10.** Le gain réel est probablement moindre du fait du retour des pertes du béal à la nappe alluviale qui alimente le Gardon mais reste conséquent.

A. Rappel des incidences positives des mesures d'économies d'eau entre 2010 et 2016 :

Grâce à la mise en place des échelles limnimétriques, et à leur tarage, puis à la mise en place du venturi, le prélèvement brut (à l'aval de la vanne de restitution) a pu être mesuré de façon hebdomadaire pour les années 2011 à 2016 (Cf. figure ci-dessous).

Evolution des caractéristiques des prélèvements annuels déclarés (béal) entre 2010 et 2016



L'année 2017 a fait l'objet d'un prélèvement complémentaire par le forage Fe2 Nord dans le cadre du pompage d'essai de 4 mois, rendant difficile la comparaison avec les autres années. La répartition des débits prélevés en 2017 entre le béal, le forage et les débits rejetés à l'Amous sont détaillés mensuellement en annexe 9.

On s'en tient à 2016 comme année la plus récente pour l'évolution des besoins en prélèvement de la Bambouseraie.

Prélèvements bruts et nets dans le Gardon en avril – octobre 2011 avant travaux d'étanchéification

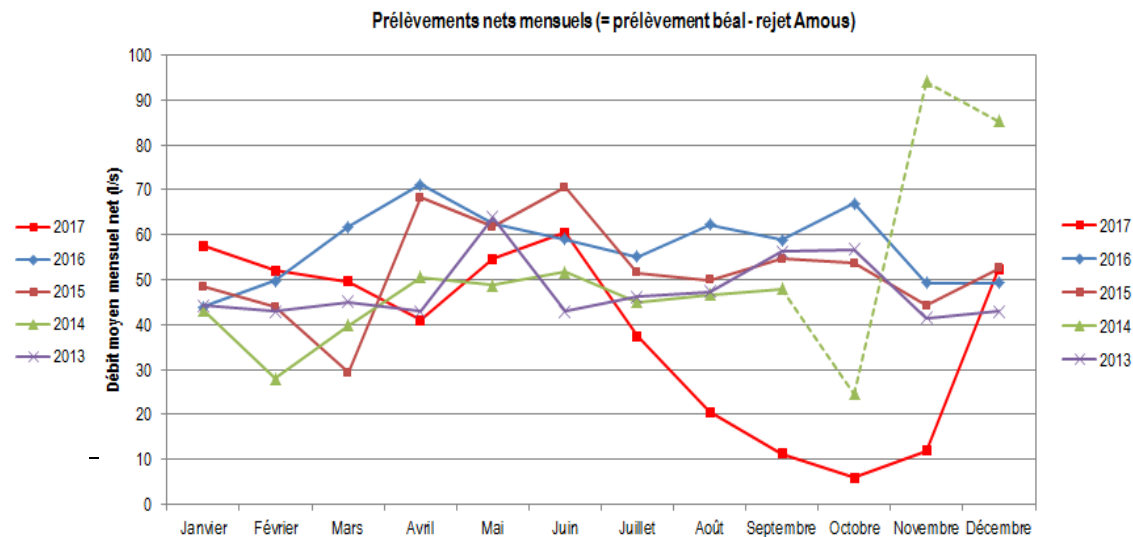
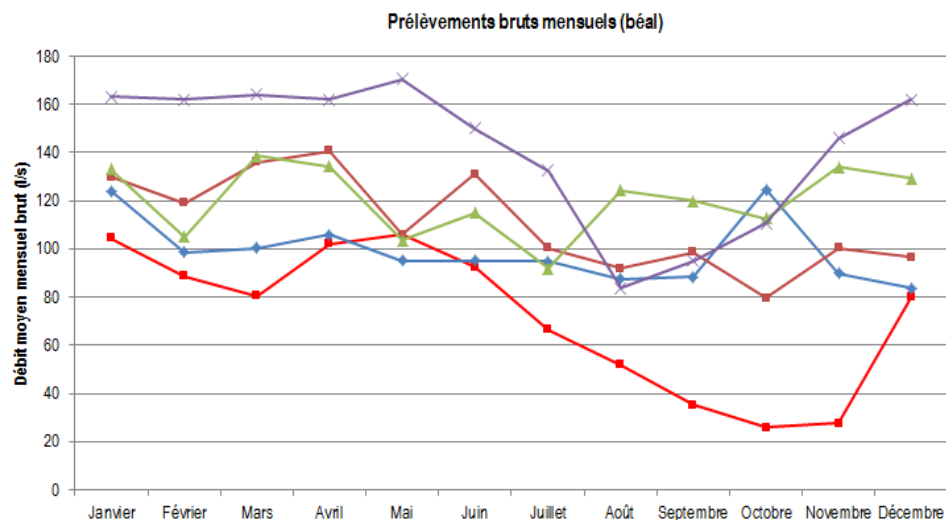
	2011		
	Prélèvement brut béal (l/s)	Rejet Amous (l/s)	Prélèvement net (l/s)
Avril	373	63	310
Mai	544	175	369
Juin	416	152	264
Juillet	250	107	143
Août			
Septembre	252	94	158
Octobre	121	17	104
Moyenne annuelle	326	101	225
Moyenne étiage (juillet à septembre, hors crues)	251	101	151

Evolution des prélèvements bruts et nets dans le Gardon après travaux d'étanchéification (2013 à 2016)

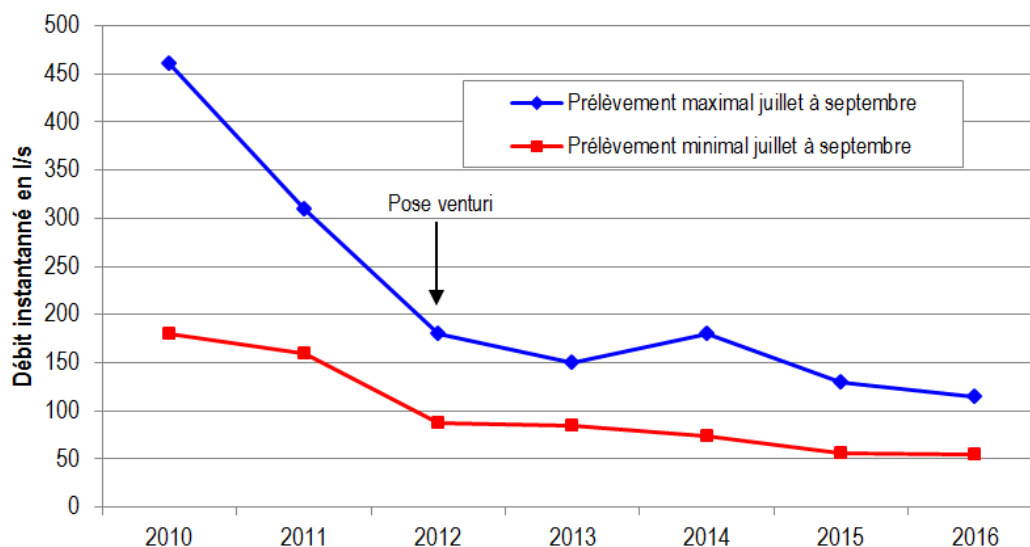
	2017			2016			2015			2014			2013		
	Prélèvement brut béal (l/s)	Rejet Amous (l/s)	Prélèvement net (l/s)	Prélèvement brut béal (l/s)	Rejet Amous (l/s)	Prélèvement net (l/s)	Prélèvement brut béal (l/s)	Rejet Amous (l/s)	Prélèvement net (l/s)	Prélèvement brut béal (l/s)	Rejet Amous (l/s)	Prélèvement net (l/s)	Prélèvement brut béal (l/s)	Rejet Amous (l/s)	Prélèvement net (l/s)
Janvier	104.5	47	57.5	124	80	44	130	82	49	133	90	43	163	119	44
Février	88.7	36.7	52	99	49	50	119	75	44	105	77	28	162	119	43
Mars	80.4	30.8	49.6	100	39	62	136	107	29	139	99	40	164	119	45
Avril	102	61	41	106	35	71	141	73	68	134	84	51	162	119	43
Mai	106	51.3	54.7	95	33	63	106	44	62	104	55	49	170	107	64
Juin	92.4	32	60.4	95	36	59	131	61	71	115	63	52	150	107	43
Juillet	66.5	29	37.5	95	40	55	100	49	52	92	47	45	133	86	46
Août	52	31.4	20.6	88	25	62	92	42	50	124	78	47	84	36	47
Septembre	35.3	24	11.3	89	30	59	99	44	55	120	72	48	95	39	56
Octobre	26	20	6	125	58	67	80	26	54	113	88	25	111	54	57
Novembre	27.5	15.5	12	90	41	49	101	56	44	134	40	94	146	105	42
Décembre	80	27.7	52.3	84	34	49	97	44	53	129	44	85	162	119	43
Moyenne annuelle	72	34	38	99	42	58	111	58	52	120	70	50	142	94	48
Moyenne juil- sept (*)	51	28	23	91	32	59	96	45	51	112	66	47	104	54	50

: Influencé par une crue
 : Curage du canal
 : Pompage d'essai sur Fe2 Nord (ressource complémentaire)

En italique : représentativité mensuelle douteuse
 (*) : hors crues



Evolution des caractéristiques des prélèvements à l'étiage (juillet à septembre) par le béal entre 2010 et 2016 sur la base du relevé hebdomadaire des débits instantanés



Ces graphiques montrent que depuis 2010, les prélèvements ont été divisés par un facteur de 2 à 5 selon les périodes.

Ces graphiques montrent que tous ces indicateurs ont nettement diminué depuis 2010. Avant la réalisation des travaux pour réduire les pertes en 2012 et l'optimisation de la gestion hydraulique, les prélèvements bruts (à la prise) de la Bambouseraie et de la pépinière ont varié entre 160 et 310 l/s à l'étiage entre juillet et septembre. En 2013, les prélèvements minimum et maximum de la Bambouseraie à l'étiage étaient de 80 et 150 l/s. **En quatre ans, les volumes prélevés en moyenne entre juillet et septembre ont été divisés par 3**, passant de 27 900 m³/j en 2010 à 9 700 m³/j en 2013.

Les années 2014 à 2016 ont confirmé cette nette tendance à l'amélioration.

Les graphiques montrent clairement que les débits prélevés diminuent d'année en année grâce aux efforts de gestion mis en place par la Bambouseraie.

Il convient tout de même de souligner que l'évolution des prélèvements est bien sûr conditionnée par :

- ▶ les débits dans le Gardon : pendant les crues, il est difficile de maîtriser les débits entrants, qui sont très variables, malgré une ouverture maximale de la vanne de restitution ;
- ▶ les conditions climatiques : lors d'années très chaudes et très sèches, les besoins sont plus importants.

Par ailleurs, l'optimisation des prélèvements tend aujourd'hui vers une valeur limite en deçà de laquelle il sera impossible techniquement et financièrement de descendre.

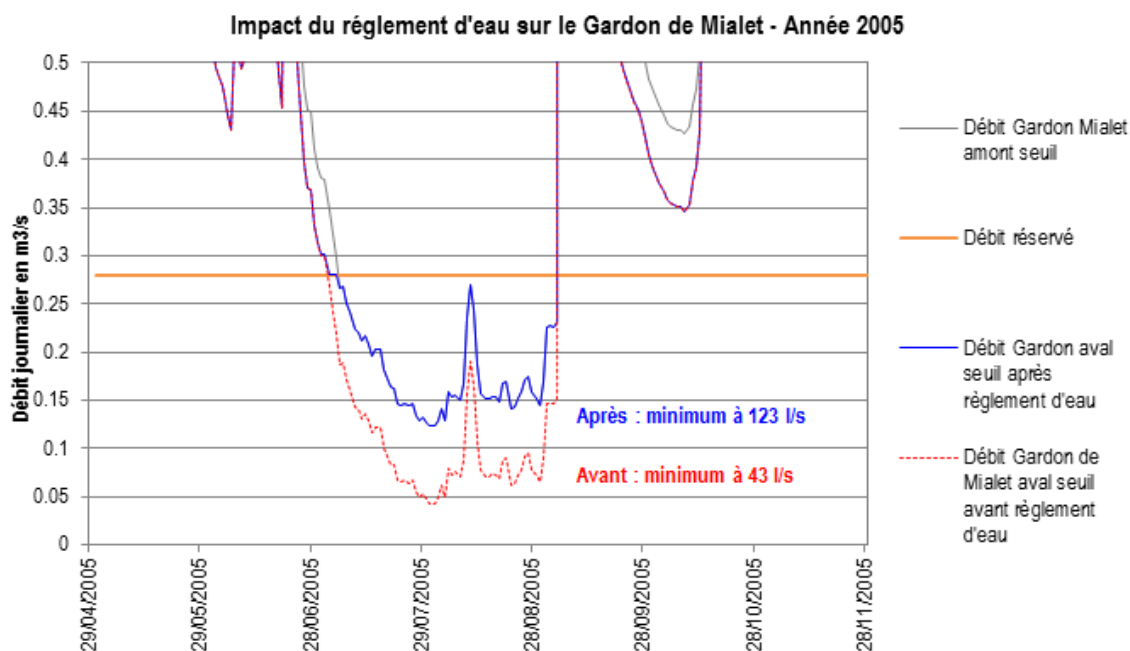
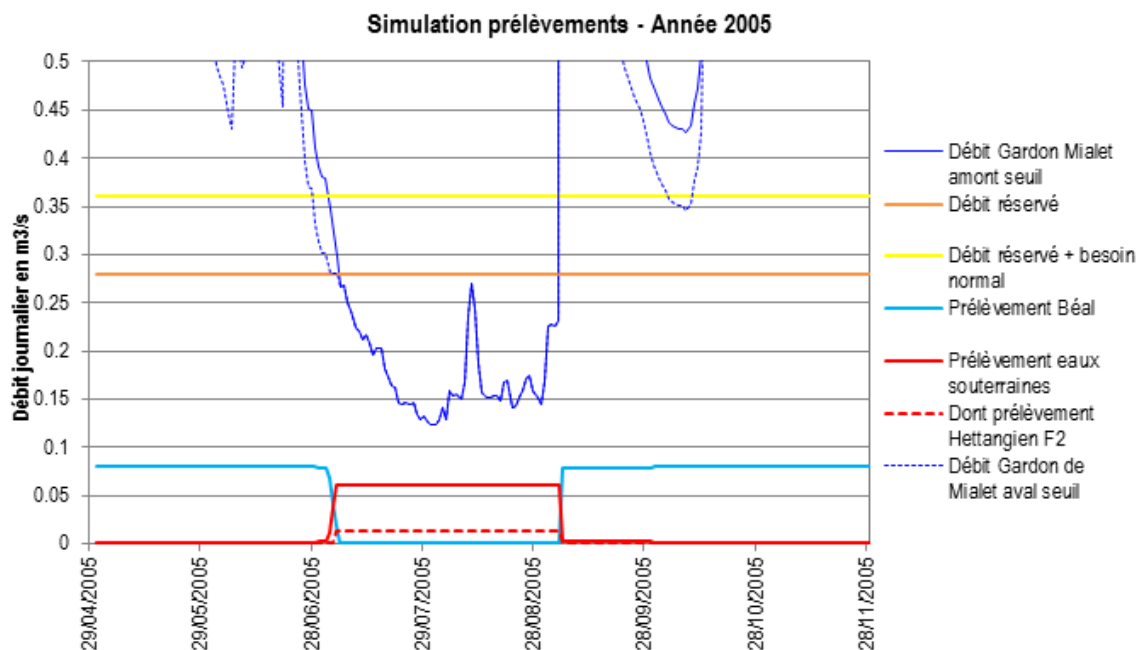
B. Simulation de l'impact sur l'hydrologie du tronçon court-circuité du Gardon :

