

Plan d'eau Sud à Chevenon (CP268 – 13/08/2020)

Indicateurs expérimentaux – analyse phytosociologique

Habitats spermaphytes dominants

<p>herbiers vivaces enracinés dulçaquicoles des eaux courantes peu profondes</p>	<p>pelouses amphibies exondables vivaces oligotrophiles psychrophiles laurasiennes</p>	<p>tonsure hydrophiles inondables</p> <p>thermophiles</p> <p>subméditerranéennes</p> <p>mésotrophiles</p>
	<p>friches annuelles hygrophiles eutrophiles pionnières vasicoles</p>	<p>herbiers annuels enracinés dulçaquicoles européens pionniers d'eaux profondes</p>
<p>herbiers vivaces enracinés dulçaquicoles européens</p>	<p>roselières et grandes cariçaies eurasiatiques</p>	

Plan d'eau Sud à Chevenon (CP268 – 13/08/2020)

Espèces à statut

Espèce	Liste rouge européenne	Liste rouge mondiale	Liste rouge nationale	Liste rouge régionale	Neozoa Neophyte
<i>Elodea canadensis</i>	-	LC	-	-	Invasive
<i>Iris pseudacorus</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Leptodictyum riparium</i>	LC	-	-	-	-
<i>Potamogeton lucens</i>	LC	LC	LC	VU	-

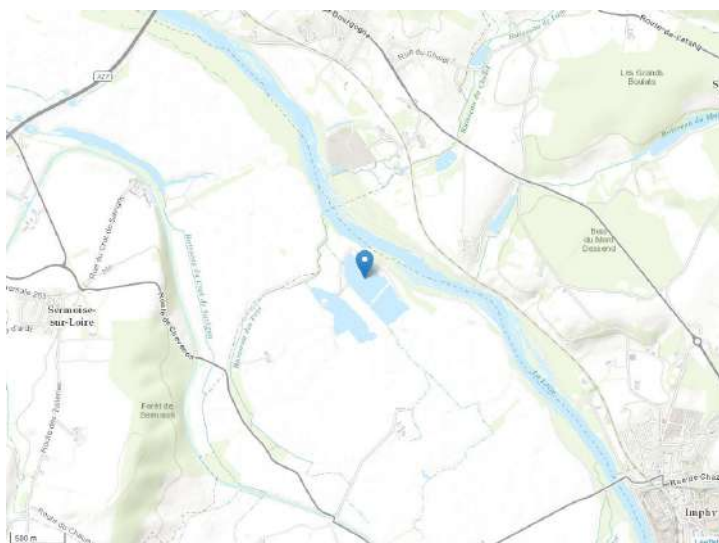
EX = éteinte au niveau mondial, RE = disparue au niveau national, CR = en danger critique, EN = en danger, VU = vulnérable, NT = quasi menacée, LC = préoccupation mineure, DD : données insuffisantes, NA = non applicable (introduite ou occasionnelle), NE = non évaluée

Plan d'eau Nord à Chevenon (CP267 – 12/08/2020)

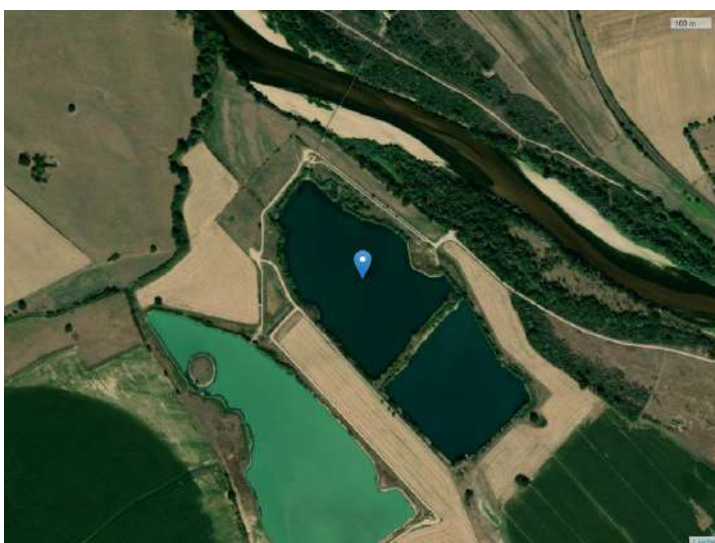
Caractéristiques générales de la station

Sylvo-écoregion	Bourbonnais et Charolais	Surface estimée (dont zone tourbeuse, m²)	96653	Indice de complexité morphologique (/1)	0.28
X (RGF 93, en m)	716913	Surface estimée (hors zone tourbeuse, m²)	96653	% de rives à pentes > 50 %	25-50
Y (RGF 93, en m)	6650350	Ombrage (%)	0%	Environnement forestier sur 50m (%)	0%
Altitude (m)	174	Profondeur moyenne (m)	5	Pression de pâturage (betail & ragondins)	Nulle
Hydrologie apparente	Alluvial	Profondeur maximale (m)	5.9	Colmatage	Nul ou faible

Localisation générale du site



Vue détaillée du site



Photographie du site



Plan d'eau Nord à Chevenon (CP267 – 12/08/2020)

Données relatives à l'essai

Date d'échantillonnage	12/08/2020	Accessibilité du site facilités de prélèvement	Facile	Opérateur laboratoire invertébrés	Pierre OLIVIER
Heure de début	14:09	Nécessité d'une embarcation	motorisée électrique	Date d'analyse invertébrés	29/10/2020
Heure de fin	17:14	Type de mise à l'eau	Non stabilisée	Opérateur laboratoire macrophytes	Frédéric LABAT (CF)
Opérateurs terrain	Frédéric LABAT (CF) Jérémy AUBOIN (CF)	Coordonnées RGF93 mise à l'eau (X, Y, en mètres)	722954 6643232	Date d'identification laboratoire macrophytes	17/08/2020

SG = Agence Sud-Ouest, CF = Agence Centre, FE = Agence Ouest, NY = Agence Sud-Est, BE = Agence Nord-Est

Observations diverses

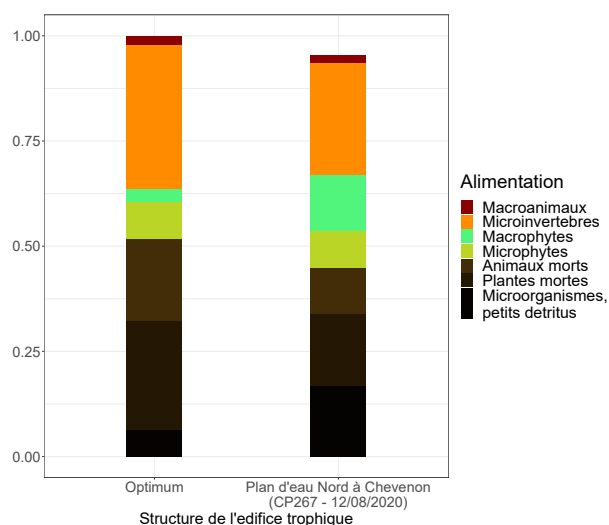
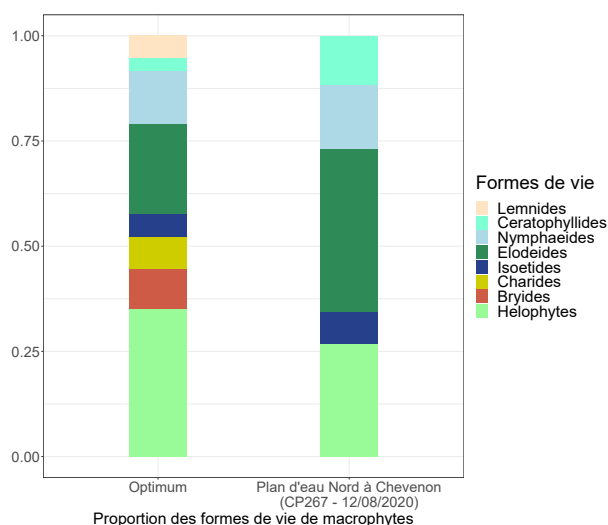
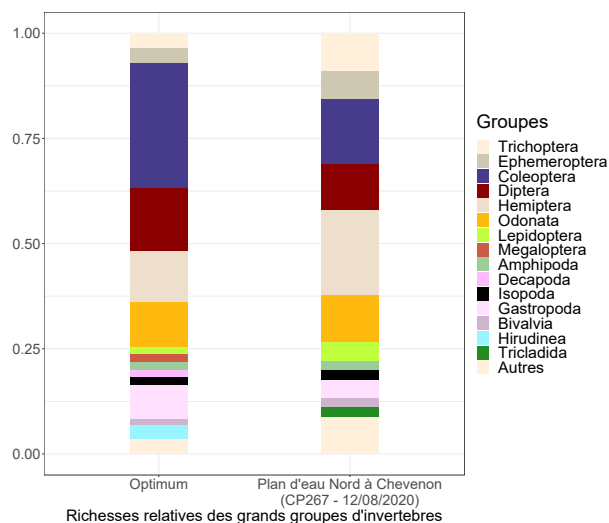
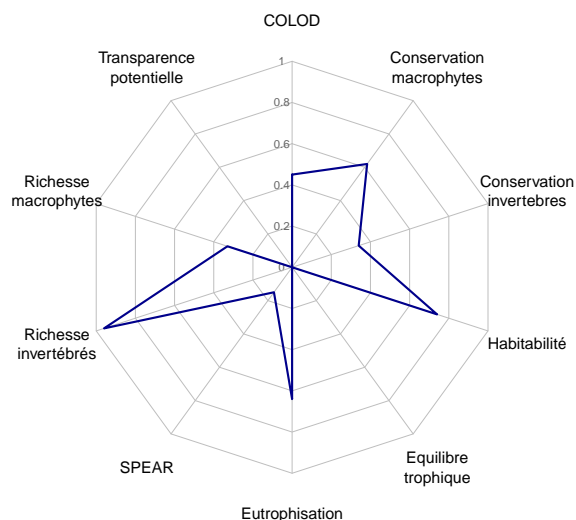
Vieilles coquilles de *Anodonta cygnaea*

Dérogation	-	Poissons observés	Carpe Cyprinidés Perche soleil Poisson chat	Odonates observés	Erythromma najas
Non conformité	-	Ecrevisses observées	Orconectes limosus	Amphibiens observés	Grenouille verte l.s.

Tableau d'échantillonnage invertébrés

Habitat	Recouvrement de l'habitat (%)	Superficie échantillonnée (m ²)
Substrat minéral fin et grossier, talus terreux	99.00	0.15
Hydrophytes à feuilles peu ou pas découpées	6.00	1.00
Hydrophytes à feuilles filiformes ou lasciniées et characées	5.00	1.00
Interface eau-terre : hydrophytes à feuilles peu ou pas découpées	0.50	1.00
Interface eau-terre : hélrophytes à feuilles filiformes non traçantes	0.01	1.00
Racines	0.01	1.00
Pierres ou blocs	0.01	0.15

Plan d'eau Nord à Chevenon (CP267 – 12/08/2020)



Métriques et indice multimétrique BECOME

BECOME	Richesse macrophytes	Richesse invertébrés	Conservation macrophytes	Conservation invertébrés	COLOD	Equilibre trophique	Habitabilité	Transparence potentielle	SPEAR	Eutrophisation
0.4	0.33	0.96	0.62	0.34	0.45	0	0.74	0	0.15	0.64

Typologie dynamique et richesses brutes

typologie	niveau trophique attendu	niveau trophique (macrophytes)	richesse faunistique (brute)	richesse floristique (brute)
siliceux_3	Mesotrophe	Eutrophe	45	31

Interprétations

Le plan d'eau nord présente un potentiel écologique moyen (indice BECOME=0,40). Malgré une eutrophisation d'origine anthropique faible, ce plan d'eau présente un fort dysfonctionnement trophique. Le peuplement macroinvertébrés n'est ni en capacité à recycler efficacement la matière organique bio-disponible, ni en capacité à exporter suffisamment de matière organique hors du plan d'eau (via les invertébrés aux imagos non aquatiques). Le peuplement piscicole a un impact négatif modéré sur les invertébrés aquatiques (métrique COLOD moyenne). La richesse macrophytique est médiocre mais l'habitabilité est bonne (diversité des formes de vie des macrophytes importante) ce qui permet le développement de nombreuses espèces d'invertébrés.

Plan d'eau Nord à Chevenon (CP267 – 12/08/2020)

Liste floristique standardisée

Embranchement	Ordre	Famille	Taxon	Recouvrements*		
Charophyta	Alismatales	Alismataceae	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	1		
		Hydrocharitaceae	<i>Najas marina</i>	3		
		Potamogetonaceae	<i>Potamogeton nodosus</i>	3		
	Asterales	Asteraceae	<i>Zannichellia palustris</i>	1		
			<i>Bidens cernua</i>	1		
			<i>Bidens connata</i>	1		
			<i>Bidens frondosa</i>	1		
			<i>Rorippa palustris</i>	1		
	Brassicales	Brassicaceae	<i>Rorippa sylvestris</i>	1		
			<i>Persicaria maculosa</i>	1		
	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Persicaria maculosa</i>	1		
	Ceratophyllales	Ceratophyllaceae	<i>Ceratophyllum demersum</i>	2		
			<i>Lycopus europaeus</i>	1		
	Lamiales	Lamiaceae	<i>Mentha arvensis</i>	1		
			<i>Scutellaria galericulata</i>	1		
			<i>Lindernia dubia</i>	1		
			<i>Plantaginaceae</i>	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	1	
			Myrtales	Lythraceae	<i>Lythrum salicaria</i>	1
					Poales	Cyperaceae
			<i>Cyperus eragrostis</i>	1		
			<i>Cyperus flavescens</i>	1		
			<i>Eleocharis acicularis</i>	1		
			<i>Eleocharis palustris</i>	2		
	<i>Juncus articulatus</i>	1				
	<i>Juncus effusus</i>	1				
	<i>Juncus tenageia</i>	1				
	Ranunculales	Ranunculaceae	<i>Leersia oryzoides</i>	2		
			<i>Phragmites australis</i>	1		
			<i>Ranunculus sceleratus</i>	1		
	Saxifragales	Haloragaceae	<i>Ranunculus tripartitus</i>	2		
<i>Myriophyllum spicatum</i>			2			
Solanales	Solanaceae	<i>Solanum dulcamara</i>	1			

* 1 = quelques pieds, 2 = quelques petits herbiers, 3 = petits herbiers assez fréquents, 4 = grands herbiers discontinus, 5 = herbiers continus

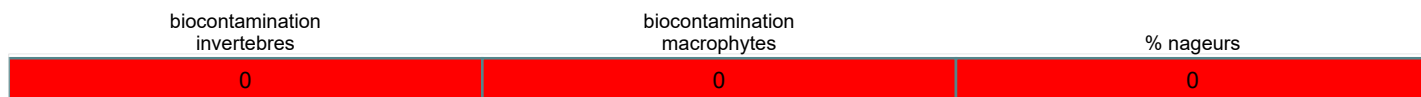
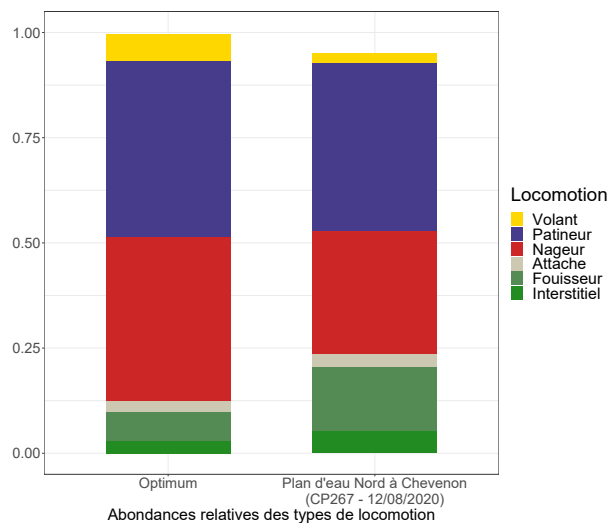
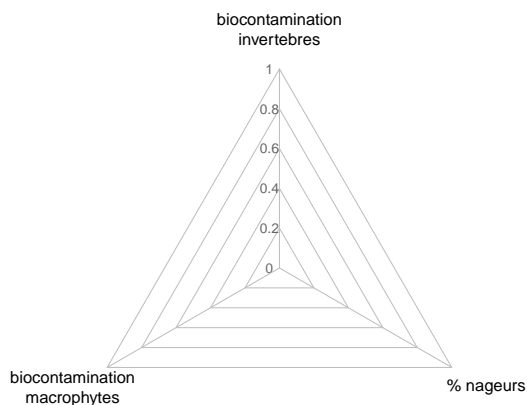
Plan d'eau Sud à Chevenon (CP268 – 13/08/2020)

