

Janvier 2023





72 rue Riquet - Bat A 31000 Toulouse 05 61 62 50 68 eaucea@eaucea.fr www.eaucea.fr



SOMMAIRE

1	II	ITRODUCTION		3	
2	P	PRINCIPE DE L'EXPERIMENTATION 4			
3	Q	U'EST-CE QU'I	JN ANCIEN LAC DE GRAVIERE ?	7	
4	Q	QUEL POTENTIEL ? 1			
5	E.	TAPES DU CHO	DIX DES SITES DE L'EXPERIMENTATION	14	
	5.1	Les acteurs du	Les acteurs du projet		
	5.2	Croisements c	artographiques et pré-sélection des sites potentiels	14	
	5.3	Arrêt puis rela	nce du projet suite à la pandémie du COVID 19	15	
	5.4	Prises de contacts, visites et expertises des sites			
	5.5		etenu		
	5.6		ce approfondie du site en préalable à l'expérimentation		
			gnostic écologique		
			lyse d'eau		
			hymétrie		
			eau de la nappe alluviale		
	5.7	Planning détai	llé de la phase de préparation	27	
6	L	A MISE EN PLA	CE DE L'EXPERIMENTATION	29	
	6.1 Les besoins à substituer		substituer	29	
	6.2 Description de l'installation		l'installation	32	
	6.3		i de l'expérimentation		
		6.3.1 Suiv	i des installations et des incidents	35	
			i de la qualité de l'eau		
			i des niveaux, températures et conductivités de l'eau		
		6.3.4 Suiv	i météorologique	39	
7	R	ESULTATS DES	CRIPTIFS	40	
7	7.1		co-chimiques		
			éralités		
		7.1.2 Rési	ultats des analyses ponctuelles	41	
		7.1.3 Rési	ultats des suivis en continu	43	
	7.2	Suivis des nive	aux d'eau	46	
8	IV	IODELISATION	HYDROGEOLOGIQUE	49	
	8.1		lu modèle hydrodynamique		
	0.1		texte géologique et hydrogéologique local		
			e de calcul		
			struction du modèle hydrodynamique		
	8.2		modèle en régime transitoire		
	8.3		ume d'eau « déphasé » et simulations de pompage		
			cul du volume « déphasé »		
		8.3.2 Cald	cul du temps de déphasage	62	
9	C	ONCLUSIONS		63	
3	9.1		de réponses au panel citoyen pour la valorisation des anciens lacs de gravière		
	9.2		expérience sur le fonctionnement de ces systèmes hydrogéologiques complexes		
	9.3		expériences sur les bénéfices de ce type de projetexpériences sur les bénéfices de ce type de projet		
	9.4				
	9.5 Des retours d'expérience sur les impacts de ce type de projet				
	9.6. Un processis « au miliau du qué »			67	



1 INTRODUCTION

Suite au dialogue citoyen mené dans le cadre du Projet de Territoire Garonne Amont (PTGA) au cours de l'été 2019, des préconisations ont été émises concernant la valorisation des ressources en eau que constituent les lacs de gravières. Ils représentent en effet sur l'emprise du PTGA, une surface cumulée de près de 700 ha. Une fiche action spécifique à cette thématique a ainsi été élaborée sur cette question dans le programme d'action (cf. annexe 1). L'action proposée repose sur le constat d'un colmatage des berges et du fond des anciennes gravières qui isole partiellement ces dernières de la nappe alluviale. Ces plans d'eau forment ainsi des « réserves d'eau » peu connectées au système aquifère et pouvant être utilisées dans un objectif de substitution de prélèvements en étiage pour l'irrigation, prélèvements actuellement effectués en nappe ou en cours d'eau. Cette expérimentation, jugée prioritaire, a été démarrée dès janvier 2020, à la suite de la validation du programme d'action du PTGA en décembre 2019. La pandémie liée au COVID 19 et le confinement du printemps 2020 ont nécessité le décalage de l'expérimentation d'une année. Ainsi l'expérimentation a démarré au 1^{er} juin 2021.

Ce rapport clôture les phases de préparation, de réalisation et d'interprétation et présente ainsi :

- les travaux réalisés de début 2020 à début 2021;
- les choix effectués et le site expérimental retenu ;
- le détail de la mise en place de l'expérimentation ;
- les résultats et interprétations techniques ;
- un bilan des retours d'expérience acquis, des limites rencontrées et des prospectives pouvant être envisagées.



2 PRINCIPE DE L'EXPERIMENTATION

L'expérimentation de valorisation des anciennes gravières repose sur le principe du colmatage progressif du fond et des berges de ces anciens lacs. Aujourd'hui, dès le dépôt d'un dossier de demande d'autorisation de modification, de réaménagement ou d'ouverture de carrière en nappe alluviale, des modélisations hydrodynamiques des impacts des aménagements prévus sur l'hydrogéologie locale et régionale, sont couramment demandées par l'administration partout en France. Les résultats obtenus sont unanimes, le calage de ces modèles hydrodynamiques nécessite d'introduire un colmatage des anciens lacs, dont les valeurs sont plus ou moins importantes selon les contextes géologiques rencontrés et l'âge des lacs. Cependant à notre connaissance aucune mesure « grandeur nature » permettant la caractérisation détaillée de ce colmatage n'a été réalisée. Les valeurs obtenues sont toujours issues de méthodes indirectes via l'analyse de chroniques piézométriques ou la réalisation de modélisations hydrodynamiques.

Le principe de l'expérimentation repose sur l'utilisation de ce colmatage afin de « déphaser » les impacts de prélèvements agricoles sur l'hydrosystème. En effet, les besoins en eau agricole s'expriment principalement sur le bassin de la Garonne et le territoire Garon'Amont de début juin à mi-septembre, avec un pic de la mi-juillet à la mi-août (cf. figure 1).

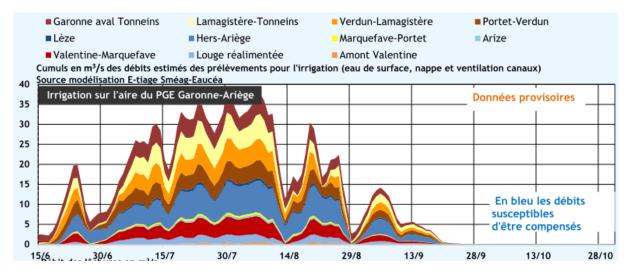


Figure 1 : Besoins en eau d'irrigation simulés sur l'aire du Plan de Gestion des Etiages Garonne-Ariège en 2020 (source Sméag/Eaucea)

Une part importante de ces prélèvements est réalisée dans la nappe alluviale de la Garonne dont les débits participent de manière active au débit de la Garonne, notamment en période d'étiage. Le déficit quantitatif local, lié à l'expression de ces prélèvements en nappe met entre plusieurs jours et plusieurs mois à se répercuter sur les débits d'alimentation de la Garonne par la nappe. Ainsi, un prélèvement réalisé mi-juillet aura un impact plus ou moins important sur les débits de la Garonne en fonction de sa distance à cette dernière et des paramètres hydrodynamiques qui régissent les écoulements souterrains locaux. L'expression de cet impact s'effectuera cependant dans tous les cas en totalité ou en partie, en période d'étiage de la Garonne (de début juin à fin octobre).



A l'inverse un pompage qui serait réalisé dans une gravière colmatée aurait un impact immédiat sur le niveau de la gravière, elle-même plus ou moins isolée de la nappe alluviale par le colmatage de ces berges et de son fond. A l'arrêt du pompage, le niveau de la gravière retrouverait ensuite plus ou moins rapidement son équilibre avec le niveau aquifère local en fonction de l'intensité de ce colmatage et des apports pluviométriques sur son bassin versant. La recharge de l'ancienne gravière s'effectuerait donc sur une période plus longue et induirait ainsi un impact déphasé sur l'alimentation de la Garonne par la nappe alluviale. Cet impact s'exprimerait ainsi en majorité en périodes hivernale et printanière, c'est-à-dire en période de moyens et de hauts débits de la Garonne. En fonction de l'intensité du colmatage et des volumes pompés, il peut même être nécessaire d'envisager une réalimentation de la gravière en période hivernale à partir des différentes ressources en eau présentes à proximité (canaux, cours d'eau secondaires ou forage agricole substitué) (cf. figure 2).

Les intérêts de ce type de méthode sont multiples et de natures variées :

- intérêts pour les milieux naturels :
 - o réduction de l'impact des prélèvements agricoles sur l'hydrologie de la Garonne en étiage,
 - o limitation de la baisse locale du niveau piézométrique en période sèche ;
- intérêts pour les exploitants agricoles :
 - o utilisation d'une seconde ressource permettant une sécurisation de l'irrigation déjà présente (le forage substitué reste existant),
 - o impacts de la sollicitation de la ressource en eau hors période d'étiage (utilisation d'une ressource dite « déconnectée » ou partiellement « déconnectée » pouvant permettre une éventuelle adaptation des redevances pour le soutien d'étiage ou bien la limitation des mesures de restriction) ;
- intérêt pour les propriétaires des plans d'eau (privés, collectivités et entreprises exploitantes de granulats) :
 - o valorisation de ces espaces, nombreux, peu ou pas utilisés aujourd'hui et à entretenir;
 - anticipation possible de ces usages dans des projets futurs de réaménagement des sites en activités par une anticipation de la maîtrise foncière, en substitution de prélèvements existants.

Cependant, de nombreuses questions restent en suspens :

- quels sont les volumes réellement mobilisables sur le territoire ?
- quels sont les usages actuels de ces anciennes gravières et leurs propriétés foncières ?
- quels sont les rabattements acceptables pour l'hydrosystème, la stabilité des berges et les organismes vivants qui dépendent de ces habitats parfois riches en biodiversité ?
- quelles sont les réactivités des gravières à ces sollicitations (degrés de colmatage, déphasage des impacts);
- quels sont les limites techniques à des raccordement agricoles (hydraulique agricole, qualité d'eau, mise en place des installations) ?
- quels sont les bénéfices financiers de ce type de pompage en comparaison d'un pompage « classique » en nappe alluviale ou dans la ressource en eau superficielle ?
- etc

Les objectifs de cette expérimentation initiale ne sont pas de répondre à toutes ces interrogations mais d'apporter un premier retour d'expérience significatif ainsi que le plus d'éléments de compréhension possible sur le fonctionnement de ces milieux, leurs usages potentiels et plus spécifiquement vers une valorisation agricole.



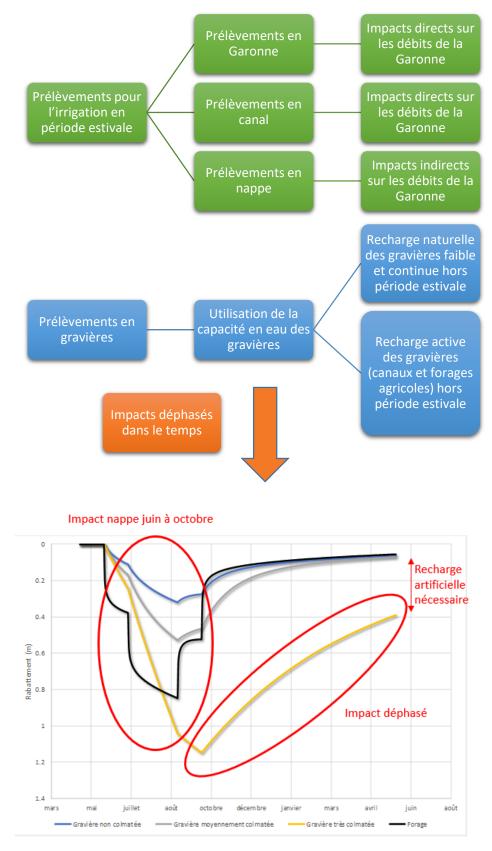


Figure 2 : Principe théorique de l'impact déphasé sur l'hydrosystème d'un prélèvement agricole effectué depuis une ancienne gravière



3 QU'EST-CE QU'UN ANCIEN LAC DE GRAVIERE ?

Avant de présenter plus en avant les détails de cette expérimentation, il est important de rappeler ce qu'est réellement un lac de gravière et plus spécifiquement un « ancien lac de gravière ».

Les lacs de gravières correspondent à des plans d'eau issus de l'exploitation de granulats. Littéralement, les granulats correspondent à des fragments de roches d'une taille inférieure à 125 mm. La production de ces granulats s'effectue par extraction puis traitement (criblage, lavage et éventuellement concassage) des matériaux contenus dans les terrasses alluviales de la Garonne. Les terrasses alluviales correspondent à des formations géologiques constituées de graves, galets, sables et limons qui trouvent leurs origines dans les phases de dépôts et de creusement de la Garonne au cours des différents épisodes de glaciations du Quaternaire (période géologique la plus récente s'étendant de -1,8 millions d'années à aujourd'hui). A la base de ces alluvions se trouve la formation géologique dite de la molasse, constituée majoritairement de marnes ocres (servant par ailleurs à la création des « briques toulousaines ») et considérée comme peu perméable. Cette formation est issue de l'érosion des massifs Pyrénéens dans des temps géologiques antérieurs aux dépôts des alluvions (Oligocène, -34 à -23,5 millions d'années).

Les alluvions des terrasses de la Garonne forment un milieu poreux et continu dans lequel une nappe s'est développée, « dite nappe alluviale ». C'est-à-dire que les alluvions, tels un immense bac à sable, forment un réservoir d'eau important, dont la base, étanche, est constituée par les formations de la molasse. L'eau s'écoule dans les pores, c'est-à-dire les vides présents entre les matériaux à des vitesses de quelques mètres à dizaines de mètres par heure.

L'extraction des alluvions jusqu'à la molasse laisse ainsi, une fois les matériaux extraits, la nappe apparente, correspondant dans le paysage à de grands plans d'eau. Ce sont les lacs de gravières (cf. figure 3).



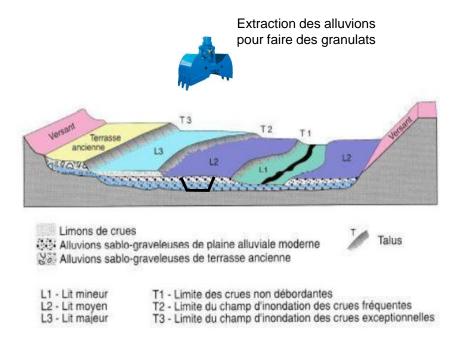


Figure 3 : Représentation schématique d'une gravière (figure BRGM, modifiée)

Les granulats servent ensuite à alimenter le secteur du bâtiment et des travaux publics pour permettre la construction de bureaux, logements, commerces, hôpitaux, etc., mais aussi d'infrastructures (routes, ponts, voies ferrées, etc.). Chaque français « consomme » entre 5 et 7 tonnes de granulats par an (soit environ 15 kilos par jour) (cf. figure 4). Sur la Haute-Garonne, la très forte majorité de ces matériaux est d'origine alluvionnaire, du fait de la disponibilité plus importante de cette ressource comparativement aux roches massives. A l'échelle de l'Occitanie cette situation est fortement contrastée en fonction de la géologie locale et de la nature des roches présentes.

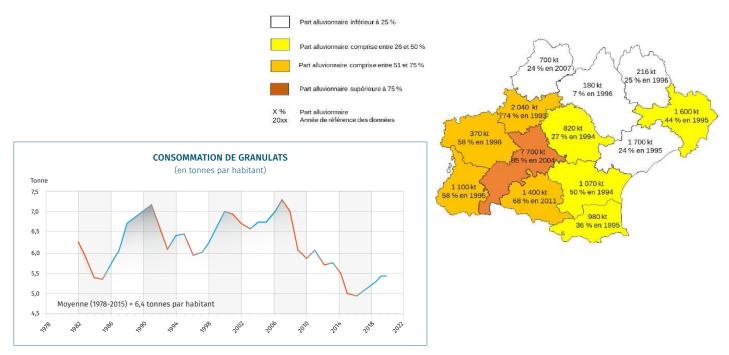


Figure 4: La consommation de granulats (source UNICEM)



Sur le territoire Garon'Amont, les anciens lacs de gravières sont très majoritairement présents dans les alluvions de la « terrasse inférieure de la Garonne » (terrasse la plus basse) qui correspond à une bande continue d'environ 2 km de large. Ces lacs forment une mosaïque de plans d'eau et de zones remblayées issues du réaménagement de ces exploitations (cf. figure 5).

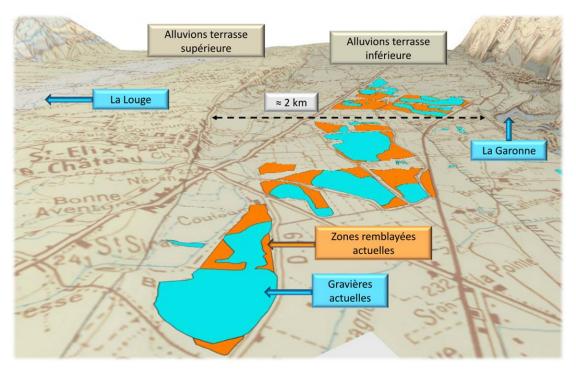


Figure 5 : Les gravières dans les terrasses de la Garonne (fond extrait carte géologique au 1/50 000 du BRGM)

Une fois l'extraction terminée, un colmatage progressif des berges et fonds des plans d'eau se met progressivement en place. Ce colmatage a diverses origines (cf. figure 6) :

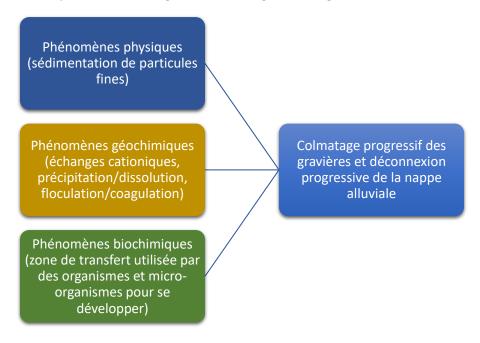


Figure 6 : Phénomènes à l'origine du colmatage des berges et fond des gravières



L'objectif de cette expérimentation n'est pas d'étudier en détail les phénomènes complexes à l'origine du colmatage mais bien de s'intéresser aux effets cumulés de ces derniers et à leur potentielle valorisation.

En effet, aujourd'hui, de très nombreux lacs de ce type sont présents sur le territoire Garon'Amont. La grande majorité d'entre eux sont actuellement laissés à leur évolution naturelle, sans valorisation d'aucune sorte que ce soit (à l'exception de quelques sites ponctuels à vocation touristique ou de réserves de pêche). Cette très faible valorisation est bien souvent liée à des problèmes de propriété foncière des sites.

Il s'agit aussi de milieux relativement peu connus d'un point de vue scientifique et bénéficiant bien souvent auprès du grand public d'une mauvaise réputation, notamment due à des pratiques anciennes de remblaiement « sauvage ». Ces pratiques heureusement ponctuelles, sont aujourd'hui révolues (les entreprises d'extractions de granulats sont en effet soumises à une législation spécifique et de nombreux contrôles), mais restent cependant fortement ancrées dans l'opinion publique. Ces lacs constituent aussi une source d'évaporation et donc de perte en eau du système hydrogéologique.

Ces sites laissés à leur évolution « naturelle » depuis parfois plusieurs dizaines d'années ont bien souvent été recolonisés par de nombreuses espèces et constituent aujourd'hui des réserves potentielles de biodiversité. Les enjeux de la valorisation de ces anciens lacs sont donc de concilier les besoins en eau humains actuels et futurs, mais aussi la préservation et la valorisation de ces écosystèmes aquatiques bien spécifiques.



4 QUEL POTENTIEL?

Un calcul cartographique des surfaces présentes sur le territoire Garon'Amont et correspondant à ces lacs de gravière a été réalisé sur la base :

- de la Bd Topage, correspondant au nouveau référentiel hydrographique français et présentant notamment la cartographie détaillée des surfaces en eau;
- des photographiques aériennes disponibles sur Google Earth (de 1985 à aujourd'hui);
- des photographies aériennes de l'IGN (flux WMS Géoportail, de 2000 à aujourd'hui) ;
- de notre expertise locale et connaissance du territoire.