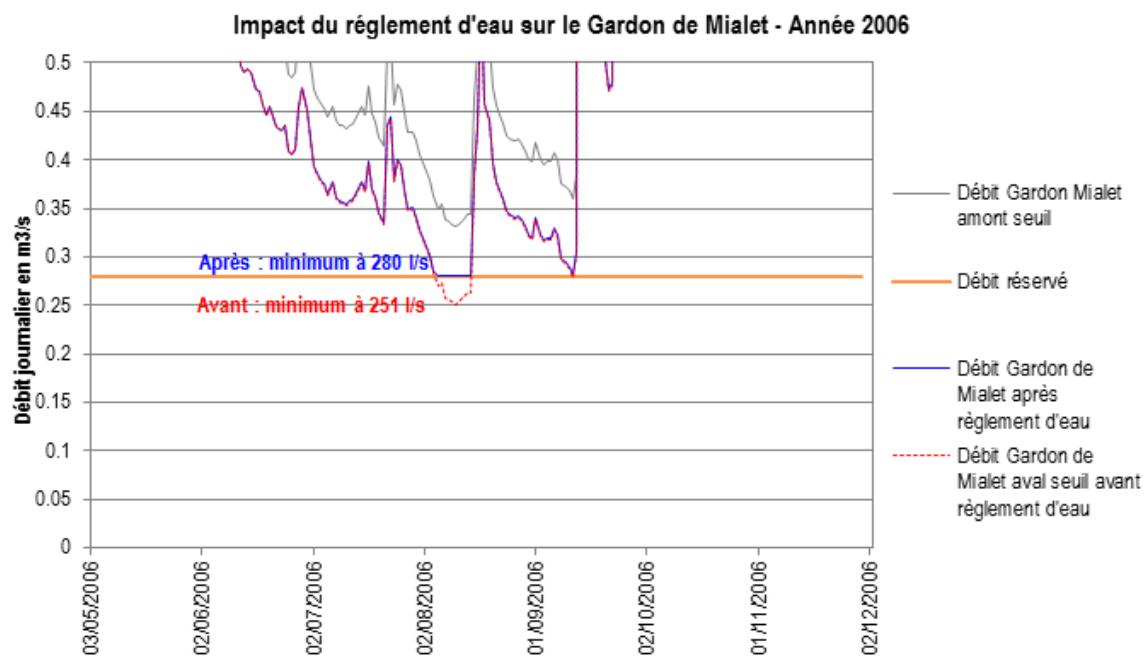
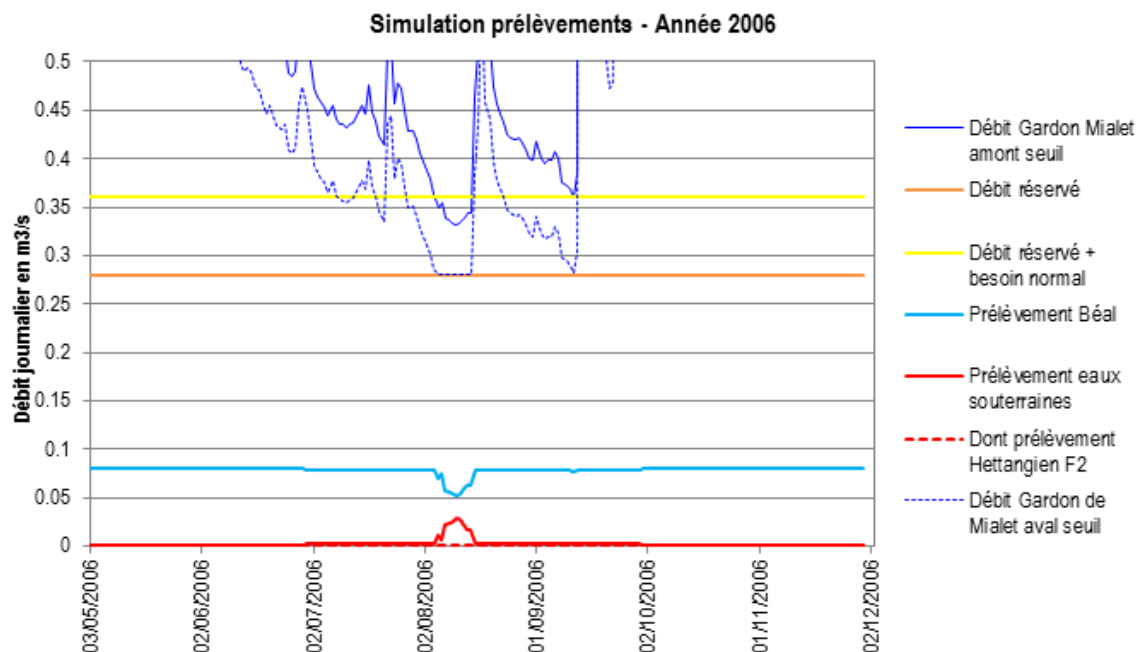
En étiage, les débits prélevés ne dépasseront pas 110 l/s, et dès qu'une tension sur les ressources en eau apparaît (arrêt de restriction, ou débit dans le Gardon de Mialet qui s'approche du débit réservé), la Bambouseraie limite son prélèvement à 80 l/s).

Des simulations ont été effectuées pour une application du règlement d'eau aux années 2005 à 2016 (à l'exclusion de 2008 et 2016 où trop de données sont manquantes et de 2017, où la station du Roucan a été abandonnée). Les évolutions des prélèvements dans le contexte hydrologique, mais aussi dans le contexte des arrêts sécheresses est représenté sur les graphiques suivants.

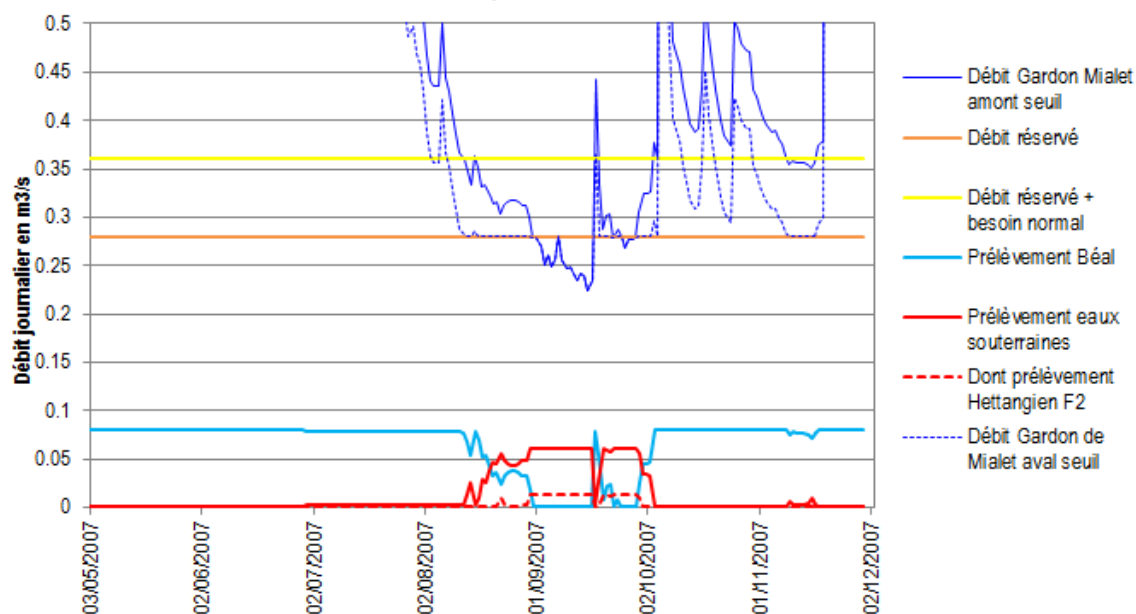
Evolution du prélèvement dans le Gardon pour les années hydrologiques 2005 à 2015 avec les aménagements et la gestion prévus dans le règlement d'eau

NB : Les « bosses » sur le prélèvement correspondent à la mise en route du béal et aux pertes dans la partie amont pour un débit constant arrivant à la propriété.

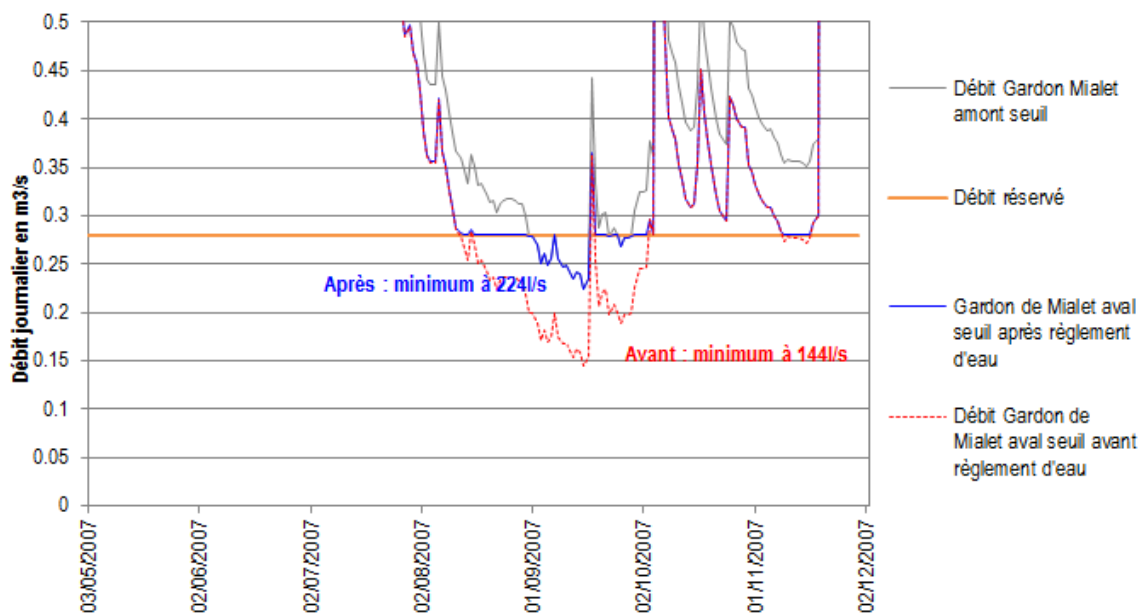




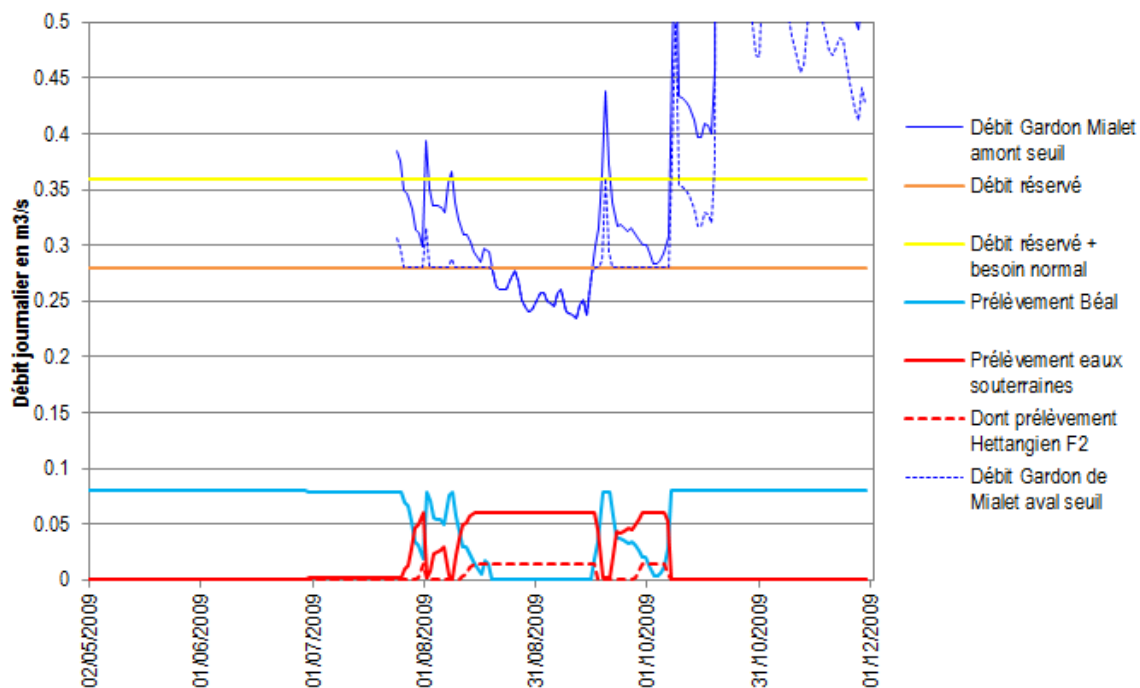
Simulation prélèvements - Année 2007



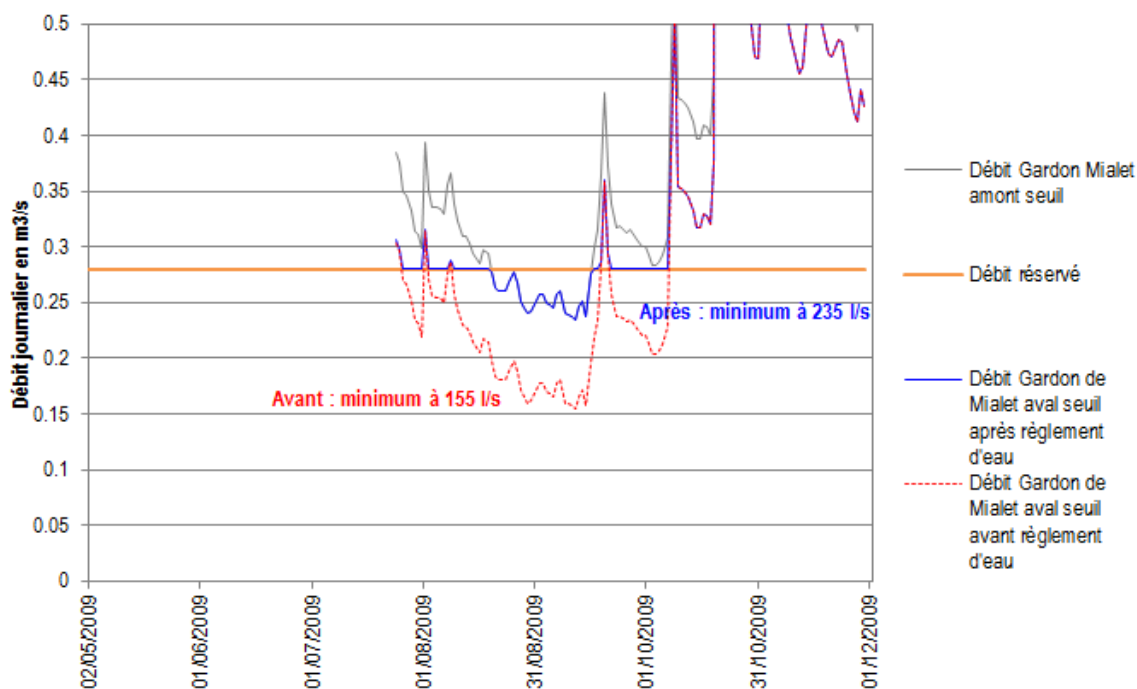
Impact du règlement d'eau sur le Gardon de Mialet - Année 2007