Liste faunistique standardisée

Embranchement	Ordre	Famille	Taxon	Abondance (ind./m ²)	
Arthropoda	Trichoptera	Ecnomidae	<i>Ecnomus</i>	6.6522	
		Hydroptilidae	<i>Orthotrichia</i>	0.0009	
		Leptoceridae	<i>Leptocerus</i>	0.1771	
	Ephemeroptera	Limnephilidae	<i>Anabolia</i>	0.0020	
		Baetidae	<i>Cloeon</i>	8.4510	
		Caenidae	<i>Caenis</i>	125.4709	
		Ephemeridae	<i>Ephemera</i>	13.2000	
		Curculionidae	<i>Bagous</i>	0.0600	
	Coleoptera	Dryopidae	<i>Dryops</i>	0.0102	
		Halplidae	<i>Peltodytes</i>	0.0100	
		Hydraenidae	<i>Ochthebius</i>	0.0001	
		Hydrochidae	<i>Hydrochus</i>	0.0001	
		Hydrophilidae	<i>Anacaena</i>	0.0600	
			<i>Helochaers</i>	0.0652	
			<i>Ceratopogonidae</i>	1.9315	
	Diptera	Ceratopogonidae	<i>Ceratopogonidae</i>	1.9315	
		Chironomidae	<i>Chironomidae</i> excl. <i>Tanypodinae</i>	77.8973	
	Hemiptera		<i>Tanypodinae</i>	0.0465	
			Culicidae	<i>Culicidae</i>	0.1571
			Stratiomyidae	<i>Stratiomyidae</i>	0.0102
			Corixidae	<i>Corixinae</i>	0.0500
				<i>Micronecta</i>	67.7499
			Gerridae	<i>Gerris</i>	0.1700
			Hydrometridae	<i>Hydrometra</i>	0.0001
			Mesoveliidae	<i>Mesovelia</i>	0.0001
			Naucoridae	<i>Ilyocoris cimicoides</i>	0.0253
				<i>Naucoris maculatus</i>	0.0153
		Pleidae	<i>Plea minutissima</i>	0.1302	
		Veliidae	<i>Velia</i>	0.0254	
Odonata	Coenagrionidae	<i>Erythromma</i>	1.0276		
		<i>Ischnura</i>	1.1174		
	Platycnemididae	<i>Platycnemis</i>	0.0017		
	Aeshnidae	<i>Anax</i>	0.3952		
	Libellulidae	<i>Sympetrum</i>	0.3770		
	Crambidae	<i>Elophila</i>	0.0050		
Amphipoda		<i>Parapoynx</i>	0.0002		
	Crangonyctidae	<i>Crangonyx pseudogracilis</i>	0.0063		
	Isopoda	<i>Proasellus</i>	0.0038		
Mollusca	Mysida	<i>Mysidae</i>	6.9557		
	Trombidiformes	NA	<i>Hydracarina</i>	P	
Mollusca	Hygrophila	Physidae	<i>Physella</i>	0.1563	
		Planorbidae	<i>Menetus dilatatus</i>	0.0018	
	Venerida	Corbiculidae	<i>Corbicula</i>	924.0000	
Annelida	NA	NA	<i>Oligochaeta</i>	P	
Nemertea		Tetrastemmatidae	<i>Prostoma</i>	0.0007	
Platyhelmintha	Tricladida	Dugesidae	<i>Dugesia</i>	6.6198	

Plan d'eau Nord à Chevenon (CP267 – 12/08/2020)

Indicateurs complémentaires



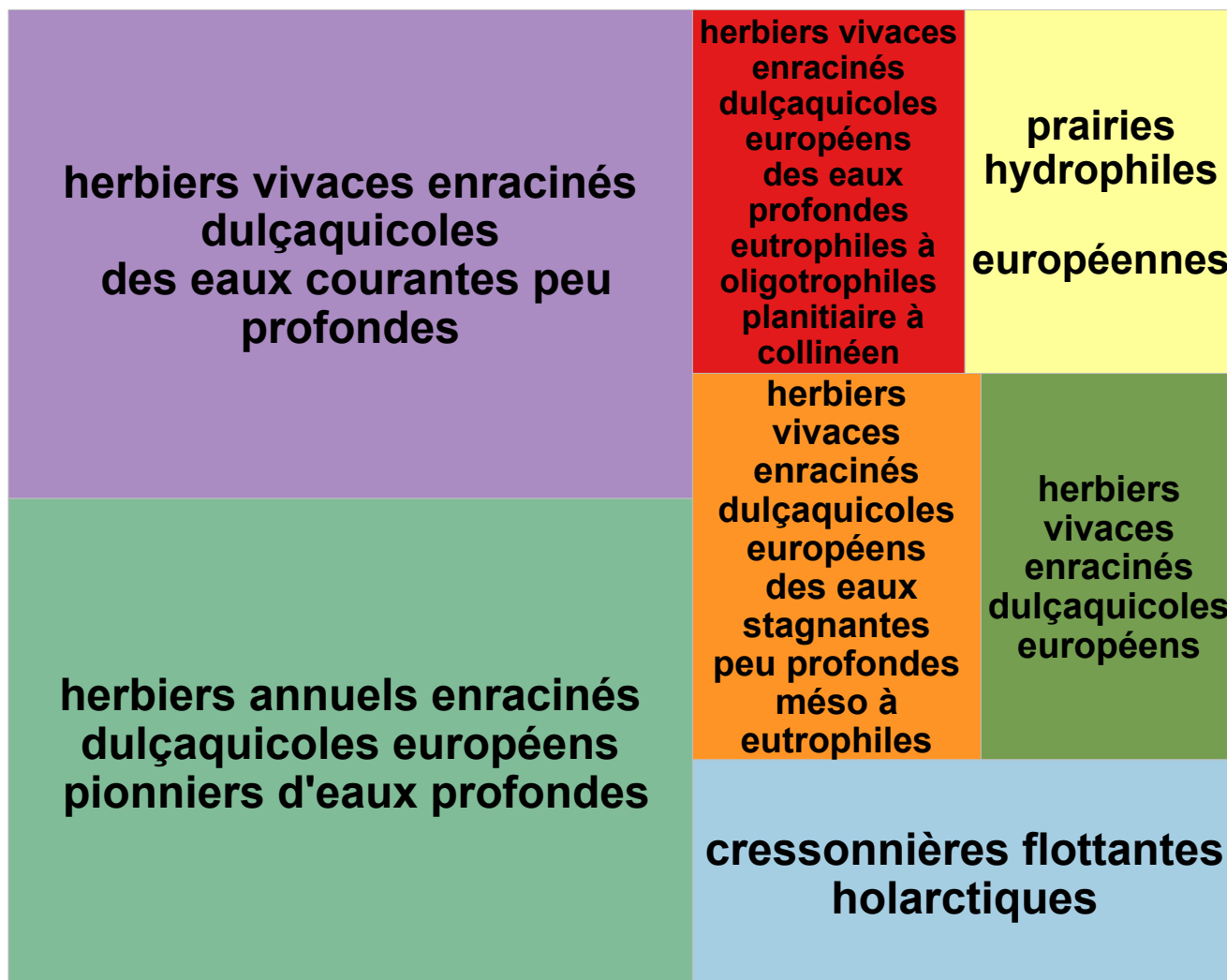
Interprétations complémentaires

Le plan d'eau nord est aussi marqué par de forts déséquilibres dus à la contamination par des espèces invasives (toutes les métriques complémentaires à 0). Les Corbicules ont fortement colonisé le milieu et la macrophyte *Bidens frondosa* est la seule espèce invasive inventoriée sur ce plan d'eau. Cette dernière représente un faible recouvrement du site. La métrique % de nageurs montre un écart très important avec la composition du peuplement invertébrés attendu. Cette altération peut s'expliquer par une prédation par les poissons très importante et/ou des altérations morphologiques.

Plan d'eau Nord à Chevenon (CP267 – 12/08/2020)

Indicateurs expérimentaux – analyse phytosociologique

Habitats spermaphytes dominants



Plan d'eau Nord à Chevenon (CP267 – 12/08/2020)

Espèces à statut

Espèce	Liste rouge européenne	Liste rouge mondiale	Liste rouge nationale	Liste rouge régionale	Neozoa Neophyte
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Bidens connata</i>	-	-	-	-	Introduite
<i>Bidens frondosa</i>	-	LC	-	-	Invasive
<i>Carex hirta</i>	-	-	LC	LC	-
<i>Ceratophyllum demersum</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Crangonyx pseudogracilis</i>	-	-	-	-	Introduite
<i>Cyperus flavescens</i>	LC	LC	LC	EN	-
<i>Eleocharis palustris</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Juncus articulatus</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Juncus tenageia</i>	LC	LC	LC	EN	-
<i>Leersia oryzoides</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Menetius dilatatus</i>	-	-	-	-	Introduite
<i>Persicaria maculosa</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Phragmites australis</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Ranunculus sceleratus</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Ranunculus tripartitus</i>	LC	-	LC	CR*	-
<i>Rorippa palustris</i>	LC	-	LC	LC	-
<i>Rorippa sylvestris</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Solanum dulcamara</i>	LC	-	LC	LC	-
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Zannichellia palustris</i>	LC	LC	EN	LC	-

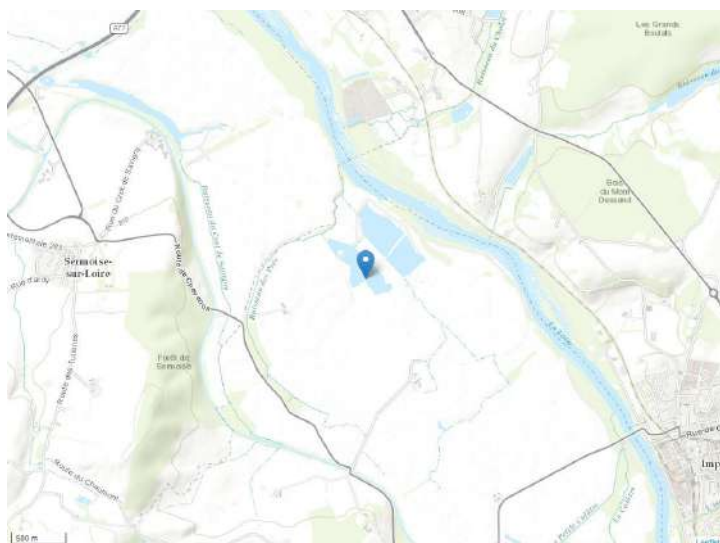
EX = éteinte au niveau mondial, RE = disparue au niveau national, CR = en danger critique, EN = en danger, VU = vulnérable, NT = quasi menacée, LC = préoccupation mineure, DD : données insuffisantes, NA = non applicable (introduite ou occasionnelle), NE = non évaluée

Carrière d'exploitation à Chevenon (CP266 – 12/08/2020)

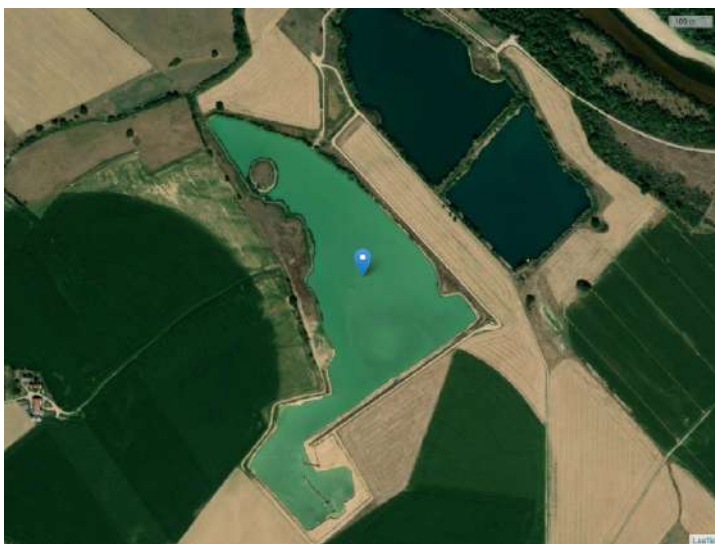
Caractéristiques générales de la station

Sylvo-écoregion	Bourbonnais et Charolais	Surface estimée (dont zone tourbeuse, m²)	167666	Indice de complexité morphologique (/1)	0.45
X (RGF 93, en m)	716775	Surface estimée (hors zone tourbeuse, m²)	167666	% de rives à pentes > 50 %	25-50
Y (RGF 93, en m)	6649914	Ombrage (%)	0%	Environnement forestier sur 50m (%)	0%
Altitude (m)	174	Profondeur moyenne (m)	3	Pression de pâturage (betail & ragondins)	Nulle
Hydrologie apparente	Alluvial	Profondeur maximale (m)	3.8	Colmatage	Nul ou faible

Localisation générale du site



Vue détaillée du site



Photographie du site



Carrière d'exploitation à Chevenon (CP266 – 12/08/2020)

Données relatives à l'essai

Date d'échantillonnage	12/08/2020	Accessibilité du site facilités de prélèvement	Facile	Opérateur laboratoire invertébrés	Mathieu COURTE (BE)
Heure de début	10:00	Nécessité d'une embarcation	motorisée électrique	Date d'analyse invertébrés	19/10/2020
Heure de fin	12:30	Type de mise à l'eau	Non stabilisée	Opérateur laboratoire macrophytes	Frédéric LABAT (CF)
Opérateurs terrain	Frédéric LABAT (CF) Jérémy AUBOIN (CF)	Coordonnées RGF93 mise à l'eau (X, Y, en mètres)	716666 6650209	Date d'identification laboratoire macrophytes	17/08/2020

SG = Agence Sud-Ouest, CF = Agence Centre, FE = Agence Ouest, NY = Agence Sud-Est, BE = Agence Nord-Est