Les résultats obtenus montrent que sur la plaine alluviale de la Garonne, de la prise du canal de St-Martory à la limite nord du Projet de Territoire Garon'Amont (PTGA), 700 ha de plans d'eau issus d'anciennes extractions de granulats sont présents. Les plans d'eau de plus de 10 ans, c'est-à-dire antérieurs à 2010 représentent 80 % de cette surface, soit 580 ha, c'est-à-dire 0,1 % de la surface du territoire Garon'Amont (cf. figures 7 et 8). Plus ces plans d'eau sont anciens et plus la tendance au colmatage de ces derniers est importante. Ainsi il est estimé que près de 80 % des plans d'eau présents sont actuellement colmatés de façon plus ou moins importante.

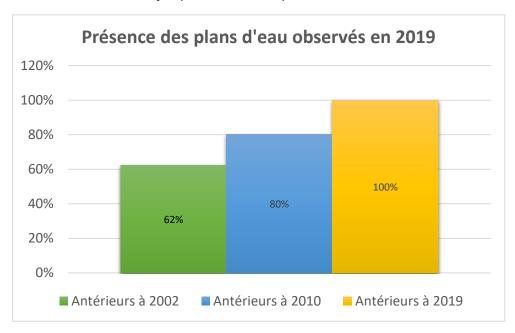


Figure 7 : Bilan des surfaces des plans d'eau issus d'exploitation de granulats sur le territoire Garon'amont



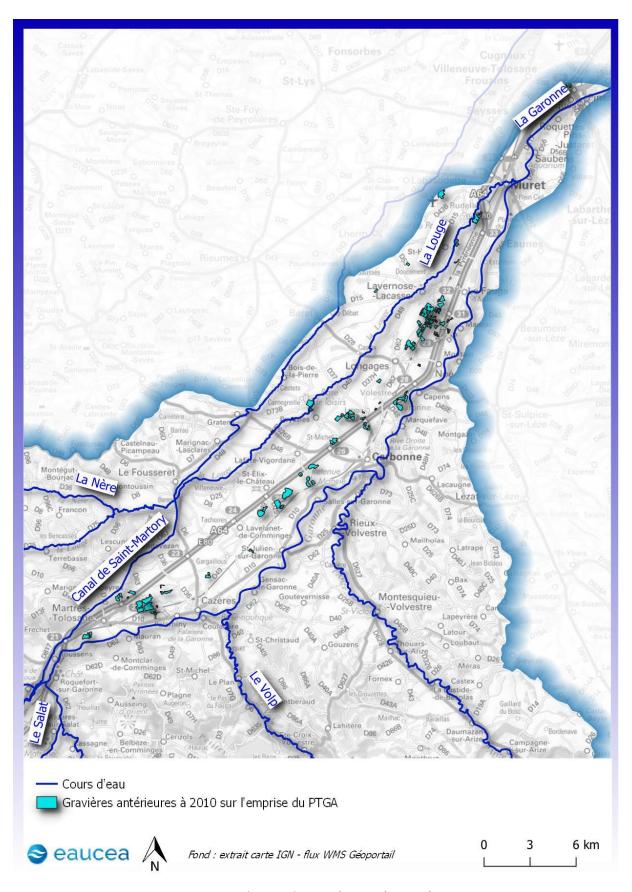


Figure 8 : Localisation des gravières antérieures à 2010



Sur la base d'une première hypothèse d'un rabattement acceptable de 1 m, cette ressource présenterait un potentiel mobilisable de l'ordre de 5,8 millions de m³.

Bien évidemment, chacun des lacs considéré n'est pas situé à proximité d'un point de prélèvement agricole actif. Un second travail de rapprochement cartographique a donc été réalisé sur la base :

- des surfaces des lacs les plus anciens (antérieurs à 2010);
- des données des volumes consommés par points de prélèvement à des fins d'irrigation agricole de 2011 à 2018;
- des données du Plan Annuel de Répartition (PAR) des prélèvements à des fins d'irrigation agricole de 2019.

Seuls ont été retenues les associations anciens lacs / points de prélèvements agricoles répondant aux critères suivants :

- points de prélèvement agricoles actifs sur les 3 dernières années et présentant un volume consommé moyen de 2016 à 2018 supérieur à 50 000 m³/an;
- points de prélèvements agricoles situés dans un rayon de 1 km des anciens lacs;
- point de prélèvement agricole et le lac le plus proche non séparés par un obstacle linéaire difficilement franchissable (autoroute, cours d'eau ou canal);
- regroupement des anciens lacs et points de prélèvements agricoles (PAR 2019) afin de vérifier l'adéquation besoins/volumes disponibles par secteurs (cf. figure 9).

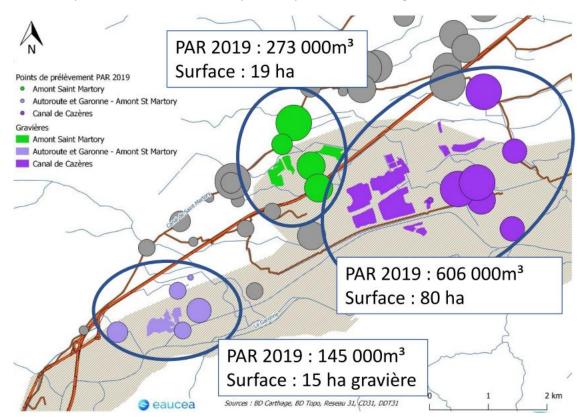


Figure 9 : Regroupement adéquation besoins / ressources

Les résultats obtenus par cette première approche d'adéquation besoins / ressource mettent en évidence un potentiel mobilisable en 2019 (hors autres contraintes que le rapprochement cartographique de l'adéquation besoins / ressource), de l'ordre de 2 millions de m³ pour une estimation de consommation de l'ordre de 60 % des autorisations.



5 ETAPES DU CHOIX DES SITES DE L'EXPERIMENTATION

5.1 Les acteurs du projet

De nombreux partenaires et acteurs du territoire ont été sollicités dès les premières semaines du projet afin de former un groupe de travail. Il s'agit notamment des services des Directions de la Transition Ecologique et de l'Agroécologie du Conseil Départemental, des élus et conseillers techniques et la Chambre d'Agriculture de Haute-Garonne et des services de Réseau 31. La direction de l'Union Nationale des Industries de Carrières et Matériaux de Construction (UNICEM) a aussi été consultée et a facilité la relation avec les exploitants de granulats. La mobilisation importante de ces partenaires autour de la question de la valorisation des anciennes gravières à l'échelle du territoire (question latente depuis de nombreuses années, parfois conflictuelle et jusqu'ici restée sans solution réellement satisfaisante) a permis l'établissement d'un véritable dialogue et d'échanges constructifs entre ces acteurs. Cet état d'esprit collectif et positif est bien à mettre au bénéfice du projet de territoire Garon'Amont.

5.2 Croisements cartographiques et pré-sélection des sites potentiels

A partir du croisement des données publiques et de celles mises à disposition par les partenaires précédemment cités, une sélection de plusieurs sites potentiellement favorables à l'expérimentation a pu être effectuée dans l'objectif de la réalisation des premiers tests dès juin 2020.

Comme pour l'évaluation de l'adéquation besoins / ressources présentée au **paragraphe 4**, un premier traitement cartographique a été nécessaire pour la réalisation d'une pré-sélection de sites potentiellement favorables à l'expérimentation. Ce traitement a été réalisé sur les mêmes bases que le traitement présenté précédemment avec cependant l'application de restrictions supplémentaires nécessaires à la facilitation de la mise en œuvre d'une expérimentation à caractère temporaire :

- réduction de la distance points de prélèvements agricole / ancien lac à 500 m;
- exclusion des sites séparés par des obstacles linéaires de type routes départementales et chemins communaux;
- exclusion des sites comprenant sur tout ou une partie de leur surface correspondant à une zone humide départementale ou une zone naturelle protégée (Natura 2000, Znieff, ZICO...).

Une pré-selection a ainsi pu être présentée aux partenaires du projet (comité technique et UNICEM) pour être affinée sur la base de leurs connaissances locales. Certains sites ont ainsi été exclus notamment du fait de la présence de projets de réaménagement importants à proximité.

Une sélection finale de 8 sites a ainsi été retenue, dont les fiches détaillées sont présentées en annexe 2.



5.3 Arrêt puis relance du projet suite à la pandémie du COVID 19

La première vague de la pandémie du COVID 19 et le confinement total associé dès mi-mars 2020 ont cependant porté un coup d'arrêt au projet.

Une remobilisation des acteurs dès le déconfinement de juin 2020 a été lancée permettant d'identifier un site favorable pour une expérimentation d'automne. Le projet correspondait à la réalisation d'un pompage dans une gravière d'un des sites de la sélection, associé à la mise en place de l'ensemble des moyens de suivi initialement envisagés, et du rejet des eaux pompées au réseau hydrographique. Il permettait ainsi l'acquisition de premiers résultats techniques et d'un apport d'eau à la Garonne en période de faibles débits. De nouveaux acteurs comme l'Agence de l'Eau Adour Garonne et la Direction Départementale des Territoires ont alors été associés au projet et sont venus enrichir le débat sous de multiples aspects. Cependant, l'entrée en conflit juridique des deux entreprises d'extractions de granulats co-propriétaires du site, n'a pas permis la réalisation de ce test, et ce malgré une tentative de médiation de la direction de l'UNICEM et du Conseil Départemental.

Les acteurs sont cependant restés mobilisés pour la mise en œuvre au cours de l'été 2021 de l'expérimentation dans sa forme initiale.

5.4 Prises de contacts, visites et expertises des sites

Les 8 sites identifiés ont donc été étudiés. Des irrigants, élus locaux, associations de pêche et entreprises d'extraction de granulats ont ainsi été rencontrés et les services du cadastre fortement sollicités. Au total en 2020 et début 2021, ce sont plus de 25 réunions et/ou rencontres qui ont été réalisées afin d'expliciter aux acteurs les détails du projet et d'obtenir leurs accords pour la participation à l'expérimentation. La quasi-totalité des acteurs sollicités se sont montrés très réactifs au projet et fortement intéressés par la démarche.

Il est important de noter que la participation des acteurs s'est exprimée sur la base du volontariat. En effet, dans le cadre de cette expérimentation, le Conseil départemental a pris à sa charge l'ensemble des frais nécessaires à son bon déroulement, ainsi qu'une assurance sur le versement d'éventuelles indemnités au cas où l'expérimentation aurait entrainé des pertes de revenus des irrigants partenaires du projet. Cependant, aucune contrepartie financière n'a été versée aux partenaires (propriétaires de lacs ou exploitants agricoles) pour leur participation.

Ainsi, certains sites ont dû être écartés, les propriétaires des plans d'eau ou exploitants agricoles ne souhaitant pas être impliqués dans ce projet. Ces derniers y voyaient notamment des contraintes supplémentaires à des plannings déjà chargés, le tout dans une situation économique mondiale fortement instable.

Il est aussi apparu que les assolements (choix des cultures) prévisionnels pour l'année en cours de certains exploitants agricoles ne correspondaient pas aux besoins de l'expérimentation (par exemple, choix de l'exploitation d'une parcelle habituellement cultivée en maïs irrigué, exploitée pour 2021 en blé).

Sur les sites restants, les matrices cadastrales de l'ensemble des parcelles constituant les anciens lacs ainsi que les parcelles agricoles ont été demandées aux services du cadastre et du Conseil Département. Des municipalités et exploitants de granulats ont aussi été rencontrés.



Il a ainsi été mis en évidence que les lacs de plusieurs sites présélectionnés correspondaient à une multitude de parcelles associées à de très nombreux propriétaires. Ce morcellement est issu du modèle de contrat d'exploitation des granulats. En effet, les modalités d'achat/mise à disposition et de restitution des parcelles pour les projets d'extraction sont multiples mais correspondent dans la majorité des cas à l'établissement de « contrats de fortage ». Dans ce type de documents le propriétaire d'une parcelle concède à l'exploitant une autorisation temporaire d'exploiter la ressource présente contre rémunération (en général basée sur le volume des matériaux extraits). A la fin de l'extraction et du réaménagement du site, les plans d'eau résultants sont donc cadastralement composés d'une mosaïque de parcelles dépendant de multiples propriétaires, dont le nombre est très variable d'un site à l'autre. De plus, les extractions s'effectuant sur plusieurs dizaines d'années, il n'est pas rare que des successions démultiplient les propriétaires présents et les conflits potentiels.

A titre d'exemple, le site présélectionné de la gravière de Saint-Hilaire recoupe 14 co-propriétaires. Dans certains cas de figures, comme pour la gravière de Martres-Tolosane, ciblée pour l'expérimentation de l'automne 2020, les entreprises exploitantes peuvent aussi racheter les terrains, puis, par la suite négocier entre elles des ventes partielles ou totales en échange de différents engagements des parties prenantes. Les mairies peuvent aussi négocier, lors de l'établissement initial des contrats ou suite à une fin d'exploitation, de se porter acquéreur des parcelles. Le cas a été rencontré pour la gravière de Carbonne (lac de Barbis), pour lequel la commune est propriétaire de l'ensemble du lac, ou pour la mairie de Saint-Hilaire actuellement en cours de procédure de négociations avec les multiples co-propriétaires de la gravière précédemment cité pour l'acquisition des terrains (projet de valorisation en site touristique et pédagogique).

A l'issue de cette phase de prise de contact, de visites et d'expertise des sites, et du fait des nombreuses limitations précédemment citées, seul le site du lac de Barbis, sur la commune de Carbonne avec une substitution des besoins en eau d'irrigation d'une première parcelle de 2 ha de kiwis et d'une seconde de 9 ha de maïs, a été retenu pour faire l'objet de l'expérimentation.

Cette sélection restreinte n'implique pas forcement que la méthodologie ne puisse pas être étendue à d'autres sites que ceux ciblés pour une expérimentation temporaire, avec les critères restrictifs associés, mais met en évidence de nombreuses contraintes pour un « déploiement à grande échelle » de la démarche. Les principaux biais restants sont ceux de la propriété foncière, de l'intérêt économique de la démarche pour les différents acteurs et des enjeux environnementaux liés à ces chapelets de plans d'eau, en majorité installés depuis plus de 10 ans.



5.5 Le site retenu

Le site retenu pour l'expérimentation 2021 correspond au lac de Barbis localisé sur la commune de Carbonne à 3,5 km du bourg de la commune (cf. figure 10).

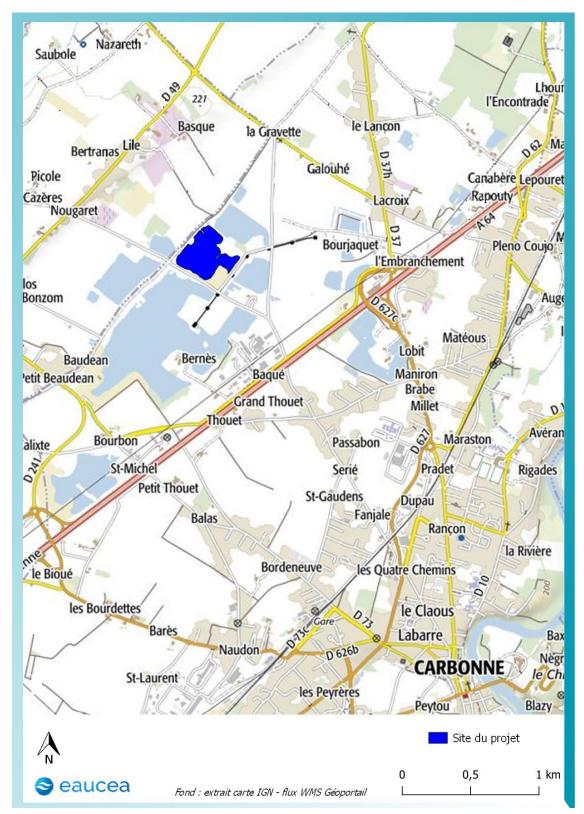


Figure 10 : Localisation générale du site



Ce lac est entièrement la propriété de la commune. Il est actuellement valorisé comme site de promenade, d'observation et de pêche (cf. figure 11). Un projet de réaménagement et de revalorisation est actuellement porté par la commune. Il fait notamment suite à la mise en avant du site dans le cadre de cette expérimentation. Les besoins agricoles en eau d'irrigation substitués par le projet correspondent aux pompages actuels pour les besoins de l'irrigation d'une parcelle de 2 ha de kiwis et d'une parcelle de 9 ha de maïs (cf. figure 12)







Figure 11 : Le lac de Barbis (27/08/2020 et 14/10/2020)





Parcelle de kiwis (27/08/2020)

Parcelle de maïs (28/01/2021)

Figure 12 : Parcelles agricoles concernées par l'expérimentation



5.6 La connaissance approfondie du site en préalable à l'expérimentation

5.6.1 Diagnostic écologique

5.6.1.1 Généralités

Afin d'évaluer l'influence du projet sur les écosystèmes présents, un diagnostic écologique a été engagé dès début 2020 par l'association Nature en Occitanie (NEO). Dans le cadre de ce diagnostic (cf. annexe 3), des inventaires écologiques ont été réalisés autour du lac de Barbis et sa proximité immédiate (tampon d'environ 50 m autour, cf. figure 13).



Figure 13 : Parcours type des suivis ornithologiques et odonates du site (extrait diagnostic écologie, NEO, 2021)

5.6.1.2 Synthèse des habitats et de la flore patrimoniale

La synthèse du rapport sur les habitats et la flore montre que :

- les enjeux de conservation liés aux habitats sont globalement faibles. Seules les « végétations de ceinture d'hélophytes », qui sont strictement retrouvées dans des milieux en zone humide jouent un rôle écologique et fonctionnel justifiant un enjeu de conservation modéré. Ces ceintures sont toutefois peu développées sur le site du fait de l'aspect abrupt des berges;
- les enjeux de conservation liés à la flore sont dus à la présence de la « Mousse fleurie », ainsi qu'aux cortèges de tonsure, puisque 4 espèces déterminantes pour les ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique) sont présentes dans ces milieux (cf. figure 14): la Knautie à feuilles entières, le Pied d'oiseau comprimé, le Myosotis douteux et la Silène de France. Plusieurs espèces exotiques envahissantes ont aussi été observées sur le site, certaines comme la Jussie pouvant présenter une dynamique forte notamment dans les eaux peu profondes à proximité des berges.



Figure 14 : Localisation de la flore à enjeux (extrait diagnostic écologie, NEO, 2021)



5.6.1.3 Synthèse ornithologique

Les enjeux de conservation ornithologiques concernent essentiellement la ripisylve, la gravière en ellemême avec les parties d'eau libre, les berges et les îlots, ainsi qu'un petit lambeau de friches et fourrés :

- 4 espèces d'oiseaux à enjeu utilisant les vieux arbres et la sous-strate dense des ripisylves pour l'alimentation et la reproduction;
- 3 passereaux à enjeu utilisent les fourrés (ronciers, églantiers) et les zones en herbe environnantes pour s'alimenter et établir leurs nids ;
- 4 oiseaux à enjeu utilisent les parties en eau libre de la gravière pour s'alimentation et les berges les plus isolées (îlots et anciennes haies notamment) pour se reproduire ;

Ainsi, les enjeux principaux se concentrent au niveau de la haie de vieux chênes tout au sud, sur l'îlot de la presqu'île, ainsi que sur l'ancienne haie au centre, éloignée du sentier (cf. figure 15).



Figure 15 : Localisation des oiseaux à enjeux (extrait diagnostic écologie, NEO, 2021)

5.6.1.4 Synthèse odonatologique

Aucune espèce et aucun habitat odonatologique à enjeu n'ont été identifiés. Les ceintures de joncs présentent toutefois un intérêt ainsi que les troncs d'arbres couchés sur les berges (supports de pontes et d'émergences, postes territoriaux).



5.6.2 Analyse d'eau

Un prélèvement et une analyse détaillée de la qualité des eaux (type première adduction pour de l'eau destinée à la consommation humaine) ont aussi été réalisés par le laboratoire départemental de la Haute Garonne (LDE31) le 25 février 2021. L'objectif de cette analyse est de vérifier la bonne qualité des eaux substituées pour l'irrigation et d'obtenir des informations complémentaires de qualité d'eau des anciens lacs.

Les résultats obtenus pour cette analyse montrent une eau de bonne qualité. Les teneurs en hydrocarbures totaux sont inférieures au seuil de détection, de même que les teneurs en micropolluants organiques et pesticides (près de 400 molécules analysées). Le rapport d'analyse est présenté en **annexe 4**.

Les teneurs en nitrates sont très faibles (2 mg/l) et laissent supposer des processus de dénitrification, souvent observés dans ce type de milieu (présence courante d'une zone d'anoxie dans les premiers centièmes de la couche sédimentaire).