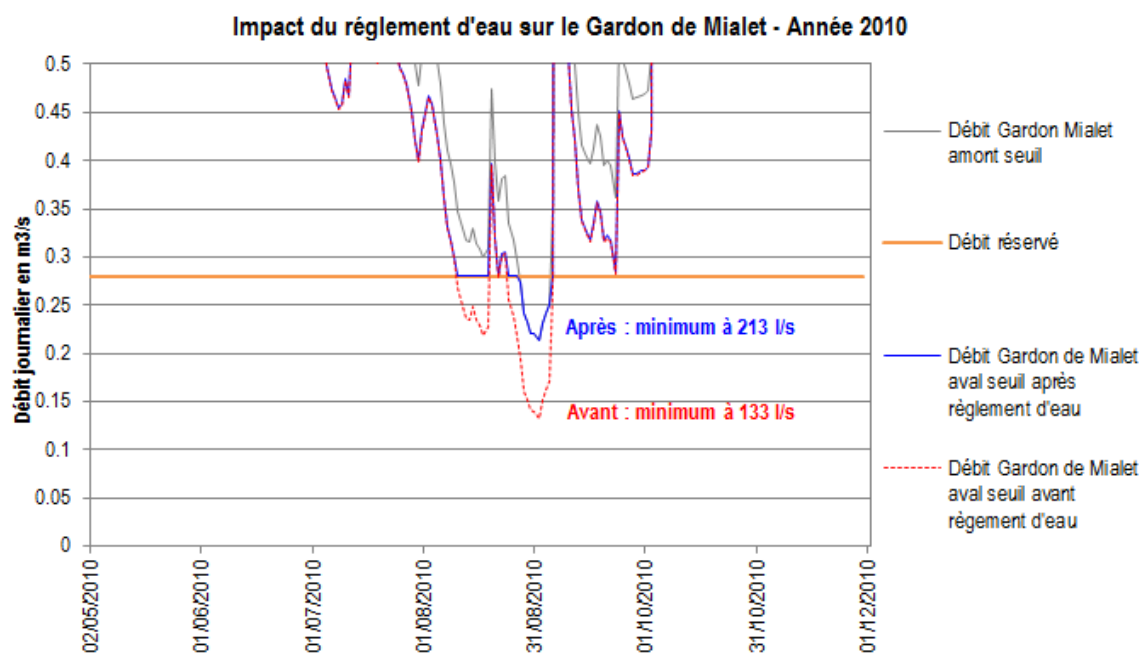
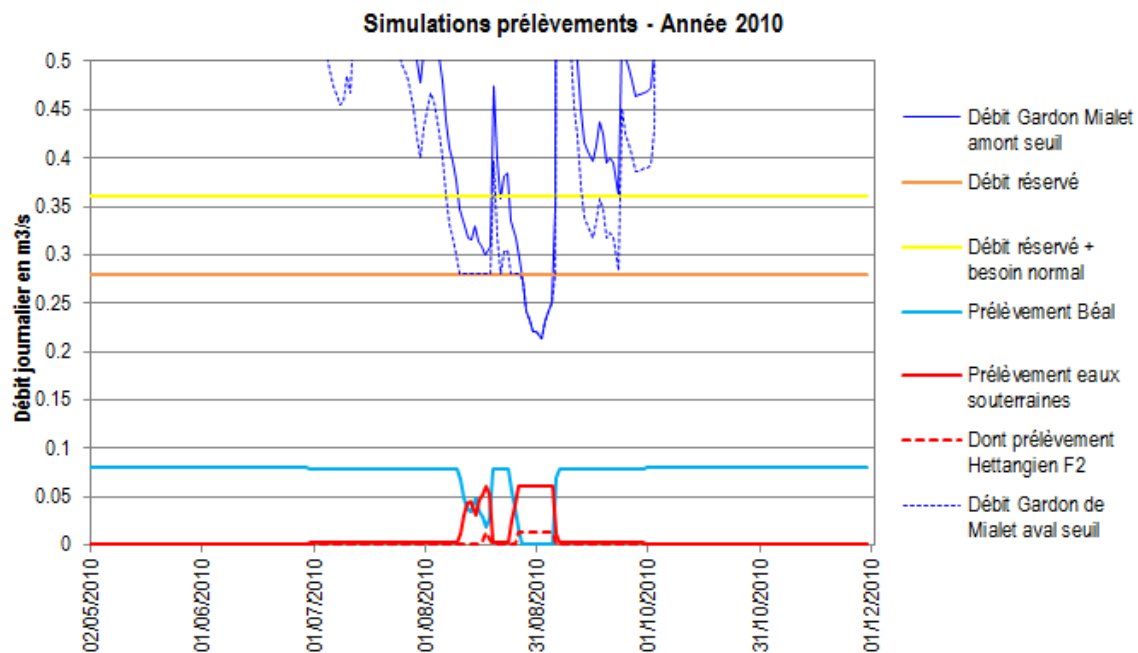


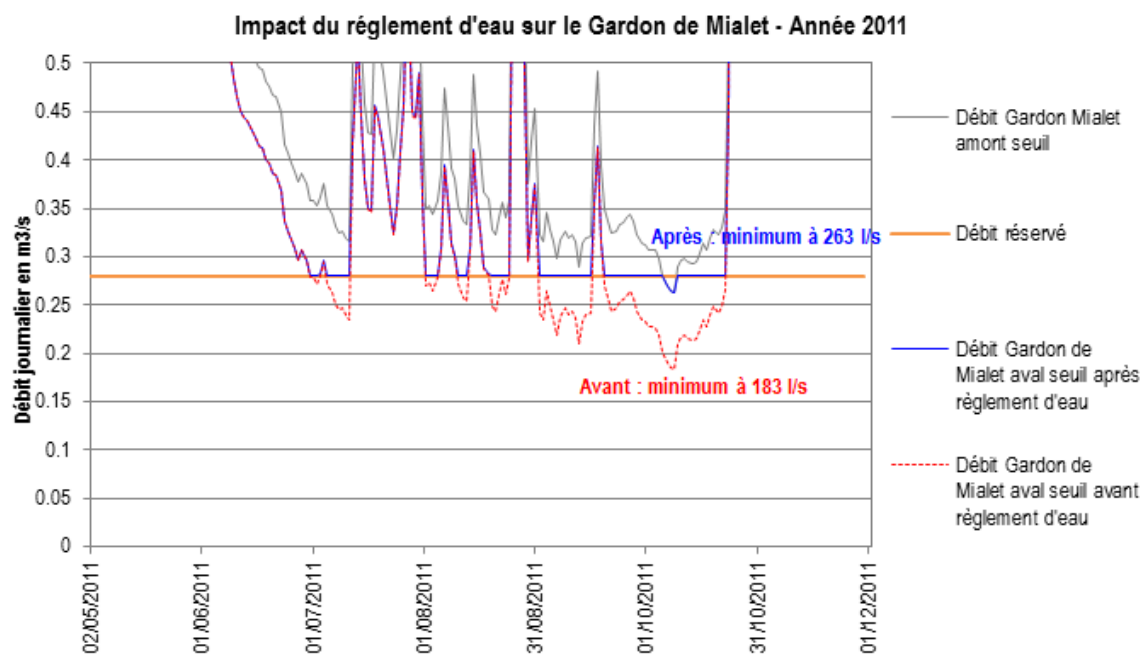
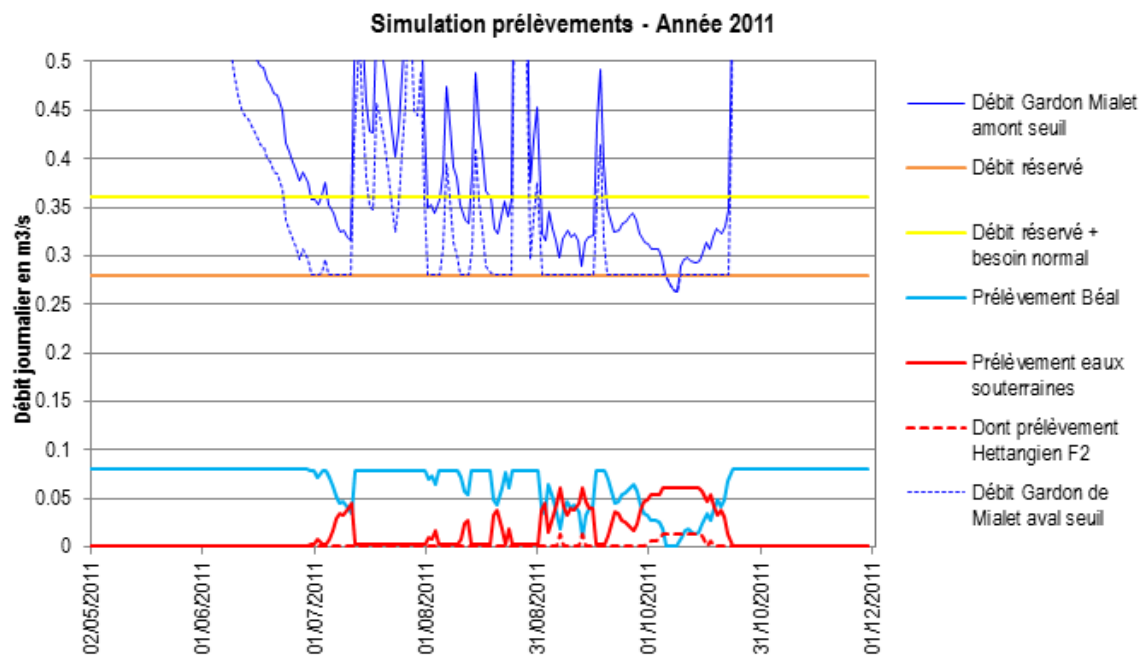
Simulation prélèvements - Année 2009

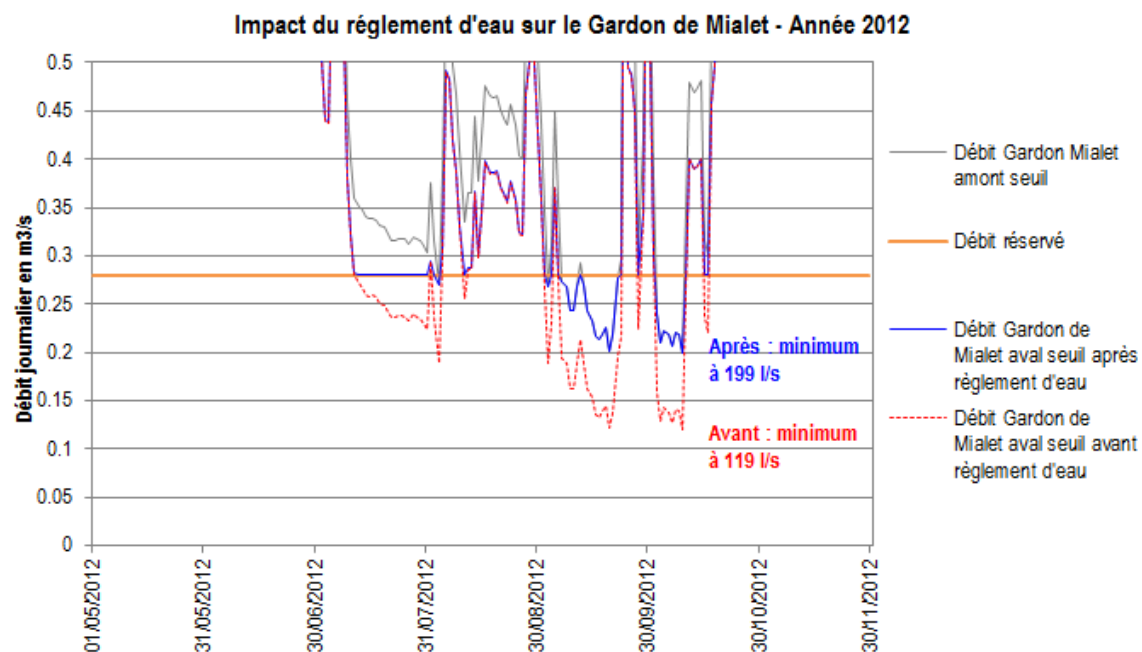
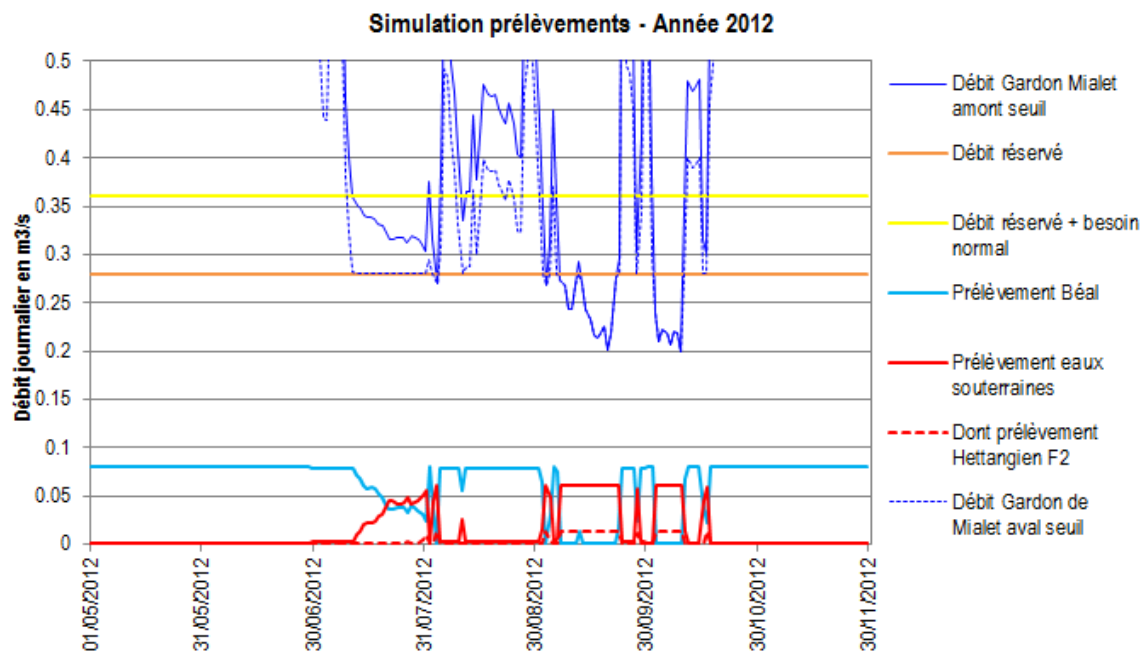


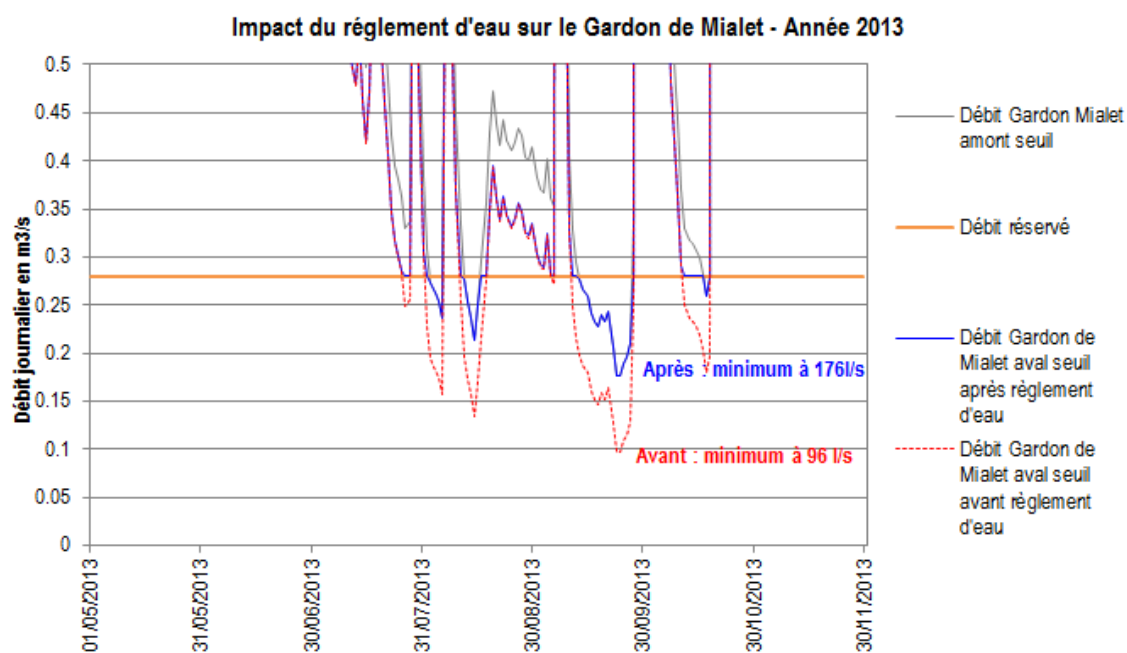
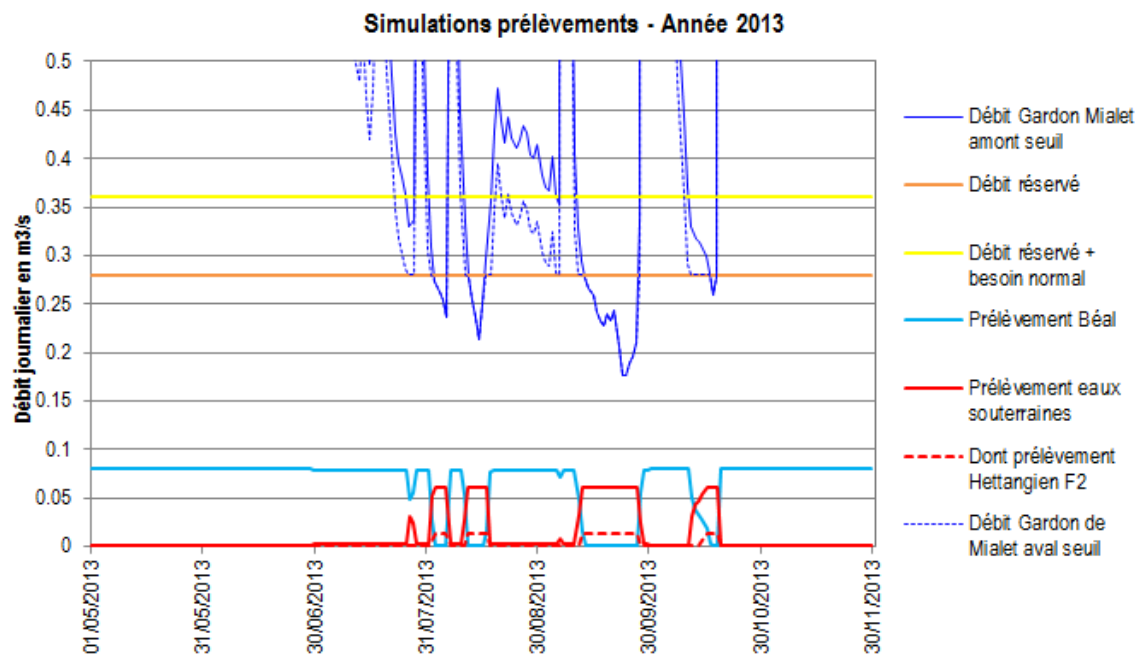
Impact du règlement d'eau sur le Gardon de Mialet - Année 2009