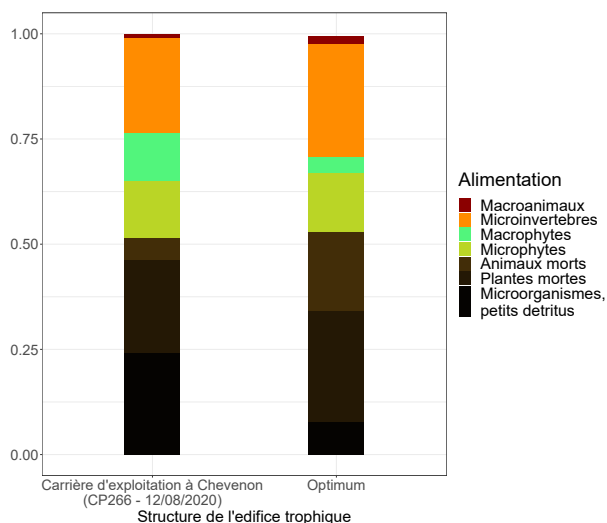
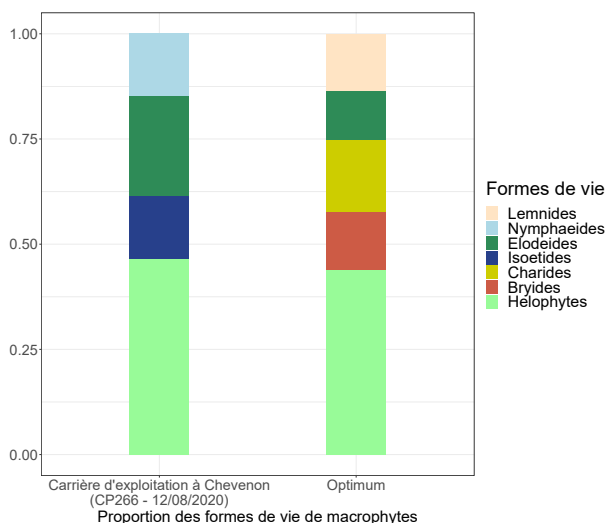
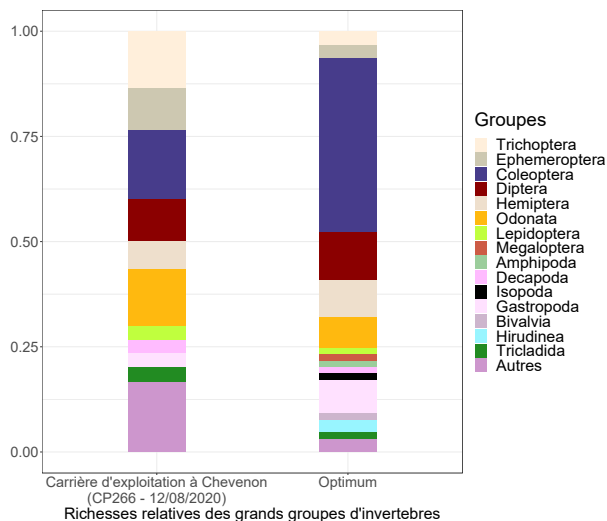
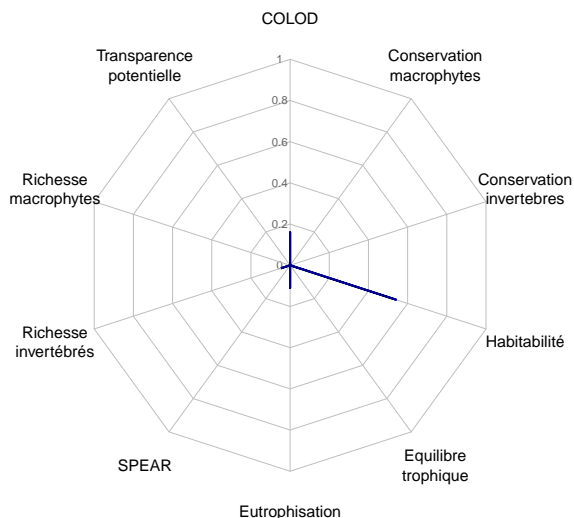
Observations diverses

Dérogation	-	Poissons observés	Carpe	Odonates observés	-
Non conformité	-	Ecrevisses observées	Pas d'écrevisse observée	Amphibiens observés	-

Tableau d'échantillonnage invertébrés

Habitat	Recouvrement de l'habitat (%)	Superficie échantillonnée (m²)
Substrat minéral fin et grossier, talus terreux	100.00	0.15
Racines	0.01	1.00
Interface eau-terre : hydrophytes à feuilles peu ou pas découpées	0.01	1.00
Hydrophytes à feuilles flottantes, hélrophytes à tiges épaisses	0.01	1.00

Carrière d'exploitation à Chevenon (CP266 – 12/08/2020)



Métriques et indice multimétrique BECOME

BECOME	Richesse macrophytes	Richesse invertébrés	Conservation macrophytes	Conservation invertébrés	COLOD	Equilibre trophique	Habitabilité	Transparence potentielle	SPEAR	Eutrophisation
0	0	0.05	0	0	0.16	0	0.54	0	0	0.11

Typologie dynamique et richesses brutes

typologie	niveau trophique attendu	niveau trophique (macrophytes)	richesse faunistique (brute)	richesse floristique (brute)
calcaire,mixte_3	Mesotrophe	Eutrophe	30	14

Interprétations

L'indice BECOME est à 0 sur la carrière en exploitation. Une forte eutrophisation d'origine anthropique est mise en évidence. Les métriques de transparence et d'équilibre trophique confirment un dysfonctionnement majeur. Cette carrière est en cours d'exploitation, les zones prospectées ont des berges abruptes et la végétation n'a pas encore eu le temps de les coloniser. De plus, la présence de taxons invasifs pénalise aussi ces métriques. La métrique habitabilité est moyenne en raison de la présence de macrophytes ayant des formes de vie légèrement diversifiées. Le peuplement invertébrés et macrophytique est ainsi peu diversifié et banalisé.

Carrière d'exploitation à Chevenon (CP266 – 12/08/2020)

Liste floristique standardisée

Embranchement	Ordre	Famille	Taxon	Recouvrements*
Charophyta	Alismatales	Hydrocharitaceae	<i>Najas marina</i>	2
		Potamogetonaceae	<i>Potamogeton nodosus</i>	2
	Asterales	Asteraceae	<i>Bidens cernua</i>	1
		Lamiales	Lamiaceae	<i>Lycopus europaeus</i>
			<i>Mentha arvensis</i>	2
			<i>Scutellaria galericulata</i>	1
			<i>Stachys palustris</i>	1
			<i>Lindernia dubia</i>	2
	Myrtales	Lythraceae	<i>Lythrum salicaria</i>	1
		Onagraceae	<i>Ludwigia grandiflora</i>	3
	Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus eragrostis</i>	1
			<i>Eleocharis acicularis</i>	2
		Juncaceae	<i>Juncus effusus</i>	3
	Saxifragales	Haloragaceae	<i>Myriophyllum spicatum</i>	1

* 1 = quelques pieds, 2 = quelques petits herbiers, 3 = petits herbiers assez fréquents, 4 = grands herbiers discontinus, 5 = herbiers continus

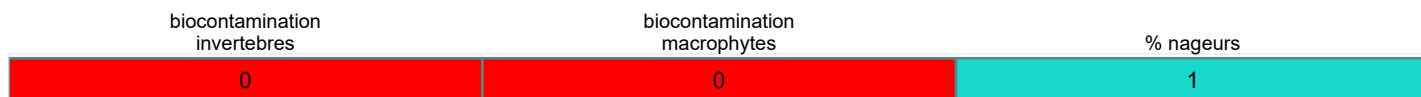
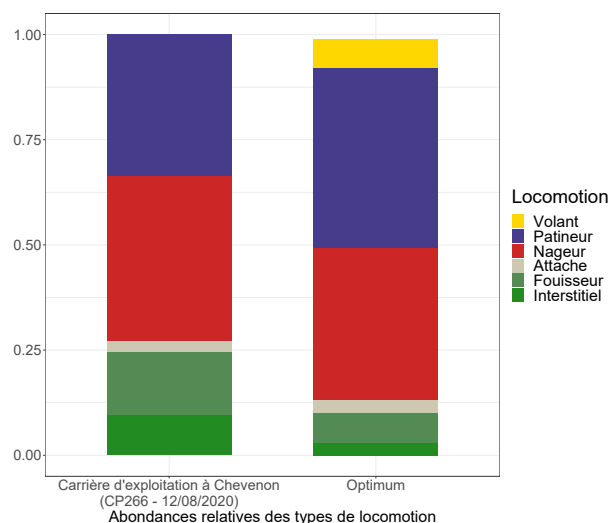
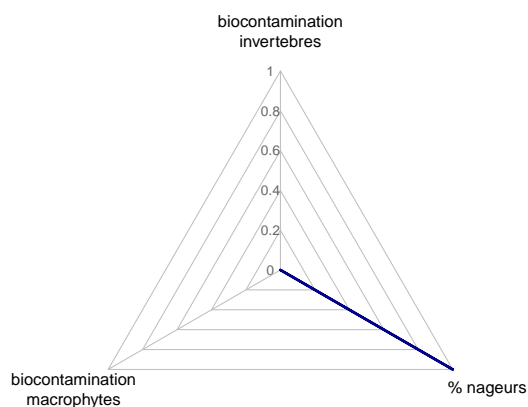
Plan d'eau Sud à Chevenon (CP268 – 13/08/2020)

Liste faunistique standardisée

Embranchement	Ordre	Famille	Taxon	Abondance (ind./m ²)	
Arthropoda	Trichoptera	Ecnomidae	<i>Ecnomus</i>	0.0006	
		Hydroptilidae	<i>Orthotrichia</i>	0.0015	
		Leptoceridae	<i>Athripsodes</i>	6.6667	
				<i>Mystacides</i>	0.0001
	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Cloeon</i>	0.0227	
		Caenidae	<i>Caenis</i>	13.3349	
		Ephemeridae	<i>Ephemera</i>	20.0000	
	Coleoptera	Elmidae	<i>Esolus</i>	0.0001	
			<i>Oulimnius</i>	0.0001	
		Hydrophilidae	<i>Helochaers</i>	0.0001	
			<i>Laccobius</i>	0.0001	
			Scirtidae	<i>Cyphon</i>	0.0001
	Diptera	Ceratopogonidae	<i>Ceratopogonidae</i>	0.0004	
		Chironomidae	<i>Chironomidae excl. Tanypodinae</i>	20.0273	
			<i>Tanypodinae</i>	0.0007	
	Hemiptera	Corixidae	<i>Micronecta</i>	53.3436	
		Gerridae	<i>Gerris</i>	0.0001	
	Odonata	Coenagrionidae	<i>Ceriagrion tenellum</i>	0.0007	
			<i>Erythromma</i>	0.0181	
			<i>Ischnura</i>	0.0272	
		Platycnemididae	<i>Platycnemis</i>	0.0008	
Lepidoptera		Crambidae	<i>Acentria ephemerella</i>	0.0009	
Decapoda	Atyidae	<i>Atyaephyra desmaresti</i>	0.0098		
	Mysida	<i>Limnomysis benedeni</i>	13.4516		
Trombidiformes	NA	<i>Hydracarina</i>	P		
Mollusca	Hygrophila	Physidae	<i>Physella</i>	0.0003	
Annelida	NA	NA	<i>Oligochaeta</i>	P	
Nemertea		Tetrastemmatidae	<i>Prostoma</i>	100.0002	
Platyhelmintha	Tricladida	Dugesidae	<i>Dugesia</i>	0.0012	
Bryozoa			<i>Bryozoa</i>	P	

Carrière d'exploitation à Chevenon (CP266 – 12/08/2020)

Indicateurs complémentaires



Interprétations complémentaires

Les métriques de biocontamination invertébrés et macrophytes sont nulles sur le site en cours d'exploitation en raison d'une forte présence d'espèces invasives. *Ludwigia grandiflora* (Jussie), espèce exotique envahissante dont l'introduction est interdite sur le territoire métropolitain (arrêté du 14 février 2018), a été observée dans des quantités non négligeables sur le plan d'eau. Elle est susceptible de fragiliser le fonctionnement global de l'écosystème. Le genre de bivalve *Corbicula* est aussi une espèce invasive présente sur le site pouvant provoquer des déséquilibres dans le milieu. Le % de nageurs indique une faible prédation par les poissons sur les invertébrés. Ceci s'explique par la présence du genre *Micronecta* qui vit à l'interface eau/terre et est peu sensible à la prédation.

Carrière d'exploitation à Chevenon (CP266 – 12/08/2020)

Indicateurs expérimentaux – analyse phytosociologique

Habitats spermaphytes dominants

<p>prés tourbeux médioeuropéens acidophiles atlantiques</p>	<p>tonsuers hydrophiles inondables thermophiles subméditerranéennes mésotrophiles</p>				
	<table border="1"> <tr> <td> <p>pelouses amphibies exondables vivaces</p> </td> <td> <p>prairies hydrophiles</p> </td> </tr> <tr> <td> <p>oligotrophiles psychrophiles laurasiennes</p> </td> <td> <p>médioeuropéennes psychrophiles</p> </td> </tr> </table>	<p>pelouses amphibies exondables vivaces</p>	<p>prairies hydrophiles</p>	<p>oligotrophiles psychrophiles laurasiennes</p>	<p>médioeuropéennes psychrophiles</p>
<p>pelouses amphibies exondables vivaces</p>	<p>prairies hydrophiles</p>				
<p>oligotrophiles psychrophiles laurasiennes</p>	<p>médioeuropéennes psychrophiles</p>				
<p>cressonnières flottantes holarctiques</p>	<table border="1"> <tr> <td> <p>herbiers annuels enracinés dulçaquicoles européens</p> </td> <td> <p>herbiers vivaces enracinés dulçaquicoles</p> </td> </tr> <tr> <td> <p>pionniers d'eaux profondes</p> </td> <td> <p>des eaux courantes peu profondes</p> </td> </tr> </table>	<p>herbiers annuels enracinés dulçaquicoles européens</p>	<p>herbiers vivaces enracinés dulçaquicoles</p>	<p>pionniers d'eaux profondes</p>	<p>des eaux courantes peu profondes</p>
<p>herbiers annuels enracinés dulçaquicoles européens</p>	<p>herbiers vivaces enracinés dulçaquicoles</p>				
<p>pionniers d'eaux profondes</p>	<p>des eaux courantes peu profondes</p>				

Carrière d'exploitation à Chevenon (CP266 – 12/08/2020)

Espèces à statut

Espèce	Liste rouge européenne	Liste rouge mondiale	Liste rouge nationale	Liste rouge régionale	Neozoa Neophyte
<i>Alyaephyra desmaresti</i>	-	LC	LC	-	Introduite
<i>Bidens cernua</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Ceriatgrion tenellum</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Cyperus eragrostis</i>	-	LC	-	-	Introduite
<i>Eleocharis acicularis</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Juncus effusus</i>	LC	LC	DD	LC	-
<i>Limnomyxis benedeni</i>	-	-	-	-	Introduite
<i>Lindernia dubia</i>	-	LC	-	-	Introduite
<i>Ludwigia grandiflora</i>	-	-	-	-	Invasive
<i>Lycopodium europaeus</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Lythrum salicaria</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Mentha arvensis</i>	-	LC	LC	LC	-
<i>Myriophyllum spicatum</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Najas marina</i>	LC	LC	DD	LC	-
<i>Potamogeton nodosus</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Scutellaria galericulata</i>	-	LC	LC	LC	-
<i>Stachys palustris</i>	LC	LC	LC	LC	-

EX = éteinte au niveau mondial, RE = disparue au niveau national, CR = en danger critique, EN = en danger, VU = vulnérable, NT = quasi menacée, LC = préoccupation mineure, DD : données insuffisantes, NA = non applicable (introduite ou occasionnelle), NE = non évaluée

ANNEXE 7

ÉTUDE HYDRAULIQUE - DECEMBRE 2021

Sources : HYDRETUDES ET CIEL & TERRE

Cette étude technique est reliée à part pour une plus grande facilitée de lecture.