D'un point de vue microbiologique, quelques bactéries entérocoques intestinaux sont présentes sans qu'il ne soit possible à ce stade d'identifier leur origine.

Le pH de 8 est à l'équilibre et la conductivité est de 407 μS/cm.

Les eaux sont de type bicarbonatées calciques et magnésiennes caractéristiques de la nappe des alluvions de la Garonne (cf. figure 16).



Diagramme de Piper Hyper chlorurée calcique Hyper sulfatée calcique ▲ Lac de Barbis Chlorurée et sulfatée calcique et magnésienne Bi/Carbonatée Chlorurée Hyper chlorurée Bi/Carbonatée sodique et/ calcique sodique calcique et/ potassique magnésienne ou sulfatée sodique. Bi/Carbonatée sodique et Magnésium Sulfatée 104 potassique Pas de Pas cations d'anions dominants dominants Sodium Calcium Chlorurée Potassium[®] Bi/Carbonatée

Figure 16 : Diagramme de Piper

100

Bi/Carbonatée sodique



Ca

100

CI+NO3

5.6.3 Bathymétrie

Une bathymétrie (mesure des profondeurs d'eau) a été réalisée le 5 février 2021 (cf. figures 17 à 19) :

- pour la partie principale par bateau zodiac équipé s'un échosondeur de type Lowrance Elite-4 CHIRP permettant de réaliser des bathymétries en rivières et en lacs pour des profondeurs comprises entre 30 cm et 305 m. Le principe de la mesure se fait par l'envoi d'une onde acoustique par la sonde et réception de l'onde réfléchie par différents obstacles rencontrés (fond, végétation, poissons ...). Le logiciel embarqué sur l'appareil permet une interprétation immédiate de la profondeur et fait un lien avec les données GPS du tracé simultanément;
- par un drone aquatique (Spyboat) équipé d'un échosondeur de type PA500. Ce type d'appareil permet des mesures de faibles tirant d'eau (30 cm) et au niveau de zones non accessibles en bateau.

Le tracé a été réalisé de façon à obtenir un nombre de points suffisant pour une interpolation correcte de la profondeur d'eau en tout point du lac, dans la mesure des obstacles naturels présents (branches ou troncs couchés à faibles profondeur notamment).





Mesure par bateau

Mesure par drone aquatique

Figure 17 : relevés bathymétriques sur le lac de Barbis (05/02/2021)

Les résultats obtenus montrent :

- une profondeur maximale en février 2021 de 5,0 m;
- une profondeur moyenne de 3,5 m;
- une surface de 9,3 ha;
- un volume d'eau total de l'ordre de 310 400 m³.

A noter une interpolation d'une profondeur faible, à la jonction entre le lac principal et la partie nord (de bras de connexion) en décalage avec la réalité (mesures manuelles à 1,6 m), qui s'explique par une présence des berges très proches.



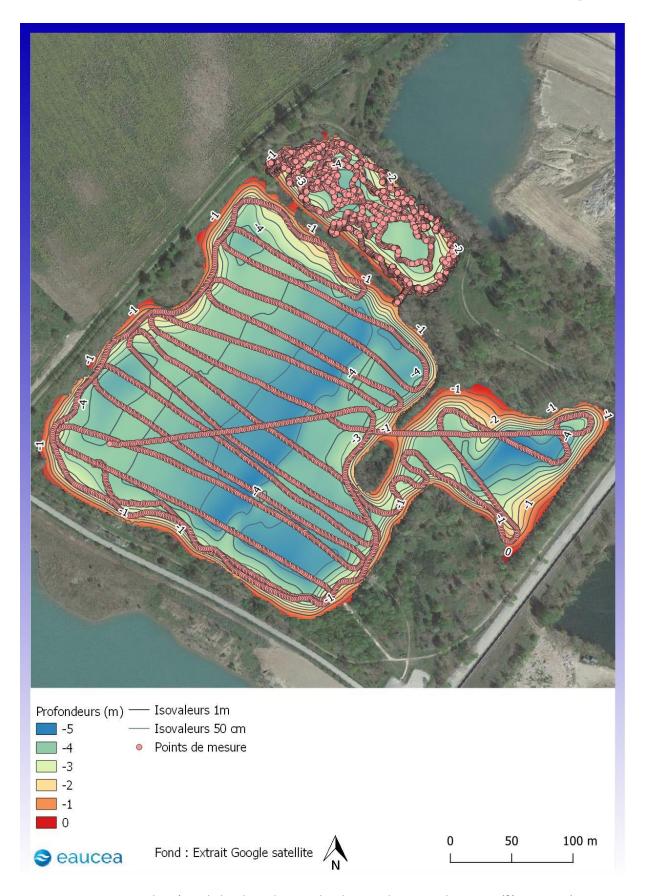


Figure 18 : Bathymétrie du lac de Barbis avec localisation des points de mesure (février 2021)





Figure 19 : Bathymétrie du lac de Barbis (février 2021)



5.6.4 Niveau de la nappe alluviale

Afin de connaître les variations du niveau de la nappe alluviale dans le temps, les données d'un ouvrage recensé dans le portail national d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines (ADES) du BRGM (n°BSS002KGEL – 10345X0199/F) ont été recherchées et analysées. Cet ouvrage se situe dans les alluvions des basses terrasses de la Garonne à environ 7 km au sud-ouest, en amont du projet. Il présente une profondeur de 4,8 m/sol. A noter que les amplitudes des variations de niveaux de la nappe des alluvions des basses terrasses sont souvent plus importantes que celles de la nappe des alluvions de la basse plaine. Les chroniques de niveaux enregistrées sur cet ouvrage depuis mai 1996 montrent que (cf. figure 20) :

- les niveaux piézométriques minimums sont mesurés en septembre et les maximums en mars ;
- les amplitudes maximales sont mesurées en juillet (3,6 m) et les minimales en octobre (1,8 m) ;
- les niveaux piézométriques lors de la campagne de bathymétrie de février 2021 étaient aux records mesurés. La bathymétrie correspond donc à un état maximum de remplissage du lac;
- les niveaux piézométriques à début juin 2021, au démarrage de l'expérimentation, étaient de l'ordre de la médiane. Ils ont évolué au cours de l'expérimentation entre les niveaux statistiques du quinquennal humide et du décennal humide. L'expérimentation a donc eu lieu en contexte de hautes eaux piézométriques.

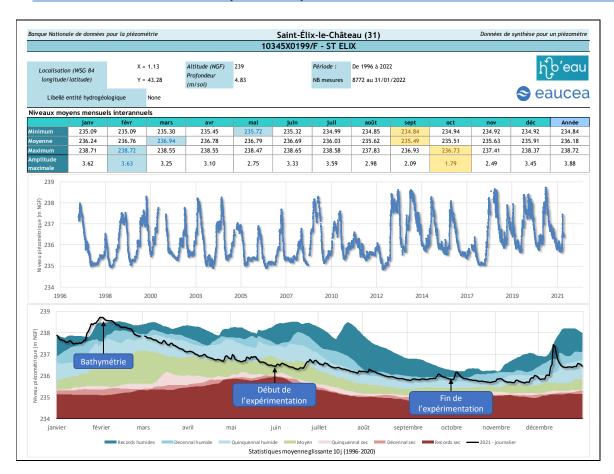


Figure 20 : Suivi des niveaux piézométriques sur le piézomètre 10345X0199/F

5.7 Planning détaillé de la phase de préparation

Le planning détaillé de la phase de préparation reprenant l'ensemble des étapes décrites précédemment est présenté sur la **figure 21** suivante.



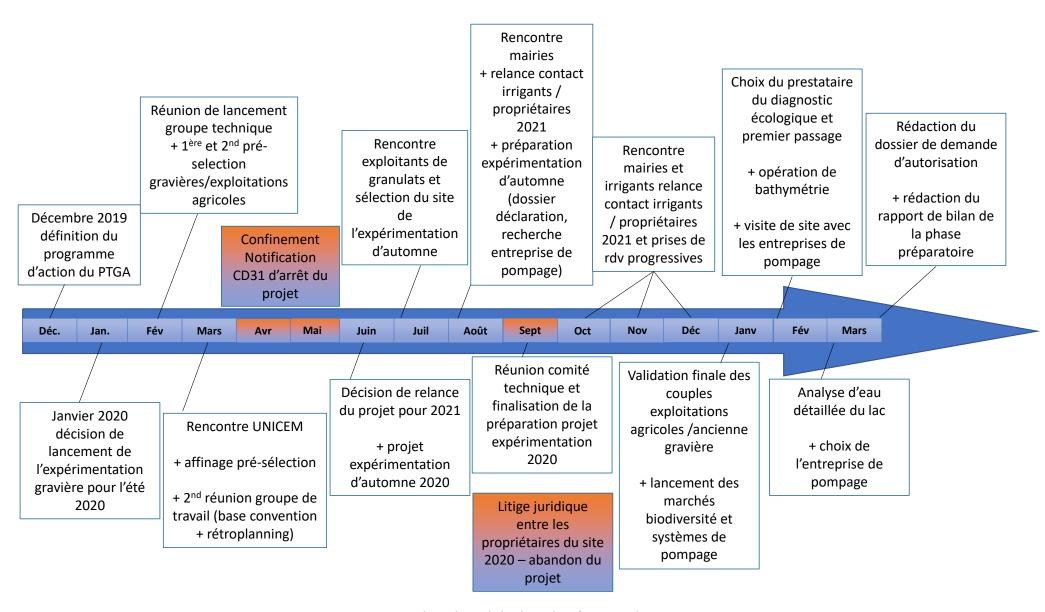


Figure 21 : Chronologie de la phase de préparation du projet



6 LA MISE EN PLACE DE L'EXPERIMENTATION

6.1 Les besoins à substituer

Le projet consiste en la réalisation durant une période de 4 mois, de la substitution des besoins en eau de deux points de prélèvements agricoles par pompage dans le lac de Barbis. Les exploitants agricoles concernés disposent des autorisations de pompage pour leurs exploitations agricoles.

Les besoins ne sont pas supérieurs à ceux déjà existants, seule la ressource exploitée change durant la durée de l'expérimentation, dans l'objectif d'évaluer les réductions d'impacts potentielles sur les hydrosystèmes.

M. SOULA dispose d'une installation d'irrigation dont le point de départ est situé au niveau d'un puits présent en limite nord-est du lac de Barbis (cf. figure 22). Le raccordement hydraulique a donc été effectué à ce niveau.

L'installation de pompage refoulait les eaux pompées depuis la gravière via une canalisation disposée en bordure du chemin d'accès jusqu'à l'installation actuelle.

Les besoins de pompage correspondaient à une pompe d'une capacité de 120 m³/h avec un minimum de 5,5 bars de pression de refoulement. Les volumes actuellement pompés sont de l'ordre de 25 000 à 30 000 m³ répartis sur 8 mois (de début mars à fin octobre).

Le système d'irrigation est un système par aspersion fonctionnant une à deux fois par semaine à plein régime pendant une dizaine d'heures permettant l'irrigation d'environ 2 ha de kiwis. La pompe est déclenchée manuellement par M. SOULA.

M. BELLECOURT dispose d'une installation d'irrigation dont le point de départ est situé au niveau d'une petite gravière située à proximité du lac de Barbis (cf. figure 23).

La pompe actuelle à substituer correspondait à une pompe de 40 m³/h.

L'installation de pompage refoulait les eaux pompées depuis la gravière via une canalisation disposée en bordure du chemin d'accès jusqu'à l'installation actuelle.

Les volumes pompés attendus étaient de l'ordre de 25 000 à 30 000 m³ répartis sur 4 mois (de début juin à fin septembre). Le système d'irrigation est un système par enrouleur situé en limite sud-ouest de la parcelle, fonctionnant par tours d'eau avec régulation électronique de pression et déclenchement manuel.





Figure 22 : Installation prévue – raccordement au système de M. SOULA





Figure 23 : Installation prévue – raccordement au système de M. BELLECOURT



6.2 Description de l'installation

Les systèmes de pompage ont été installés au niveau de la partie nord du lac (cf. figures 22 et 23). Cette zone a en effet été privilégiée du fait de sa situation proche des points de substitution, de sa facilité d'accès et de sa connexion avec la zone centrale du lac. En effet, les berges nord-est de la partie centrale du lac présentent des pentes importantes et une végétation particulièrement défavorable à la mise en place de ce type d'installation sans la réalisation de travaux conséquents.

Suite aux observations réalisés par Nature en Occitanie et à la présence d'une zone de quiétude des oiseaux à proximité de l'emplacement prévu, il a été demandé à l'entreprise de pompage :

- l'installation de pompes de type « immergées ». Ces pompes installées sous la surface de l'eau présentent de nombreux avantages comparativement à une pompe avec une aspiration de surface. En effet, elles sont très silencieuses (quasiment inaudibles en surface), leur caractère immergé empêche tout phénomène de cavitation et les sons sont absorbés par l'eau dans laquelle la pompe se trouve. On ne la voit pas puisqu'elle est immergée. Les seules nuisances correspondent ainsi à l'impact visuel du système de fixation de la pompe (radeau flottant ou point d'ancrage en berge) et au tuyau d'exhaure ;
- l'installation des groupes électrogènes, seule potentielle source de nuisance restante, à proximité des installations de pompage agricoles actuelles, c'est-à-dire en dehors de la zone de quiétude (environ 50 m au nord) de façon à minimiser les nuisances sonores et visuelles. Le niveau de bruit de ces derniers (de l'ordre de 60 dB(A) à 7 m) ne dépassait pas le bruit des pompes centrifuges à gros débits actuellement en place (estimé > 80 dB(A)). Une attention particulière sur le niveau de bruit des groupes électrogènes avait par ailleurs été demandée aux entreprises dans le cahier des charges des travaux.

Ainsi l'installation réalisée par l'entreprise Delta Service Location (DSL) comprenait la réalisation d'un pompage sur une durée de 4 mois à partir de début juin, dans le lac de Barbis à partir de pompes immergées (2 pompes pour l'installation de M. SOULA et une pompe pour l'installation de M. BELLECOURT) installées sur un système de radeau flottant (cf. figure 24 et figure 25). L'alimentation électrique des pompes s'effectuait à partir de deux groupes électrogènes localisés au niveau du point de pompage actuel de M. SOULA. Deux stockages de carburants (un pour chaque groupe électrogène) étaient aussi installés sur la parcelle. Ces installations faisaient l'objet de règles d'hygiène et de sécurité strictes dans le but notamment de limiter au maximum les impacts sur les écosystèmes.

Le matériel installé était conforme à la réglementation en vigueur notamment concernant le groupe électrogène et les stockages d'hydrocarbures permettant l'alimentation de ces derniers. Les groupes électrogènes et les cuves de carburant étaient équipées de systèmes internes de rétention évitant tout risque de fuites. Un kit anti-pollution était de plus disposé à proximité.

Les travaux ont été effectués dans le respect du décret n°77-254 du 8 mars 1977 relatif à la réglementation du déversement des huiles et lubrifiants dans les eaux superficielles et souterraines (obligation de récupération, de stockage et d'élimination des huiles de vidange des engins).



Un suivi à distance via une armoire de télésurveillance a été mis en place permettant la détection de toute anomalie de fonctionnement des installations ainsi que des débits et volumes pompés. En cas de disfonctionnement, le technicien d'astreinte recevait une alerte sur son smartphone et disposait de la possibilité de réaliser un pré-diagnostic à distance. L'entreprise DSL ayant mis en place le système de pompage, s'engageait à faire intervenir un technicien d'astreinte qualifié et autonome dans un délais de 6 h, 7j sur 7 et 24h sur 24. Une visite périodique était de plus réalisée toutes les semaines afin de s'assurer du bon fonctionnement du matériel.

Le passage sur le chemin communal en bordure du lac s'effectuait via des tuyaux en acier renforcé recouverts d'un géotextile afin de ne pas mélanger les matériaux d'apport avec ceux du site. Un merlon de type dos d'âne en gravier concassé a été mis en place. Cette installation temporaire a été retirée à la fin de l'expérimentation n'endommageant pas le site et limitant l'impact sur les espèces présentes.

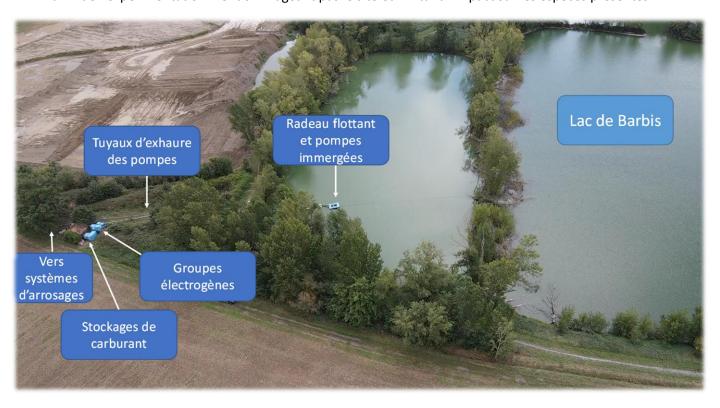


Figure 24: Vue d'ensemble de l'installation de pompage (vue drone aérien Eaucea – 21/09/2021)



Radeau flottant (21/09/2021)



Passage sous-chemin (27/05/2021)





Sortie du passage sous-chemin



Tuyaux d'exhaure (27/05/2021)



Groupes électrogènes (27/05/2021)



Stockages de carburants (27/05/2021)



Armoire de télétransmission (27/05/2021)



Armoire de programmation (27/05/2021)

Figure 25 : Photographies des installations de pompage



6.3 Suivi de l'expérimentation

6.3.1 Suivi des installations et des incidents

Plusieurs incidents ont eu lieu au cours de l'expérimentation et ont fait l'objet de réparations dans des délais très court par l'entreprise DSL, permettant le bon déroulement de l'expérimentation. Le tableau détaillé de suivi des incidents est présenté en **annexe 5**.

Ces incidents concernaient majoritairement des disfonctionnements électriques (surintensité sur une prise, microcoupure électrique sur l'enrouleur...) et ont pu être résolus rapidement. A noter cependant une dégradation volontaire des installations dans la nuit du 13 août 2021. Les tuyaux de refoulement des pompes, en acier, ont été percés de 14 trous. Ces derniers ont été remplacés dès le lendemain matin.



Figure 26 : Dégradation volontaire des tuyaux d'exhaure des pompes (trous à la perceuse) (13/08/2021)

6.3.2 Suivi de la qualité de l'eau

Des prélèvements et analyses mensuelles des eaux du lac de Barbis ont été réalisés par le laboratoire départemental de la Haute Garonne (LDE31). Un prélèvement a aussi été réalisé sur le puits SOULA et le lac BELLECOURT afin de permettre la comparaison entre les points substitués et le lac de Barbis.

Les paramètres analysés concernaient les paramètres in-situ (conductivité, pH, température, oxygène dissous) ainsi que les métaux lourds et les hydrocarbures.



6.3.3 Suivi des niveaux, températures et conductivités de l'eau

Un suivi détaillé de différents paramètres a été réalisé à partir de sondes fournies par le Laboratoire Départemental 31 et mise en place et suivies par Eaucea. Les points de suivi du niveau et de la température de l'eau correspondaient à des ouvrages existants qui sont les suivants (cf. figure 29) :

- le lac de Barbis, objet du pompage ;
- le lac de M. BELLECOURT, objet de la substitution (afin d'induire un rabattement significatif dans le lac de Barbis, ce point de prélèvement correspondant déjà à une ancienne gravière a été substitué pour la durée de l'expérimentation), situé à proximité et en aval hydrologique du lac de Barbis;
- le puits Nicolas correspondant à un ouvrages de pompage actif durant l'expérimentation. Ce puits sert à l'irrigation d'une pépinière. L'objectif du suivi de ce point correspondait à la maitrise des rabattements locaux de nappe induits par les pompages;
- le puits Soula 1, objet de la substitution et donc sans pompage, localisé à proximité immédiate du lac de Barbis ;
- le puits Soula 2, correspondant à un ancien puits non utilisé et permettant un témoin dans cette zone ;
- le piézomètre Pz1 Vicat, propriété de l'entreprise Vicat Granulats et situé en aval latéral de l'exploitation existante, en cours de remblaiement au moment de l'expérimentation. L'objectif de de suivi est d'évaluer l'impact potentiel du remblaiement actuel sur les niveaux piézométriques;
- les piézomètres Pz4 Vicat et Pz6 Vicat, propriétés de l'entreprise Vicat Granulats et situés à distance du projet afin d'obtenir des niveaux de référence « non influencés » par l'expérimentation. A noter que Pz6 est aussi situé à proximité immédiate d'une ancienne gravière située sur la commune de Peyssies;
- à noter que le second puits d'exploitation de M. SOULA (situé entre les puits Soula 1 et Soula 2 n'a pas été suivi. En effet, la mise en marche de ce dernier s'effectue de façon conjointe à la pompe mise en place dans le lac de Barbis. Connaissant les caractéristiques de la pompe en place et les plages de pompage, il est ainsi facile de reconstituer les volumes pompés.