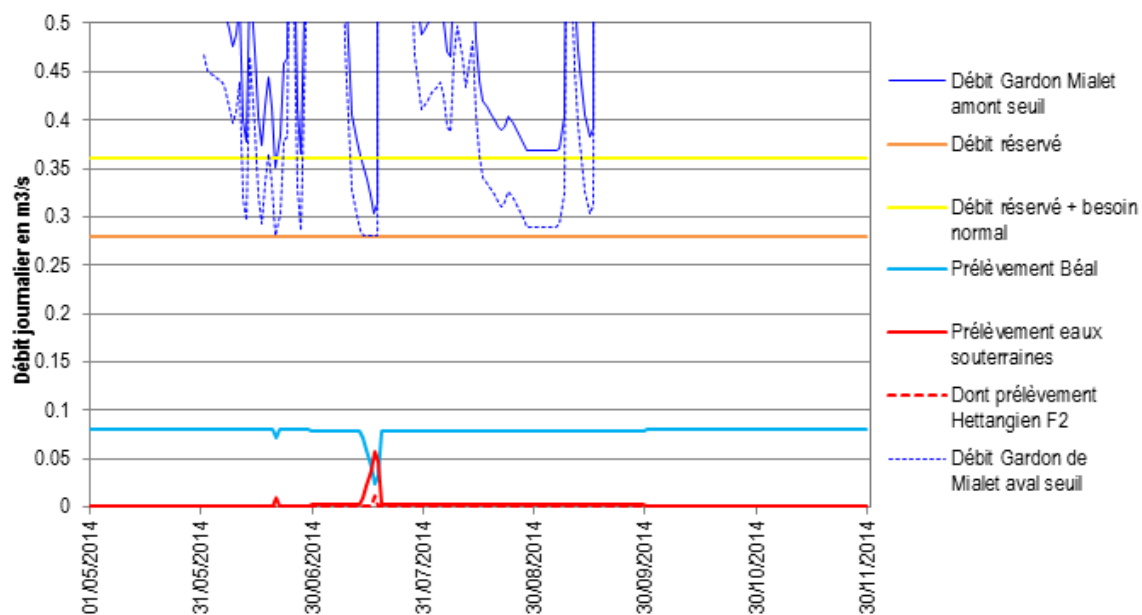




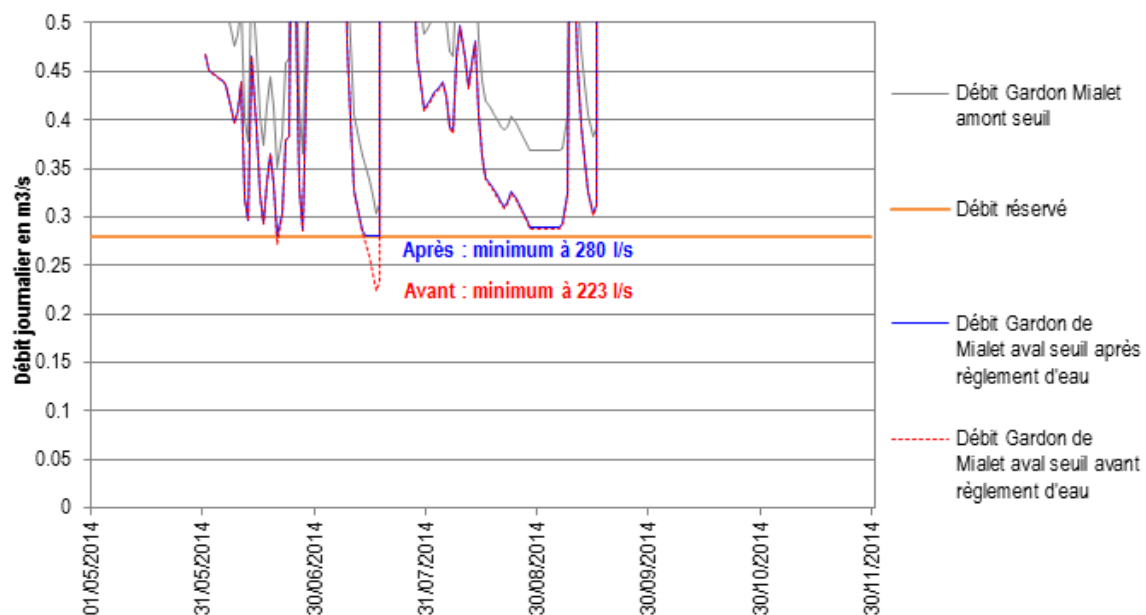


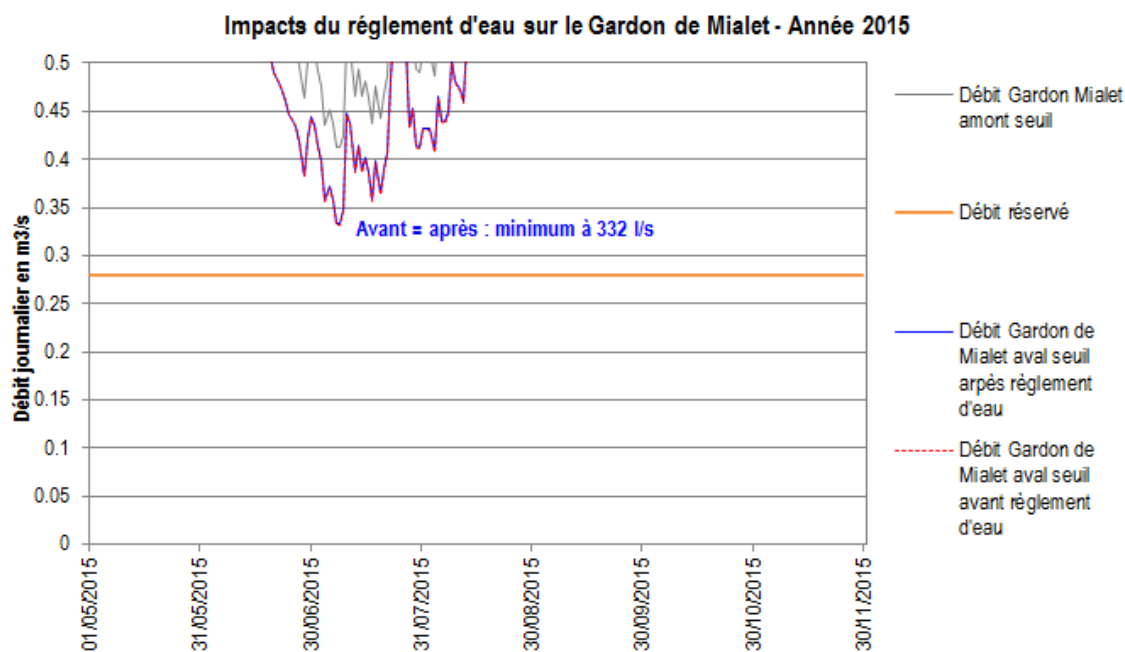
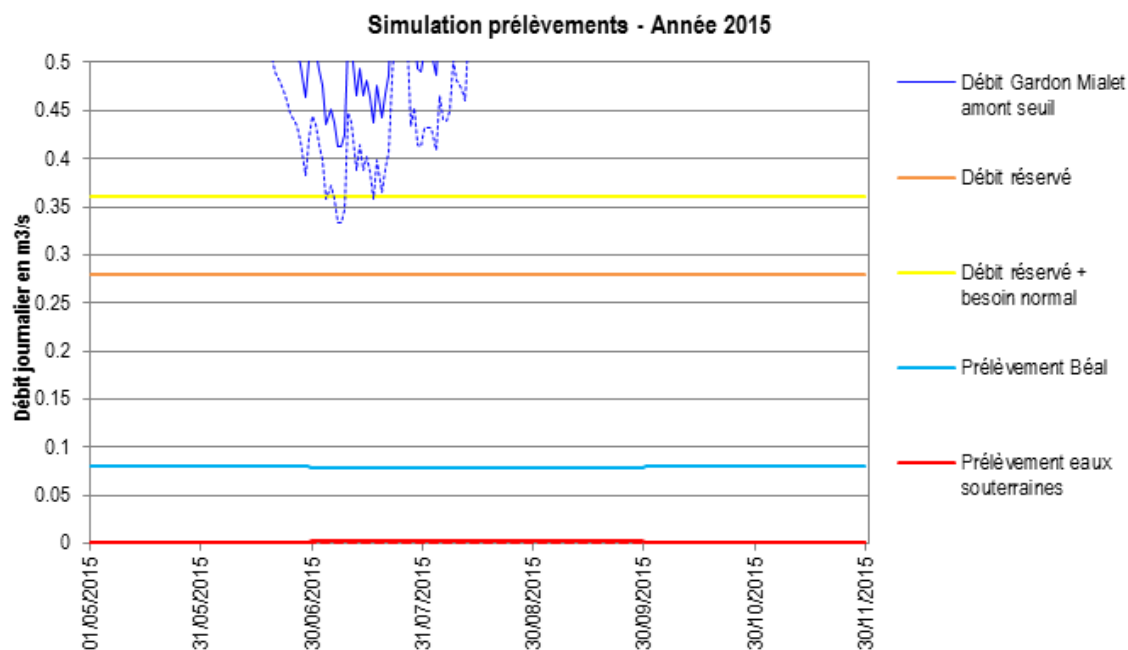


Simulation prélèvements - Année 2014



Impact du règlement d'eau sur le Gardon de Mialet - Année 2014





Synthèse du nombre de jours annuels nécessitant la sollicitation des forages en se basant sur l'historique hydrologique récent du Gardon

	Nombre de jours où le débit du Gardon < débit réservé	Nombre de jours où le débit du Gardon < débit réservé + besoin normal	Nombre de jour où F1 est sollicité	Nombre de jour où F2 est sollicité	Teneurs moyennes des eaux d'irrigation en SO4 lors des périodes de réduction des prélèvements dans le béal (mg/l)
2005	61	64	64	62	250
2006	0	11	11	0	100
2007	21	58	58	34	210
2008	-	-	-	-	-
2009	28	68	68	50	218
2010	9	23	23	13	207
2011	3	72	72	20	166
2012	25	56	56	33	204
2013	26	42	42	33	223
2014	0	6	6	2	158
2015	0	0	0	0	-
2016	-	-	-	-	-
Moyenne	17.3	40	40	24.7	193
Maximum	61	72	72	62	250
Minimum	0	0	0	0	100

Sur l'historique 2005-2015 :

- le nombre de jours annuels où le débit du Gardon est inférieur à son débit réservé a varié de 0 à 60 jours pour une moyenne annuelle de 17 jours ;
- le nombre de jours annuels où le forage Fe1 doit être sollicité pour l'irrigation a varié de 0 à 72 jours pour une moyenne de 40 jours ;
- le nombre de jours annuels où le forage Fe2 doit être sollicité pour l'irrigation a varié de 0 à 62 jours pour une moyenne de 25 jours ;

Le dispositif prévu permettra en toute situation le strict respect du débit réservé du Gardon de Mialet de 280 l/s en aval de la prise d'eau du Béal.

Récapitulatif de l'impact de l'application du règlement d'eau sur le débit minimum annuel du tronçon court-circuité du Gardon de Mialet

	Débit minimum avant application du règlement d'eau (l/s)	Débit minimum après application du règlement d'eau (l/s)	Gain de l'application du règlement d'eau sur l'hydrologie minimum annuelle du tronçon court-circuité du Gardon de Mialet (l/s)
2005	43	123	+80
2006	251	280	+29
2007	144	224	+80
2008	-	-	-
2009	155	235	+80
2010	133	213	+80
2011	183	263	+80
2012	119	199	+80
2013	96	176	+80
2014	223	280	+57
2015	332	332	0
2016	-	-	-
Moyenne	168	233	+65
Maximum	332	332	+80
Minimum	43	123	0

La mise en place du règlement d'eau pour le respect de la réglementation sur le débit réservé aura un impact très positif sur l'hydrologie du Gardon de Mialet court-circuité entre la prise d'eau et le Gardon d'Anduze. **Elle permet un gain de 0 à 80 l/s en étiage annuel, soit entre 0 et + 186% sur le débit minimum annuel du Gardon de Mialet.**

C. Impact sur l'hydrologie du Gardon d'Anduze :

A besoins constants, l'utilisation des forages prévue dans le règlement d'eau apportera un apport net de débit à l'Amous en aval du rejet et donc au Gardon d'Anduze (QMNA5 = 770 l/s) par rapport à la situation actuelle sans forages et sans règlement d'eau.

Si l'on se place dans la situation la plus pessimiste où seul Fe1 Sud est utilisé, celui-ci captant environ 30% de son débit en provenance du Gardon et 70% de son débit indépendamment du Gardon (cf. calcul estimatif de la p. 115), ce surplus de débit représente en étiage :

- **1,8 x 70% = + 1,26 l/s** en moyenne hors dispositif sécheresse, soit +0,16% du QMNA5 du Gardon d'Anduze ;
- au maximum **60 x 70% = +42 l/s** en périodes de crise du dispositif sécheresse, soit jusqu'à +5,45% du QMNA5 du Gardon d'Anduze.

La ressource de substitution constitue donc un apport net au Gardon d'Anduze (et à l'Amous en partie aval) très appréciable en période de tensions maximales sur le débit de la rivière.

IV.2.2.2. IMPACT QUALITATIF

TRONÇON COURT-CIRCUITE DU GARDON DU MIALET

L'ensemble des dispositions de la démarche d'optimisation du prélèvement en eau présentée dans le présent dossier, notamment en vue de permettre le respect du débit réservé et des restrictions/interdictions des arrêtés sécheresse, aura pour effet une augmentation du débit sur la partie court-circuitée du Gardon du Mialet (par rapport à la situation sans la démarche). Or, un débit plus élevé dans le cours d'eau permet de ralentir l'élévation de la température de l'eau en période estivale, et ainsi de limiter la diminution du taux d'oxygène et la prolifération algale.