**Projet de centrale photovoltaïque flottante
à Chevenon dans la Nièvre - Assistance
technique pour la thématique "Hydraulique
- PPRI"**



**Etude
hydraulique -
Ajout éléments
extension
gravière**

N° d'Affaire : ARI-20-041

Version 1

6 décembre 2021

SUIVI ET VISA DU DOCUMENT

Maitre d'ouvrage

ELEMENTS
5 rue Anatole France
34000 Montpellier
04 34 26 61 67
contact@elements.green

Affaire

Projet de centrale photovoltaïque flottante à Chevenon dans la Nièvre - Assistance technique pour la thématique "Hydraulique - PPRI"

ARI-20-041

Didier CLEMENT

Etude hydraulique - Ajout éléments extension gravière

Emetteur

HYDRETUDES - Centre technique principal

815, route de Champ Farçon

74370 ARGONAY

04.50.27.17.26

contact@hydretudes.com



Document

Etude hydraulique - Ajout éléments extension gravière

6 décembre 2021

Indice	Date	Mise à jour	Rédigé par	Vérifié par
1	06/12/2021	V1	C. RAUCOULES	D.CLEMENT
2				
3				
4				
5				

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES	4
LISTE DES TABLEAUX	4
1. INTRODUCTION	5
2. COMPLEMENTS HYDRAULIQUES DEMANDES	6
3. PRESENTATION DU PROJET D'EXTENSION	7
4. INTEGRATION AU MODELE HYDRAULIQUE	10
4.1. Modifications	11
4.1.1. Géométrie de la centrale photovoltaïque	11
4.1.2. Topographie	12
4.1.3. Coefficient de frottement	13
4.2. Synthèse des modèles utilisés	14
5. COMPARAISON DES RESULTATS ENTRE LE MODELE M.CENTRALE ET LES MODELES EXTENSION	15
5.1. Objectifs et méthodologie	15
5.2. Surface libre	15
5.1. Vitesses d'écoulements	16
5.1.1. Résultats des modèles	16
5.1.2. Dimensionnement des ancrages	17
6. ACTUALISATION DU PLAN D'IMPLANTATION	20
6.1. Dernière version du plan de la centrale photovoltaïque	20
6.2. Actualisation des modèles	21
6.3. Résultats des modélisations	22
6.3.1. Vitesses dans le bassin C	22
6.3.2. Vitesses dans les bassins A et B	23
6.4. Synthèse de l'intégration de l'extension au modèle	26
7. PRISE EN COMPTE DU RISQUE D'EMBACLE	27
7.1. Rappel des mesures prévues	27
7.2. Actualisation des mesures prévues	28
8. CONCLUSION	30
ANNEXES	31

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Localisation de la gravière et de l'extension	7
Figure 2: Phasage du projet d'extension de la gravière sur 30 ans.....	8
Figure 3: Détail extension gravière par phase (état en fin de phase)	9
Figure 4: Plan d'implantation projeté de la centrale - Décembre 2020.....	11
Figure 5: Plan d'implantation projeté de la centrale – Août 2021.....	11
Figure 6: Maillage et topographie ajustée dans le modèle avec extension par phases modélisées	12
Figure 7: Maillage avec coefficient de frottement dans les modèles avec extension selon les phases	13
Figure 8: Emprise d'extraction des vitesses issues des modèles	16
Figure 9 : Plan d'implantation de la centrale photovoltaïque - Dernière version Décembre 2021	20
Figure 10: Maillage avec coefficient de frottement dans le modèle initial Phase D.....	21
Figure 11: Maillage avec coefficient de frottement dans le modèle actualisé Phase D	21
Figure 12: Direction et amplitude des vitesses - Phase D modèle initial	24
Figure 13: Direction et amplitude des vitesses - Phase D modèle actualisé.....	24
Figure 14: Direction et amplitude des vitesses au pic de crue - Phase D modèle initial.....	26
Figure 15: Direction et amplitude des vitesses au pic de crue - Phase D modèle actualisé	26
Figure 16: Rappels des solutions pour répondre à la problématique d'embâcles – Etude hydraulique de 2020 - HYDRETIJDES	27
Figure 17: Plan d'implantation de la centrale photovoltaïque et localisation du peigne anti-embâcle	29

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Synthèse des caractéristiques principales des modèles.....	14
Tableau 2: Vitesses maximales obtenues à l'issue des différentes modélisations dans les emprises présentées.....	17
Tableau 3 : Vitesses maximales obtenues pour les modélisations de l'extension selon les emprises .	18
Tableau 4: Valeurs des vitesses retenues pour le dimensionnement des ancrages.....	19
Tableau 5 : Comparatif des vitesses maximales entre les modèles PHASE et PHASE_actualisé avec le nouveau plan – Bassin C.....	22
Tableau 6: Comparatif des vitesses maximales entre les modèles PHASE et PHASE_actualisé avec le nouveau plan – Bassins A et B.....	23
Tableau 7: Mesures envisagées pour la prise en compte du risque d'embâcle.....	28

1. INTRODUCTION

La société Eléments porte un projet innovant et d'ampleur consistant à implanter une centrale photovoltaïque flottante sur la commune de Chevenon dans la Nièvre, sur une gravière. Notre bureau d'études a été missionné par la société Eléments pour travailler sur les aspects hydrauliques, tant pour répondre aux exigences de la DDT 58 que pour ajuster le dimensionnement des ancrages de la centrale et protéger son intégrité lors des crues. Un rapport a ainsi été réalisé fin 2020, permettant de présenter l'ensemble de cette étude hydraulique.

Eléments a ainsi intégré cette étude à un dossier complet (composé notamment d'une étude d'ancrage) sur l'installation de la centrale photovoltaïque, puis a saisi le Service Loire Sécurité Risques de la DDT58 pour avis sur une demande de permis de construire. Les services de l'Etat ont fait un retour sur cette demande par courrier du 3 mai 2021, dont la conclusion était la suivante :

*« Au regard des avis émis par le Centre d'Etudes et d'Expertises sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement (CEREMA) sur l'étude hydraulique et l'étude d'ancrage, **j'émet un avis défavorable** à la demande de permis de construire au titre de la prévention des risques.*

Cet avis pourra être revu après fourniture et examen des pièces complémentaires répondant aux différents points du CEREMA. »

A la suite de ce retour, Eléments a donc souhaité qu'un complément d'étude hydraulique et d'étude d'ancrage soit effectué pour répondre aux interrogations des services de l'Etat et ainsi faire une nouvelle demande. Le présent rapport porte sur les compléments de l'étude hydraulique.

2. COMPLEMENTS HYDRAULIQUES DEMANDES

Dans son courrier du 3 mai 2021, le Service Loire Sécurité Risques émet donc un avis défavorable sur la demande de permis de construire, en s'appuyant sur l'avis du CEREMA. Concernant l'étude hydraulique, le courrier indique les éléments suivants :

« Cette étude devra être complétée par le pétitionnaire pour répondre aux différents points d'observation soulevés dans l'avis du CEREMA du 26 avril 2021.

De plus, cette étude ne tient pas compte du projet d'extension de la carrière par l'exploitant EQIOM qui peut avoir une incidence sur la dynamique des écoulements : une simulation prenant en compte cette extension devra être réalisée afin de s'assurer que les ancrages sont correctement dimensionnés ou, dans le cas contraire, les renforcer. »

Dans son courrier du 26 avril 2021, le CEREMA donne un avis technique sur l'étude hydraulique. Le document complet est disponible en Annexe I. Les conclusions du CEREMA sont les suivantes :

*« **L'étude hydraulique** réalisée par le bureau d'études à la demande de la société ELEMENTS **répond bien aux exigences** imposées par le PPRi sur la prise en compte du risque inondation dans le cadre du projet de centrale photovoltaïque flottante.*

*[...] En revanche, les propositions de mesures préventives visant à limiter la formation d'embâcles en amont du site **mériteraient d'être précisées** (avec conventions à monter) **et peuvent être difficiles à mettre en place sans consensus avec les différents acteurs** (en particulier agriculteurs et futur établissement gémapien).*

*[...] **L'étude hydraulique de 2021 relative au projet de centrale photovoltaïque répond bien aux prescriptions** imposées par le PPRi dans la configuration actuelle de la carrière en phase d'exploitation.*

En revanche, elle ne tient pas compte du projet d'extension de la carrière par l'exploitant EQIOM, qui peut avoir dans sa configuration à terme une incidence (probablement limitée) sur la dynamique des écoulements, et par conséquent sur le dimensionnement des ancrages des équipements de la future centrale photovoltaïque.

*En cas de confirmation du projet d'extension de la carrière par l'exploitant EQIOM, **de nouvelles simulations pourraient être envisagées, afin d'estimer les nouvelles vitesses maximales au droit du projet**, tout en s'assurant que les ancrages restent correctement dimensionnés au regard de ces nouvelles valeurs. »*

Ainsi, deux compléments semblent attendus par le CEREMA et donc par les services de l'Etat sur les aspects hydrauliques :

- ▲ D'une part la prise en compte du projet d'extension de la gravière dans le dimensionnement de la centrale photovoltaïque et notamment des ancrages. Lors de l'étude hydraulique menée initialement en 2020, le projet d'extension n'était pas encore validé, c'est notamment une des raisons qui explique sa non prise en compte à l'époque.
- ▲ D'autre part des précisions sur les mesures préventives visant à limiter la formation d'embâcles.

3. PRESENTATION DU PROJET D'EXTENSION

La société EQIOM possède les droits d'exploiter la gravière jusqu'à fin 2023. Elle souhaite prolonger la concession en la renouvelant pour 30 années supplémentaires. EQIOM a en effet déjà exploité les deux premiers bassins, ceux les plus proches de la Loire. Aujourd'hui ces deux bassins ne sont plus en exploitation (en bleu dans la figure suivante). Actuellement, seul le bassin le plus éloigné de la Loire est en exploitation (en jaune dans la figure suivante). D'ici 2023, la zone orange aura également été exploitée. Cet état à fin 2023 correspond à celui étudié dans l'étude hydraulique menée en 2020.

Le projet d'extension vise à étendre le bassin actuellement en exploitation, en direction du Sud-Est, parallèlement à la Loire, sur près de 2km. Le périmètre d'autorisation demandée et validé est représenté en rouge dans la figure suivante.

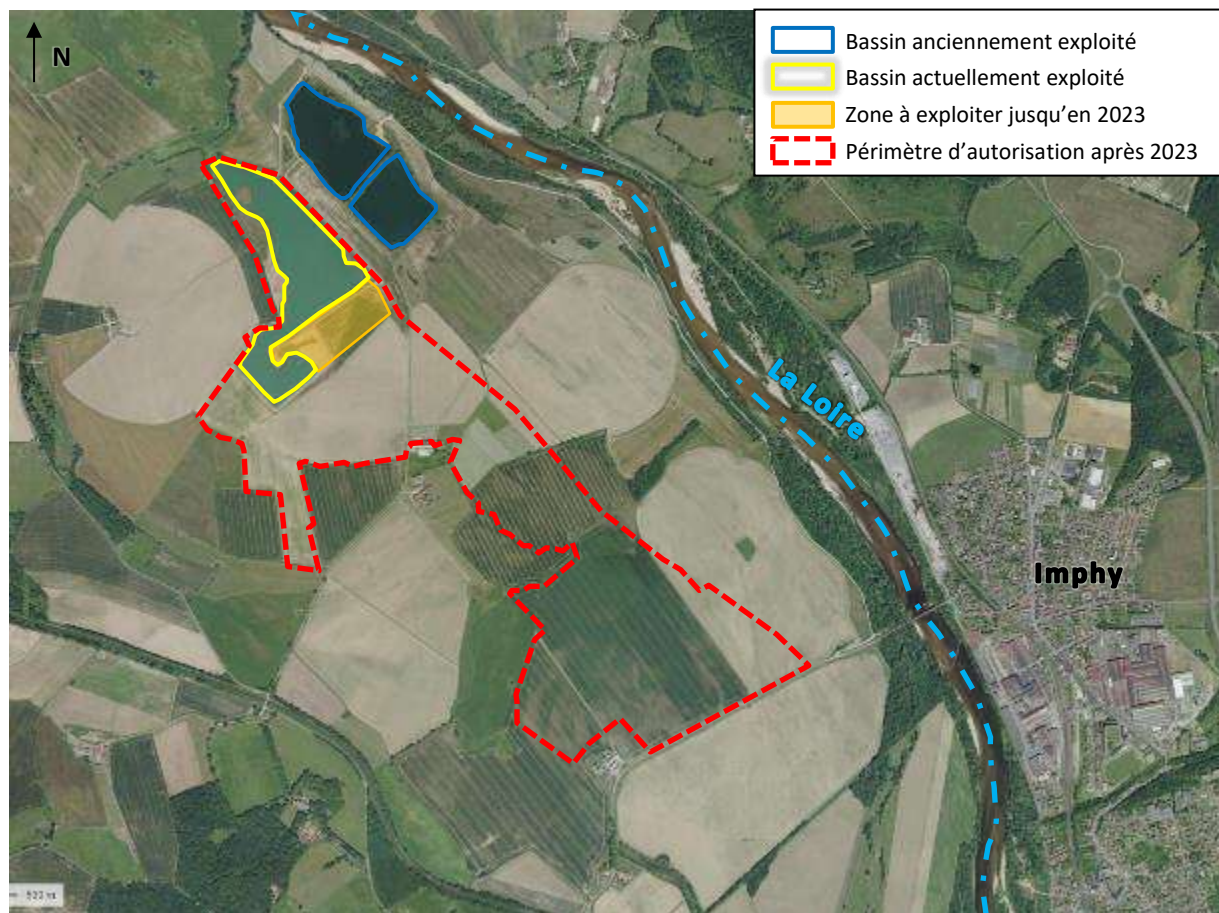


Figure 1: Localisation de la gravière et de l'extension

Le projet d'extension consiste en 6 phases de cinq années, qui permettront un agrandissement progressif du bassin actuellement en exploitation. Une carte de localisation de cette extension et du phasage est disponible en page suivante en Figure 2. Le projet prévoit ainsi un agrandissement conséquent de la gravière d'ici 2053, avec une évolution de la bathymétrie tout au long des 6 phases (voir détail par phase en Figure 3).

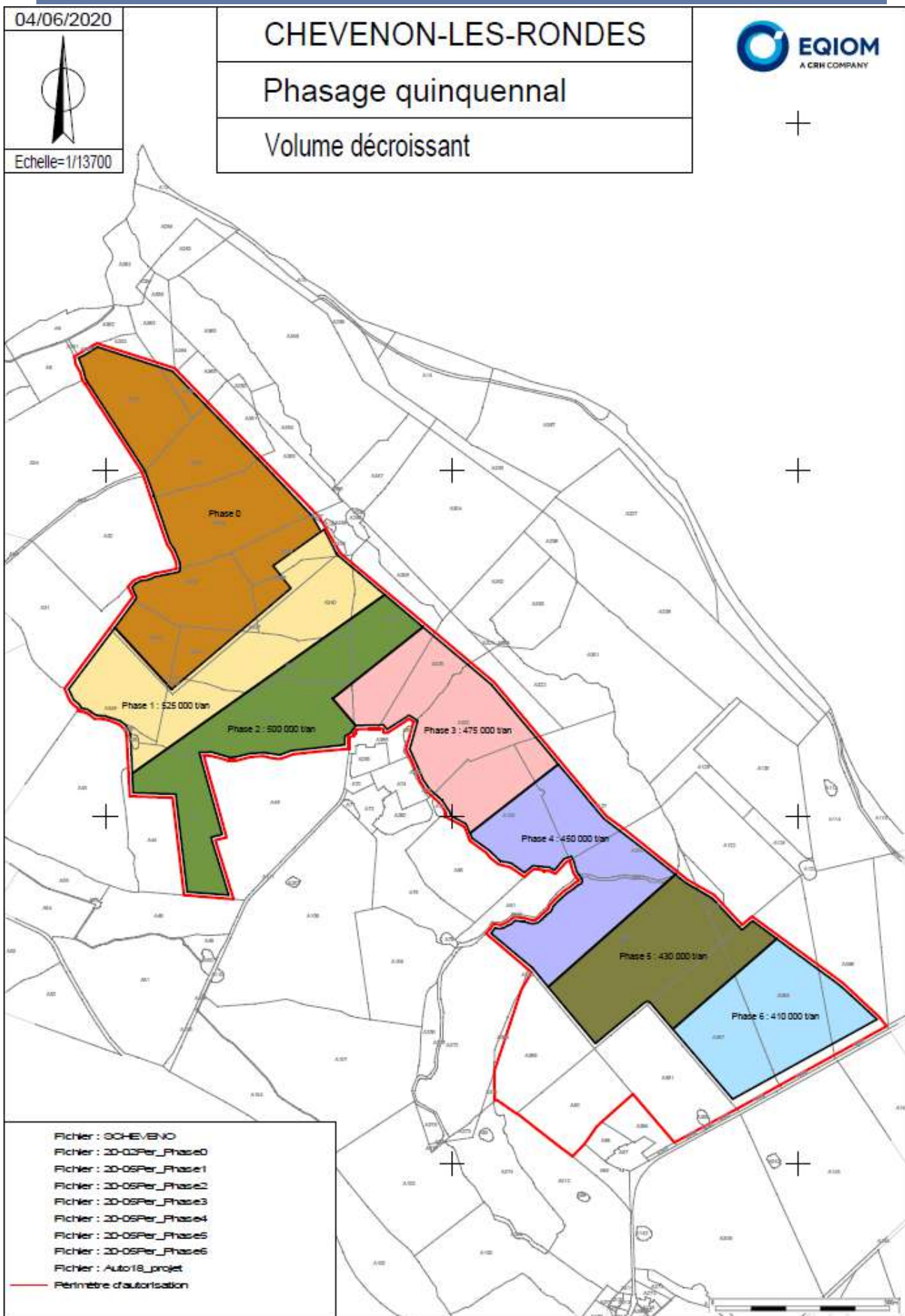
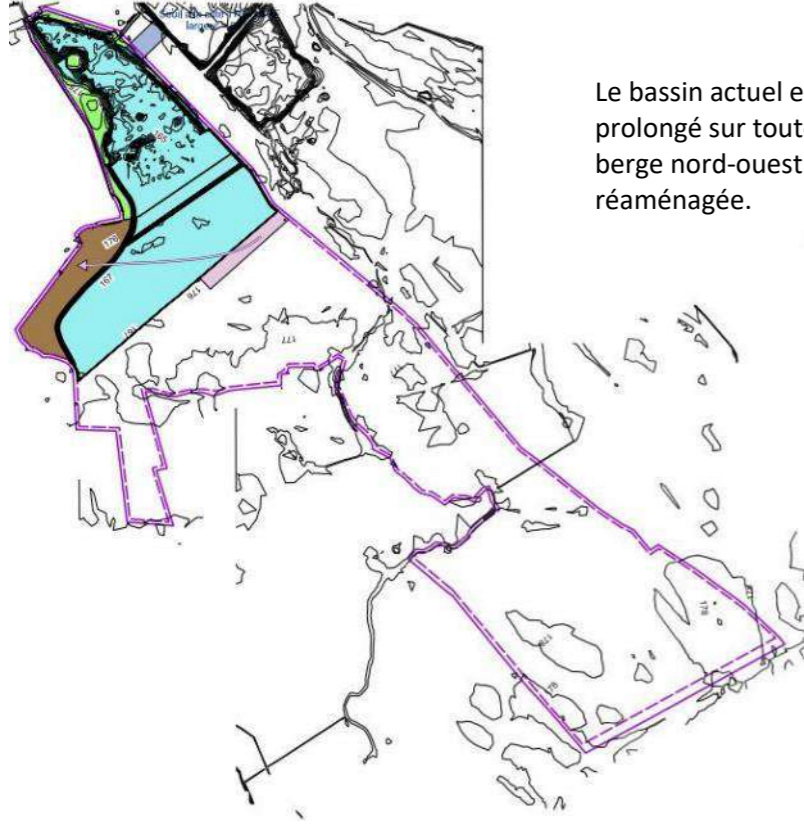