Le lac de Barbis ainsi que le Pz4 Vicat ont par ailleurs été équipés de sondes permettant en plus de l'enregistrement des variations de niveau et de température, du suivi de la conductivité (minéralisation) de l'eau. Deux sondes d'enregistrement de la pression barométrique (permettant la correction des sondes d'enregistrement des niveaux d'eau) ont aussi été installées au niveau des Pz4 et Pz6.

Les sondes mises en place correspondaient à des sondes de type Levelogger (cf. figure 27) sans système de télétransmissions. Des tournées régulières de récupération des données et de contrôle ont été effectuées tous les 15 jours durant la période de pompage et tous les 1 à 2 mois durant la période de remontée des niveaux.





Sondes de suivi mise en place (27/05/2021)



Sonde de suivi installée dans le Pz1 (16/07/2021)



Sonde de suivi installée sur le lac de Barbis (16/12/2021)

Figure 27 : Installation des sondes de suivi

Les points de suivi ont été nivelés et rapportés au nivellement général de la France (NGF).



Figure 28: Nivellement des points de suivi (26/08/2021)

Les fiches détaillées des points de suivi sont présentées en annexe 6.

Le suivi des niveaux, température et conductivité des eaux a ainsi été réalisé de fin mai 2021 à début février 2022 soit sur un peu plus de 9 mois.





Figure 29 : Localisation des points de suivi



6.3.4 Suivi météorologique

Plusieurs stations climatologiques suivies par Météo France sont présentes dans le secteur de l'expérimentation (cf. figure 30). Ces dernières sont cependant toutes situées à plusieurs kilomètres minimum du lac de Barbis. Une station météorologique a cependant été installée sur la parcelle de M. BELLECOURT dans le cadre du suivi agricole de sa parcelle. Ce sont les données pluviométriques de cette station qui ont été utilisées pour les interprétations du pompage.

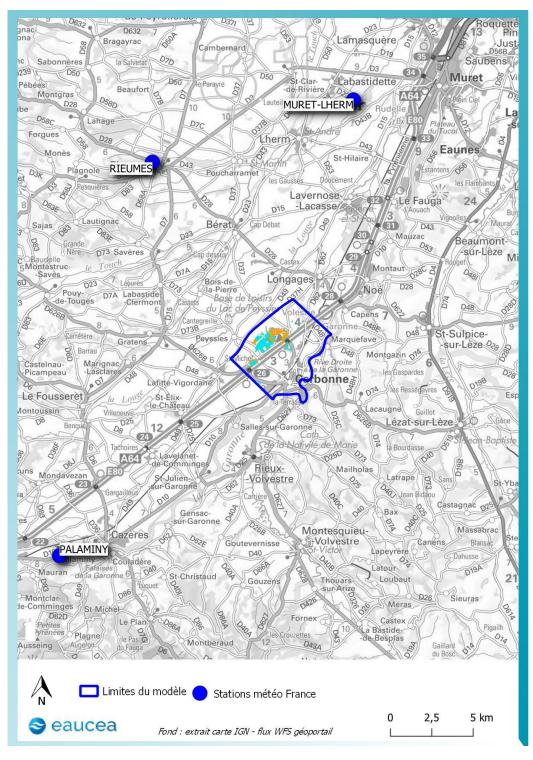


Figure 30 : Localisation des station climatologiques Météo France



7 RESULTATS DESCRIPTIFS

7.1 Mesures physico-chimiques

7.1.1 Généralités

Plusieurs paramètres physico-chimiques ont été mesurés tout au long de la phase de préparation puis de l'expérimentation en elle-même, que ce soit de façon ponctuelle, ou à partir d'enregistrements en continu.

Les paramètres mesurés ponctuellement correspondent à :

Des paramètres mesurés in-situ (sur place) :

- la conductivité : Il s'agit de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique, c'est un indicateur indirect de la concentration de l'eau en ions solubles (les « sels minéraux »). Ce paramètre caractérise notamment les milieux traversés par l'eau et son temps de séjour ;
- l'oxygène dissous : Il s'agit d'un paramètre gouvernant la majorité des processus biologiques des écosystèmes aquatiques. La valeur mesurée est une résultante de différents facteurs physiques, chimiques et biologiques;
- le pH (Potentiel d'Hydrogène): C'est un indice servant à exprimer le degré d'acidité ou d'alcalinité. Un pH est dit « neutre » lorsqu'il est égal à 7, « acide » s'il est inférieur à 7 et « alcalin » (ou basique) s'il est supérieur à 7;
- la température de l'eau en lien très fort avec les autres paramètres physico-chimique;

Des paramètres analysés en laboratoire :

- le carbone organique total (COT) : Il désigne le total de carbone contenu dans l'eau ayant une origine organique (os, coquilles, etc.) ;
- le taux de matières en suspension (MES): Il s'agit du taux de particules solides, minérales ou organiques en suspension dans l'eau. En fonction de ce taux l'eau apparait claire ou trouble, voire colorée;
- la turbidité : Elle caractérise la non transparence de l'eau due à la présence de particules en suspension ;
- les hydrocarbures totaux : Il s'agit du taux d'hydrocarbures (composés organiques qui ne contiennent que des atomes de carbone et d'hydrogène) présents dans l'eau ;
- les principaux éléments métalliques potentiellement rencontrés dans l'eau (aluminium, arsenic, cadmium, chrome, cuivre, manganèse, mercure, nickel, plomb, sélénium et zinc).



Les paramètres suivis en continus correspondent :

- aux variations du niveau d'eau, paramètre essentiel à la compréhension de l'influence des pompages sur les milieux;
- à la température de l'eau : Il s'agit en effet d'une des mesures de base de la compréhension du fonctionnement des systèmes hydrologiques et hydrogéologiques. C'est un paramètre de suivi facile à mettre en œuvre, à un coût réduit (couplé à toutes les sondes de suivi des niveaux par exemple) et à partir de sondes robustes (appareillage éprouvé). Il s'agit aussi d'un paramètre présentant des variations significatives;
- à la conductivité : Comme la température il s'agit d'une mesure essentielle, mais nécessitant un appareillage plus onéreux et plus sensible, d'où son équipement sur quelques points seulement.

7.1.2 Résultats des analyses ponctuelles

Les résultats des analyses d'eau réalisées sont présentés dans le **tableau 1** ci-dessous. A titre indicatif, les limites et référence de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (arrêté du 11 janvier 2007) sont aussi indiquées. Les résultats de ces analyses ponctuelles montrent au cours de l'été 2021 :

- pour le lac de Barbis :
 - une baisse progressive de la conductivité et une augmentation de la température de de l'eau.
 - un taux d'oxygène dissous élevé et variable,
 - o une augmentation des teneurs en carbone organique total, en matières en suspensions (MES) et en turbidité,
 - o une augmentation des teneurs en aluminium, en arsenic et en manganèse (baisse pour ce paramètre lors de la dernière analyse, c'est-à-dire après l'arrêt du pompage),
 - o globalement des eaux de bonne qualité physico-chimique ;
- pour le puits Soula 1 :
 - o une conductivité proche de celle du lac de Barbis bien que légèrement plus élevée,
 - o un taux de saturation en oxygène dissous bien plus faible que pour une eau de surface comme celle du lac de Barbis,
 - o une turbidité et une teneur en MES plus faible que celle du lac de Barbis,
 - une teneur en manganèse étonnamment élevée ;
- pour le lac Bellecourt :
 - o une conductivité plus élevée que celle du lac de Barbis,
 - un taux de saturation en oxygène dissous élevé, caractéristique d'une d'eau de surface stagnante,
 - o une turbidité et une teneur du même ordre de grandeur que celle du lac de Barbis,
 - o une teneur en arsenic proche de celle du lac de Barbis et une teneur en manganèse plus élevée que dans le lac de Barbis mais plus faible que celle du puits Soula 1.



Ces résultats indiquent :

- des taux d'oxygène dissous dans les lac de Barbis et Bellecourt caractéristiques de milieux superficiels à l'équilibre avec les paramètres atmosphériques. L'oxygénation du lac de Bellecourt semble cependant légèrement moins bien s'effectuer que celle du lac de Barbis, en lien avec une conductivité légèrement plus élevée, autre indicateur d'un renouvellement d'eau plus faible. Il s'agit en effet d'un lac plus petit, aux abords boisés, et donc un milieu moins ouvert aux vents et proportionnellement plus riche en matière organique (feuilles mortes notamment) dont la dégradation est source de consommation d'oxygène;
- l'augmentation au cours de l'été des teneurs en carbone organique, en matière en suspension, en turbidité et en métaux dans le lac de Barbis est probablement en lien avec une certaine « agitation » des fonds du lac au cours des phases d'arrêt et de mise en marche des pompes. Une partie du fond vaseux a probablement été remise en suspension expliquant l'augmentation de ces paramètres, n'impactant cependant pas de façon significative les teneurs en oxygène dissous;
- les teneurs faibles en oxygène dissous et élevées en manganèse du puits Soula indiquent un milieux très peu oxygéné caractéristique d'une eau souterraine dans un ouvrage hydraulique stagnant. Il est fort probable que le fond de la colonne d'eau présente des paramètres anoxiques (absence d'oxygène) favorisant la libération de métaux comme le manganèse en lien avec la présence pompes et tuyaux d'exhaure anciens et de l'historique de cet ancien puits avec de potentiels objets métalliques présents au fond (ancien coffre métallique mis en évidence à proximité immédiate lors des travaux d'installation des pompes temporaires).

		Lac de Barbis					Puits SOULA	Lac BELLECOURT	Limites et références de qualité arrêté du 11 janvier 2007
Paramètre	Unité	Date							
		25/02/2021		01/07/2021	05/08/2021	07/09/2021	10/06/2021	10/06/2021	
Mesures in-situ									
Conductivité	μS/cm à 25 C°	407	413	411	396	373	485	529	≥ 200 et ≤1 100
Oxygène dissous	mg/L O2	11.2	10.1	8.4	10.6	9.3	1.3	7.6	/
рН	unité pH	8	8.4	8.2	8.2	8.3	7.5	7.8	≥ 6.5 et ≤9
Taux de saturation O2 (%)	%sat	105	122	102	132	116	12	90	/
Température eau	° C	12	25	24	27	26	15	24	< 25
Paramètres physico-chimiques									
Carbone Organique Total	mg/L	2.8	3.9	3.6	3.8	4.2	1.1	2.7	< 2
M.E.S. par filtration (MILLIPORE APFC)	mg/L	3.5	3	4.9	5.1	6	<2	3	/
Turbidité	NFU	1.8	1.6	4	5.4	9.1	0.58	2.6	< 1
Hydrocarbures Totaux	mg/L	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	<0.05	<0.05	/
			Eléme	ents métalliqu	ies				
Aluminium total	μg/L Al	<100	33	78	45	87	18	165	< 200
Arsenic total	μg/L As	<5	2	3	4	5	<1	3	< 10
Cadmium total	μg/L Cd	<0.25	<0.02	<0.05	<0.05	<0.05	0.08	<0.05	< 5
Chrome total	μg/L Cr	<5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	< 50
Cuivre total	mg/L Cu	<0.005	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	< 0.0025	<0.0025	< 2
Manganèse total	μg/L Mn	11	8.09	22.3	48.7	24.6	603	94	< 50
Mercure total	μg/L Hg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<1
Nickel total	μg/L Ni	<5	<0.5	<0.5	<1	<0.5	<0.5	0.6	< 20
Plomb total	μg/L Pb	<5	<0.25	<0.25	<1	<0.25	<0.25	0.26	< 10
Sélénium total	μg/L Se	<5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	< 10
Zinc total	mg/L Zn	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.011	/

Tableau 1 : Bilan des analyses d'eau réalisées dans le cadre du suivi de l'expérimentation



7.1.3 Résultats des suivis en continu

Les résultats des sondes de suivi physico-chimiques montrent :

- concernant la température de l'eau (cf. figure 31) :
 - o une température de l'air (courbe rose) (enregistrée au niveau des sondes de suivi barométriques, seules les données d'une des deux sonde sont présentées ici pour ne pas surcharger le graphique) élevée en été pouvant atteindre près de 40°C quand le soleil éclaire et chauffe la sonde (installée dans un arbre) puis diminuant progressivement au cours de l'automne et du début d'hiver. De fortes variations journalières sont aussi mesurées,
 - o des températures de l'eau des lacs de Barbis et de Bellecourt quasiment identiques entre elles et en lien très fort avec la température de l'air,
 - des variations beaucoup plus atténuées, mais présentant une augmentation progressive jusqu'à fin octobre (+ 7 °C), puis une diminution, des Pz1 et Puits Soula correspondant aux ouvrages de suivi les plus proches des lacs mais aussi de la zone d'activité (remblaiement) de l'entreprise Vicat localisée entre les deux lacs,
 - o des variations beaucoup plus faibles (2 à 3 °C) des température des autres piézomètres de suivi ;
 - aucune influence marquée de phases de pompage durant la période estivale n'est observable. C'est-à-dire qu'aucune diminution significative susceptible d'indiquer des venues d'eau issues de l'aquifère (plus frais) vers le lac de Barbis (plus chaud) n'est observable;
- concernant la conductivité (cf. figure 32) :
 - o la conductivité du piézomètre Pz4 est supérieure à celles du lac de Barbis, du puits Soula ou du lac Bellecourt. Elle se situe globalement entre 550 et 600 μ S/cm;
 - o la conductivité du lac de Barbis présente une corrélation très forte avec la température de l'eau. Aucune influence marquée de phases de pompage durant la période estivale n'est observable. C'est-à-dire qu'aucune augmentation significative susceptible d'indiquer des venues d'eau issues de l'aquifère (plus minéralisé) vers le lac de Barbis (moins minéralisé) n'est observable.

Ces résultats confirment le lien très fort entre les paramètres atmosphériques et ceux de l'eau des lacs de Barbis et de Bellecourt caractéristiques de très bons équilibres avec le milieu environnant. Les augmentations de température plus élevées que sur les autres ouvrages souterrains des Pz1 et puits Soula peuvent être en relation avec leur proximité des lacs (plus chauds), mais aussi probablement avec le remblaiement en cours par l'entreprise Vicat des terrains adjacents (matériaux à l'air libre avant le remblaiement et donc plus chauds que la température de l'eau de l'aquifère lors de leur immersion). Aucune observation permettant de conclure à des venues d'eau significatives de l'aquifère vers le lac de Barbis pendant des phases de pompage n'est mis en évidence via les suivis physico-chimiques. Les volumes pompés au cours de l'été restent cependant faibles comparativement au volume du lac (≈ 10 %).



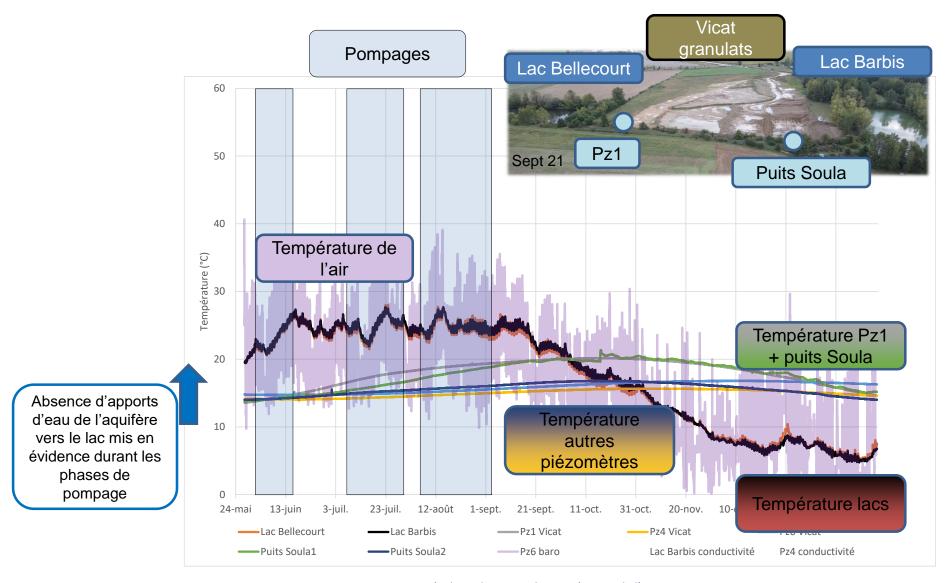


Figure 31 : Résultats des suivis de température de l'eau



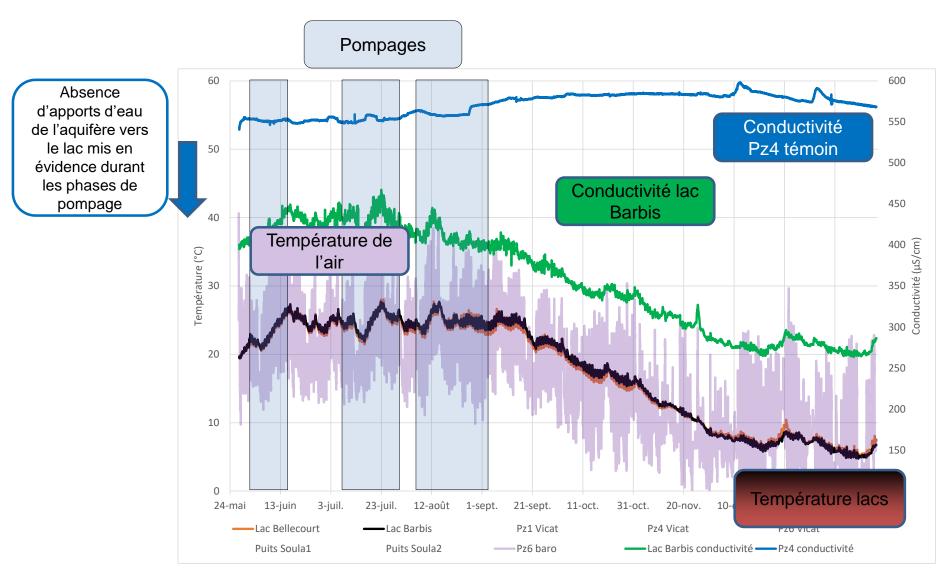


Figure 32 : Résultats des suivis de conductivité de l'eau



7.2 Suivis des niveaux d'eau

Les résultats des sondes de suivi des niveaux d'eau sont présentés sur **les figures 33 et 34**. Pour une meilleure lisibilité en niveaux relatifs depuis l'installation des sondes de suivi fin mai, le niveau 0 correspond pour chacune des sondes au niveau d'eau lors de l'installation. Il est ainsi possible d'observer :

- pour l'ensemble des ouvrages, 4 grandes phases de variations :
 - une phase de descente de début juin à début septembre. Il s'agit de la période estivale durant laquelle s'expriment les besoins pour les multiples usages sur l'ensemble de la plaine alluviale de la Garonne,
 - une phase de stabilisation des niveaux de début septembre au 10 décembre. La campagne d'irrigation est terminée et peu de précipitations sont enregistrées durant cette période,
 - o une phase de remontée progressive engagé vers le 10 décembre,
 - o une phase de remontée rapide jusqu'à mi-janvier suivie d'un début de descente ;
- concernant le lac de Barbis :
 - une descente plus importante que pour les autres ouvrages lors des phases de pompage,
 - une remontée rapide comparativement au niveau des autres ouvrages dès l'arrêt des pompages,
 - des variations similaires aux autres ouvrages ensuite;
- concernant certains ouvrages en particulier :
 - le puits Soula 2 (ouvrage dans le secteur expérimental mais à distance du lac de Barbis) est l'ouvrage présentant la descente la plus faible ainsi qu'une remontée nettement au-dessus de son niveau initial.