La qualité globale de l'eau du tronçon court-circuité du Gardon du Mialet sera donc améliorée.

AMOUS ET GARDON D'ANDUZE

Lors de l'exploitation des forages, les eaux souterraines seront mélangées à celles du Gardon du Mialet (mis à part lorsque le débit du Gardon passe au-dessous du débit réservé de 280 l/s). Les fortes concentrations en minéraux (forte conductivité et fortes concentrations en sulfates et chlorures) des eaux souterraines seront ainsi diluées une 1^{ère} fois avec l'eau provenant du Béal. Puis les eaux de rejet seront une nouvelle fois diluées dans l'Amous et une 3^{ème} fois dans le Gardon d'Anduze.

La configuration la plus impactante du règlement d'eau est celle où l'eau des forages Nord et Sud est rejetée pure dans l'Amous et dans le Gardon d'Anduze.

Turbidité :

Lors du pompage d'essai de 2017 sur Fe2, l'eau présentait une turbidité au début du pompage, essentiellement constituée de grains de sables (sable de colmatage du réseau karstique de l'Hettangien). Cette turbidité a ensuite très fortement diminué et disparu au bout de quelques heures.

A chaque redémarrage du forage, on observe l'entraînement d'une faible quantité de sable dont les particules décantent dans le béal dans les 20 m après le rejet.

Minéralisation et sulfates :

Les fortes concentrations en minéraux (forte conductivité et fortes concentrations en sulfates et chlorures) des eaux souterraines seront ainsi diluées une 1^{ère} fois avec l'eau provenant du Béal. Puis les eaux de rejet seront une nouvelle fois diluées dans l'Amous et une 3^{ème} fois dans le Gardon d'Anduze.

N'ayant pas une bonne connaissance des débits de l'Amous, on se place dans la configuration où les débits des forages sont rejetés sans la dilution de l'Amous dans le Gardon d'Anduze, hypothèse plus contraignante que la réalité. On réalise les calculs de dilution à partir du débit d'étiage dans le Gardon d'Anduze¹⁸ approché par son QMNA5.

Dans le tableau, on considère uniquement un mélange d'eau du forage Nord avec le forage Sud sans prélèvement dans le béal (période de restrictions maximales avec interdiction de prélèvement dans le Gardon). A noter que le mélange obtenu représente un débit de 60 l/s, dont une partie sera consommée par la propriété, et c'est au total un rejet de 20 l/s qui est considéré comme étant rejeté dans le Gardon d'Anduze.

¹⁸ Les débits du Gardon d'Anduze au point de rejet sont obtenus en sommant les débits du Gardon de Mialet (station de Roucan, Générargues), et ceux du Gardon de St Jean (station de Roc Courbe, Corbès).

Le calcul tient compte des débits suivants :

- dernières valeurs du QMNA5 du Gardon (320 l/s pour le Gardon de Mialet à la station du Roucan + 330 l/s pour le Gardon de St-Jean à Corbes = 650 l/s) ;
- débit de pompage dans Fe1 à 200 m³/h sur 20 h, soit 167 m³/h (46 l/s) ;
- débit de pompage dans Fe2 à 150 m³/h sur 8 h soit 50 m³/h (14 l/s).

Impact qualitatif du rejet des eaux d'irrigation non consommées sur les eaux superficielles en période de restrictions d'eau (arrêt du prélèvement dans le béal) et en étiage quinquennal du Gardon d'Anduze

	Prélèvements						Milieu récepteur				Classe bleue aptitude à la biologie SEQ Eau
	Forage Sud		Forage Nord		Mélange non consommé rejeté		Gardon d'Anduze		Gardon d'Anduze après rejet		
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
Débit (l/s)	46		14		20		650		670		-
Conductivité (µS/cm)	870		900		877		147	429	169	442	180-2500
Sulfates (mg/l)	207	241	379	544	247	312	15.2	26.8	22.1	35.3	250
Chlorures (mg/l)	21	27	11	22	18.7	25.8	3.7	7.2	4.1	7.8	200
pH	7	7.1	6.22	7.5	6.8	7.2	7.6	9	7.6	8.9	6.5-9

En examinant l'influence sur les concentrations dans le Gardon et les normes de bonne qualité des cours d'eau, le rejet issu du mélange des eaux de Fe1 et Fe2 en période d'étiage critique n'aura pas d'incidence notable sur la qualité de l'eau du Gardon. Les variations de concentration du Gardon induites par le rejet sont en effet inférieures à leur variabilité naturelle dans le cours d'eau.

La température de l'eau pompée (21°C en Fe2N et 16,5°C en Fe1S) étant plus faible en période estivale que celle du Gardon (20 à 28°C), le pompage aura par ailleurs pour effet une légère limitation de l'élévation de la température et de la turbidité algale.

Pour le pH, les eaux du mélange restent dans la plage de valeurs du bon état. Le pH du Gardon d'Anduze peut parfois être au-dessus de la borne supérieure pour la classe de qualité « très bon état », et appartenir à la classe de qualité bon état. La résultante de la dilution dans le Gardon d'Anduze n'est pas déclassante : elle va même dans le sens d'une réduction très légère du pH lorsque le pH du Gardon d'Anduze est élevé.

Les autres paramètres physico-chimiques ne rentrent pas dans la définition de l'état chimique des cours d'eau. Pour la plupart des paramètres, les valeurs calculées pour le mélange restent dans les ordres de grandeur des valeurs déjà mesurées sur le Gardon d'Anduze.

A noter que ces valeurs sont des plafonds, car la dilution par les eaux de l'Amous n'est pas comptabilisée, faute de connaissance des débits et qualité.

On peut donc considérer que le rejet des eaux en fin de béal, prélevées sur les ressources complémentaires auront un impact négligeable sur la qualité du Gardon d'Anduze.

Concernant les pesticides, la Bambouseraie n'en utilise plus depuis plusieurs années (zéro phyto).

Globalement, le respect du débit réservé dans le Gardon du Mialet permettra d'augmenter le débit dans le Gardon d'Anduze et aura donc un impact positif sur les paramètres de température, oxygénation et turbidité algale. Le rejet des eaux de l'aquifère hettangien et du Trias, concentrées en minéraux, n'engendrera aucune incidence sur la qualité de l'eau du Gardon d'Anduze dont les paramètres physico-chimiques varient naturellement

IV.2.2.3. EFFETS SUR LES AUTRES USAGES

EFFETS QUANTITATIFS

L'augmentation du débit dans les cours d'eau permet le renouvellement des eaux, le retard de l'eutrophisation, et aura ainsi un effet positif sur la qualité des eaux de baignade.

Les prélèvements agricoles sont tous réalisés en amont de la prise d'eau du Béal. Les prélèvements de la Bambouseraie et de la pépinière n'influencent aucunement ces usages.

Concernant la pêche, la Bambouseraie prélève depuis 1865 et les principaux secteurs de pêche sont localisés en amont du seuil. Les pêcheurs sont adaptés depuis longtemps aux conditions hydrologiques du secteur. Il en est de même pour les baigneurs qui sont habitués aux périodes d'étiage. Les opérations menées actuellement ont vocation à soulager les prélèvements sur la ressource superficielle et donc à laisser plus de débits disponibles pour les autres usages.

EFFETS QUALITATIFS

Le rejet d'eau plus concentrée en minéraux n'aura aucune incidence sur la qualité des eaux du Gardon d'Anduze qui fluctue naturellement.

Aucune incidence n'est ainsi attendue sur la qualité des eaux des captages dans la nappe alluvionnaire en aval du rejet de la Bambouseraie.

IV.2.3. INCIDENCES DES POMPAGES EN NAPPES

Le pompage dans un forage a pour effet une mise en dépression locale de la nappe qui s'atténue ensuite pour s'annuler à une distance plus ou moins importante, hors de la zone d'influence du puits.

Les pompages ont permis de mettre en évidence des interférences faibles à nulles entre les deux forages. On peut donc considérer individuellement l'impact de l'utilisation de chaque forage.

On évalue les besoins maximum futurs des deux forages afin que la Bambouseraie puisse subvenir à ses besoins pour des années exceptionnelles sur la base de 152 jours de pompage (5 mois consécutifs ou non) à répartir sur les deux forages Fe1 Sud et Fe2 Nord. Cette valeur tient compte du retour d'expérience de l'année 2017 qui a été le siège d'un étiage exceptionnellement long et compte-tenu de la tendance climatique d'augmentation des étiages.

En dehors des périodes du dispositif sécheresse, afin de maintenir le dispositif fonctionnel et de contribuer à la résorption du déficit quantitatif du Gardon entre les mois de juillet et septembre, la Bambouseraie activera durant cette période d'étiage un pompage minimal une fois par semaine pendant 8 h à un débit minimum de 150 m³/h. Sur une semaine, ce pompage représente un débit moyen de 6,5 m³/h (1,8 l/s). Pour ce faire, lorsqu'il sera raccordé, ce complément sera apporté préférentiellement le forage Fe1 Sud, mieux réalimenté que Fe2 Nord. La bambouseraie participera à la résorption du déficit quantitatif du Gardon entre les mois de juillet et septembre inclus, hors périodes de restrictions sur les débits.

Par ailleurs, le reste de l'année, hors période d'étiage, le protocole de maintenance des forages sera ramené à 8 h par mois.

Besoins en eau des forages objet de la demande

	Débit d'équipement (m3/h)	Périodes d'été avec restrictions d'usage du béal		
		Nombre d'heures maximales de pompage / jour	Nombre maximal de jours de pompage	Volumes annuels maximum m3/an - (Fe1 Sud)
Fe1 Sud	200	24	152	730 000
Fe2 Nord	150			

	Débit d'équipement (m3/h)	Fonctionnement maximum hors été (de préférence après reconstitution des réserves des nappes)		
		Nombre d'heures maximales de pompage / mois	Nombre de mois de pompage	Volumes annuels maximum m3/an
Fe1 Sud	200	8	7	11 200
Fe2 Nord	150			

Volume total annuel maximal objet de la demande (m3/an)	741 200
----------------------------------------------------------------	----------------

IV.2.3.1. POMPAGE SUR FE2 NORD

A partir des données du pompage d'essai d'août-septembre 2013 dans le forage Fe2, on estime les incidences prévisionnelles du pompage en Fe2 :

- Rabatement dans le forage Fe2 :

Au bout de 3,5 mois à 150 m³/h, la profondeur du niveau dynamique est de 47 m, soit environ 23 m au-dessus de la pompe ;

- Rabatement induit dans les points distants utilisés les plus proches :

Le point distant utilisé le plus proche dans la nappe de l'Hettangien est le forage F Bruel, situé à environ 1 700 m du forage testé. Lors de l'essai de 3,5 mois de l'été 2017, ce forage n'a montré aucune variation de niveau liée au pompage dans Fe2. De même, le puits P2 de Générargues exploitant la nappe des alluvions du Gardon n'a montré aucune variation liée au pompage dans Fe2.

L'impact sur ces forages sera donc négligeable.

Dans la mesure où on ne recense aucun forage profond exploité à moins de 1 700 m, aucune incidence néfaste sur les usages de l'eau souterraine et la sensibilité des eaux de surface n'est attendue.

Compte tenu de l'absence de site pollué repéré dans la base de données Basol dans le secteur, et de l'absence dans le voisinage proche de cours d'eau ou d'étang soutenu directement par la nappe, selon les termes de l'arrêté du 11 septembre 2003, le pompage n'aura pas pour effet d' « entraîner un rabattement significatif de la nappe où s'effectue le prélèvement pouvant provoquer une remontée du biseau salé, une migration de polluants, un déséquilibre des cours d'eau, milieux aquatiques et zones humides alimentés par cette nappe ».

IV.2.3.2. POMPAGE SUR FE1 SUD

A partir des données du pompage d'essai de juillet août 2012 dans le forage Fe1, on estime les incidences prévisionnelles du pompage en Fe1 :

- Rabatement dans le forage Fe1 :

Au bout de 14 jours et 16 h à 190 m³/h, le rabattement stabilisé était de 6,3 m ;

- Rabatement induit dans la nappe dans les 15 m de distances de Fe1 :
 - 5,6 m dans F1 (Trias) à 5 m de distance,
 - 0,05 à 0,1 m dans le piézomètre P1 (alluvions) à 15 m de distance,
- Rabatement induit dans les points distants utilisés les plus proches :

Le pompage n'a en revanche eu aucun effet sur le niveau du puits P2 (alluvions) situé à 460 m en aval.

Dans la mesure où on ne recense aucun forage exploité à moins de 460 m, aucune incidence néfaste sur les usages de l'eau souterraine et la sensibilité des eaux de surface n'est attendue.

Compte tenu de l'absence de site pollué repéré dans la base de données Basol dans le secteur, et de l'absence dans le voisinage proche de cours d'eau ou d'étang soutenu directement par la nappe, selon les termes de l'arrêté du 11 septembre 2003, le pompage n'aura pas pour effet d' « entraîner un rabattement significatif de la nappe où s'effectue le prélèvement pouvant provoquer une remontée du biseau salé, une migration de polluants, un déséquilibre des cours d'eau, milieux aquatiques et zones humides alimentés par cette nappe ».

IV.2.4. EFFETS SUR LE MILIEU BIOLOGIQUE

IV.2.4.1. EFFETS DE LA DIMINUTION DU PRELEVEMENT DANS LE GARDON DU MIALET SUR LA VIE AQUATIQUE

Le bon fonctionnement d'un écosystème aquatique ne peut être garanti sans un débit minimal dans le cours d'eau (notion de débit minimum biologique). Le contexte cévenol et méditerranéen des cours d'eau est caractérisé par des étiages forts et les espèces présentes sont adaptées à des conditions d'étiage marqué. Mais elles ont tout de même besoin d'un éventail d'habitats pour assurer leurs fonctions vitales, qui se traduisent par une gamme de débits à respecter.

EFFET D'UN PRELEVEMENT SUR LE TRONÇON COURT-CIRCUITE DU GARDON DE MIALET ET DU GARDON D'ANDUZE

Dans cette perspective, des débits objectifs d'étiage ont été déterminés dans le cadre du PGCR (SMAGE des Gardons, 2011). Une méthode liant la surface d'habitats et le débit des cours d'eau a été appliquée en plusieurs points du bassin des Gardons (ESTIMHAB), mais pas sur le Gardon de Mialet¹⁹. Les besoins quantitatifs en termes d'habitats ont été estimés par analogie avec les bassins versants voisins.

Une réduction de débit sur un tronçon court-circuité provoque une diminution de la largeur mouillée, de la hauteur de la lame d'eau et des vitesses d'écoulement, avec des conséquences sur une augmentation de la température de l'eau. A l'extrême, une forte réduction de débit par rapport à l'étiage naturel peut induire des pertes de fonctionnalité du milieu quant à son aptitude à permettre l'alimentation, la reproduction et la libre circulation de la faune piscicole. Elle diminue ainsi la capacité d'accueil du milieu.

Entre le seuil du Mas du Pont et la confluence avec le Gardon de St Jean, la morphologie du Gardon de Mialet est caractérisée par un faciès de gorges, avec des écoulements de cuvettes les unes dans les autres à l'étiage (Cf photo du gardon de Mialet). Ce type de faciès est un peu moins sensible à une réduction des écoulements qu'une zone avec un écoulement laminaire. Il y a peu de perte de surface mouillée par unité de réduction du débit en raison d'un faciès incisé et restreint latéralement (pas d'étalement qui ferait perdre significativement la surface d'habitat, pas de risque de déconnexion de bancs de granulats favorables au développement des espèces).

Portion court-circuitée du Gardon du Mialet



A l'aval de la confluence avec le Gardon de St Jean, le faciès change et devient de type radier-mouilles, avec donc des habitats *a priori* plus sensibles à des réductions de débit. Mais l'apport important du débit du Gardon de St Jean permet de limiter l'impact du prélèvement.

EFFET D'UNE REDUCTION DU PRELEVEMENT SUR LE TRONÇON COURT-CIRCUITE

Grâce à aux démarches menées par la Bambouseraie (études, optimisation de la gestion, travaux ...), les prélèvements de la bambouseraie ont été réduits de façon drastique depuis 2012 (Cf. pièce III).