Figure 2: Phasage du projet d'extension de la gravière sur 30 ans

Figure 3: Détail extension gravière par phase (état en fin de phase)

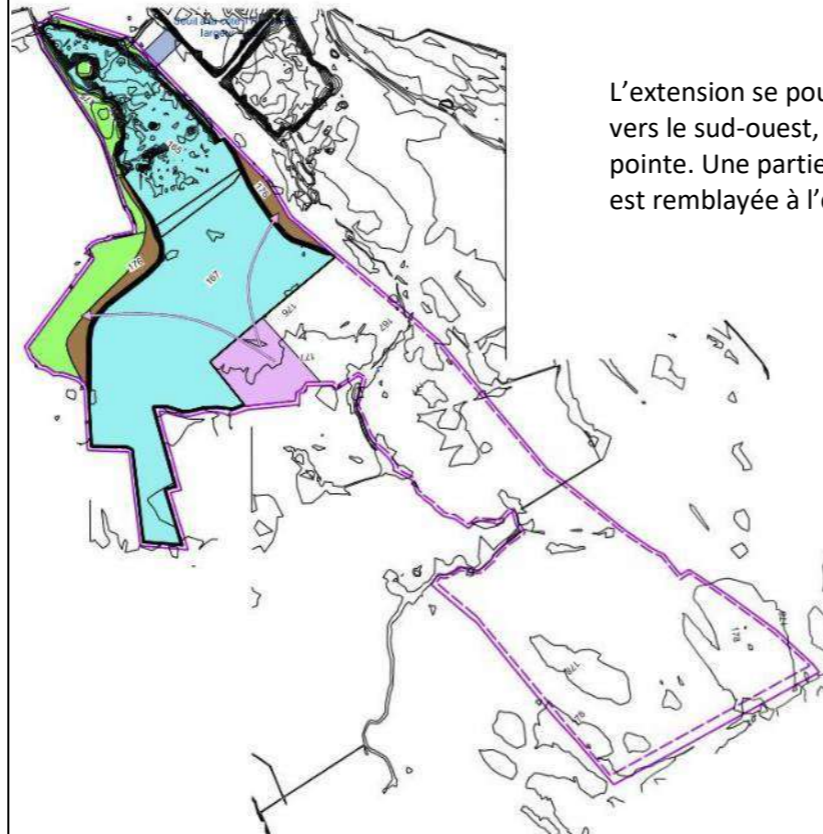
PHASE A à + 5 ans (2028)

Le bassin actuel est légèrement prolongé sur toute sa largeur. La berge nord-ouest est réaménagée.



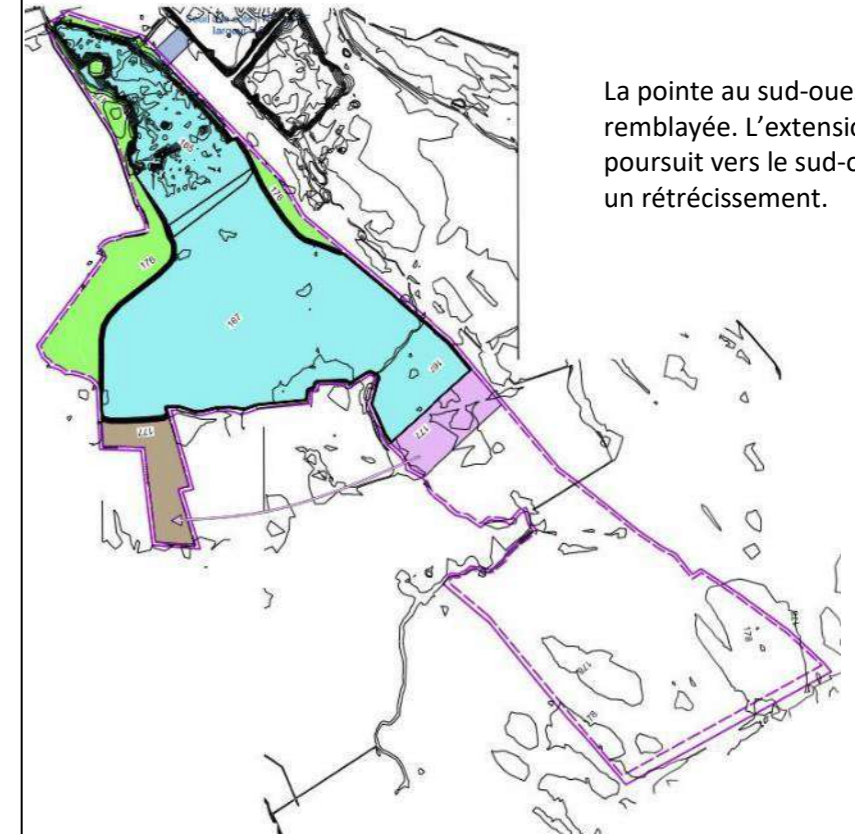
PHASE B à + 10 ans (2033)

L'extension se poursuit surtout vers le sud-ouest, formant une pointe. Une partie de la berge est remblayée à l'est.



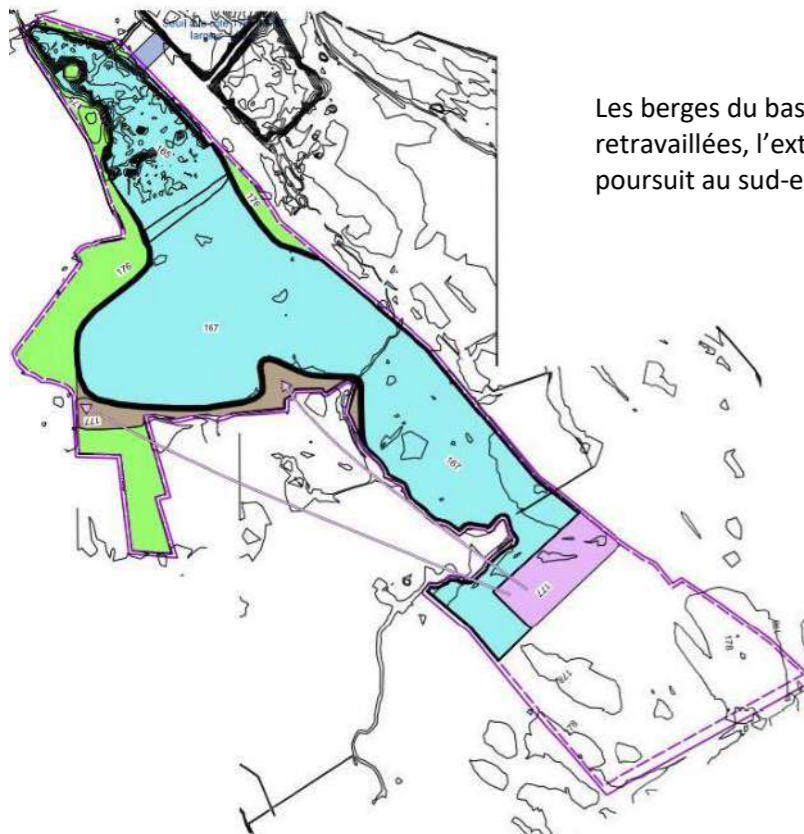
PHASE C à + 15 ans (2038)

La pointe au sud-ouest est remblayée. L'extension se poursuit vers le sud-ouest, avec un rétrécissement.



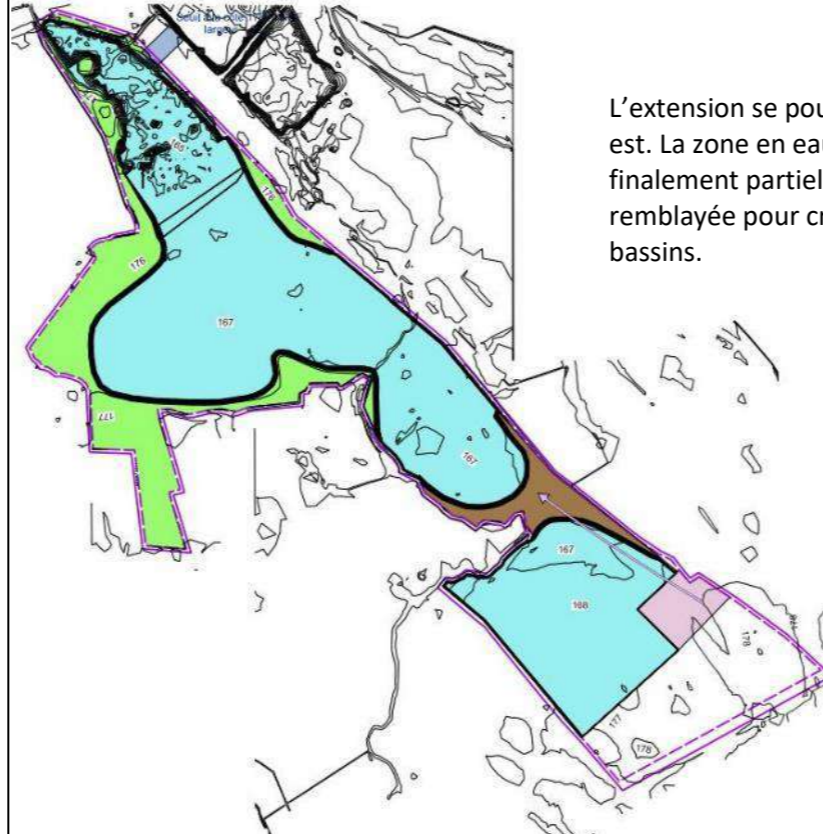
PHASE D à + 20 ans (2043)

Les berges du bassin sont retravaillées, l'extension se poursuit au sud-est.



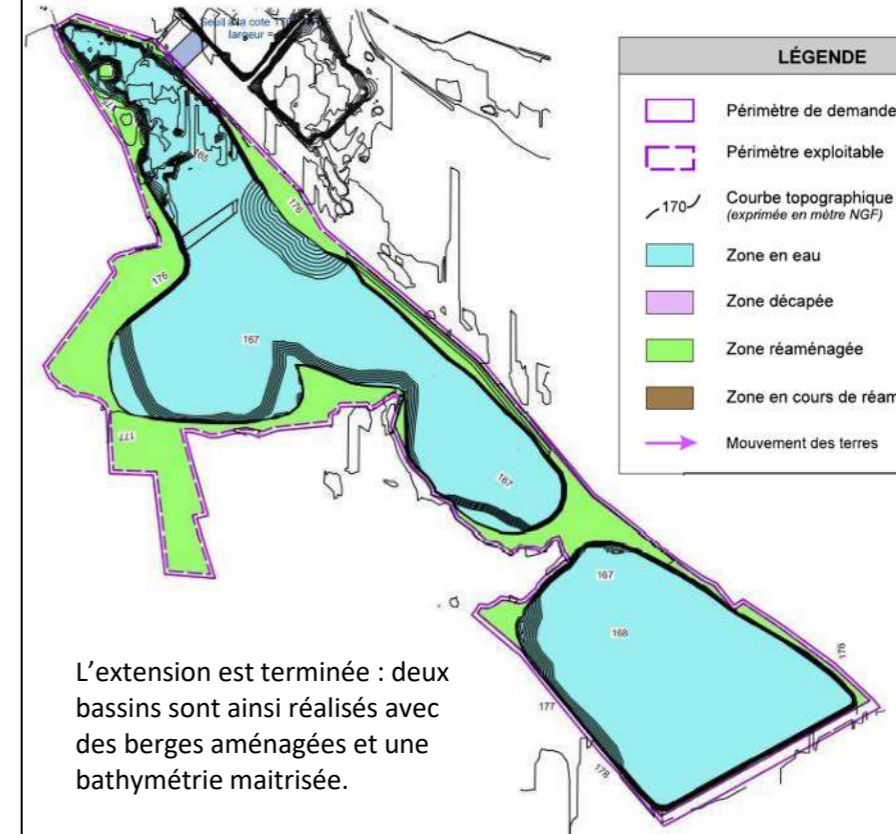
PHASE E à + 25 ans (2048)

L'extension se poursuit au sud-est. La zone en eau est finalement partiellement remblayée pour créer deux bassins.



PHASE F à + 30 ans (2053)

L'extension est terminée : deux bassins sont ainsi réalisés avec des berges aménagées et une bathymétrie maîtrisée.



LÉGENDE	
	Périmètre de demande
	Périmètre exploitable
	Courbe topographique (exprimée en mètre NGF)
	Zone en eau
	Zone découpée
	Zone réaménagée
	Zone en cours de réaménagement
	Mouvement des terres

4. INTEGRATION AU MODELE HYDRAULIQUE

Pour étudier l'impact de l'extension de la gravière sur la centrale photovoltaïque et son dimensionnement il a été fait le choix de ne pas seulement modéliser le scénario extension à l'issue de la phase F et donc à + 30 ans. Trois scénarios intermédiaires ont également été retenus dans l'étude afin de balayer les différentes configurations possibles et donc d'étudier les vitesses les plus impactantes pour la centrale en cas de crue pendant l'exploitation de la gravière.

Ainsi les quatre phases retenues sont les suivantes :

- ▲ **PHASE A** : il s'agit de la phase la moins avancée, correspondant quasiment à la situation actuelle. Cependant, le projet de centrale photovoltaïque prévoit de mettre un îlot imposant au sud-ouest qui ne pourra pas être mis en place en même temps que les autres îlots, faute de surface en eau suffisante. Ainsi cette configuration est intéressante à étudier car la centrale ne sera pas au complet telle qu'étudier dans le rapport initial.
- ▲ **PHASE B** : il s'agit de la phase suivante, première phase où la centrale photovoltaïque sera au complet.
- ▲ **PHASE D** : il s'agit de la phase où la longueur de la surface en eau du bassin est la plus longue (puisqu'en phase E un remblaiement est réalisée et scinde alors le bassin en deux). Il est donc intéressant d'étudier ce cas pouvant engendrer une mise en vitesse de la masse d'eau du bassin jusqu'à la centrale photovoltaïque.
- ▲ **PHASE F** : il s'agit de la phase finale et donc correspondant à un état définitif. Il est ainsi indispensable d'étudier ce cas de figure.