Ainsi, sur la base de cette analyse descriptive du suivi des niveaux, le niveau du lac Barbis semble nettement influencé par les cycles de pompage avec des baisses proportionnelles aux intensités et durées des phases de pompage. Ces observations confirment l'hypothèse d'un colmatage partiel du lac.

La remontée au niveau des autres ouvrages semble s'effectuer sur une durée de l'ordre de 1,5 mois (pour les volumes pompés durant l'expérimentation).

Pour l'expérimentation de 2019, les nombreux épisodes pluvieux au cours de l'été ont fortement limité les besoins en eau d'irrigation, comparativement au volume du lac (≈ 10 %). Ainsi, il se pose la question de l'impact d'un pompage pour un étiage sévère. D'où la nécessité de la réalisation d'une modélisation hydrodynamique permettant l'approfondissement de l'interprétation.



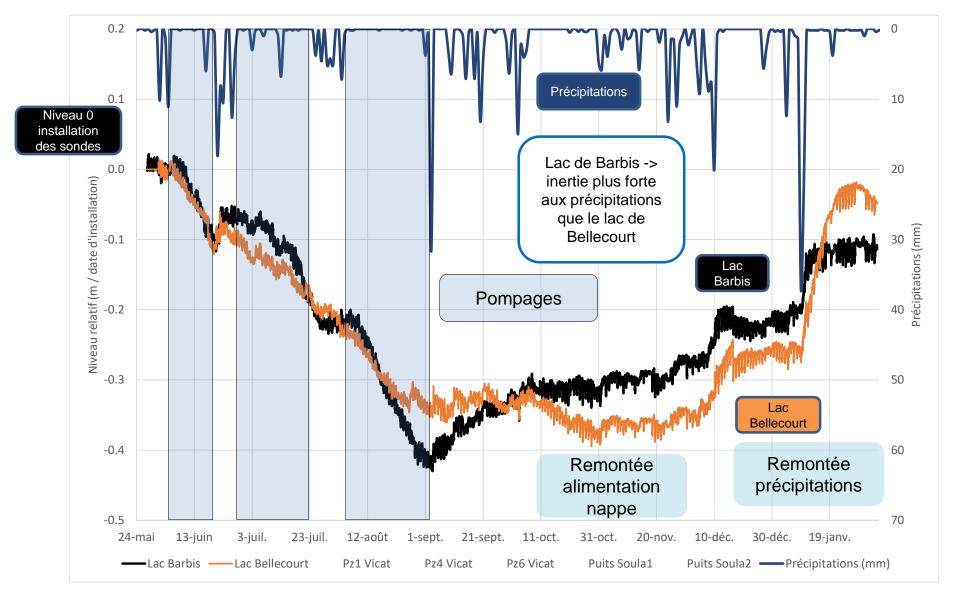


Figure 33 : Résultats des suivis des niveaux d'eau sur les lacs de Barbis et Bellecourt



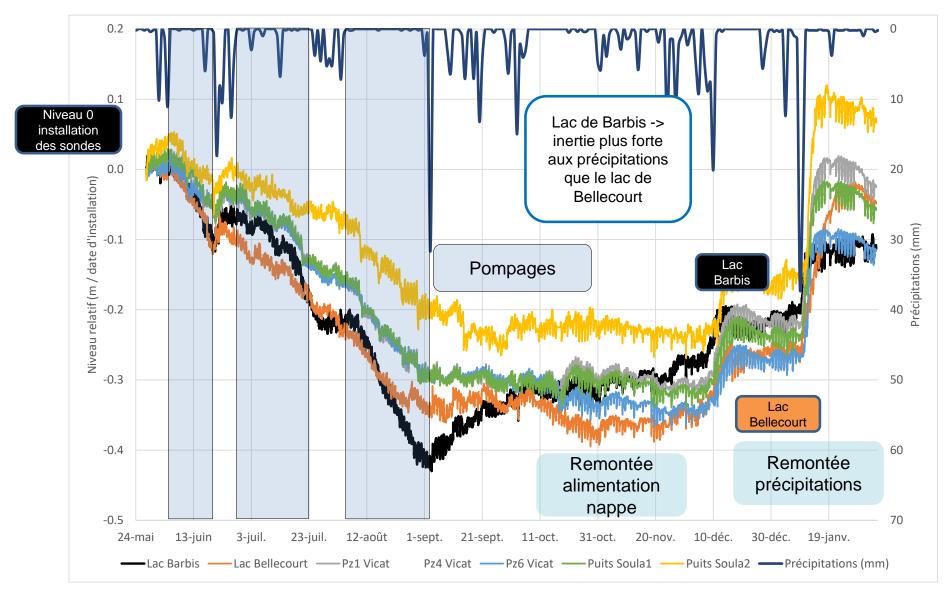


Figure 34 : Résultats des suivis des niveaux d'eau sur l'ensemble des points de suivi



8 MODELISATION HYDROGEOLOGIQUE

8.1 Construction du modèle hydrodynamique

8.1.1 Contexte géologique et hydrogéologique local

Le contexte géologique local correspond aux terrasses des alluvions de la Garonne (cf. paragraphe 3).

Une identification des zones remblayées a été réalisée à partir des photographies aériennes historiques depuis 1979 (IGN et google Earth). En effet le contexte des exploitations de granulats en nappe alluviale présente de multiples variations passées, mais aussi actuelles. Il s'agit d'un contexte en perpétuelle évolution. L'analyse des secteurs historiquement remblayés est donc essentielle pour comprendre les modalités actuelles des écoulements souterraines. La **figure 35** présente une photographie aérienne du secteur du lac de Barbis en 2006 comparativement à la situation actuelle. Rappelons par ailleurs le remblaiement en cours au moment de l'expérimentation par Vicat Granulats, sur le terrain jouxtant le site expérimental, pouvant influer sur les variations du niveau d'eau dans le lac de Barbis et les ouvrages de suivi localisés à proximité.

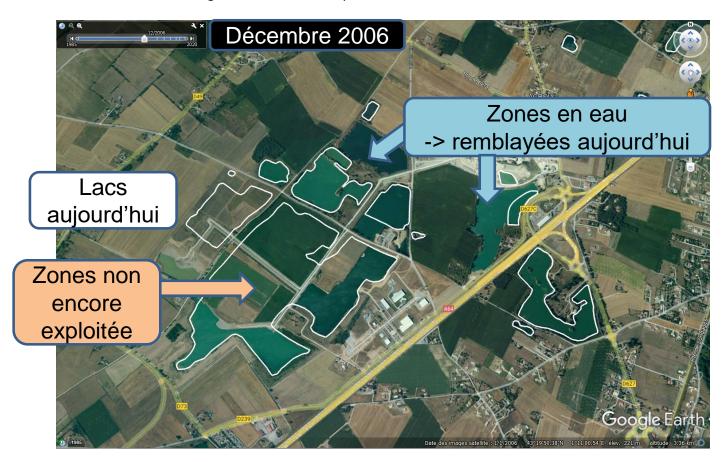


Figure 35 : Analyse des zones remblayées à partir des photographies aériennes historiques

8.1.2 Code de calcul

Le modèle hydrogéologique présenté dans les paragraphes suivants a été réalisé à partir du logiciel MARTHE (Modélisation d'Aquifère par un maillage Rectangulaire en régime Transitoire pour le calcul Hydrodynamique des Ecoulements) développé par le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières). Ce logiciel permet de réaliser des calculs hydrodynamiques (variations du niveau d'eau) et de transport hydrodispersif (transport de substances dissoutes) en régime permanent (stable dans le temps) ou transitoire (variable dans le temps). Ce logiciel utilise un maillage de type tissu écossais (colonnes et lignes de largeurs variables), monocouche (en plan ou en coupe verticale), multicouches et 3D.

Dans le logiciel MARTHE, les paramètres sont spatialisés, c'est-à-dire qu'ils sont définis maille par maille ou en zones homogènes de mailles contiguës ou non. Sont notamment traités de cette manière les perméabilités, coefficients d'emmagasinement, débits pompés et injectés, recharge pluviale, etc. Les prélèvements peuvent ainsi être introduits dans le modèle de manière spatialisée à partir de leurs coordonnées géographiques.

8.1.3 Construction du modèle hydrodynamique

Le modèle hydrodynamique présenté dans les paragraphes suivants a été construit sur la base de données :

- topographiques (données de l'IGN);
- de la bathymétrie réalisée en février 2021 (côtes du fond du lac);
- géologiques données des coupes des forages géologiques présents dans la banque de données du sous-sol (BSS) du BRGM (15 ouvrages présentaient une coupe géologique recoupant le substratum molassique sur l'emprise du modèle).;
- météorologiques (données ponctuelles de la station sur la parcelle de M. BELLECOURT, données ETP de la station de Palaminy);
- hydrodynamiques (données initiales issues des modèles à grande échelle réalisés par le BRGM);
- de prélèvements (issus des suivis piézométriques et des compteurs des pompes de substitution).

Le modèle couvre une superficie de 20,7 km² (**cf. figures 36 et 37**). Il est constitué d'une matrice monocouche de 199 419 mailles de calcul. Le maillage, de type « tissus écossais », comporte des mailles de 10 x 10 m. Les calculs sont effectués en régime transitoire (variable dans le temps), adapté à la problématique.



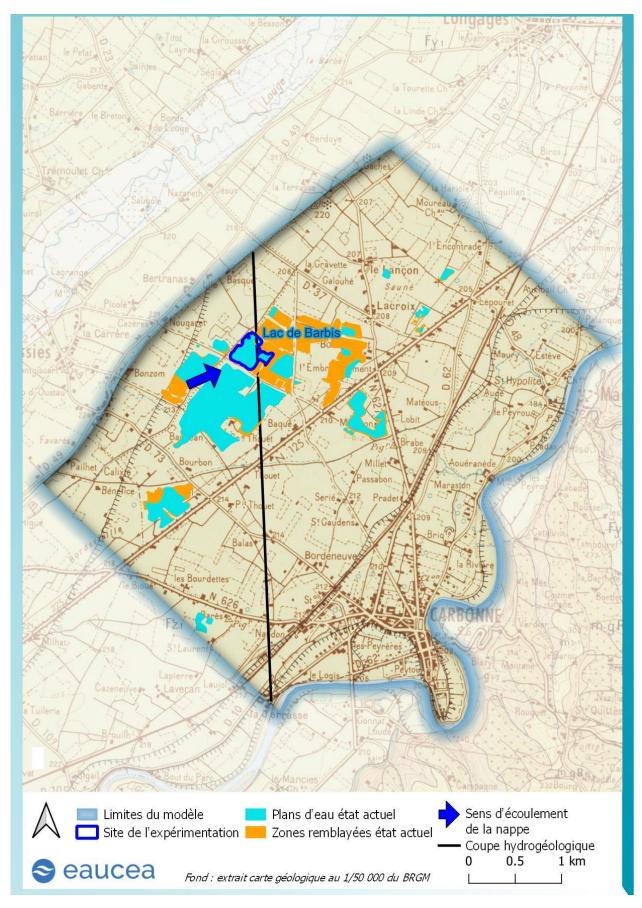


Figure 36 : Limites du modèle





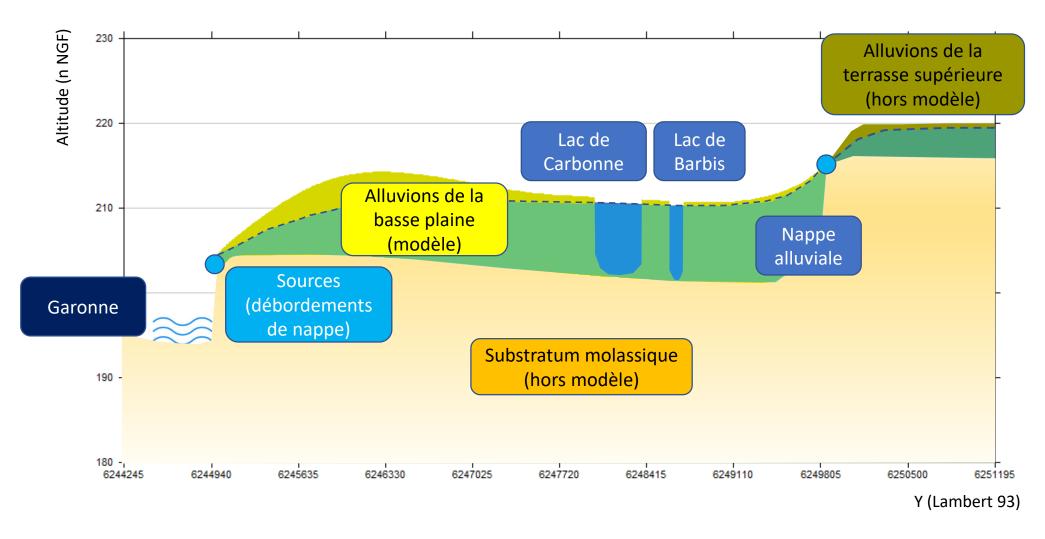


Figure 37 : Coupe hydrogéologique schématique



8.2 Etalonnage du modèle en régime transitoire

Un étalonnage consiste à ajuster les paramètres hydrodynamiques (pour l'essentiel les perméabilités et porosités des alluvions), de façon à reproduire au mieux les niveaux piézométriques mesurés, tout en restant cohérent avec les observations de terrain et les ordres de grandeur de ces paramètres dans les formations rencontrées.

L'étalonnage du modèle a été réalisé sur la base des données des suivis piézométriques et des niveaux des lacs.

Les valeurs de perméabilités résultantes de l'étalonnage du modèle sont les suivantes (cf. figure 38) :

- Alluvions de la basse plaine : 4,8.10⁻³ m/s à 5.10⁻⁴ m/s ;
- Anciens lacs (gravières) : 1 m/s (perméabilité quasi-infinie car il s'agit de surfaces d'eau libre) ;
- Colmatage des anciens lacs : 1.10⁻⁶ m/s ;
- Zones remblayées : 1.10⁻⁶ m/s ;
- Berges de la Garonne : 1.10⁻⁶ m/s

Ces valeurs sont cohérentes avec le contexte géologique local et les valeurs bibliographiques.

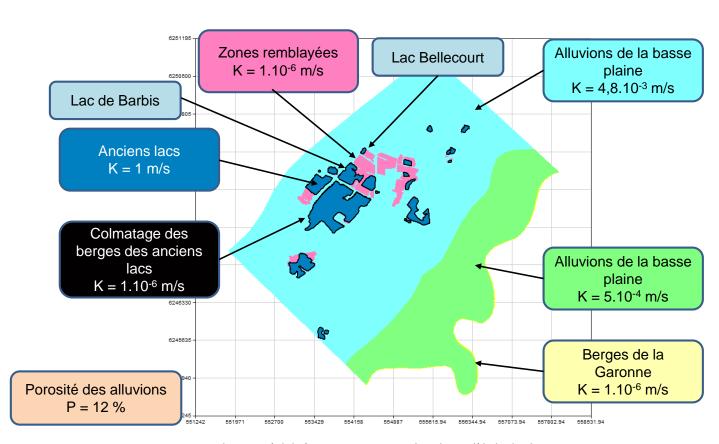


Figure 38 : Zonage des perméabilités prises en compte dans le modèle hydrodynamique

Les **figures 39 et 40** illustrent l'étalonnage du modèle hydrodynamique (comparaison entre les niveaux mesurés et les niveaux calculés).



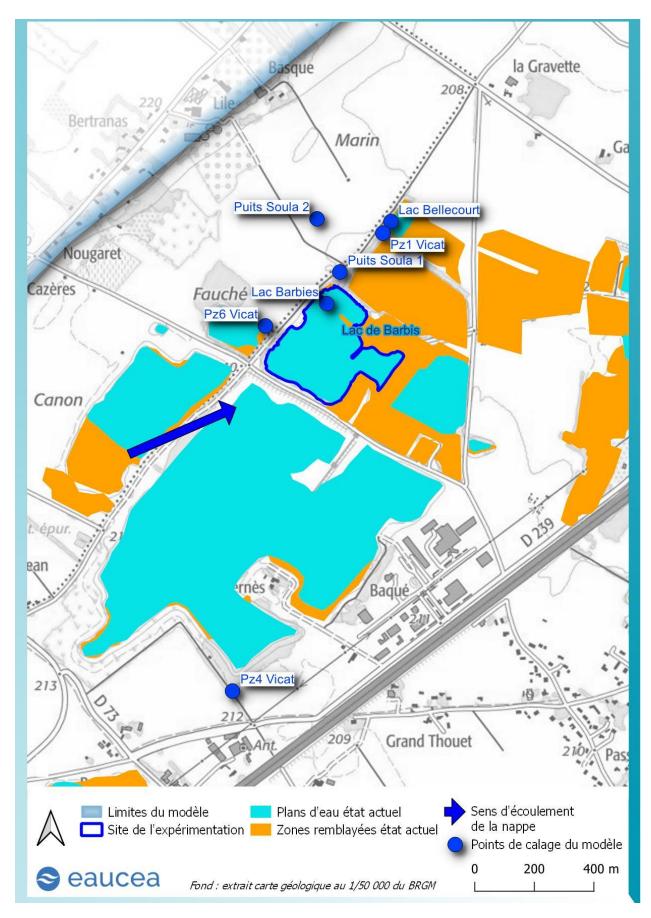
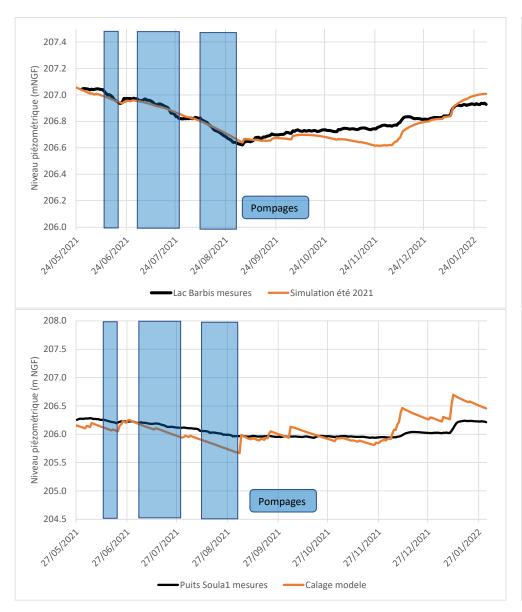
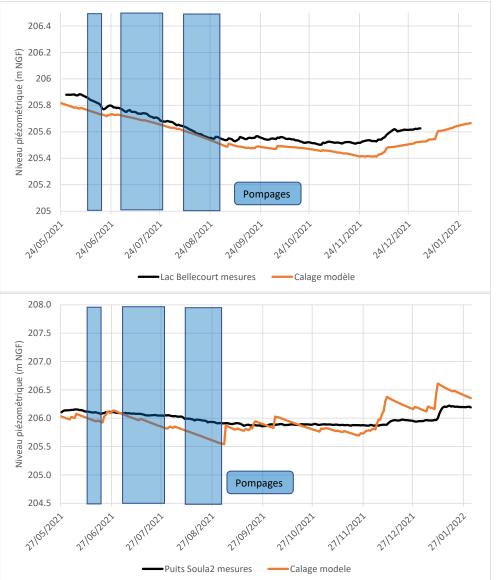


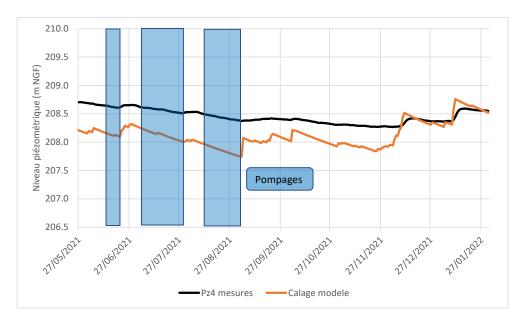
Figure 39 : Localisation des points de calage du modèle

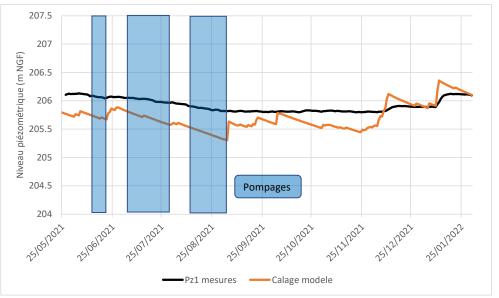












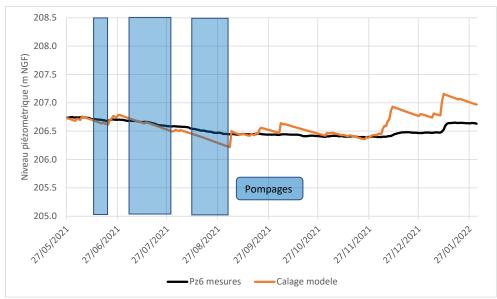


Figure 40 : résultats de l'étalonnage du modèle hydrodynamique



Les résultats obtenus sont corrects au vu de la complexité du contexte local (fortement remanié par le passé, et en cours de remaniement au moment de l'expérimentation). Les écarts les plus importants sont simulés au niveau des ouvrages Pz1 (situé à l'aval immédiat de la zone en cours de remblaiement au moment de l'expérimentation) et Pz4 (situé à distance du projet).