¹⁹Une station d'application de la méthode ESTIMHAB avait initialement été prévue à l'aval du seuil du Mas du Pont, mais la méthode n'a pas pu être appliquée jusqu'au bout en raison d'une crue qui a changé les profils avals.

Ainsi, le débit du tronçon court-circuité depuis 2013 est nettement plus important que si les démarches n'avaient pas eu lieu. Grâce à la réalisation du premier puis du second forage, la pression sur le tronçon court-circuité continuera à s'alléger pendant les périodes critiques de plus forte tension (période où le débit est inférieur au débit réservé, périodes de restriction et d'interdiction de l'arrêté sécheresse).

Même si cela est difficile à quantifier, l'augmentation de ce débit entraîne une amélioration de l'habitabilité piscicole du tronçon concerné et permet d'augmenter toute l'année, les zones favorables aux différentes espèces. En particulier, les zones de bordure constituent des habitats très importants (protection, alimentation, développement des racines des arbres). Or, ces zones sont les plus vulnérables à la baisse du niveau d'eau et seront les principales gagnantes d'une réduction du prélèvement dans le secteur du Gardon d'Anduze. Le secteur du Gardon de Mialet court-circuité (qui est très minéral avec des vasques sur une portion importante) demeure une zone refuge, dont la qualité sera d'autant meilleure que le débit y est élevé et la température basse en été, mais cet impact est plus limité. On peut anticiper qu'une meilleure répartition des individus (adultes et juvéniles) au sein de la section du cours d'eau sera observée leur garantissant une meilleure alimentation et protection.

Concernant la qualité de l'eau, l'augmentation du débit ralentit l'élévation de la température de l'eau en période estivale, la diminution du taux d'oxygène et la prolifération algale.

La diminution du prélèvement en eau dans le Gardon du Mialet et le respect du débit réservé a ainsi un impact positif sur la vie aquatique et les habitats concomitants.

IV.2.4.2. EFFETS DE L'ALIMENTATION HYDRIQUE PAR LES FORAGES SUR LA BIODIVERSITE DU PARC ET LES PEPINIERES

EFFET QUANTITATIF

L'exploitation des forages permettra de maintenir la biodiversité du domaine de la Bambouseraie et notamment les grands arbres remarquables du parc. En ce sens, l'impact est positif. Avec néanmoins une nuance à apporter liée au fait que la diminution de la circulation d'eau dans le réseau hydraulique pourrait réduire la recharge locale des horizons de sub-surface et l'alimentation en eau par les racines du patrimoine végétal dans certains secteurs. Cela peut causer un stress hydrique sur les grands arbres les plus sensibles, stress hydrique observé par la Bambouseraie lors de l'alimentation de la propriété par pompage lors des travaux (mai-août 2012). L'effet à long terme de ce stress est aujourd'hui inconnu, mais pourrait résulter en un affaiblissement des arbres sensibles, qui deviendraient alors plus vulnérables aux maladies.

EFFET QUALITATIF

La qualité de l'eau des aquifères qui seront sollicités est moins satisfaisante que celle du Gardon du fait de sa forte conductivité et des fortes concentrations en sulfates et bicarbonates. Les effets sont des risques de dépôt de carbonates sur le feuillage.

Concernant les plantes en pot de la pépinière et d'après les conclusions du laboratoire ayant effectué les analyses de la qualité de l'eau, la teneur très élevée en sulfates contre-indique l'utilisation de la ressource en culture hors-sol. La teneur en chlore contre-indique l'utilisation de cette eau sur les orchidées, les broméliacées et les fougères et celle du sodium sur les orchidées et les fougères également.

Les eaux du forage nord Fe2 sont plus concentrées que celles du forage sud Fe1. C'est une des raisons pour lesquelles le forage sud Fe1 sera plus sollicité que le forage nord Fe2 pendant la 2^{ème} phase du programme.

Ces incidences seront surtout marquées en cas d'arrêté sécheresse et d'interdiction de prélèvement dans le béal (crise).

En niveau 1 et 2 des arrêts sécheresses, la dilution des eaux des forages avec celle du Gardon permettront de temporiser ces effets.

En ce qui concerne la possible concentration de minéraux dans les sols, le retour à la normale après la période de crise permettra un lessivage des ions par les eaux du Gardon de Mialet, moins concentrées.

L'impact global attendu de l'exploitation des forages sur la biodiversité du parc et la pépinière semble donc acceptable en l'état actuel des connaissances du fait du maintien de l'alimentation en eau pendant les périodes d'interdiction de prélèvement, même si des contraintes et des incertitudes subsistent en comparaison avec la situation initiale.

IV.2.4.3. EFFETS SUR LES PERIMETRES D'INVENTAIRES ET DE PROTECTION

Les actions mises en œuvre par la Bambouseraie avant 2012 (travaux dans le béal, et optimisation de la gestion) puis celles à venir (respect du débit réservé et utilisation de ressources complémentaires) permettent une réduction globale des prélèvements en eau, et un maintien du débit minimum biologique.

Le respect des dispositions de la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques, du SDAGE Rhône-Méditerranée 2016-2021 et du SAGE permettent d'être en accord avec la protection des milieux naturels matérialisée par la présence de sites patrimoniaux (ZNIEFF, Parc...).

Le maintien dans le lit du cours d'eau du Gardon du Mialet et du Gardon d'Anduze d'un débit minimal garantit en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivantes dans ses eaux. La réduction des prélèvements superficiels en étiage liée aux aménagements ne peut qu'avoir un impact positif sur la capacité auto-épuratoire des cours d'eau, sur l'eutrophisation et donc sur le maintien des habitats et des espèces situées sur les Gardons et au sein des différents sites définis.

Ainsi, les effets positifs identifiées dans la partie précédente s'appliqueront aux espèces et aux habitats recensées dans les deux ZNIEFF de type II « Haute Vallée des Gardons » et en aval « Vallée moyenne des Gardons » ainsi que dans les deux ENS « Gardon inférieur d'Anduze » et « Partie Gardoise de la Vallée du Gardon du Mialet ».

Ce projet de maintien du débit réservé dans le Gardon du Mialet ainsi que celui de la biodiversité du parc par l'utilisation de ressources complémentaires va dans le sens d'un maintien de l'équilibre entre l'homme et la nature souhaité par le Parc National des Cévennes et les engagements internationaux.

Le respect de la LEMA et le maintien de la biodiversité du parc de la Bambouseraie a un impact positif sur l'ensemble des espaces naturels

IV.2.4.4. EVALUATION DES INCIDENCES SUR LE SIC « VALLEE DU GARDON DU MIALET »

Les habitats et espèces présents au niveau de la zone d'étude sont :

- Habitats : Bacs de graviers méditerranéen à glaucière jaune (3250.1), yeuseraies calcicoles des Cévennes (9340.4) et aulnaie-frênaie à frêne oxyphylle (92A0.7) ;
- Espèces : Les cordulies à corps fin et splendide et la loutre d'Europe.

Les pompages divers, qui ont des impacts sur les niveaux d'étiage et la qualité de l'eau sont une des vulnérabilités du site Natura 2000 identifiée dans le DOCOB.

L'évaluation des incidences sur les habitats et espèces d'intérêt communautaire s'appuie sur le respect de la Loi sur l'eau et des milieux aquatiques avec le maintien dans le lit du cours d'eau d'un débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivantes dans ses eaux. Les incidences sur les habitats et les espèces surviennent principalement en période d'étiage quand le niveau d'eau est naturellement faible. Le contexte cévenol et méditerranéen des cours d'eau favorise des étiages forts pour lesquels les habitats et les espèces se sont adaptés à ces conditions particulières.

Ainsi, les actions mises en œuvre par la Bambouseraie (travaux dans le béal, et optimisation de la gestion) permettent une réduction globale des prélèvements en eau, et un maintien du débit réservé. En étiage sévère, les prélèvements seront basculés partiellement ou en totalité sur le forage en nappe karstique, déconnecté du Gardon et de la nappe alluviale dans la zone d'étude. L'impact de la mise en œuvre des aménagements est positif sur les débits d'étiage du Gardon de Mialet et indirectement du Gardon d'Anduze. Cet impact positif sera renforcé par l'exploitation du captage AEP du Bruel qui permettra de limiter très fortement voire supprimer le captage du Coudoulous dans la nappe alluviale.

La réduction des prélèvements superficiels en étiage liée aux aménagements ne peut qu'avoir un impact positif sur la capacité auto-épuratoire des cours d'eau, sur l'eutrophisation et donc sur le maintien et la conservation des habitats et des espèces situées sur le site Natura 2000. En effet, le maintien du niveau piézométrique ou du moins la limitation de son abaissement permettra d'accroître la réserve utilisable par les espèces végétales constituant les habitats d'intérêt communautaire et les habitats d'espèces d'intérêt communautaire.

L'optimisation de la gestion de l'eau au niveau de la Bambouseraie et de la pépinière ne remettra pas en cause l'état de conservation des habitats et des espèces situés sur ou à proximité du site Natura 2000 ayant permis la désignation du site. Au contraire, la régulation des prélèvements dans le Gardon en période d'étiage leurs sera favorable.

IV.3. COMPATIBILITE AVEC LES DOCUMENTS REGLEMENTAIRES

IV.3.1. SDAGE

Le projet est contenu dans le périmètre du SDAGE RHONE MEDITERRANNEE CORSE adopté par le comité de bassin le 20 décembre 1996, dernière modification du 21 décembre 2015 (SDAGE 2016-2021).

Les principales orientations du SDAGE 2016-2021 au regard desquelles les effets du projet doivent être examinées sont les suivantes :

- OF 1 Privilégier la prévention et les interventions à la source pour plus d'efficacité
- OF 2 Concrétiser la mise en œuvre du principe de non dégradation des milieux aquatiques
- OF 5 Lutter contre les pollutions, en mettant la priorité sur les pollutions par les substances dangereuses et la protection de la santé
 - OF 5A Poursuivre les efforts de lutte contre les pollutions d'origine domestique et industrielle
 - OF 5B Lutter contre l'eutrophisation des milieux aquatiques
 - OF 5C Lutter contre les pollutions par les substances dangereuses
 - OF 5D Lutter contre la pollution par les pesticides par des changements conséquents dans les pratiques actuelles
 - OF 5E Evaluer, prévenir et maîtriser les risques pour la santé humaine

- OF 6 Préserver et restaurer le fonctionnement naturel des milieux aquatiques et des zones humides
 - OF 6B Préserver, restaurer et gérer les zones humides
- OF 7 Atteindre l'équilibre quantitatif en améliorant le partage de la ressource en eau et en anticipant l'avenir
 - 7-01 Elaborer et mettre en oeuvre les plans de gestion de la ressource en eau
 - 7-02 Démultiplier les économies d'eau
 - 7-03 Recourir à des ressources de substitution dans le cadre de projets de territoire
 - 7-04 Rendre compatibles les politiques d'aménagement du territoire et les usages avec la disponibilité de la ressource
 - 7-05 Mieux connaître et encadrer les forages à usage domestique
 - 7-06 S'assurer du retour à l'équilibre quantitatif en s'appuyant sur les principaux points de confluence du bassin et les points stratégiques de référence pour les eaux superficielles et souterraines
 - 7-07 Développer le pilotage des actions de résorption des déséquilibres quantitatifs à l'échelle des périmètres de gestion
 - 7-08 Renforcer la concertation locale en s'appuyant sur les instances de gouvernance de l'eau
- OF 8 Augmenter la sécurité des populations exposées aux inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des milieux aquatiques

Le projet ne modifiant pas la qualité de l'eau du Gardon, concourant à une meilleure économie d'eau sur une ressource en tension (le Gardon) en définissant des ressources de substitution est compatible avec les orientations du SDAGE. Ce projet global visant à réduire la pression sur le Gardon, est pleinement compatible avec les orientations fondamentales OF 7-02 et 7-03.

La masse d'eau « Formations sédimentaires variées de la bordure cévenole (Ardèche, Gard) et alluvions de la Cèze à Saint-Ambroix » y est répertoriée sous le code FRDG507.

Son état quantitatif et son état chimique sont évalués comme bons dans les documents du SDAGE.

L'objectif de bon état –BE- (quantitatif et qualitatif) était fixé à 2015.

Qualité et objectif d'atteinte du bon état de la masse d'eau souterraine 6507

MASSES D'EAU		ÉTAT QUANTITATIF				ÉTAT CHIMIQUE						
N°	NOM	2009		OBJ. BE ①	MOTIFS DU REPORT ①		2009		TEND. ①	OBJ. BE ①	MOTIFS DU REPORT ①	
		ÉTAT ①	NC ①		CAUSES	PARAMÈTRES	ÉTAT ①	NC ①			CAUSES	PARAMÈTRES
FRDG507A	Alluvions Cèze à Saint-Ambroix	?					?					
FRDG507B	Grès Trias ardéchois	?					?					
FRDG507	Formations sédimentaires variées de la bordure cévenole (Ardèche, Gard) et alluvions de la Cèze à St	BE		2015			BE			2015		

La nappe étudiée n'est pas recensée comme nappe prioritaire ou patrimoniale.

Le bassin versant des Gardons est classé dans le cadre du SDAGE comme « sous-bassin versant sur lequel des actions de résorption du déséquilibre quantitatif relatives aux prélèvements sont nécessaires pour atteindre le bon état ».

IV.3.2. SAGE DES GARDONS

Le SAGE des Gardons est en vigueur depuis le 27 février 2001. Il a été révisé en 2015 et le nouveau SAGE est en vigueur depuis le 18 décembre 2015.

Ses 4 enjeux majeurs sont :

- la gestion du risque inondation,
- la gestion quantitative de la ressource en eau,
- l'amélioration de la qualité des eaux,
- la préservation et la reconquête des milieux aquatiques.

Concernant l'enjeu de gestion quantitative de la ressource en eau du bassin versant, le SAGE liste les informations suivantes :

- Très forte tension sur la ressource,
- Nombreux prélèvements essentiellement sur des ressources locales,
- Forte pression démographique,
- Potentiel important d'économie d'eau.

Le SAGE de 2001 classe l'entité hydrogéologique n°149a (Garrigues Est) à laquelle appartient le présent projet comme nappe ayant pour objectif la protection de la qualité et le maintien ou l'augmentation des prélèvements.

Le règlement du SAGE impose d'éviter la dissémination des espèces invasives végétales des milieux aquatiques.

Le projet consistant en la réduction du prélèvement principal via le Béal sur le Gardon de Mialet et à la mise en œuvre de ressources de substitution en pompage de courte durée et sans incidences quantitatives ni qualitatives sur les milieux aquatiques, est compatible avec les objectifs du SAGE.

IV.3.3. PLAN DE PREVENTION DES RISQUES INONDATION

La commune de Générargues dispose d'un PPRI approuvé par arrêté préfectoral le 27/04/1995.

Le Forage Sud Fe1 est localisé en zone inondable du PPRI dans un **secteur classé A**, ce qui correspond à des zones naturelles présentant un **aléa très fort**. Le secteur A couvre les espaces qui servent, lors de la crue de référence (crue centennale), aux eaux de cheminement préférentiels d'écoulement, mais aussi de champ d'expansion.

Le risque inondation y est caractérisé par :

- ▶ Une hauteur d'eau égale ou supérieure à 0,75 m ;
- ▶ Une vitesse égale ou supérieure à 0,60 m/s ;
- ▶ Une proximité du lit mineur inférieure à 100 mètres des berges du Gardon ou 20 mètres de celles de ses principaux affluents.

Le maintien de ces espaces en zone naturelle est fondamental car ils concourent fortement à l'expansion des eaux lors des crues donc à une régulation naturelle de celles-ci participant ainsi à la protection des territoires situées en aval.

Les conditions particulières du secteur A indiquent que les constructions nouvelles sont interdites.

La réalisation d'un forage n'est pas considérée comme une construction nouvelle. L'aménagement de la tête de puits sera minimale et adaptée au risque inondation. L'exploitation de ce forage n'induirait aucune construction. Les équipements hydrauliques et électriques de ce forage seront soit inclus dans la cuve de protection semi-enterrée de la tête de forage, soit déportés en dehors de la zone A. Ce forage est donc conforme au PPRI et n'a aucune influence sur la propagation des crues.