La modèle qui sert de base est le modèle développé dans l'étude hydraulique initiale, qui a servi de référence pour fournir les valeurs dimensionnantes de la centrale, à savoir le modèle M.CENTRALE, qui a les caractéristiques principales suivantes :

- ▲ Mailles de 10 mètres sur le site de la gravière actuelle ;
- ▲ Topographie de la gravière intégrée et extrapolée à 2023 (creusée sur la zone en orange dans la Figure 1) ;
- ▲ Coefficient de frottement fixé à 1 dans les îlots et à 25 dans le reste des bassins.

Dans la suite de l'étude, quatre nouveaux modèles ont ainsi été réalisés, portant respectivement les noms de M.PHASEA, M.PHASEB, M.PHASED et M.PHASEF. Quelques modifications du modèle M.CENTRALE ont été faites pour intégrer le projet d'extension aux différentes phases.

4.1. MODIFICATIONS

4.1.1. Géométrie de la centrale photovoltaïque

Après le retour des services de l'Etat en avril 2021, Eléments a procédé à quelques changements dans la géométrie et l'agencement de la centrale photovoltaïque. Ainsi, l'îlot qui se trouvait le plus au sud du bassin actuellement en exploitation (îlot 3) a été modifié : il ne s'agit plus d'un grand îlot mais de deux îlots, un petit et un moyen (appelé îlot 1-a et 1-b). Ce choix résulte de l'extension de la gravière et des plans fournis par EQIOM, qui prévoit de retravailler les berges actuelles. La géométrie de l'îlot 3 n'était plus possible dans la mesure où son emprise empiétait hors du bassin une fois les berges remaniées.

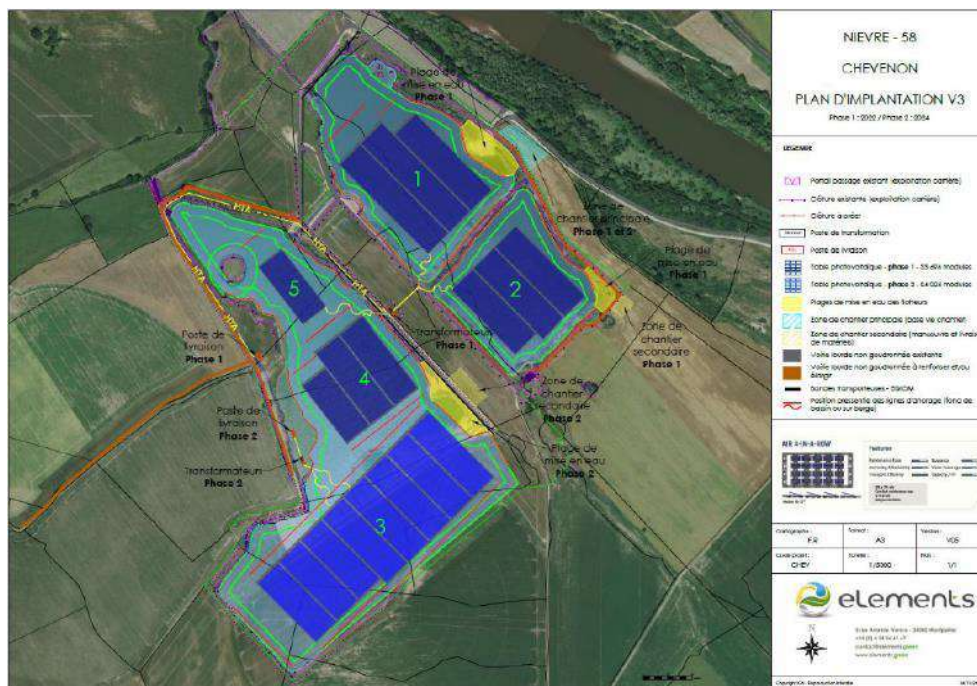


Figure 4: Plan d'implantation projeté de la centrale - Décembre 2020

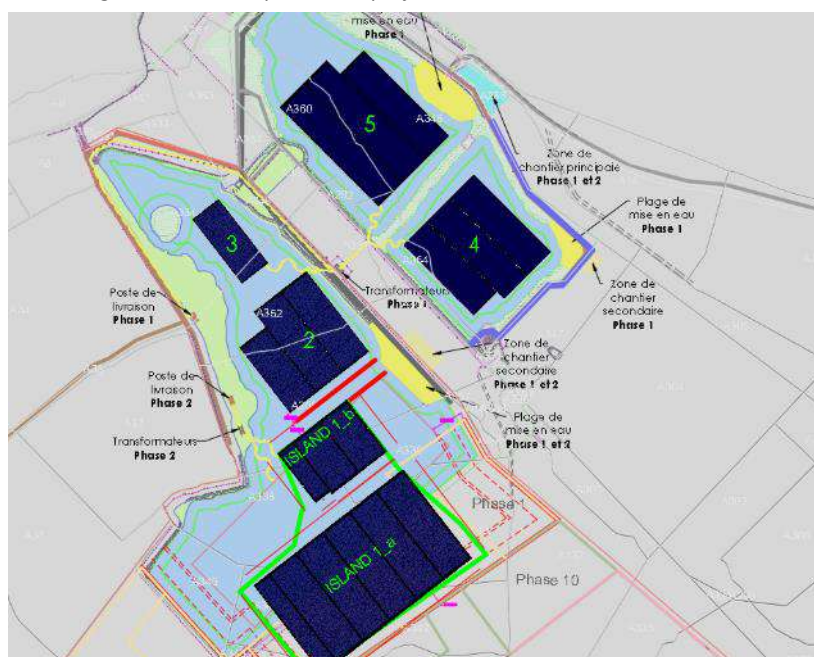
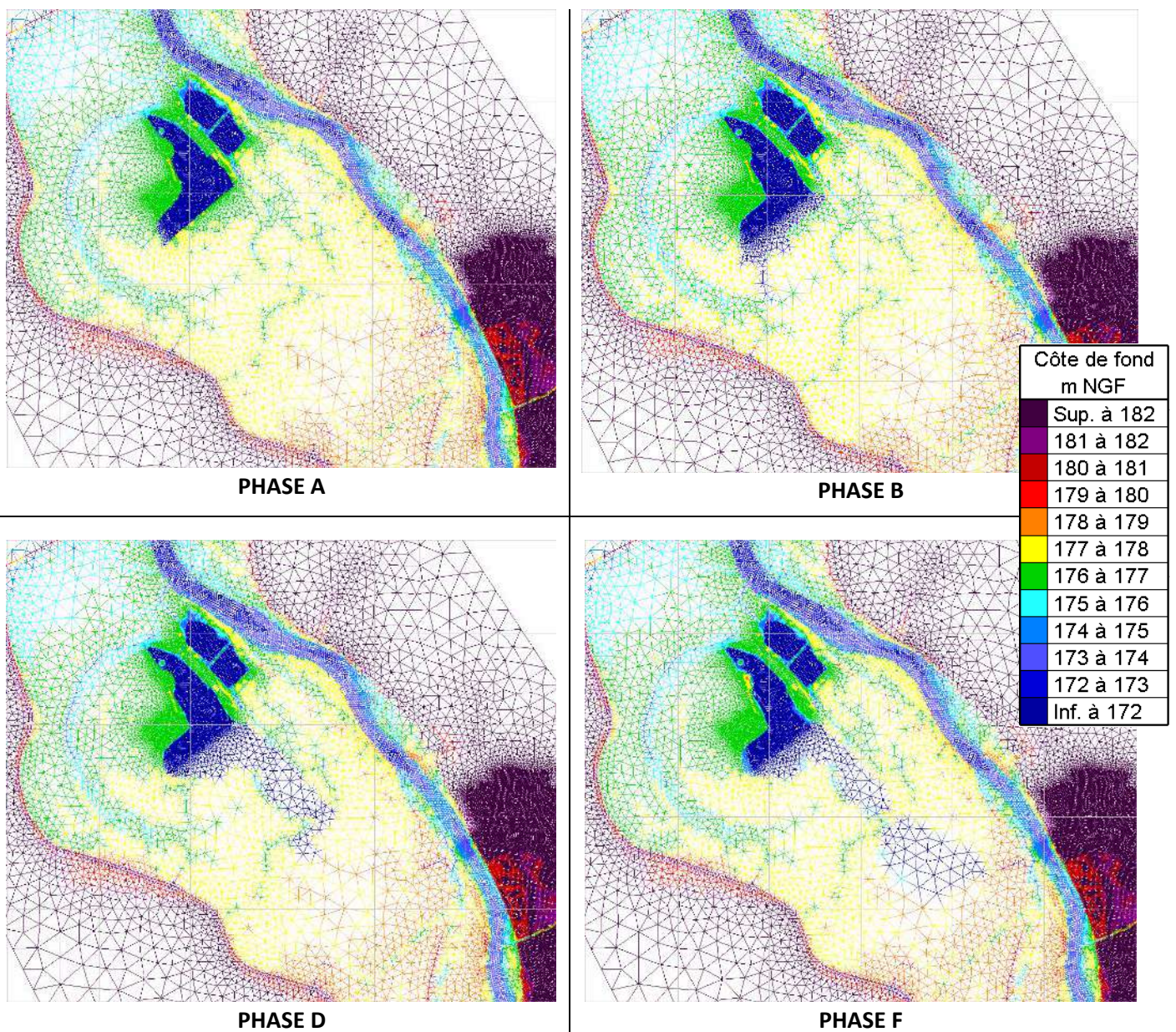


Figure 5: Plan d'implantation projeté de la centrale – Août 2021

4.1.2. Topographie

Sur l'emprise de l'extension, la bathymétrie projetée est présentée par phase en Figure 3. La profondeur du futur bassin a été calée sur celle des bassins déjà existants. Les bassins déjà réalisés ont une profondeur relativement homogène, située à la cote moyenne de 167 mNGF. Pour l'extension de la gravière il a ainsi été imposé en tout point de l'emprise, une cote de 167 mNGF en fond de bassin. Seule pour la phase F des courbes de niveaux plus détaillées ont été données (phase F en Figure 3). Elles ont ainsi été intégrées à la réalisation de la topographie projetée à cette phase. De plus, la topographie aux niveaux des berges qui seront réaménagées selon les phases a également été intégrée dans les modifications du maillage. Le maillage interpolé avec la topographie modifiée est présenté pour chaque scénario de phase dans la figure suivante.

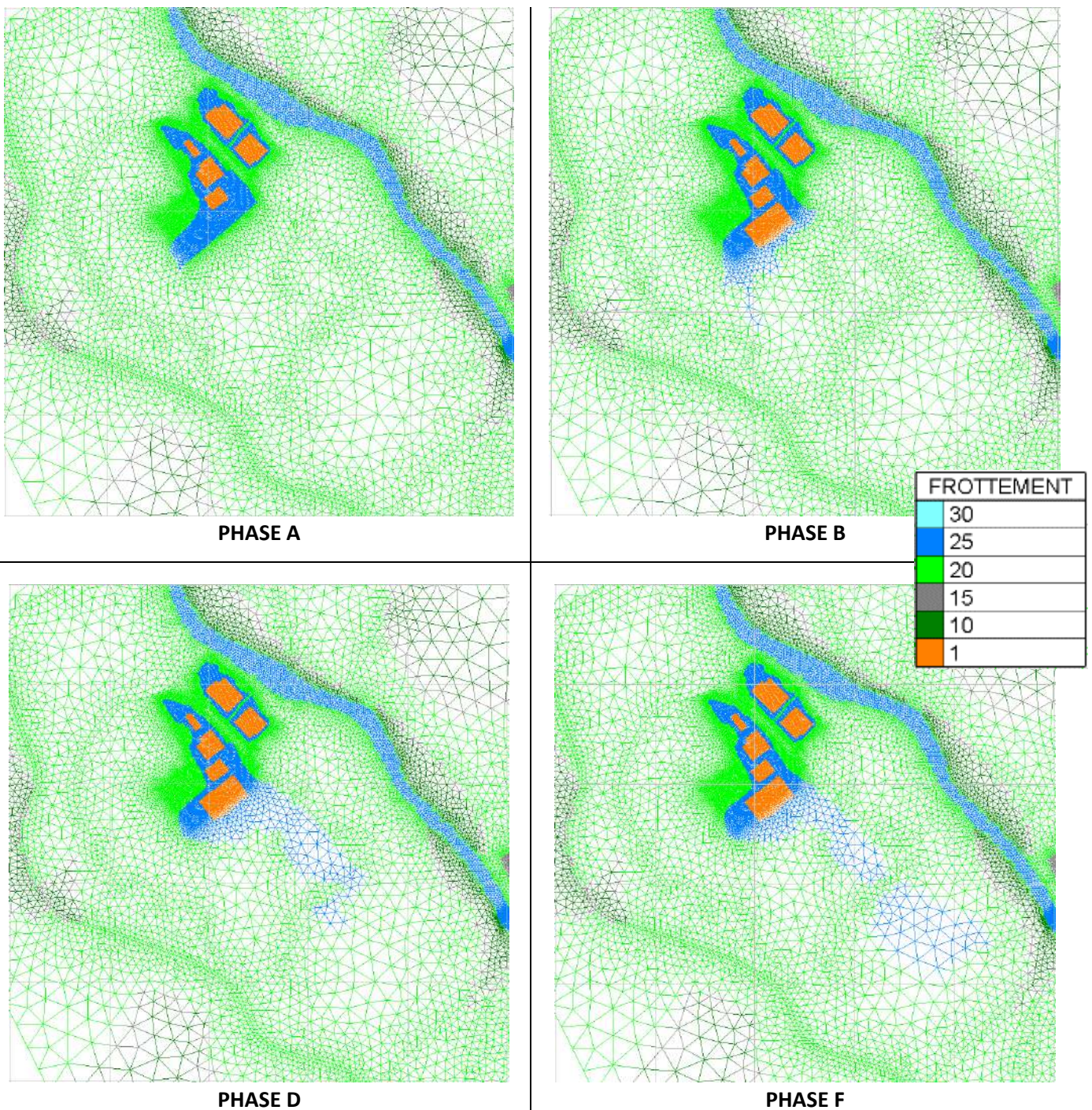
Figure 6: Maillage et topographie ajustée dans le modèle avec extension par phases modélisées



4.1.3. Coefficient de frottement

Afin de prendre en compte le fait que la future extension sera une surface en eau, les coefficients de frottements ont été localement (à l'intérieur de l'emprise de l'extension) fixés à 25 dans le maillage (correspondant au coefficient usuellement utilisé pour le lit mineur d'un cours d'eau « rugueux »). Aussi, l'îlot 3 ayant été transformé en deux îlots, les coefficients de frottement ont été modifiés en conséquence pour correspondre aux nouvelles emprises. Dans le cas de la phase A où l'îlot 1-b ne pourra pas être encore installée, le coefficient a été laissé à 25 dans son emprise pour modéliser son absence.

Figure 7: Maillage avec coefficient de frottement dans les modèles avec extension selon les phases



4.2. SYNTHÈSE DES MODÈLES UTILISÉS

La reprise du modèle M.CENTRALE pour y ajouter l'extension ne concerne que deux points : la topographie et les coefficients de frottements aux points du maillage situés dans la zone de la future extension. Le tableau suivant permet de synthétiser ces éléments ainsi que les hypothèses retenues pour la modélisation. Dans la suite de l'étude, un comparatif du modèle M.CENTRALE (sans extension) et ceux des modèles avec extension est faite, afin d'étudier l'impact de ces modifications et d'observer si les vitesses d'écoulement et les hauteurs d'eau à prendre en compte pour le dimensionnement de la centrale photovoltaïque sont modifiées avec l'extension de la gravière, selon les phases d'extension.

Pour alléger le texte, le terme « M.CENTRALE » sera utilisé pour désigner le modèle avec la centrale photovoltaïque obtenu à l'issue de l'étude hydraulique. Les termes « M.PHASEA », « M.PHASEB », « M.PHASED » et « M.PHASEF » seront utilisés pour désigner les modèles avec extension selon les phases. Les modèles extension intègrent bien la centrale photovoltaïque également, sous sa version actualisée (îlot 3 en deux îlots).