La modélisation permet aussi de préciser les écoulements du secteur (directions et vitesses) (cf. figure 41). Il apparait ainsi que l'alimentation du lac de Barbis s'effectue principalement par ses bordures sud-ouest (via le grand lac, arrivée d'eau visible lors de la visite de site du 21/09/2021) et nord-ouest (via le petit lac et les alluvions en place). Ces apports via des lacs proches peuvent en partie expliquer les faibles modifications physico-chimiques mesurées lors du pompage. Les bordures sud-est et nord-est correspondent à des zones de remblais dans lesquelles peu d'eau circule. Le lac de Barbis semble ainsi globalement bien réalimenté du fait de la proximité d'autres lacs de gravière plus récents. A l'inverse le lac de Bullecourt est ceinturé de zones remblayées, notamment sur ces parties amonts et bénéficie donc d'une réalimentation bien moindre.

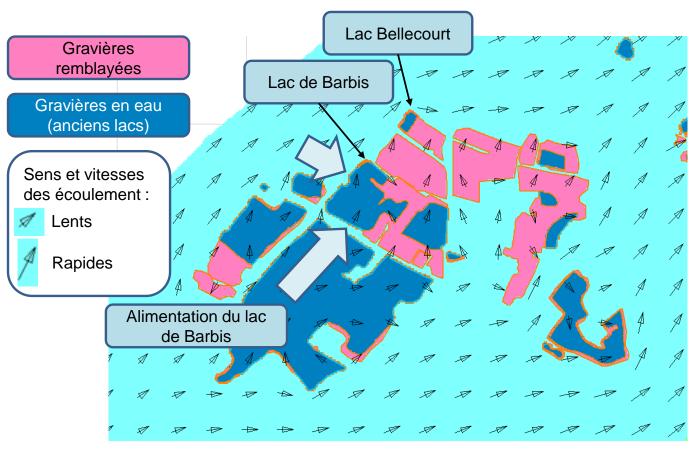


Figure 41 : Caractérisation des écoulements au niveau du secteur du projet

8.3 Analyse du volume d'eau « déphasé » et simulations de pompage

8.3.1 Calcul du volume « déphasé »

Une fois le modèle étalonné, il est tout à fait possible de réaliser des simulations de situations théoriques, le rôle du modèle étant de simuler le plus fidèlement possible ce qu'aurait été la réaction du système hydrogéologique dans une autre configuration.

Ainsi plusieurs simulations ont été réalisées, correspondant à :

- une situation sans pompage (la différence entre la situation réelle et la situation simulée permet ainsi d'évaluer l'impact du pompage sur la ressource et d'apprécier le niveau de « déphasage »);
- une situation avec 2 fois le volume pompé pour l'irrigation des parcelles de maïs (soit l'équivalent de 18 ha) et le même volume pour les parcelles de kiwi (2ha) au cours de l'été 2021 :
- une situation avec 2 fois le volume pompé de la simulation précédente pour l'irrigation des parcelles de maïs et le même volume pour les parcelles de kiwi (soit l'équivalent des besoins pour l'été 2021 de 36 ha de maïs et 2 ha de kiwi).

A noter qu'il s'agit de choix arbitraires permettant la réalisation de simulations dans l'objectif approfondir la connaissance du système, des volumes tout autres auraient pu être choisis permettant d'atteindre les mêmes conclusions.

Le calcul du volume « déphasé » (cf. figure 42) correspond alors à la différence entre le volume d'eau dans le lac sans pompage, et celui avec pompage. La différence entre le niveau théorique pour un colmatage total (fonctionnement de type bassine) et celui réellement mesuré correspond au volume apporté par la nappe au lac au cours du pompage.

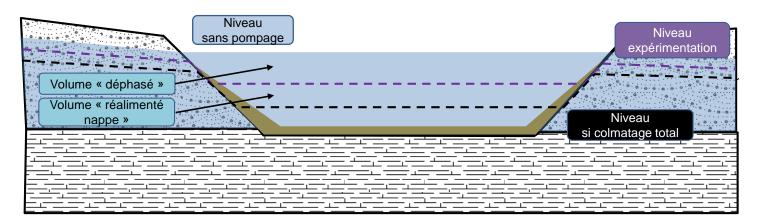


Figure 42 : Principe de calcul du volume « déphasé »



Les résultats ainsi obtenus (cf. tableau 2), présentés en côtes absolues (m NGF, figure 43) et en côtes relatives (rabattement par rapport à une situation sans pompage, figure 44) montrent :

- pour l'ensemble des simulations des rabattement plus ou moins importants induits par les pompages dans le lac. Les remontées s'effectuent ensuite sur plusieurs mois pour rattraper une côte plus ou moins proche du niveau initial à la fin mai de l'année suivante;
- pour le pompage de 2021, un rabattement maximal dans le lac induit par le pompage de l'ordre de 7 cm, soit pour un lac de 9,3 ha, un volume de 6 600 m³, c'est-à-dire 17 % du volume pompé;
- pour un pompage de 66 000, un rabattement maximal dans le lac induit par le pompage de l'ordre de 12 cm, soit pour un lac de 9,3 ha, un volume de 11 100 m³, c'est-à-dire 17 % du volume pompé;
- pour un pompage de 132 000, un rabattement maximal dans le lac induit par le pompage de l'ordre de 19 cm, soit pour un lac de 9,3 ha, un volume de 17 750 m³, c'est-à-dire 13 % du volume pompé.

Volume pompé (m3)	Rabattement induit par le pompage (cm)	% du volume pompé correspondant au rabattement
38 800	7	17
66 000	12	17
132 000	19	13

Tableau 2 : Bilan des rabattements induits par les pompages simulés

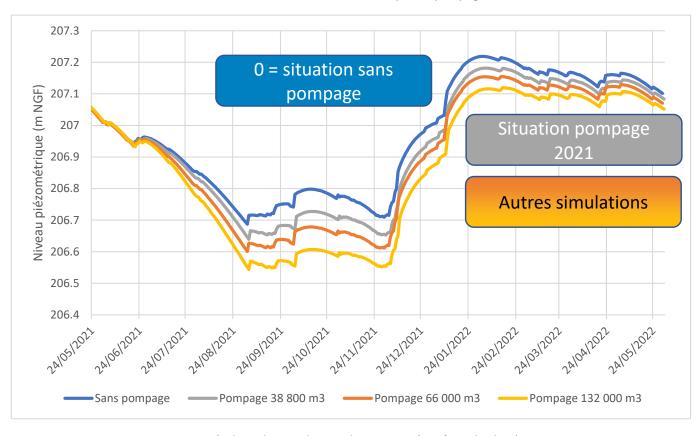


Figure 43 : Résultats des simulations de pompage (en côtes absolues)



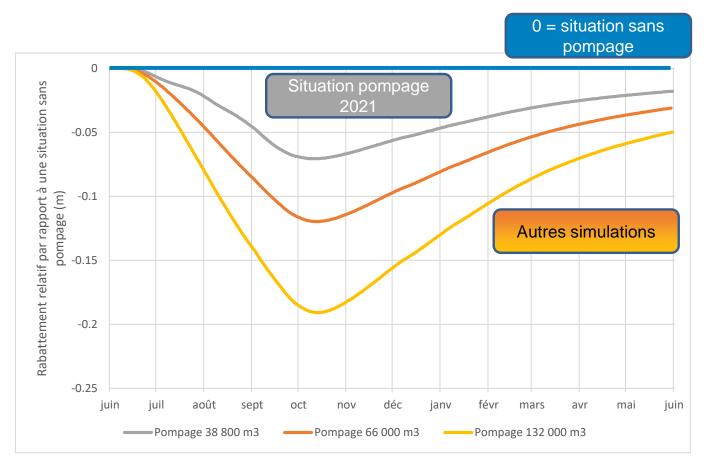


Figure 44 : Résultats des simulations de pompage (en variations relatives)

Les résultats ainsi obtenus amènent aux premières conclusions suivantes :

Pour l'expérimentation de 2021, la baisse naturelle du niveau du lac est de l'ordre de 35 cm accentuée d'environ 7 cm par les pompages, soit une augmentation de 20 %.

Dans le cas du lac de Barbis, entre 15 et 20 % des volumes pompés bénéficient de l'effet de déphasage. Le fait d'augmenter le volume pompé n'augmente pas le % du volume déphasé, une augmentation significative est même susceptible de faire baisser cette proportion (sollicitation de la nappe plus importante avec la dépressurisation du lac. C'est-à-dire qu'une différence de niveau importante entre le lac et la nappe sollicite plus d'apports qu'une différence faible).



A noter cependant que dans la réalité, l'augmentation probable de l'épaisseur du colmatage avec la profondeur tempère la conclusion précédente (cf. figure 45). Ce phénomène n'est cependant pas pris en compte dans la modélisation du fait de l'absence totale de données concernant cet épaississement potentiel.

De plus le pompage en 2021 s'est effectué pour une année hydrologique de hautes eaux, il est probable que pour une sécheresse intense comme celle de 2022, des niveaux plus bas auraient sans doute donné des résultats légèrement différents.

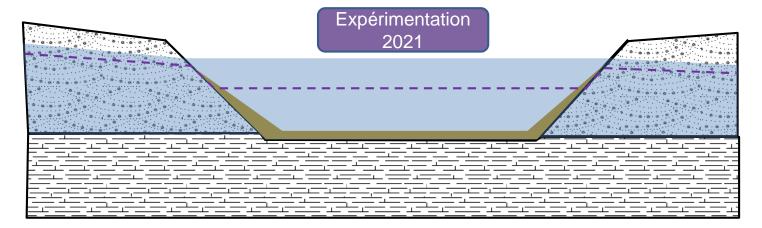


Figure 45 : Schéma théorique de l'augmentation de l'épaisseur du colmatage avec la profondeur

Ainsi, d'une façon générale il est probable que quel que soit le volume pompé et pour un lac donné, le % du volume déphasé reste globalement constant et spécifique du lac rencontré.



8.3.2 Calcul du temps de déphasage

Une fois le volume déphasé calculé, une simulation complémentaire a été réalisée prenant en compte un pompage dans un forage (hypothèse d'une absence du lac de Babis mais de la présence d'un forage à cet endroit), pour un volume de prélèvement équivalent au prélèvement de 2021.

Les résultats obtenus montrent pour un pompage dans un forage :

- des rabattements mesurés bien plus importants que pour un pompage en gravière;
- une remontée très rapide des niveaux dès la fin du pompage (récupération de 90 % du rabattement sous 1 mois) ;
- une remontée beaucoup plus lente des 10 % du rabattement restant, correspondant à la remontée du niveau dans le cas d'un lac de gravière ;
- la différences de remontée entre un pompage dans un forage théorique et dans le lac correspond à une durée d'environ 2 mois.

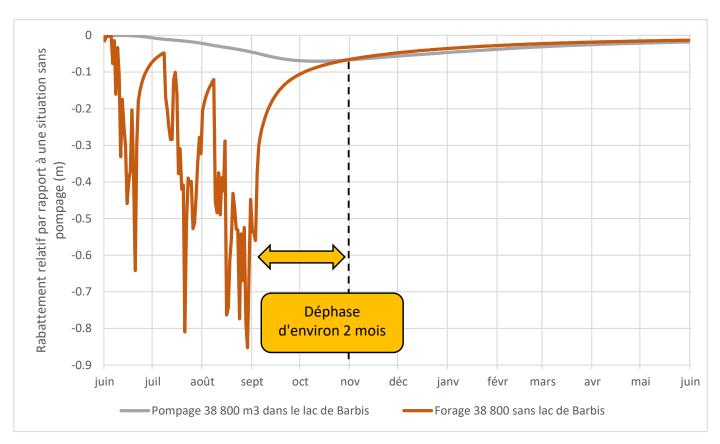


Figure 46 : Comparaison entre un pompage en forage et un pompage dans un ancien lac

Ainsi, dans le cas du lac de Barbis, un pompage dans cette ancienne gravière permet un déphasage de l'impact d'environ 15 à 20 % du volume pompé d'une durée de 2 mois.



9 CONCLUSIONS

9.1 Des éléments de réponses au panel citoyen pour la valorisation des anciens lacs de gravière

Au cours de l'été 2019 et du dialogue citoyen, des préconisations ont été émises concernant l'utilisation des retenues d'eau existantes et notamment les lacs de gravières et leur possible valorisation comme ressource en eau alternative au prélèvement en rivière ou en nappe. L'expérimentation n'a pas comme objectif la création de nouvelles gravières dont la justification première reste la production de granulats.

La démarche expérimentale mise en œuvre a permis d'apporter des premiers éléments de réponses, que ce soit sur les plans institutionnels, sociétaux ou techniques. La réalisation d'un test grandeur nature a permis la validation d'hypothèses théoriques jamais vérifiées au niveau national, ainsi qu'une nette amélioration de la compréhension de ces systèmes complexes (volumétrie, physico-chimie, écologie, etc.).

Le projet de l'expérimentation de substitution de prélèvements agricoles sur les anciens lacs de gravières a mis en évidence l'intérêt de l'ensemble des acteurs du territoire pour cette question de valorisation des gravières. En effet, de très nombreux acteurs, avec des intérêts variés et parfois divergents, ont été sollicités dans le cadre de cette expérimentation. Ils se sont unanimement montrés fortement intéressés par la démarche et les résultats potentiels. Leur implication et leur intérêt est à l'image de leurs attentes sur cette question.

9.2 Des retours d'expérience sur le fonctionnement de ces systèmes hydrogéologiques complexes

Les mesures physico-chimiques réalisées ont permis de mettre en évidence un lien très fort entre les paramètres atmosphériques de ceux de l'eau des lacs. Cette relation avec les paramètres atmosphériques est beaucoup plus atténuée et présente une inertie beaucoup plus forte avec les eaux de la nappe alluviale.

Les mesures physico-chimiques n'ont pas permis de conclure a des venues d'eau significatives de l'aquifère vers le lac. Cependant la modélisation et les observations de terrain ont montré que la quasitotalité de l'alimentation du lac de Barbis s'effectue vis les apports des lacs adjacents qui présentent des caractéristiques physico-chimiques tout à fait similaires. De plus les volumes pompés au cours de l'été 2021 restent faibles comparativement au volume du lac (\approx 10 %).

Les mesures de niveau d'eau ont montré une influence des pompages sur le lac de Barbis qui n'est que peu retrouvée sur les ouvrages de suivi piézométrique à proximité. Ces observations confirment le colmatage partiel du lac.

Les faibles besoins en eau d'irrigation au cours de l'été 2021, comparativement au volume du lac, ont nécessité la réalisation d'une modélisation hydrodynamique afin d'approfondir l'interprétation.

Dans le cas du lac de Barbis, les résultats obtenus montrent qu'entre 15 et 20 % des volumes pompés bénéficient d'un effet de déphasage d'environ 2 mois.



9.3 Des retours d'expériences sur les bénéfices de ce type de projet

Le lac de Barbis semble relativement bien réalimenté, en lien avec la proximité d'autres lacs plus récents (et donc peu colmatés) et l'absence de remblais en amont. Il est probable que d'autres site, dans des configurations différentes, soient susceptibles de présenter une moins bonne réalimentation et donc un % du volume pompé déphasé ainsi qu'une durée de déphase plus importants.

Ainsi il peut, au vu des connaissances actuelles et des apports de l'expérimentation, être estimé que sur le secteur Garonne amont, le pourcentage du volume déphasé lors d'un pompage dans une ancienne gravière est de l'ordre de 10 à 30 % selon les configurations possibles d'anciens lacs, pour des durées de déphasage comprises entre 1 à 3 potentiels. Il s'agit cependant d'ordres de grandeurs susceptibles de varier fortement d'un site à l'autre.

Ainsi, pour des prélèvements majoritairement effectués en juillet-août, l'impact d'un prélèvement par un forage en eau souterraine se fera sentir en fin de période estivale sur la Garonne (août à octobre), alors que pour un prélèvement en gravière, une part non négligeable de cet impact serait déphasé de plusieurs mois, c'est-à-dire entre novembre à janvier de l'année suivante (cf. figure 47).

<u>Il est donc ainsi, et dans tous les cas, plus intéressant du point de l'impact quantitatif sur la ressource de pomper dans un ancien lac plutôt que dans un forage.</u>

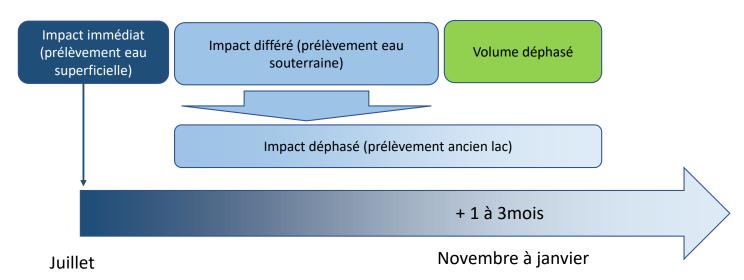


Figure 47 : Schématisation du déphasage des impacts sur la ressource



9.4 Des retours d'expérience sur les limites de ce type de projet

De nombreuses limites ont cependant été mises en évidence tout au long de cette expérimentation :

- le principal frein rencontré pour la mise en place de ce type d'opération concerne la propriété foncière des anciennes gravières et notamment l'utilisation des contrats de fortage qui engendrent à la fin de l'exploitation des lacs composés d'une multitude de parcelles et de copropiétaires. Cette propriété multiple est aujourd'hui un frein majeur à la valorisation de ces sites, que ce soit pour un enjeu agricole, comme ici l'objet d'une substitution de prélèvements agricoles ou bien pour d'autres usages potentiels (touristiques et de loisirs, sites de protection écologiques, projets de photovoltaïque flottant...);
- les rotations des cultures et les besoins en eau variables associés, les potentiels usages déjà existants (pêche, baignade, photovoltaïque flottant), les éventuels obstacles à la mise en place de canalisations (routes, voies de chemin de fer...), les risques de vandalisme, ainsi que les différentes volontés ou non d'implication des acteurs au projet ont été autant de facteurs limitants pour la réalisation de l'expérimentation, mais correspondent sur le long terme, a des limites pouvant trouver des solutions, des compromis et des leviers techniques;
- certains sites sont aussi situés en zones naturelles protégées, ou correspondent pour partie a des zones humides, un rabattement important du niveau du lac est susceptible d'engendrer des perturbations sur ces écosystèmes;
- la localisation des anciens lacs est aussi un paramètre important à prendre en compte. Si ces
 deniers sont localisés très proches de la Garonne, le déphase des impacts peut être très court
 et perd donc son intérêt. Si les anciens lacs sont très éloignés de la Garonne, l'intérêt du
 déphasage est moindre mais reste cependant valorisable au vu de l'allongement prévus des
 durées d'étiages dans les prospectives de changement climatiques (il reste préférable de
 répercuter une part des impacts d'un pompage en janvier plutôt qu'en novembre);
- une forte majorité des anciens lacs présents sur le territoire se situe en dehors de « l'isochrone
 90 j » (temps de transfert théorique d'un impact à la Garonne d'un pompage en nappe, cf. figure 48), hors en dehors de cet isochrone :
 - o il n'y a pas de restriction sur le prélèvement en nappe souterraine,
 - o un déphasage supplémentaire présente un intérêt moindre car l'impact sur la Garonne s'effectue déjà en fin ou hors période d'étiage.
- après une sollicitation importante, le remplissage des lacs s'effectue sur plusieurs mois. C'està-dire que pour une année avec une faible recharge hivernale, il n'est pas acquis de commencer la campagne d'irrigation suivante avec un lac disposant de la totalité de son volume potentiellement utilisable.