IV.3.4. LOI SUR L'EAU

Le présent document respecte les prescriptions du code de l'environnement, notamment dans son mode de rédaction et organisation. L'ensemble des paramètres nécessaire à l'évaluation des impacts sur l'environnement a été traité.

L'autorisation environnementale unique requise pour tout dossier soumis à autorisation au titre de la loi sur l'eau, demandée en une seule fois et délivrée par le préfet de département, inclut l'ensemble des prescriptions des différentes législations applicables, et relevant des différents codes :

- **code de l'environnement** : autorisation au titre des ICPE ou des IOTA, autorisation spéciale au titre de la législation des réserves naturelles nationales ou des réserves naturelles de Corse, autorisation spéciale au titre de la législation des sites classés, dérogations à l'interdiction d'atteinte aux espèces et habitats protégés, agrément pour l'utilisation d'OGM, agrément des installations de traitement des déchets, déclaration IOTA, enregistrement et déclaration ICPE, autorisation pour l'émission de gaz à effet de serre ;
- **code forestier** : autorisation de défrichement ;
- **code de l'énergie** : autorisation d'exploiter les installations de production d'électricité ;
- **code des transports, code de la défense** ;
- **et code du patrimoine** : autorisation pour l'établissement d'éoliennes.

Le présent projet ne concerne que le code de l'environnement et la procédure des IOTA (pas nécessité d'une étude d'impact ni d'atteinte aux espèces protégées, défrichement etc...).

IV.3.5. REGLEMENT SANITAIRE DEPARTEMENTAL

La circulaire du 9 août 1978 fixe notamment les grands principes de réalisation et protection des ressources souterraines (puits, captages). Le règlement sanitaire du Gard a été institué par l'arrêté préfectoral du 15 septembre 1983. Ces grands principes ont été respectés en ce qui concerne le positionnement des forages en dehors de toute source de pollution à moins de 35 m de distance.

IV.3.6. ARRETES DU 11 SEPTEMBRE 2003

Les arrêtés du 11 septembre 2003 ajoutent un certain nombre de préconisations dans la réalisation des forages et essais de pompages. Ces préconisations seront prises en compte afin d'assurer la comptabilité du présent projet avec cette nouvelle réglementation.

IV.4. JUSTIFICATION DU CHOIX – ALTERNATIVES

IV.4.1. SOLUTIONS DE SUBSTITUTION ETUDIEES

Le domaine de la Bambouseraie de Prafrance et la pépinière prélève de l'eau du Gardon du Mialet par le Béal depuis 1824. Le respect de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques impose de respecter le débit réservé du cours d'eau en période d'étiage, période où le domaine nécessite un volume important d'eau du fait des températures, de la sécheresse et d'un besoin hydrique important des espèces végétales.

Dans le cadre du respect du débit réservé, plusieurs solutions de ressource ont été envisagées pour l'alimentation en eau du domaine:

- ▶ Solution 1. Gardon du Mialet : prélèvement par le Béal avec respect du débit réservé ;
- ▶ Solution 2. Gardon du Mialet et aquifère triasique : Prélèvement par le béal et par le forage Sud Fe1 ;
- ▶ Solution 3. Gardon du Mialet et aquifère hettangien : Prélèvement par le béal et par le forage Nord Fe2 ;
- ▶ Solution 4. Gardon du Mialet, aquifères hettangien et triasique: Prélèvement par le béal et par les forages Nord Fe2 et Sud Fe1.
- ▶ Le pompage dans l'aquifère alluvial autorisé en 2006. Son exploitation après sa remise en état éventuelle a été prise en compte dans le règlement d'eau (Cf. Partie Mesures) mais n'a pas été considérée dans les différentes solutions envisagées étant donné sa situation en nappe alluviale et donc pouvant faire l'objet d'une interdiction de prélèvement en période de crise.

IV.4.2. RAISONS POUR LESQUELLES LE PROJET A ETE RETENU

Le tableau ci-dessous présente une analyse multicritères des différentes solutions en fonction de critères technico-économiques et environnementaux ainsi que de la pérennité du parc et de la pépinière de la Bambouseraie.

Analyse multicritères des solutions envisagées

		Solutions étudiées			
	Critères	Solution 1	Solution 2	Solution 3	Solution 4
		Béal seul avec respect du débit réservé	Béal + Forage Sud	Béal + forage Nord	Béal + forage Nord + Forage Sud
Critères technico-économiques	Equipement	Existence du Béal depuis 1824. Travaux d'étanchéification réalisés en 2012	Equipement du forage Sud localisé à un point bas du domaine Nécessite une longue conduite de refoulement et une pompe plus importante	Equipement du forage Nord localisé à proximité du Béal Nécessite une conduite de refoulement de faible longueur	Equipement des 2 forages comme indiqués dans les cases précédentes
	Coût des travaux	Travaux déjà réalisés. Pas de coût supplémentaire	coût élevé	coût peu élevé	Coût des 2 forages
	Entretien et coût	Surveillance hebdomadaire	Béal : Forage Sud : Changement de la pompe tous les 10 -15 ans	Béal : Changement de la pompe tous les 10 -15 ans Forage Nord	Béal : Forages : Changement des pompes tous les 10 -15 ans
Critères environnementaux	Qualité de l'eau de la ressource	Bonne qualité Ressource utilisée depuis 1775	Forage Sud : Eaux moyennement concentrées en minéraux avec une diminution de la concentration au fur et à mesure de l'exploitation. Conductivité moyenne élevée Dilution des eaux du forage Sud avec celles du Gardon du Mialet sauf en période niveau 3	Forage Nord : Eaux fortement concentrées en minéraux. Conductivité élevée Dilution des eaux du forage Nord avec celles du Gardon du Mialet sauf en période niveau 3	Dilution des eaux des deux forages avec les eaux du Gardon de Mialet sauf en période niveau 3
	Volume de la ressource	Ressource faible voire inférieure au débit réservé en période d'été : risque d'interdiction de prélèvement	Respect du débit réservé dans le cours d'eau en période d'été du fait d'une alimentation via l'aquifère triasique. Forage Sud : bonne productivité	Respect du débit réservé dans le cours d'eau en période d'été du fait d'une alimentation via l'aquifère hettangien. Forage Nord : volume limité insuffisant pour la période d'été : prélèvement inférieur au besoin si le béal ne peut être utilisé. Risque de réalimentation lente de l'aquifère	Respect du débit réservé dans le cours d'eau en période d'été du fait d'une alimentation via les 2 aquifères Sécurisation de la ressource hettangienne du fait d'un prélèvement supérieur dans l'aquifère triasique (Forage Sud)
	Impact sur le milieu aquatique	Respect du débit réservé. Maintien de la qualité de l'eau et du périmètre mouillé pour la faune aquatique	Respect du débit réservé. Maintien de la qualité de l'eau et du périmètre mouillé pour la faune aquatique	Respect du débit réservé. Maintien de la qualité de l'eau et du périmètre mouillé pour la faune aquatique	Respect du débit réservé. Maintien de la qualité de l'eau et du périmètre mouillé pour la faune aquatique
	Impact sur la biodiversité du parc	L'arrêt de l'alimentation en eau du domaine en période d'été conduit à un très important stress hydrique des espèces végétales du parc et à leur disparition et donc à celle du parc de la Bambouseraie et de la pépinière associée	La ressource complémentaire permet de maintenir l'alimentation en eau du domaine mais avec une eau de qualité moyenne pour les espèces présentes ou cultivées et pouvant entraîner des dépôts sur les feuilles Pérennité du parc assurée	La ressource complémentaire permet de maintenir l'alimentation en eau du domaine mais avec une eau de qualité très moyenne pour les espèces présentes ou cultivées et pouvant entraîner des dépôts sur les feuilles. Pérennité du parc assurée	La ressource complémentaire permet de maintenir l'alimentation en eau du domaine mais avec une eau de qualité moyenne pour les espèces présentes ou cultivées et pouvant entraîner des dépôts sur les feuilles Pérennité du parc assurée
Sécurisation de l'alimentation en eau du domaine et pérennité du parc et de la pépinière		Risque important pour l'avenir (étiages futurs plus importants et/ou nombreux) Prélèvement interdit en période niveau 3	Forte productivité de la ressource souterraine mais risque potentiel à l'avenir en cas de déficit en eau (recharge limitée de l'aquifère par la nappe alluviale et les précipitations hors zone d'étude?)	Prélèvement de la ressource souterraine limité Risque pour l'avenir (étiages futurs plus importants et/ou nombreux)	Disponibilité de 3 ressources au total et de 2 en périodes d'étiages niveau 3. Alimentation pérenne du domaine

LEGENDE :

	Non contraignant
	Peu contraignant
	Contraignant
	Très contraignant

En rouge : Rédhibitoire

ABANDON DE LA SOLUTION 1 D'ALIMENTATION EXCLUSIVE PAR LE GARDON DU MIALET

La solution de continuer à alimenter le domaine par le Béal comme par le passé et actuellement a rapidement été abandonnée du fait que les contraintes à respecter en période d'étiage réduisaient très fortement et de manière chronique l'apport en eau des espèces végétales du parc et de la pépinière voir l'arrêt total en niveau 3 d'arrêt sécheresse ou lorsque le débit du Gardon de Mialet au niveau du seuil du Mas du Pont passe en-dessous du débit réservé. Cette solution n'était plus envisageable du fait que la survie des espèces du domaine est dépendante d'un apport permanent d'eau. Il a donc été envisagé de trouver une ressource complémentaire au Gardon du Mialet en période d'étiage.

RECHERCHE D'UNE SOLUTION COMPLEMENTAIRE : HISTORIQUE

La recherche d'une solution complémentaire a débutée dans la partie Sud de la Bambouseraie et a permis d'identifier le forage d'exploitation Sud Fe1 en 2012 de forte productivité au sein de l'aquifère triasique.

L'exploitation de ce forage (solution 2) a dans un 1^{er} temps était écartée pour les deux raisons suivantes :

- ▶ La qualité de l'eau souterraine qui présentait une concentration nettement plus importante en minéraux que celle du Gardon du Mialet et ;
- ▶ Le coût d'investissement important engendré par l'équipement du forage et l'installation d'une conduite de refoulement de 500 m ;
- ▶ Le coût d'exploitation important en raison des pertes de charge dans la conduite de refoulement.

La recherche d'une autre ressource souterraine s'est poursuivie dans la partie nord du domaine et a permis d'identifier le forage Nord Fe2 dans l'aquifère hettangien (solution 2) qui présentait dans un 1^{er} temps des résultats d'analyses de la qualité de l'eau meilleurs que ceux du forage Sud. Des essais longue durée ont été réalisés sur ce forage mais la qualité de l'eau s'est au final révélée moins bonne que prévue et que celle issue de l'aquifère triasique (Forage Sud Fe1).

Néanmoins, l'équipement et l'exploitation de ce forage sont moins coûteux que celui du forage Sud : la conduite de refoulement n'excédant pas 60-70 mètres.

Il a ainsi été choisi dans une 1^{ère} phase d'équiper le forage Nord pour des raisons économiques.

RAISONS POUR LESQUELLES EU EGARDS AUX EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT OU LA SANTE HUMAINE, LE PROJET A ETE RETENU

Le choix de la solution retenue (solution 4) a été réalisée en concertation. Des réunions régulières depuis 2010 ont eu lieu rassemblant les partenaires suivants : gestionnaires de la Bambouseraie et de la pépinière, la Police de l'eau et des Milieux Aquatiques (DDTM30), la Sous-préfecture du Gard, le SMAGE des Gardons, la Chambre d'Agriculture du Gard et le cabinet d'étude en charge de la réalisation du présent dossier.

Cette solution est la plus coûteuse du fait de l'équipement de 2 forages et sa mise en œuvre plus complexe au sein du règlement d'eau. Aussi, les raisons de ce choix sont très majoritairement environnementales et sont les suivantes :

- ▶ Respect du débit réservé et ainsi maintien d'une meilleure qualité d'eau dans le tronçon court-circuité du Gardon du Mialet et de plus de surfaces d'habitats pour la faune aquatique ;
- ▶ Maintien de l'alimentation en eau du domaine toute l'année à des débits et volumes acceptables pour les espèces végétales ;
- ▶ Sécurisation et pérennité de la ressource en eau du domaine par l'utilisation de 2 ressources souterraines différentes ;
- ▶ Pérennité de l'activité économique du parc et de la pépinière dans un contexte difficile.

D'un point de vue environnemental et sanitaire, la solution 4, alimentation par le Gardon du Mialet, l'aquifère triasique et l'aquifère hettangien (et le pompage autorisé en 2006) permet de respecter le débit réservé et donc de préserver la vie aquatique et la qualité de l'eau notamment du Gardon de Mialet.

Elle permet surtout de pérenniser l'alimentation en eau du domaine dans les années à venir du fait du risque d'augmentation de pénurie d'eau dans le cours d'eau (étiage plus nombreux et/ou sévères).

V. PIECE 5 – MESURES COMPENSATOIRES ET MOYENS DE SURVEILLANCE

V.1. MESURES COMPENSATOIRES ET DE SURVEILLANCE

REGLEMENT D'EAU

Le règlement d'eau (cf Pièce III) est prévu afin de répartir les prélèvements en eau parmi les différentes ressources disponibles pour la bambouseraie dans le respect du débit réservé du Gardon et des mesures de restrictions en périodes de sécheresse définies par les arrêtés sécheresse.

La Bambouseraie adaptera son prélèvement dans les forages pour correspondre à ces débits définis avec soit un fonctionnement en marche-arrêt - 20h de prélèvement, soit adaptation du débit prélevé par réglage d'une vanne sur la canalisation.

SUIVI DES DEBITS PRELEVES ET DU DEBIT RESERVE DU GARDON DU MIALET

La Bambouseraie effectuera le suivi d'indicateurs clefs de l'état quantitatif des ressources en eau, et de son réseau hydraulique, et en particulier :

- ▶ les débits prélevés au niveau du seuil du Mas du Pont, de manière hebdomadaire toute l'année. La Bambouseraie a installé un venturi à l'entrée du béal lui permettant une lecture des hauteurs d'eau et ainsi une connaissance fine des débits prélevés. Ces relevés hebdomadaires sont déjà réalisés ;
- ▶ Les débits entrant dans la propriété, au niveau de la vanne de la Jouventine, de manière hebdomadaire toute l'année. Une échelle limnimétrique est installée dans le béal, et un tarage a été effectué (lorsque l'ensemble des vannes à l'aval sont fermées) afin d'avoir une correspondance entre hauteur d'eau et débits. Ces relevés hebdomadaires sont déjà réalisés ;
- ▶ Les débits rejetés dans le milieu naturel (dans l'Amous, le tracé de l'ancien béal étant désormais fermé), de manière hebdomadaire toute l'année. Une échelle limnimétrique a été installée dans le bassin précédent le rejet à l'Amous. Une courbe de tarage a également été définie pour relier la hauteur d'eau dans le bassin et les débits restitués. Ces relevés hebdomadaires sont déjà réalisés ;
- ▶ les débits dans le Gardon de Mialet relevés de manière hebdomadaire grâce à hydroréel, afin de pouvoir adapter la ressource mobilisée quand le débit s'approche du débit réservé.

RESSOURCE SOUTERRAINE

Sur chaque forage à partir de sa mise en service, sera installé un dispositif de comptage des volumes, homologué, avec relevés réguliers, ceci en conformité avec les articles R.214-57 et R.214-58 du code de l'environnement.

La phase intermédiaire prévue (avant raccordement du forage Fe1 Sud) permettra de connaître précisément l'incidence de l'exploitation du forage Nord Fe2 sur la ressource hettangienne.

Ainsi, en fonction des contraintes techniques et économiques de l'exploitant, la phase 2 sera mise en place avec une connaissance des volumes de la ressource triasique à exploiter plus précise.

Ainsi, l'exploitation du forage Fe1 Sud permettra de réduire les éventuels impacts de l'exploitation du forage Nord Fe2 sur l'aquifère hettangien.