Tableau 1: Synthèse des caractéristiques principales des modèles

Modèle TELEMAC 2D	Modèle M.CENTRALE	Modèle phase A	Modèle phase B	Modèle phase D	Modèle phase F
Scénario	Q200 ans avec brèche				
Emprise modèle	56 km de la Loire (jusqu'à Saint-Eloi) et 15km de l'Aron				
Maillage	Mailles de 10m dans la gravière actuelle				
Topographie	LIDAR + topo terrestre avec bathymétrie sur zone gravière	LIDAR + topo terrestre avec bathymétrie sur zone gravière + fond creusé dans emprise extension et berges réaménagées selon les phases			
Rugosité	1 dans les îlots 25 dans la zone de la gravière	1 dans les îlots 25 dans la zone de la gravière ET de l'extension ET emprise îlots 1-b	1 dans les îlots 25 dans la zone de la gravière ET de l'extension		
Condition aval	Courbe de tarage au droit de St-Eloi				

5. COMPARAISON DES RESULTATS ENTRE LE MODELE M.CENTRALE ET LES MODELES EXTENSION

5.1. OBJECTIFS ET METHODOLOGIE

Dans ce complément hydraulique à l'étude réalisée en 2020, l'objectif est de voir si l'extension a un impact sur le dimensionnement prévu en 2020. L'analyse des résultats des modèles doit permettre de valider le dimensionnement des ancrages ou de fournir de nouvelles valeurs pour ajuster le dimensionnement. Pour le dimensionnement de la centrale photovoltaïque et des ancrages, deux paramètres issus de l'étude hydraulique sont nécessaires :

- ▲ **L'altitude de la surface libre maximale atteinte en crue** : cette information permet de statuer sur deux éléments du dimensionnement. D'une part la côte minimale d'implantation des bâtiments et éléments sensibles sur le site de la centrale photovoltaïque. Ils devront se situer au-dessus de la côte maximale atteinte. D'autre part sur la longueur des lignes d'ancrages. Elles devront être de longueur suffisante pour accompagner la hausse du niveau d'eau en crue et ainsi assurer la flottaison des panneaux.
- ▲ **Les vitesses d'écoulements** : les ancrages sont dimensionnés par le bureau d'études Ciel&Terre. Plusieurs variables induisent des efforts sur la centrale photovoltaïque, comme le vent, les vagues et les vitesses d'écoulements. Tous ces paramètres sont ainsi pris en compte dans les calculs réalisés par Ciel&Terre. Les vitesses d'écoulements obtenues dans la modélisation sont données à Ciel&Terre, qui les utilisent pour dimensionner les ancrages permettant de maintenir la centrale même en crue.

Ainsi, dans un premier temps un comparatif sur les surfaces libres atteintes a été effectuée. Puis dans un second temps une analyse des vitesses d'écoulements a été faite.

5.2. SURFACE LIBRE

Pour rappel, dans l'étude hydraulique de 2020 on trouve les éléments suivants :

« Pour la situation en crue, l'analyse des résultats du modèle avec centrale indique que le niveau d'eau maximale observé pour la crue de référence serait situé à la côte de 178.9 mNGF. Pour les PHEC, cette valeur est située à 179.5 m NGF. Par soucis de sécurité, nous recommandons donc de se baser sur une côte maximale du niveau d'eau de la gravière de 180 mNGF. »

Ainsi, la surface libre se trouve à la côte de 178.9 mNGF dans le modèle M.CENTRALE. Cependant, la côte des PHEC étant située à une côte supérieure, c'est donc cette valeur qui a été utilisée dans le dimensionnement, avec une marge de sécurité de 50cm supplémentaires. Ainsi, **la valeur dimensionnante retenue à l'issue de l'étude hydraulique de 2020 est la côte de 180 mNGF.**

Dans les modèles incluant l'extension, la côte maximale atteinte de la surface libre en comprise entre 178,9 et 179 mNGF selon les phases considérées. Ces valeurs sont donc similaires à celle obtenue avec M.CENTRALE et surtout elles sont inférieurs à la valeur dimensionnante retenue dans l'étude hydraulique de 2020.

Ainsi, l'extension n'a pas d'impact sur le dimensionnement prévu au niveau des longueurs des lignes d'ancrage et de la côte minimale d'implantation des bâtiments et éléments sensible de la centrale.

5.1. VITESSES D'ÉCOULEMENTS

5.1.1. Résultats des modèles

Pour rappel, dans l'étude hydraulique de 2020, on trouve les éléments suivants concernant les vitesses d'écoulement et leurs prises en compte dans le dimensionnement des ancrages :

« Afin de s'assurer que la structure ne subisse pas d'arrachement jusqu'à la crue de référence, il est nécessaire de prendre en compte les vitesses d'écoulements auxquelles elle sera soumise. C'est au niveau des ancrages que ces efforts doivent être repris. [...] la ligne d'ancrage et l'ancrage en bout doivent reprendre les efforts induits par les vitesses sur la centrale, c'est-à-dire sur les lignes de flotteurs portant les panneaux photovoltaïques.

Dans son calcul du dimensionnement des ancrages le bureau d'études Ciel&Terre étudie les efforts en chaque point par tranche de 20°. Ainsi, les vitesses maximales observées, du modèle avec centrale, ont été extraites avec leur direction. Puis, par tranche de 20°, les valeurs maximales observées sur l'ensemble de l'emprise de la gravière ont été retenues.

On se place ainsi dans une situation conservatrice : pour un point d'ancrage donné A1, on le dimensionne en prenant en compte la vitesse maximale ayant lieu dans la gravière parmi tous les points d'ancrage. Cette vitesse n'apparaissant donc pas nécessairement au point d'ancrage A1, on se place dans une situation sécuritaire. »

Les valeurs retenues dans l'étude de 2020 sont rappelées dans la première ligne du Tableau 2 en page suivante.

Pour chacun des nouveaux modèles, la même méthodologie d'extraction des résultats a été appliquée. Les vitesses obtenues par tranches de direction de 20° sont présentées dans la Tableau 2. L'emprise d'extraction des résultats est présentée ci-dessous.

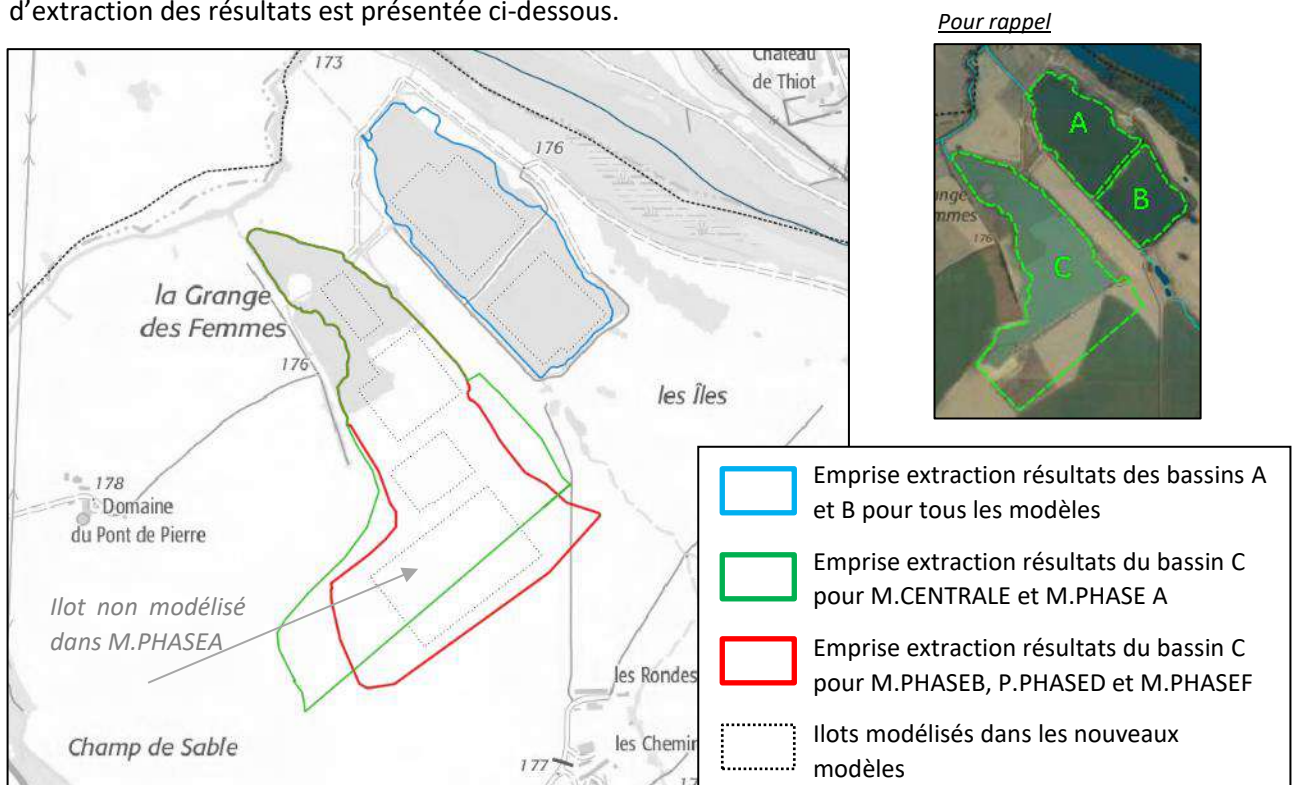


Figure 8: Emprise d'extraction des vitesses issues des modèles

Tableau 2: Vitesses maximales obtenues à l'issue des différentes modélisations dans les emprises présentées

Vitesse maximale (m/s) observée par tranche de direction de 20° (0°=Nord ; 90°=Est)																		
Modèle	0 à 20	20 à 40	40 à 60	60 à 80	80 à 100	100 à 120	120 à 140	140 à 160	160 à 180	180 à 200	200 à 220	220 à 240	240 à 260	260 à 280	280 à 300	300 à 320	320 à 340	340 à 360
Centrale	0.56	0.46	0.29	0.25	0.19	0.21	0.21	0.19	0.27	0.27	0.35	0.31	0.42	0.69	0.73	0.82	0.79	0.70
Phase A	0.71	0.46	0.25	0.29	0.25	0.33	0.29	0.29	0.29	0.22	0.29	0.20	0.37	0.40	0.61	0.80	0.89	1.05
Phase B	0.83	0.51	0.43	0.22	0.22	0.20	0.26	0.25	0.28	0.29	0.24	0.25	0.43	0.43	0.61	0.78	0.86	0.97
Phase D	0.91	0.45	0.41	0.33	0.39	0.20	0.31	0.18	0.35	0.23	0.29	0.41	0.57	0.57	0.59	0.90	1.00	0.95
Phase F	0.70	0.54	0.48	0.31	0.38	0.19	0.30	0.24	0.40	0.21	0.31	0.56	0.57	0.54	0.66	0.89	1.08	0.83

Dans le tableau, les valeurs maximales obtenues toutes phases confondues ont été mises en gras. On remarque que dans presque toutes les directions, il y a une augmentation des vitesses d'écoulements avec modélisation de l'extension, et ce peu importe la phase considérée.

Seules les directions 200 à 220°, 260 à 280° et 280 à 300° observent une baisse de vitesses, entre -0.04 à -0.12 m/s, soit une différence relativement faible. Dans le cas des autres directions, l'augmentation des vitesses varie de + 0.02 m/s pour atteindre + 0.35 m/s dans certains cas.

Ce constat permet donc de confirmer que **l'extension de la gravière a une incidence sur les dynamiques d'écoulements** en crue et que **le dimensionnement des ancrages doit être revu, en incluant les valeurs issues de l'actualisation du modèle avec extension** et géométrie de la centrale photovoltaïque (îlots 3 séparé en deux îlots).

5.1.2. [Dimensionnement des ancrages](#)

Pour cette nouvelle phase de dimensionnement des ancrages, il a été choisi de différencier les vitesses à prendre en compte entre les bassins. Cela doit permettre d'avoir un calcul plus précis des efforts appliqués aux ancrages selon l'emplacement sur le site de la centrale photovoltaïque, en évitant ainsi de surdimensionner le système de maintien. Ainsi, pour chaque phase et donc chacun des 4 nouveaux modèles réalisés, les valeurs maximales de vitesses par tranche de 20° ont été extraites d'une part dans les bassins A et B (emprise en bleu en Figure 8) et d'autre part dans le bassin C (emprise rouge dans le cas de la phase A et emprise verte dans les trois autres phases). La synthèse des valeurs obtenues est présentée dans le Tableau 3 en page suivante.

Tableau 3 : Vitesses maximales obtenues pour les modélisations de l'extension selon les emprises

Vitesse maximale (m/s) observée par tranche de direction de 20° (0°=Nord ; 90°=Est)								
EMPRISE	BLEUE (BASSIN A ET B)				ROUGE ET VERTE (BASSIN C)			
MODELE	PHASE A	PHASE B	PHASE D	PHASE F	PHASE A	PHASE B	PHASE D	PHASE F
0 à 20	0.35	0.37	0.51	0.48	0.71	0.83	0.91	0.70
20 à 40	0.38	0.35	0.45	0.43	0.46	0.51	0.43	0.54
40 à 60	0.25	0.20	0.41	0.45	0.22	0.43	0.33	0.48
60 à 80	0.22	0.22	0.33	0.31	0.29	0.19	0.07	0.09
80 à 100	0.24	0.22	0.39	0.38	0.25	0.21	0.13	0.18
100 à 120	0.13	0.12	0.20	0.19	0.33	0.20	0.18	0.07
120 à 140	0.14	0.13	0.31	0.30	0.29	0.26	0.07	0.08
140 à 160	0.16	0.14	0.18	0.24	0.29	0.25	0.06	0.11
160 à 180	0.16	0.12	0.35	0.40	0.29	0.28	0.06	0.05
180 à 200	0.14	0.12	0.23	0.21	0.22	0.29	0.06	0.06
200 à 220	0.15	0.14	0.29	0.31	0.29	0.24	0.08	0.09
220 à 240	0.16	0.16	0.35	0.32	0.20	0.25	0.41	0.56
240 à 260	0.33	0.32	0.34	0.41	0.37	0.43	0.57	0.57
260 à 280	0.33	0.35	0.31	0.33	0.40	0.43	0.57	0.54
280 à 300	0.61	0.61	0.50	0.50	0.50	0.51	0.59	0.66
300 à 320	0.79	0.78	0.71	0.71	0.80	0.77	0.90	0.89
320 à 340	0.74	0.73	0.75	0.77	0.89	0.86	1.00	1.08
340 à 360	1.05	0.97	0.74	0.73	0.81	0.87	0.95	0.83

Globalement on observe une cohérence dans les ordres de grandeurs d'une phase à l'autre. Cependant, selon les tranches de 20° considérées, ce n'est pas toujours la même phase qui engendre les vitesses les plus fortes. La phase D engendre en majorité les vitesses les plus fortes dans les bassins A et B. En revanche dans le bassin C, les vitesses les plus fortes sont observées en partie en phase A et en phase D principalement.

Pour le dimensionnement des ancrages, il a été choisi de retenir les maximales observées par emprise, toutes phases confondues. On se place donc dans un cadre sécuritaire. Les valeurs retenues et transmises à Ciel&Terre correspondent aux valeurs indiquées en gras dans le tableau précédent. Elles sont synthétisées dans le Tableau 4 en page suivante.

On note que malgré le fait que les vitesses sont globalement plus élevées en considérant l'extension de la gravière, elles restent cependant inférieures ou égales au mètre par seconde. **Ce complément d'études ne remet donc pas en question les conclusions de l'étude hydraulique de 2020 sur les exigences de la DDT 58 au regard des prescriptions du PPRI. Le projet reste donc viable dans sa prise en compte du risque inondation.**

Tableau 4: Valeurs des vitesses retenues pour le dimensionnement des ancrages

Vitesse maximale (m/s) observée par tranche de direction de 20° (0°=Nord ; 90°=Est) TOUTES PHASES CONFONDUES		
EMPRISE	BLEUE (BASSIN A ET B)	ROUGE ET VERTE (BASSIN C)
0 à 20	0.51	0.91
20 à 40	0.45	0.54
40 à 60	0.45	0.48
60 à 80	0.33	0.29
80 à 100	0.39	0.25
100 à 120	0.20	0.33
120 à 140	0.31	0.29
140 à 160	0.24	0.29
160 à 180	0.40	0.29
180 à 200	0.23	0.29
200 à 220	0.31	0.29
220 à 240	0.35	0.56
240 à 260	0.41	0.57
260 à 280	0.35	0.57
280 à 300	0.61	0.66
300 à 320	0.79	0.90
320 à 340	0.77	1.08
340 à 360	1.05	0.95

Le tableau précédent correspond donc aux valeurs finales à retenir pour le dimensionnement des ancrages et qui ont donc été transmises au bureau Ciel&Terre. On les retrouve dans la version du rapport d'ancrage de novembre 2021.