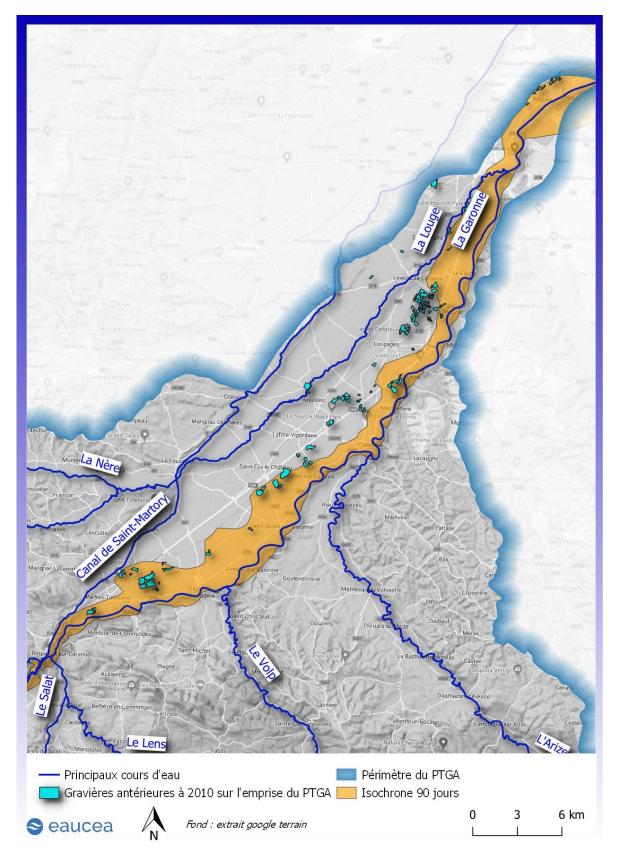


Figure 48 : Localisation des anciens lacs du PTGA comparativement à l'isochrone 90 jours



9.5 Des retours d'expérience sur les impacts de ce type de projet

Les conclusions de l'impact du projet sur les milieux naturels, présentées dans le diagnostic écologique (cf. annexe 3), montrent que lors de l'expérimentation de 2021, aucun effet visible sur les habitats, la flore, les oiseaux oules odonates n'a été observé. Ceci grâce notamment aux précautions prises pour éviter le dérangement des oiseaux, limiter le bruit et éviter les fuites de carburant.

A noter cependant que l'expérimentation a eu lieu pour une année hydrologique de hautes eaux avec un été relativement pluvieux. Les pompages réalisés n'ont ainsi entrainé que de faibles rabattements dans le lac de Barbis (baisse naturelle de l'ordre de 35 cm accentuée d'environ 7 cm par les pompages, soit une augmentation de + 20 %).

De plus, en l'absence d'état initial et d'une année de référence avant l'opération de pompage (N-1), il s'avère compliqué d'évaluer au mieux les impacts. La perturbation étant intervenue en 2021, les effets principaux sur les populations seraient à constater en 2022 et les années suivantes. Ceci d'autant plus que la flore, les odonates et les oiseaux, ont des cycles biologiques sur une année (repos, développement, reproduction) et les éventuels effets sont plutôt susceptibles d'intervenir sur les générations suivantes.

Par ailleurs, il peut falloir souvent plusieurs années pour que les effets du pompage se matérialisent sur les sujets observés (flore, odonates, oiseaux), et encore plus pour qu'ils soient détectés. Des paramètres contondants brouillent souvent les analyses lorsqu'on compare uniquement deux années, comme les variations causées par les cycles ou encore par la météorologie.

L'étude des impacts de ce type d'opérations sur les milieux reste donc à poursuivre.

9.6 Un processus « au milieu du gué »

L'ensemble des retours d'expérience après cette expérimentation montre que ces anciens lacs de gravière représentent une composante importante du territoire et de la ressource en eau présente. Ils sont visibles des riverains, des automobilistes depuis l'autoroute et plus globalement de l'ensemble des acteurs du territoire. Ils sont aussi à l'origine de nombreux conflits locaux. Leur valorisation pour une substitution de besoins en eau d'irrigation est cependant complexe et doit s'inscrire dans une politique d'aménagement sur le long terme.

Quelle que soit la valorisation envisagée de ces anciens lacs elle parait cependant aujourd'hui difficilement réalisable à grande échelle sans :

- une expertise des propriété foncières de ces sites ;
- une modification profonde des contrats d'exploitation et de cession des parcelles;
- la mise en place de plans d'actions spécifiques dans le cadre des Schéma d'Aménagement de Gestion des Eaux (SAGE) ainsi que les documents d'urbanismes (SCOT, PLU, PLUi);
- la clarification de leur statut réglementaire comme ressource prélevable ;
- un approfondissement des conséquences sur les écosystèmes ;
- un approfondissement des conséquences financières (éventuelles adaptation des redevances de soutien d'étiage...).



De façon générale, la valorisation de ces anciens lacs a été fortement négligée ces dernières décennies. Les conflits d'usages actuels et futurs et la demande croissante des populations du territoire à l'accès aux ressources en eau que constitue ces anciens lacs, que ce soit pour des usages à vocation de loisir (promenade, baignade, pêche), de substitution de prélèvements d'eau agricole, de préservation des écosystèmes (zones humides, de quiétude pour de nombreuses espèces...), de valorisation industrielle (photovoltaïque flottant...) ou bien de plusieurs de ces usages réunis, place aujourd'hui cette ressource comme un enjeux majeur du débat technique et politique, non seulement local (projet Garon'Amont), mais aussi à l'échelle nationale (émergence de problématiques similaires de valorisation de ces sites sur d'autres projet de territoire).

Cette expérimentation n'apporte pas toutes les réponses aux nombreuses questions en suspens sur ces milieux et leur valorisation potentielle, notamment agricole, mais a permis d'apporter de nombreux éléments à la connaissance sur le fonctionnement d'un exemple concret. Ces premiers résultats montrent qu'il est souhaitable de poursuivre les efforts de connaissance sur d'autres sites afin d'enrichir ces premières conclusions et d'illustrer la variabilité des résultats en fonction des configurations possibles.

La réflexion sur la valorisation de ces anciens lacs est aussi à élargir avec d'autres usages comme ceux cités précédemment mais aussi comme secours pour l'alimentation en eau potable, réserve incendie...



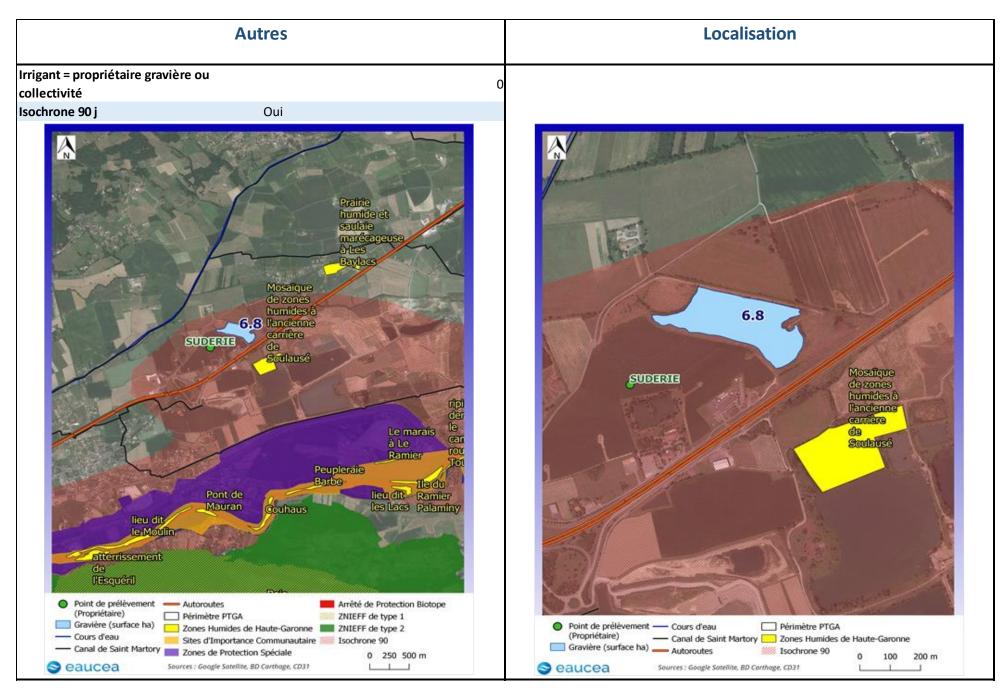
Annexe 1: Fiche action



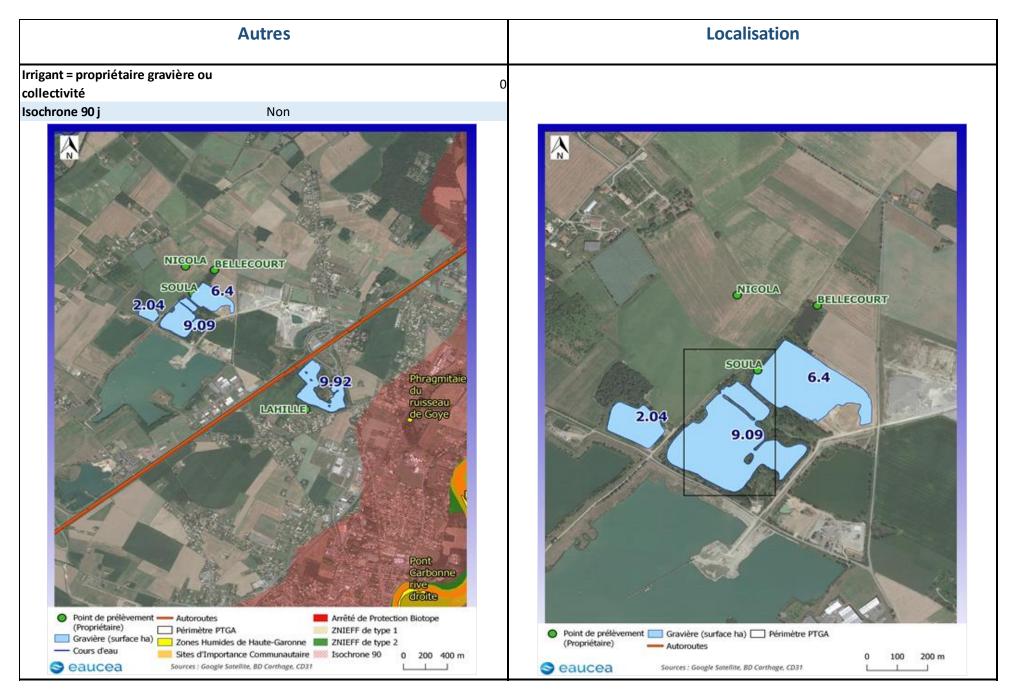
Annexe 2 : Fiches détaillées des sites présélectionnés



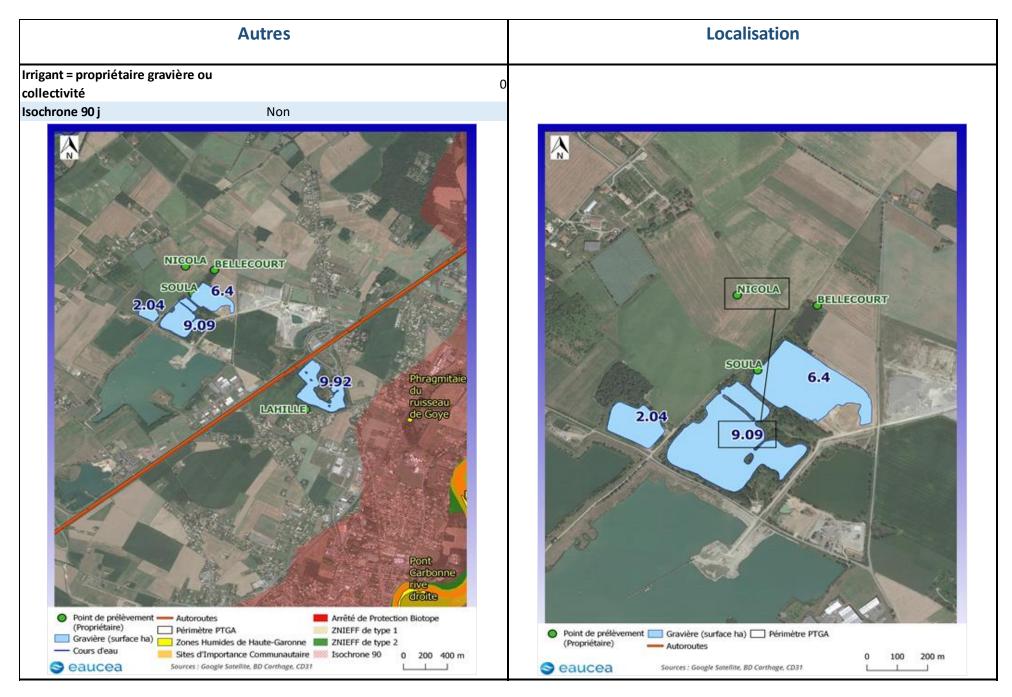
Point de p	rélèvement	Gravière		
ougc	CA31	ID BD Carthage	SURF_EAU0000000216949506	
Département	31	Surface (ha)	6.8	
Périmètre élémentaire	65	Volume mobilisable pour 1 m de rabattement (m³)	68 000	
Nature de ressource	Nappes d'accompagnement	Rabattement nécessaire pour combler le volume consommé 2016-2018 (m)	1.1	
Milieu prélevé national	PLAINE DE LA HAUTE GARONNE / BASSE	Zones naturelles protégées	0	
filieu OU garonne-ariège		Projets d'aménagements prévus à		
Nom de la ressource locale de prélèvement	Nappe d'accompagnement Garonne BRGM 65		Non	
Commune de prélèvement	MARTRES-TOLOSANE		31324000AD0336 31324000AD0337	
Demandeur complet	SUDERIE Serge			
Statut juridique	INC			
Raison sociale	0			
Volume autorisé étiage 2019 (m³)	55 000			
Volume consommé étiage 2016-2018 (m³)	71 484			
Volume autorisé hors étiage 2019 (m³)	0.00	ID_Parcelle		
N°ouvrage DDT	OU001-OUV-65-0277			
N°ouvrage OU	0			
N° point DDT	OU001-PPT-65-0277			
N° point OU 755		Propriétaire	SAS RAZEL-BEC 3 RUE RENE RAZEL 91400 SACLAY	
Coordonnées X (L93)				
Coordonnées Y (L93)				



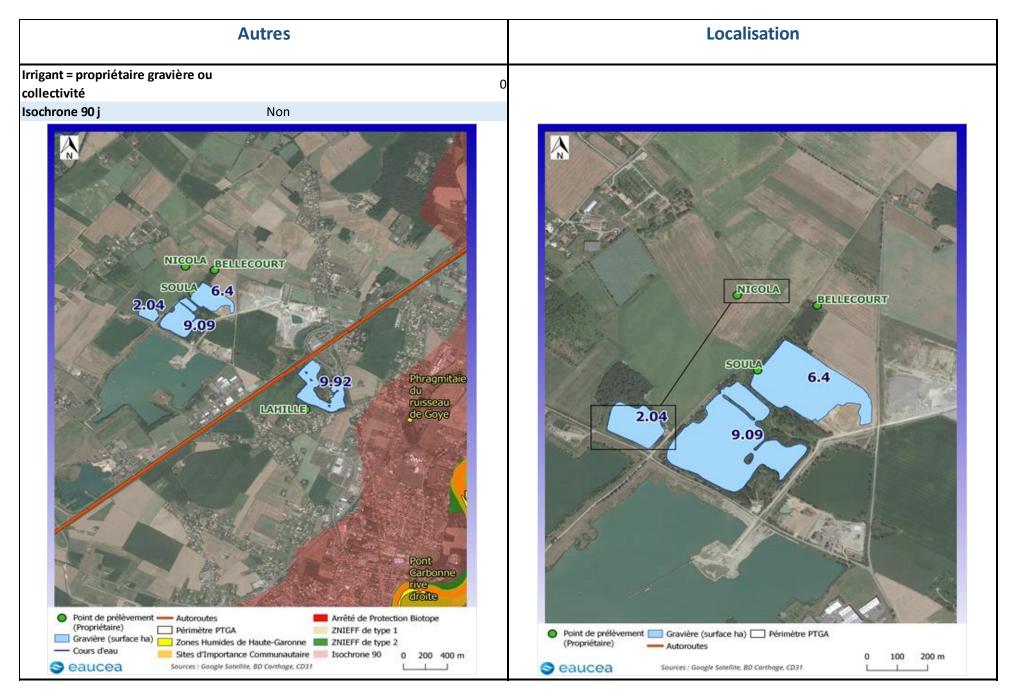
Point de p	prélèvement	Gravière	
ougc	CA31	ID BD Carthage	SURF_EAU000000073054934
Département	31	Surface (ha)	9.1
Périmètre élémentaire	65	Volume mobilisable pour 1 m de rabattement (m³)	91 000
Nature de ressource	Eaux souterraines	Rabattement nécessaire pour combler le volume consommé 2016-2018 (m)	0.6
Milieu prélevé national	PLAINE DE LA HAUTE GARONNE / BASSE	Zones naturelles protégées	0
Milieu OU	garonne-ariège	Projets d'aménagements prévus à	
Nom de la ressource locale de prélèvement	t Casier Garonne basse plaine 65	proximité	??
Commune de prélèvement	PEYSSIES		311070000H0037 311070000H0038
Demandeur complet	SOULA Thierry EARL EARL DE LILE 20 000		311070000H0038 311070000H0039
Statut juridique			311070000H0039 311070000H0040
Raison sociale			311070000H0040 311070000H0041
Volume autorisé étiage 2019 (m³)			311070000H0042
Volume consommé étiage 2016-2018 (m³)	57 047		311070000H0043
Volume autorisé hors étiage 2019 (m³)	20 000	ID_Parcelle	311070000H0044
N°ouvrage DDT	OU001-OUV-65-0269		311070000H0045
N°ouvrage OU	0		311070000H0046
N° point DDT	OU001-PPT-65-0269		311070000H0048 311070000H0049 311070000H0050 311070000H0051
N° point OU 278		Propriétaire	COM COMMUNE DE CARBONNE MAIRIE DE CARBONNE PL JULES FERRY 31390 CARBONNE
Coordonnées X (L93) Coordonnées Y (L93)			SESSO O MOCITIVE



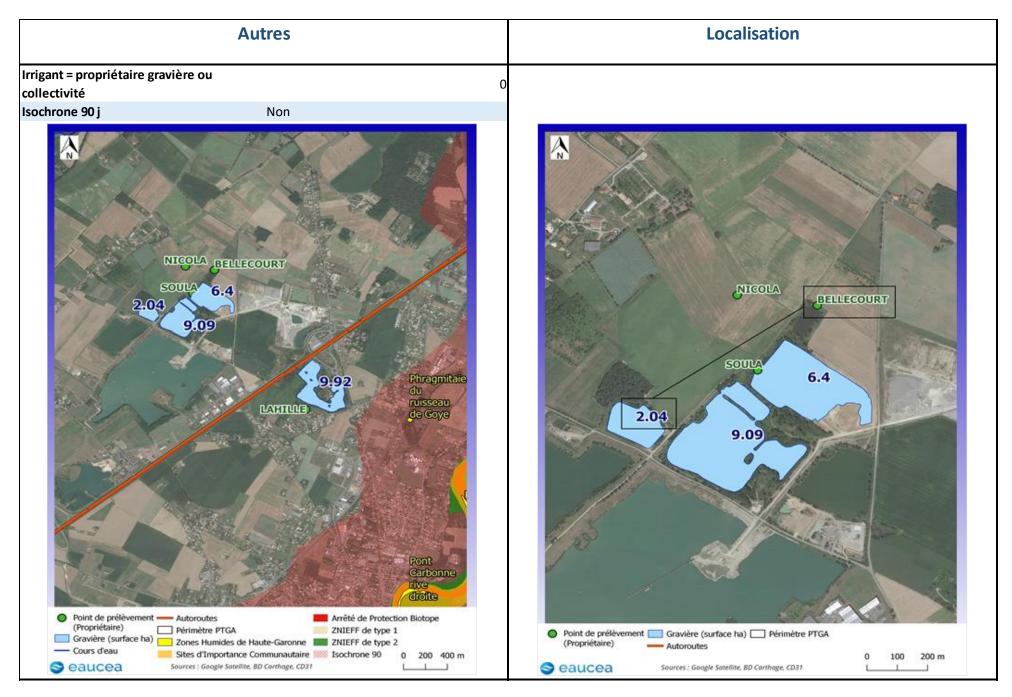
Point de p	rélèvement	Gravière	
ougc	CA31	ID BD Carthage	SURF_EAU000000073054934
Département	31	Surface (ha)	9.1
Périmètre élémentaire	65	Volume mobilisable pour 1 m de rabattement (m³)	91 000
Nature de ressource	Eaux souterraines	Rabattement nécessaire pour combler le volume consommé 2016-2018 (m)	0.2
Milieu prélevé national	PLAINE DE LA HAUTE GARONNE / BASSE	Zones naturelles protégées	0
Milieu OU	0	Projets d'aménagements prévus à	Analyse photographies aérienne
Nom de la ressource locale de prélèvement	Casier Garonne basse plaine 65	proximité	remblais en cours
Commune de prélèvement	PEYSSIES		311070000H0035 311070000H0037 311070000H0038 311070000H0039
Demandeur complet	NICOLA Francis		
Statut juridique	EARL EARL NICOLA 26 500		311070000H0039 311070000H0040
Raison sociale			311070000H0040 311070000H0041
Volume autorisé étiage 2019 (m³)			311070000H0041 311070000H0042
Volume consommé étiage 2016-2018 (m³)	21 061		311070000H0042 311070000H0043
Volume autorisé hors étiage 2019 (m³)	7 500	ID_Parcelle	311070000H0044
N°ouvrage DDT	OU001-OUV-65-0220		311070000H0045
N°ouvrage OU	0		311070000H0045 311070000H0046
N° point DDT	OU001-PPT-65-0220		311070000H0048 311070000H0049 311070000H0050 311070000H0051
N° point OU 322		Propriétaire	COM COMMUNE DE CARBONNE MAIRIE DE CARBONNE PL JULES FERRY 31390 CARBONNE
Coordonnées X (L93)			
Coordonnées Y (L93)			