Un suivi piézométrique des ressources exploitées par les forages Nord et Sud permettra de moduler l'exploitation si nécessaire et notamment de contrôler lors des 5 années de la phase 1 (exploitation du forage Nord seul), la capacité de remontée des niveaux et donc de reconstitution de la réserve.

Un suivi de la qualité des eaux est également prévu afin de vérifier l'évolution des concentrations en minéraux (une eau peu chargée en minéraux est requise pour les plantes en pot de la pépinière).

Les mesures suivantes seront réalisées sur chacun des deux forages en activité avec inscription des données sur un registre :

► Suivi quantitatif :

- Prélèvement :
 - Volumes prélevés par semaine,
 - Nombre d'heures de pompage par semaine,
 - Incidents survenus dans l'exploitation de l'installation ou le comptage des prélèvements et notamment les arrêts de pompage.
- Suivi piézométrique :
 - Suivi en continu du niveau piézométrique des deux forages à l'aide d'une sonde automatique avec enregistreur,
 - Relevé des données au minimum tous les deux mois,
 - Compte-rendu annuel des mesures avec traitement et analyse des données et transmission en DDTM.

► Suivi qualitatif :

- Paramètres à analyser : pH, conductivité, Sulfates, Bicarbonates, chlorures ;
- Prélèvements et analyses biannuelles (en début et fin de pompage).

Les indicateurs de référence et de gestion pour la ressource en eau sont par définition difficiles à évaluer a priori. Ils comprennent les paramètres suivants à comptabiliser de préférence chaque année :

- Niveaux d'eau extrêmes dans les forages (niveau minimal et maximal), ce qui permettra de dégager des éventuelles tendances : stagnation ou au contraire baisse tendancielle des niveaux ;
- Temps de la remontée du niveau d'eau après une longue période de pompage en continu dans les forages ;
- En cas de manque d'eau : temps cumulé d'arrêt forcé du pompage ;
- Volume prélevé dans les forages chaque année qui constitue également un paramètre important permettant d'enrichir chaque année le retour d'expérience de la gestion de l'eau du site au regard de l'hydrologie du Gardon.

En cas d'évolution significative défavorable de l'un des 3 premiers paramètres, la sollicitation de l'avis d'un hydrogéologue est recommandée. Celui-ci pourra recommander des investigations complémentaires permettant de préciser les causes du phénomène : épuisement des réserves aquifères, dégradation de l'équipement du forage (colmatage des crépines, dégradation du tubage...).

Un point périodique sur ces indicateurs sera effectué périodiquement par la Bambouseraie afin d'anticiper le cas échéant les éventuels problèmes futurs.

SUIVI DES EFFETS DE L'UTILISATION DES FORAGES SUR LA PLANTATION

La qualité de l'eau des forages (chargée en sulfates et bicarbonates notamment) peut présenter des inconvénients lorsqu'elle est utilisée seule sans dilution avec l'eau du Gardon. La Bambouseraie procédera à un suivi détaillé de l'évolution des plantations pendant et après les périodes de sollicitation des forages afin de déceler un éventuel effet négatif de l'eau des forages (minéralisée, riche en sulfates et légèrement acide) sur la plantation. Le protocole de ce suivi est à définir par un spécialiste.

V.2. COUTS DES MESURES

Etant donné les initiatives et travaux réalisés depuis 2010 pour la réalisation d'économies en eau et l'amélioration de la gestion des prélèvements dans le béal (travaux d'étanchéification, pose de venturi et d'échelles de lecture...), le coût des mesures ne concerne seulement celles prises pour le suivi de la ressource souterraine pour 5 années.

Estimation du coût des mesures sur 5 ans

		Montant en Euros HT
Forage Nord		
Suivi qualitatif	Prélèvements et analyse (200 € /an pour une moyenne de 2 analyses) sur 5 ans	1 000
Suivi quantitatif	Sonde automatique	1 300
	Suivi 5 ans	4 900
Total Mesures Forage Nord en € HT		7 200
Forage Sud		
Suivi qualitatif	Prélèvements et analyse (200 € /an pour une moyenne de 2 analyses) sur 5 ans	1 000
Suivi quantitatif	Sonde automatique	1 300
	Suivi 5 ans	4 900
Total Mesures Forage Sud en € HT		7 200
Total des mesures en € HT		14 400

VI. PIECE 6 – PIECES GRAPHIQUES ET ANNEXES

Afin de ne pas alourdir le présent dossier, il n'est pas fait référence à l'ensemble des pièces graphiques utilisées dans les différentes parties du-dit dossier. L'ensemble des pièces graphiques sont attachées au texte du présent dossier.

Liste des Annexes

ANNEXE 1 : CONDITIONS D'APPLICATION ET DE VALIDITE DU PRESENT DOCUMENT

ANNEXE 2 : FORMULAIRE SIMPLIFIE D'INCIDENCES NATURA 2000

ANNEXE 3 : COMPTE-RENDU DE VISITE DU 9 NOVEMBRE 2016

ANNEXE 4 : ALIMENTATION HYDRIQUE DES ARBRES DU PARC DE LA BAMBOUSERAIE- EVALUATION DES BESOINS ET PRECONISATIONS DE GESTION – CHLOROPHYL'ASSISTANCE MARS 2013

ANNEXE 5 : DECISION DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE – DISPENSE D'ETUDE D'IMPACT

ANNEXE 6 : NOTE DE CADRAGE JURIDIQUE DU 27 DECEMBRE 2017– MAITRE JEAN-FRANÇOIS REMY, AVOCAT A LA COUR

ANNEXE 7 : COMPTE-RENDU DES CAMPAGNES DE MESURES DU 17 NOVEMBRE ET DU 15 DECEMBRE 2017 – HYDRAUDIAG

ANNEXE 8 : ABAQUE DE REGLAGE DE LA VANNE VR1 POUR UN RESPECT DU DEBIT RESERVE EN PERIODE ESTIVALE (1 / 20 DU MODULE), SOIT UN DEBIT DE 250 L/S RESTITUE

ANNEXE 9 : REPARTITION DES DEBITS PRELEVES EN 2017

ANNEXE 10 : AVIS DE L'ARS

ANNEXE 1 – CONDITIONS D'APPLICATION ET DE VALIDITE DU PRESENT DOCUMENT

L'utilisateur du présent document voudra bien prendre en considération les points suivants :

1. Les éléments du présent dossier sont applicables à sa date de rédaction, tout changement ultérieur (d'ordre réglementaire ou du niveau de la conception de l'ouvrage) à pour effet d'annuler l'application et la validité de ce document. De même ce document ne peut être appliqué dans un autre contexte ou lieu ;
2. Les avis et études de faisabilité réalisés par les sociétés du groupement GETUDES Méditerranée et ARTESIE ne sauraient engager leur responsabilités quant aux différences pouvant apparaître entre les données prévisionnelles et la réalité rencontrée lors des travaux ultérieurs au présent document, la géologie ne pouvant être considérée comme une science exacte et la morphologie des terrains pouvant varier latéralement rapidement au gré de phénomènes géologiques non visibles de la surface. A ce sujet, on notera que le groupement ne peut être tenu pour responsable des découvertes souterraines fortuites ou imprévues pouvant être faites dans le cadre des travaux présentés dans ce document et qui ne pouvaient être décelables lors de l'étude (ex : cavités...) ;
3. Les informations fournies par le pétitionnaire (volumes et débits) sont réputées et considérées comme exactes par le groupement et sont utilisées dans l'état, la responsabilité du groupement ne peut être engagée si ces données de base ne sont pas respectées ultérieurement à l'émission du présent document ou si elles s'avéraient volontairement fausses dans le cadre de sa rédaction ;
4. Le présent document n'inclus pas la conception ou le dimensionnement de l'ouvrage de recherche des eaux souterraines. Les informations concernant la réalisation de l'ouvrage et présentées dans ce document sont de la seule responsabilité de la société de forage. La prestation du groupement consistant dans la vérification de la compatibilité des travaux envisagés avec la réglementation nationale en vigueur (lois, décrets, arrêtés) à la date de rédaction du présent document, sans considération des pratiques des règles de l'art (incombant à la société de forage). Le groupement ne saurait endosser aucune responsabilité quant à des dysfonctionnements de l'ouvrage pouvant intervenir durant ou ultérieurement aux travaux. Enfin, les informations fournies par la société de forage et relatives à la conception du forage (méthode et diamètre de foration, d'équipement, profondeur...) sont réputées et considérées comme exactes par le groupement et sont utilisées dans l'état, la responsabilité du groupement ne peut être engagée si ces données de base ne sont pas respectées ultérieurement à l'émission du présent document ou si elles s'avéraient volontairement fausses dans le cadre de sa rédaction ;
5. Aucun débit minimum ne pourra être garanti lors de la réalisation du ou des forages de recherche d'eau, de même aucune assurance n'est fournie sur la qualité des eaux qui pourraient être rencontrées ;
6. La responsabilité du groupement ne saurait être recherchée et poursuivie pour tous dégâts résultant des travaux présentés dans le présent document, aussi bien vis-à-vis des tiers que du client. Notamment les dégâts résultant de la rencontre de mines, câbles, canalisations diverses, etc... sont du ressort exclusif du client ou de la société de forage qui doivent prendre impérativement toutes précautions et assurances à cet égard ;
7. La responsabilité du groupement ne saurait être recherchée si le pétitionnaire ou les différents prestataires intervenants pour lui sont responsables d'une inobservation des textes légaux applicables au client ou à ses sous-traitants ;

ANNEXE 2 – FORMULAIRE SIMPLIFIE D'INCIDENCES NATURA 2000

ANNEXE 3 – COMPTE-RENDU DE LA VISITE DU SITE DU 9 NOVEMBRE 2016

<p>ANNEXE 4 – ALIMENTATION HYDRIQUE DES ARBRES DU PARC DE LA BAMBOUSERAIE- EVALUATION DES BESOINS ET PRECONISATIONS DE GESTION-CHLOROPHYL'ASSISTANCE-MARS 2013</p>

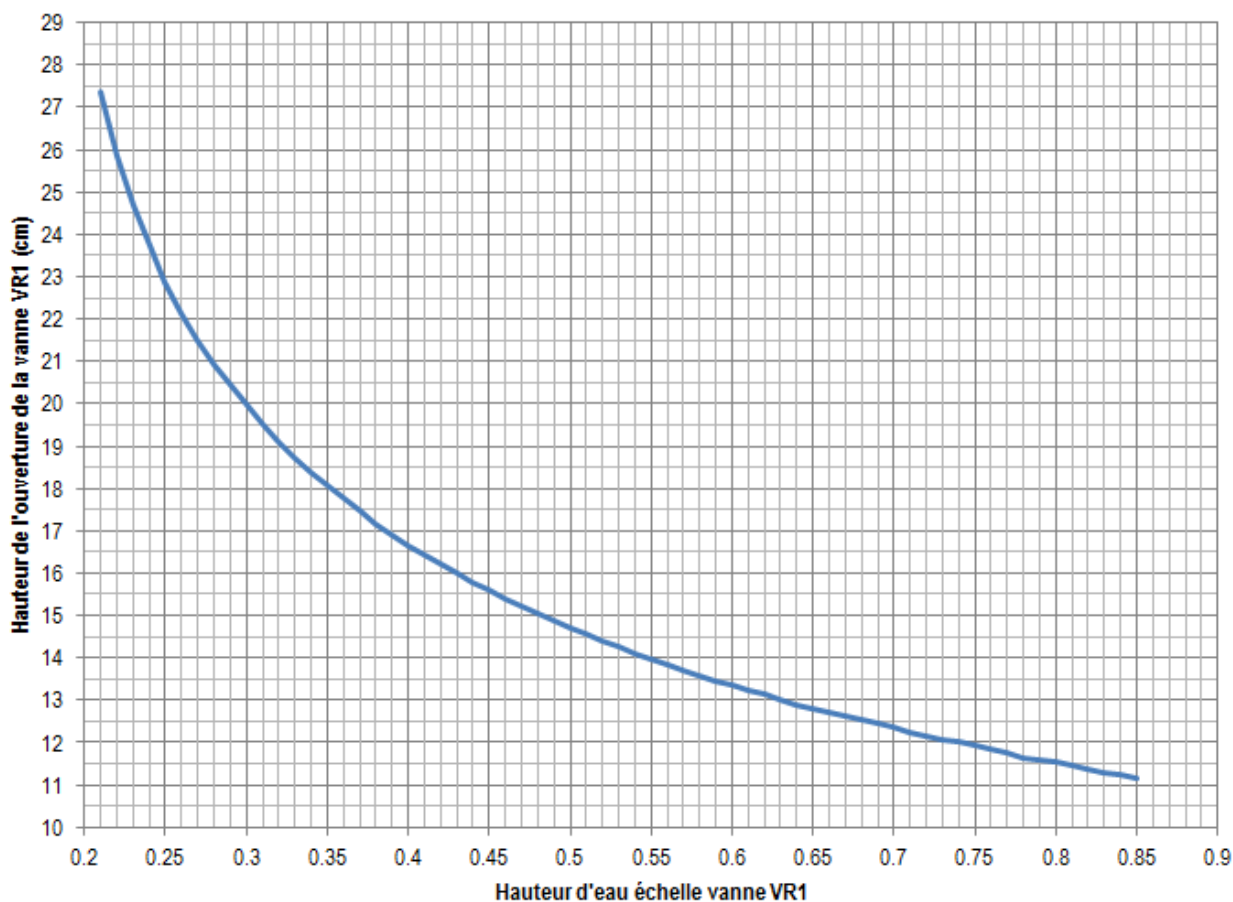
ANNEXE 5 – DECISION DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE – DISPENSE D'ETUDE D'IMPACT

<p>ANNEXE 6 – NOTE DE CADRAGE JURIDIQUE DU 27 DECEMBRE 2017 – MAÎTRE JEAN-FRANCOIS REMY, AVOCAT A LA COUR</p>

<p>ANNEXE 7 – COMPTE-RENDU DES CAMPAGNES DE MESURES DE DEBITS DU 27 NOVEMBRE ET DU 15 DECEMBRE 2017 - HYDRAUDIAG</p>

<p>ANNEXE 8 – ABAQUE DE REGLAGE DE LA VANNE VR1 POUR UN RESPECT DU DEBIT RESERVE EN PERIODE ESTIVALE (1 / 20 DU MODULE), SOIT UN DEBIT DE 250 L/S RESTITUE</p>

Abaque de réglage de l'ouverture de la vanne VR1 en fonction de la hauteur d'eau à l'équilibre à l'échelle présente à l'amont de la vanne (coefficient de débit = 0,64)



Attention : la manipulation manuelle peut nécessiter plusieurs ajustements pour atteindre l'équilibre. En effet, chaque manipulation de la vanne induit une variation du niveau d'eau dans le béal. La hauteur d'eau indiquée en abscisse s'entend comme la hauteur d'eau à l'équilibre.

ANNEXE 9 – REPARTITION DES DEBITS PRELEVES EN 2017

Bambouseraie - Bilan des débits mensuels 2017

	Prélèvement brut béal (l/s)	Rejet Amous (l/s)	Prélèvement net Gardon (l/s)	Prélèvement forage Fe2Nord (l/s)	Prélèvement net eaux superficielles + eaux souterraines (l/s)
Janvier	104.5	47	57.5	0	57.5
Février	88.7	36.7	52	0	52.0
Mars	80.4	30.8	49.6	0	49.6
Avril	102	61	41	0	41.0
Mai	106	51.3	54.7	0	54.7
Juin	92.4	32	60.4	0	60.4
Juillet	66.5	29	37.5	17.2	54.7
Août	52	31.4	20.6	38.0	58.6
Septembre	35.3	24	11.3	38.0	49.3
Octobre	26	20	6	38.0	44.0
Novembre	27.5	15.5	12	21.5	33.5
Décembre	80	27.7	52.3	0.0	52.3
Moyenne annuelle	71.8	33.9	37.9	12.7	50.6
Moyenne étiage (juillet à septembre, hors crues)	51.3	28.1	23.1	31.1	54.2

ANNEXE 10 – AVIS DE L'ARS