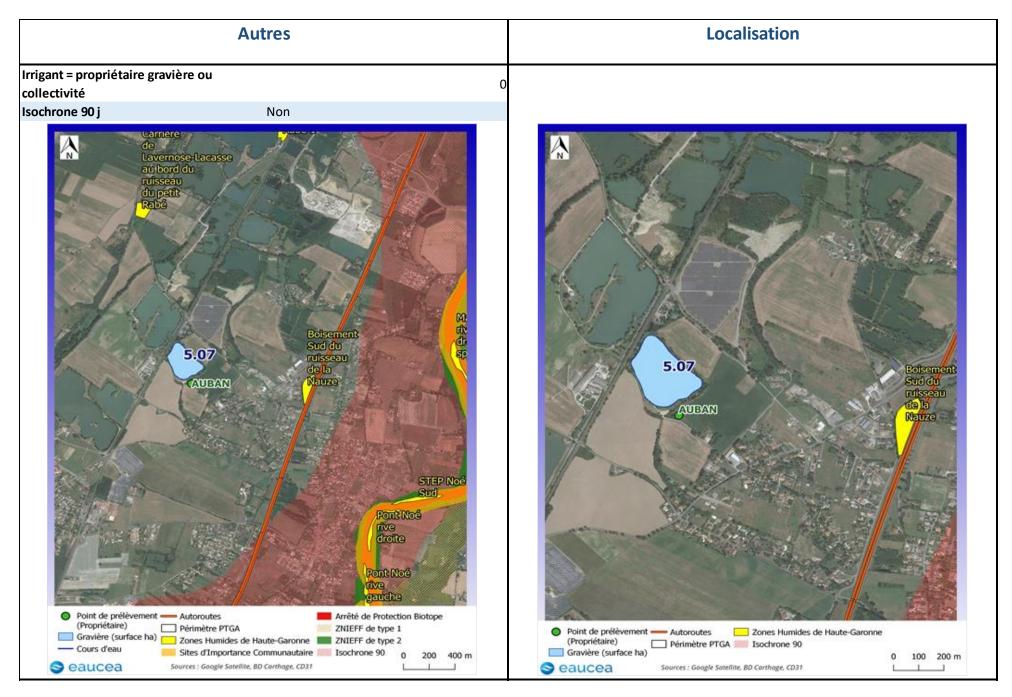
Point de p	prélèvement	Gravière		
ougc	CA31 ID BD Carthage		SURF_EAU000000073054939	
Département	31	Surface (ha)	2.0	
Périmètre élémentaire	65	Volume mobilisable pour 1 m de rabattement (m³)	20 000	
Nature de ressource	Eaux souterraines	Rabattement nécessaire pour combler le volume consommé 2016-2018 (m)	1.1	
Milieu prélevé national	PLAINE DE LA HAUTE GARONNE / BASSE	Zones naturelles protégées	0	
Milieu OU	0	Projets d'aménagements prévus à	Analyse photographies aérienne	
Nom de la ressource locale de prélèvement	t Casier Garonne basse plaine 65	proximité	remblais en cours	
Commune de prélèvement	PEYSSIES			
Demandeur complet	NICOLA Francis			
Statut juridique	EARL		314160000A0112 314160000A0113 314160000A0114 314160000A0368 314160000A0369	
Raison sociale	EARL NICOLA			
Volume autorisé étiage 2019 (m³)	26 500			
Volume consommé étiage 2016-2018 (m³)	21 061			
Volume autorisé hors étiage 2019 (m³)	7 500	ID_Parcelle		
N°ouvrage DDT	OU001-OUV-65-0220			
N°ouvrage OU	0			
N° point DDT	OU001-PPT-65-0220			
N° point OU	322	Propriétaire	COM COMMUNE DE PEYSSIES 31390 PEYSSIES	
Coordonnées X (L93)				
Coordonnées Y (L93)				



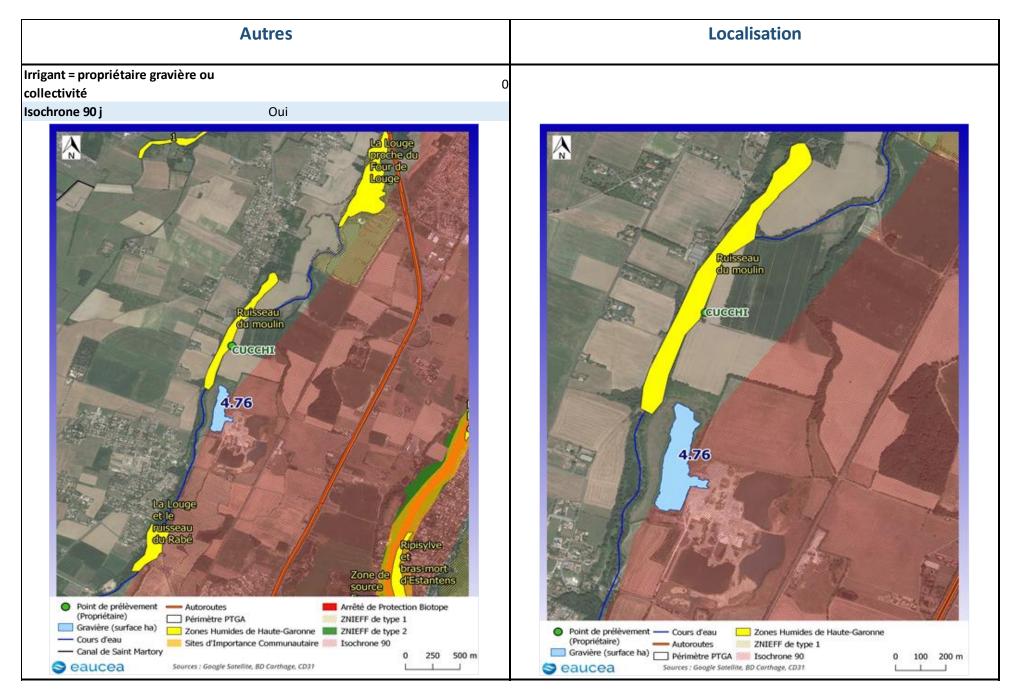
Point de p	prélèvement	Gravière		
ougc	CA31	ID BD Carthage	SURF_EAU000000073054939	
Département	31	Surface (ha)	2.0	
Périmètre élémentaire	65	Volume mobilisable pour 1 m de rabattement (m³)	20 000	
Nature de ressource	Eaux souterraines	Rabattement nécessaire pour combler le volume consommé 2016-2018 (m)	0.2	
Milieu prélevé national	PLAINE DE LA HAUTE GARONNE / BASSE	Zones naturelles protégées	0	
Milieu OU	garonne-ariège	Projets d'aménagements prévus à		
Nom de la ressource locale de prélèvement	Casier Garonne basse plaine 65	proximité	A priori non	
Commune de prélèvement	CARBONNE			
Demandeur complet	BELLECOURT Gérard			
Statut juridique	INC		314160000A0112 314160000A0113 314160000A0114 314160000A0368	
Raison sociale	0			
Volume autorisé étiage 2019 (m³)	29 000			
Volume consommé étiage 2016-2018 (m³)	4 153			
Volume autorisé hors étiage 2019 (m³)	0.00	ID_Parcelle		
N°ouvrage DDT	OU001-OUV-65-0021			
N°ouvrage OU	0		314160000A0369	
N° point DDT	OU001-PPT-65-0021			
N° point OU	66	Propriétaire	COM COMMUNE DE PEYSSIES 31390 PEYSSIES	
Coordonnées X (L93)				
Coordonnées Y (L93)				



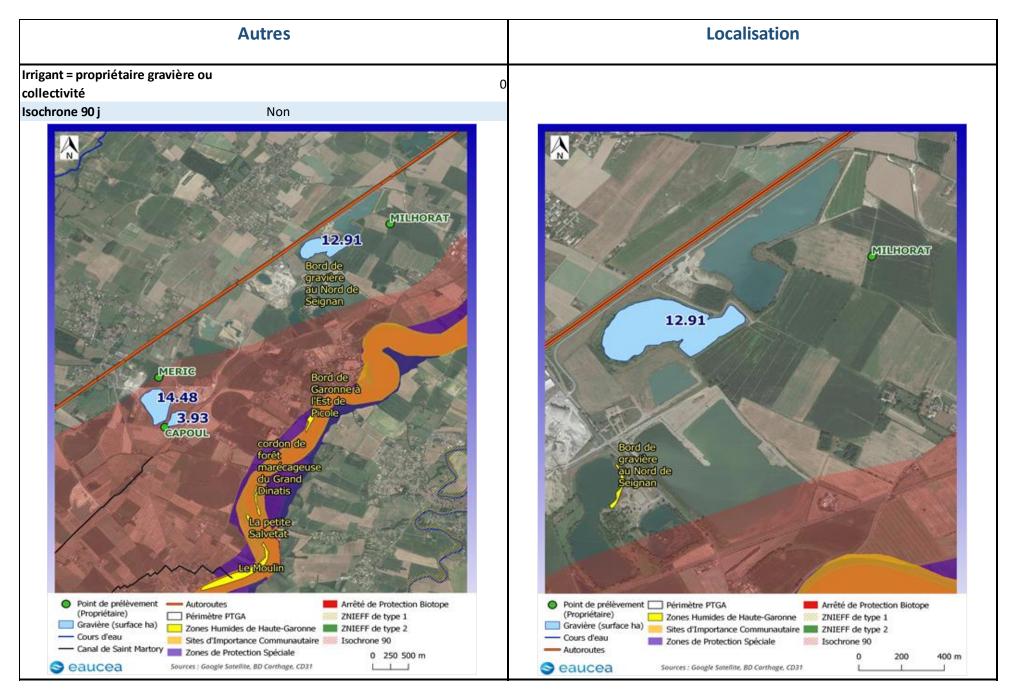
Point de p	rélèvement	Gravière	
ougc	CA31	ID BD Carthage	SURF_EAU000000073054435
Département	31	Surface (ha)	5.1
Périmètre élémentaire	65	Volume mobilisable pour 1 m de rabattement (m³)	51 000
Nature de ressource	Eaux souterraines	Rabattement nécessaire pour combler le volume consommé 2016-2018 (m)	0.7
Milieu prélevé national	PLAINE DE LA HAUTE GARONNE / BASSE	Zones naturelles protégées	0
Milieu OU	garonne-ariège	Projets d'aménagements prévus à	
Nom de la ressource locale de prélèvement	: Casier Garonne basse plaine 65	proximité	A priori non
Commune de prélèvement	LONGAGES		312870000E0639 312870000E0640
Demandeur complet	AUBAN Sacha INC 0 40 000		312870000E0040 312870000E0641
Statut juridique			312870000E0041 312870000E0642
Raison sociale			312870000E0042 312870000E0643
Volume autorisé étiage 2019 (m³)			312870000E0644
Volume consommé étiage 2016-2018 (m³)	36 232		312870000E0645
Volume autorisé hors étiage 2019 (m³)	0.00	ID_Parcelle	312870000E0646
N°ouvrage DDT	OU001-OUV-65-0004		312870000E0647
N°ouvrage OU	0		312870000E0648
N° point DDT	OU001-PPT-65-0004		312870000E0649 312870000E0650 312870000E0651 312870000E0652
N° point OU	point OU 22		SCI CATHARE CHE DES MOLES 31120 PINSAGUEL
Coordonnées X (L93) Coordonnées Y (L93)			



Point de prélèvement		Gravière	
ougc	SMEA	ID BD Carthage	SURF_EAU0000000339943200
Département	31	Surface (ha)	4.8
Périmètre élémentaire	230	Volume mobilisable pour 1 m de rabattement (m³)	48 000
Nature de ressource	ES/NA	Rabattement nécessaire pour combler le volume consommé 2016-2018 (m)	0.6
Milieu prélevé national	Louge	Zones naturelles protégées	0
Milieu OU	Louge	Projets d'aménagements prévus à	Fait partie du plan de remise en état
Nom de la ressource locale de prélèvement	: Louge aval 230	proximité	de BGO - projet de plantation en limite nord du Lac
Commune de prélèvement	MURET		314860000A0255 314860000A0256
Demandeur complet	CUCCHI Laurent		31486000A0257
Statut juridique	SCEA		314860000A0302
Raison sociale	SCEA Ferr? le neuf		314860000A0303
Volume autorisé étiage 2019 (m³)	30 000		314860000A0712
Volume consommé étiage 2016-2018 (m³)	27 760		314860000A0713
Volume autorisé hors étiage 2019 (m³)	0.00	ID_Parcelle	314860000A0714
N°ouvrage DDT	OU011-OUV-230-0189		314860000A0715
N°ouvrage OU	OU011-OUV-1750		314860000A0716
N° point DDT	OU011-PPT-230-0190		314860000A0717 314860000A0718 314860000A0719 314860000A0721
N° point OU	OU011-PPT-0281	Propriétaire	9 VOIE ROMAINE 31410 ST HILAIRE SENGES/NICOLE
Coordonnées X (L93)			8 AV DES TILLEULS
Coordonnées Y (L93)			31500 TOULOUSE



Point de p	orélèvement	Gravière		
ougc	CA31	ID BD Carthage	SURF_EAU0000000317075496	
Département	31	Surface (ha)	12.9	
Périmètre élémentaire	65	Volume mobilisable pour 1 m de rabattement (m³)	129 000	
Nature de ressource	Eaux souterraines	Rabattement nécessaire pour combler le volume consommé 2016-2018 (m)	0.3	
Milieu prélevé national	PLAINE DE LA HAUTE GARONNE / BASSE	Zones naturelles protégées	0	
Milieu OU	garonne-ariège	Projets d'aménagements prévus à	Projet d'extension CEMEX+ RAZEL à	
Nom de la ressource locale de prélèvemen	t Casier Garonne basse plaine 65	proximité	proximité mais pas sur la gravière sélectionnée	
Commune de prélèvement	CARBONNE			
Demandeur complet	MILHORAT Eric			
Statut juridique	EARL EARL DE LAVERAN 60 000			
Raison sociale		312610000C0250		
Volume autorisé étiage 2019 (m³)			312610000C0253	
Volume consommé étiage 2016-2018 (m³)	42 287		312610000C0254	
Volume autorisé hors étiage 2019 (m³)	0.00	ID_Parcelle	312610000C0255	
N°ouvrage DDT	OU001-OUV-65-0211		312610000C0274	
N°ouvrage OU	0		312610000C0555	
N° point DDT	OU001-PPT-65-0211		312610000C0879	
N° point OU 406		Propriétaire	DUCLER/MARCEL LA VIEILLE ROUTE ARTIGUES AV JEAN MERMOZ 32300 MIRANDE	
Coordonnées X (L93)			DUCLER/LOUIS	
Coordonnées Y (L93)			AU VILLAGE	



Annexe 3 : Diagnostic écologique du lac de Barbis

Annexe 4 : Bordereau de l'analyse du 25/02/2021

Annexe 5 : Tableau détaillé du suivi des incidents durant l'expérimentation

Tableau de suivi des incidents						
Dates et heure de l'incident	Installation : Mr Soula / Mr Bellecourt	type de détection de l'incident	date de heure de l'intervention DSL	Cause de l'incident	Moyens mis en œuvre pour le rétablissement	Date et heure du rétabilssement
Le 13/06/21 à 9h26	Mr Bellecourt	Texto de Mr Bellecourt	13/06/21 à 10h30	Disjonction de la pompe de Mr Bellecourt, disjonction causé par la surintensité sur les prises de la pompe, la forte chaleur + l'intensité nominale de la prise étant atteinte, celle-ci à fondu	remplacement des prises par un câblage direct sur l'armoire de demarrage de la pompe et suppression d'un autre prise remplacé par une boite de jonction étanche type résine	le 13/06/21 à 11h00
Le 13/06/21 à 11h00	Mr Bellecourt	Vu sur site lors de l'intervention	13/06/21 à 10h30	Fuite sur un de tuyaux de refoulement situé sur l'eau, le tuyaux s'est percé	Remplacement du tuyaux de refoulement percé par un autre	le 13/06/21 à 17h30
le 18/06/21 à 20h50	Mr SOULA	Texto de Mr SOULA : Nb: Mr Soula à appeler sur l'astreinte mais le transfert d'appel n'avais pas été fait,	18/06/21 à 21h30	Lors de la visite hebdomadaire, le groupe électrogène de Mr Soula n'avait pas été remis en position automatqiue, Lors de la demmande de demarrage par Mr Soula, celui-ci n'a pas demarrer,	Passage du groupe électrogène en position "AUTO", demarrage de l'installation pour le compte de Mr SOULA (8h d'arrosage)	Le 13/06/21 à 22h15
Le 20/06/21 à 17h00	Mr Bellecourt	Télésurveillance	20/06/21 à 17h30	Micro-coupure EDF lors d'un orage ce qui a stopé de cycle d'arrosage de Mr Bellecourt	Vérification de l'installation, après concertation avec Mr Bellecourt, l'installation n'a pas été remis en route car beaucoup de pluie	le 20/06/21 à 17h45
Le 10/07/21 à 01h00	Mr Bellecourt	Télésurveillance	10/07/21 à 2h30	Arrêt du cycle d'arrosage de Mr Bellecourt pour cause basse pression (arrêt normal) : temps de pompage anormal	Aucun défaut présent sur l'installation DSL	10/07/21 à 2h45
Le 11/07/21 à 10h00	Mr Bellecourt	Télésurveillance	11/07/21 à 10h30	Arrêt du cycle d'arrosage de Mr Bellecourt pour cause basse pression (arrêt normal) : demarrage et arrêt en suivant, temps de fonctionnement anormal	Suite à concertation avec Mr Bellecourt, l'arret de l'installation était causé par un défaut de régulation sur l'enrouleur de Mr Bellecourt, et non sur l'installation de pompage provisoir	11/07/21 à 11h00
le 12/08/21 à 16h300	Mr Bellecourt	Télésurveillance	Pas d'intervention	Surchauffe du groupe électrogène suitte aux fortes températures	Rédemarrage du groupe par Mr Bellecourt	12/08/21 à 19h00
le 13/08/21 dans la nuit	Mr Bellecourt / Mr SOULA	Appel de Mr Bellecourt le 13/08/21 à 8h15	13/08/21 à 10h30	dégradation volontaire des installations provisoires de pompage, 14 trous percés volontairement à la perceuse dans les canalisations de refoulement	Intervention de DSL pour réalisation de soudure sur les trous,	13/08/21 à 12h15

Expérimentation sur la réduction de l'impact de l'irrigation pendant la période d'étiage par prélèvement de substitution dans les anciennes gravières