6. ACTUALISATION DU PLAN D'IMPLANTATION

6.1. DERNIERE VERSION DU PLAN DE LA CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE

Le bureau d'étude Ciel&Terre a intégré les vitesses présentées en page précédente pour ajuster le dimensionnement de la centrale photovoltaïque (voir en page 20 du rapport Design d'ancrage préliminaire du 4 novembre 2021 de Ciel&Terre).

Entre temps, l'entreprise ELEMENTS a souhaité ajuster le plan de la centrale photovoltaïque, en créant un îlot supplémentaire dans le bassin A : l'îlot le plus au nord a été dédoublé en deux îlots, comme illustré dans la figure suivante, et les îlots ont été renumérotés.

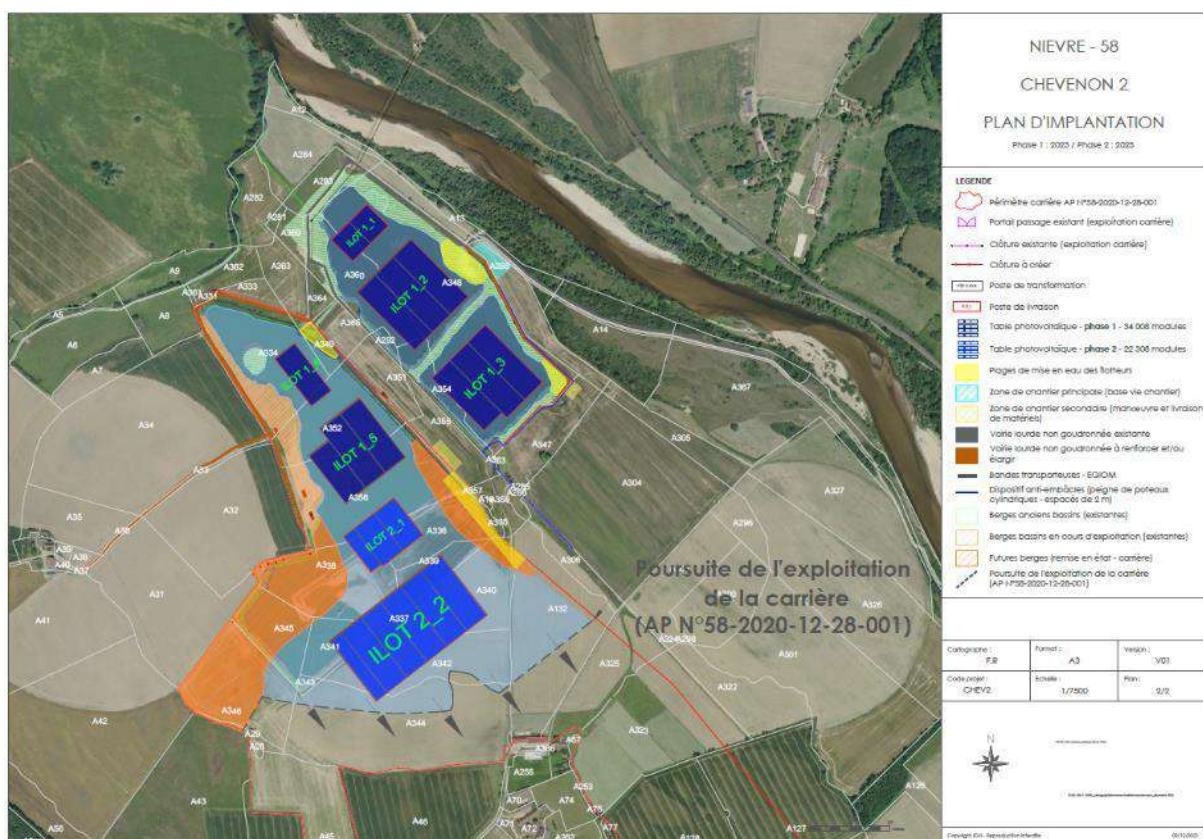


Figure 9 : Plan d'implantation de la centrale photovoltaïque - Dernière version Décembre 2021

L'étude d'ancrage ayant déjà été réalisée avec les valeurs précédemment présentés, il ne s'agissait pas alors de refaire une série de modélisation complète avec le nouveau plan d'implantation et de refaire un calcul d'ancrage. Cependant une vérification de l'impact de ce changement sur les vitesses a dû être faite.

Pour cela, deux modèles ont été actualisés avec le nouveau plan d'implantation : le modèle PHASEA et le modèle PHASED. Ces modèles ont été choisis car ils représentent à eux deux les cas de figure « extrêmes » (centrale photovoltaïque incomplète au début de l'extension et surface en eau la plus longue en phase D). De plus, comme vu dans le Tableau 3, les vitesses maximales retenues sont issus principalement de ces deux phases.

On appellera « M.PHASEA_actualisé » et « M.PHASED_actualisé » les deux modèles actualisés ici.

6.2. ACTUALISATION DES MODELES

Le nouveau plan d'implantation a été modélisé dans ces deux modèles : les coefficients de frottement ont été fixés à 1 dans l'emprise des îlots modifiés et à 25 dans les surfaces en eau (même méthodologie que développée au paragraphe 4.1.3 en page 13).

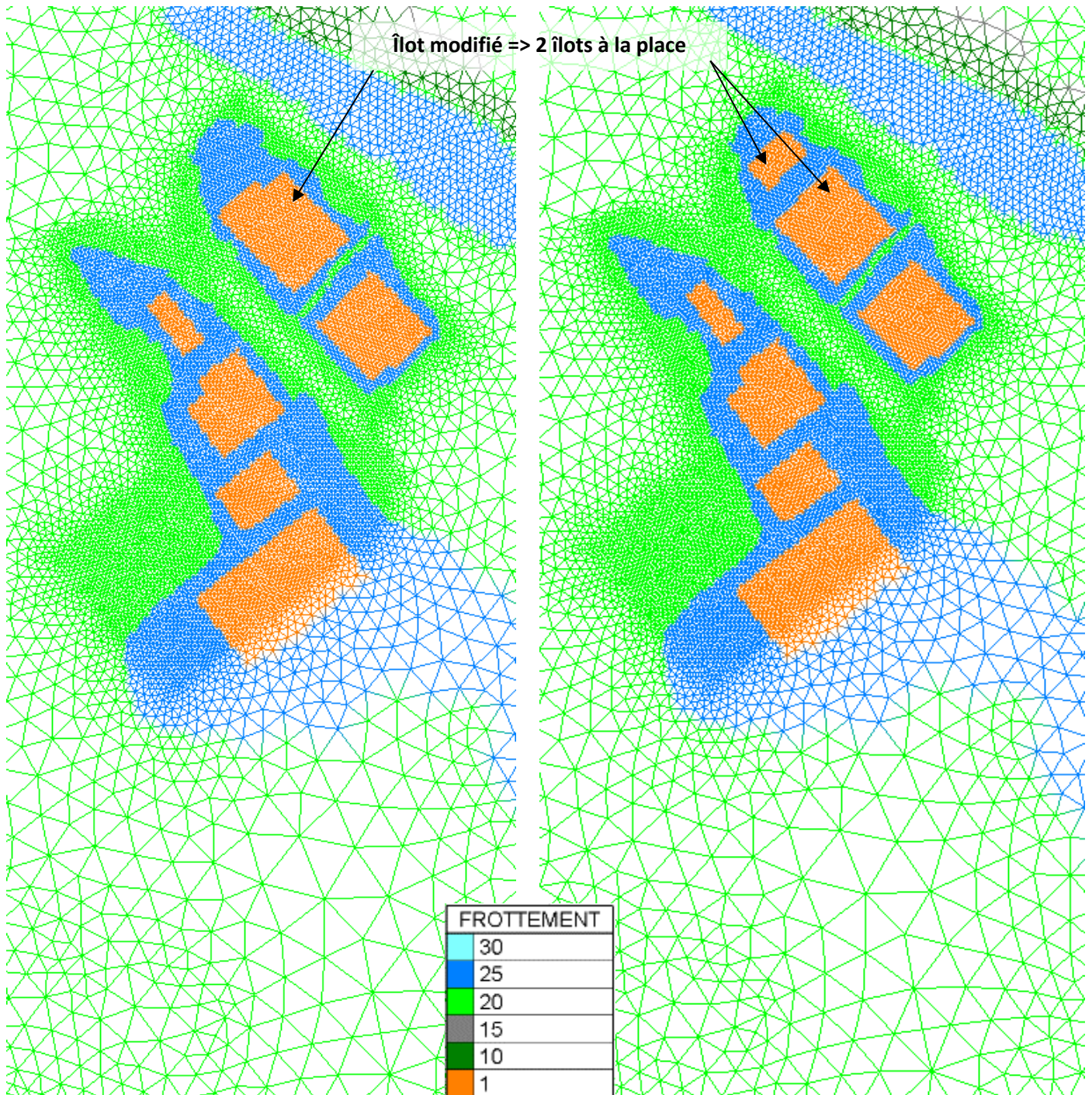


Figure 10: Maillage avec coefficient de frottement dans le modèle initial Phase D

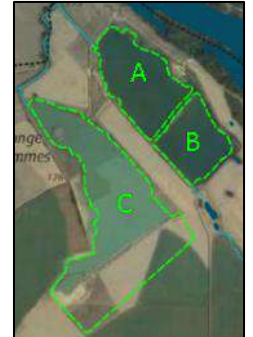
Figure 11: Maillage avec coefficient de frottement dans le modèle actualisé Phase D

6.3. RESULTATS DES MODELISATIONS

Concernant la côte de la surface libre maximale atteinte, la mise à jour du plan d'implantation ne modifie par les côtes annoncées au paragraphe 5.2 « Surface libre » en page 15. Les conclusions sont donc identiques.

Concernant les vitesses d'écoulement, il s'agit de vérifier si les vitesses maximales à retenir sont différentes avec le nouveau plan d'implantation. Comme dans l'analyse comparative menée précédemment, les vitesses ont été extraites selon les emprises et par tranches de 20° (emprise bassin A et B bleue et emprise bassin C rouge ou verte).

Pour rappel



6.3.1. Vitesses dans le bassin C

Les vitesses obtenues avec les modèles actualisés sont présentées dans le tableau suivant. Pour faciliter la lecture et la comparaison avec les modèles initiaux présentés au paragraphe 5, les vitesses sont également rappelées.

Tableau 5 : Comparatif des vitesses maximales entre les modèles PHASE et PHASE_actualisé avec le nouveau plan – Bassin C

Vitesse maximale (m/s) observée par tranche de direction de 20° (0°=Nord ; 90°=Est)				
EMPRISE	ROUGE ET VERTE (BASSIN C)			
MODELE	PHASE A	PHASE A actualisé	PHASE D	PHASE D actualisé
0 à 20	0.71	0.72	0.91	0.91
20 à 40	0.46	0.45	0.43	0.43
40 à 60	0.22	0.22	0.33	0.33
60 à 80	0.29	0.29	0.07	0.07
80 à 100	0.25	0.25	0.13	0.13
100 à 120	0.33	0.33	0.18	0.18
120 à 140	0.29	0.29	0.07	0.07
140 à 160	0.29	0.29	0.06	0.06
160 à 180	0.29	0.29	0.06	0.06
180 à 200	0.22	0.22	0.06	0.06
200 à 220	0.29	0.29	0.08	0.08
220 à 240	0.20	0.20	0.41	0.41
240 à 260	0.37	0.37	0.57	0.57
260 à 280	0.40	0.40	0.57	0.58
280 à 300	0.50	0.51	0.59	0.59
300 à 320	0.80	0.81	0.90	0.92
320 à 340	0.89	0.90	1.00	1.00
340 à 360	0.81	0.81	0.95	0.95

On remarque qu'il n'y a presque aucune différence entre les modèles initiaux et les modèles actualisés. Seuls quelques directions sont concernées par des différences de l'ordre de 0,01 m/s, que l'on considère alors négligeables aux regards des incertitudes liées aux modélisations. Ce constat n'est pas surprenant puisque les bassins C n'est pas concerné par des changements entre les deux modèles. La modification de géométrie de la centrale photovoltaïque intervenant dans le bassin A, en aval, ne devrait pas avoir d'incidence sur le bassin C et les résultats des modèles retranscrites bien cet élément.

Ainsi, pour le bassin C, les vitesses retenues pour le dimensionnement de la centrale présentées au paragraphe 5.1.2 en page 17 sont valables.

6.3.2. Vitesses dans les bassins A et B

Les vitesses obtenues avec les modèles actualisés sont présentées dans le tableau suivant. Pour faciliter la lecture et la comparaison avec les modèles initiaux présentés au paragraphe 5, les vitesses sont également rappelées.

Tableau 6: Comparatif des vitesses maximales entre les modèles PHASE et PHASE_actualisé avec le nouveau plan – Bassins A et B

Vitesse maximale (m/s) observée par tranche de direction de 20° (0°=Nord ; 90°=Est)				
EMPRISE	BLEUE (BASSIN A et B)			
MODELE	PHASE A	PHASE A actualisé	PHASE D	PHASE D actualisé
0 à 20	0.35	0.34	0.51	0.54
20 à 40	0.38	0.38	0.45	0.39
40 à 60	0.25	0.25	0.41	0.50
60 à 80	0.22	0.22	0.33	0.33
80 à 100	0.24	0.24	0.39	0.39
100 à 120	0.13	0.13	0.20	0.20
120 à 140	0.14	0.14	0.31	0.31
140 à 160	0.16	0.16	0.18	0.18
160 à 180	0.16	0.16	0.35	0.39
180 à 200	0.14	0.14	0.23	0.23
200 à 220	0.15	0.15	0.29	0.30
220 à 240	0.16	0.16	0.35	0.34
240 à 260	0.33	0.33	0.34	0.37
260 à 280	0.33	0.33	0.31	0.31
280 à 300	0.61	0.40	0.50	0.36
300 à 320	0.79	0.76	0.71	0.66
320 à 340	0.74	0.84	0.75	0.85
340 à 360	1.05	1.05	0.74	0.70

Les directions où des écarts notables (estimés à plus de 0,05 m/s) de vitesses sont identifiés entre les modèles initiaux et actualisés ont été mises en gras et colorées. Sur les autres directions, les valeurs étant inchangées, les vitesses retenues pour le dimensionnement de la centrale photovoltaïque présentées au paragraphe 5.1.2 en page 17 sont valables.

Dans les directions colorées en vert, on observe une baisse de vitesse avec les modèles actualisés. Les valeurs initialement retenues peuvent alors être conservées, une baisse des efforts prévues n'engendrant pas de problématique dans le dimensionnement. Le système sera donc simplement plus robuste que nécessaire.

Dans les directions colorées en rouge, on observe une hausse des vitesses avec les modèles actualisés. Seules deux directions sont concernées : 40° à 60° dans le cas de la phase D et 320° à 340° dans le cas des deux phases. Les deux cas ont été analysés pour comprendre ces différences et statuer sur les valeurs à retenir.

6.3.2.1. Direction 40° à 60° en phase D

Dans cette direction, pour seulement pour la phase D, la valeur maximale observée est de 0,41 m/s environ dans le modèle initial mais passe à 0,50 m/s environ dans le modèle actualisé. La différence est relativement faible (0,09 m/s) mais peut être analysée.

Pour faciliter la lecture et l'analyse, les vitesses obtenues selon le modèle (initial ou actualisé) sont représentées dans les deux figures suivantes, avec leur amplitude (valeur de vitesse en couleur) et le direction (orientation de la flèche). L'emprise des îlots du bassin A est représentée en marron. La vue est zoomée sur la zone concernée par le changement de valeur de vitesse maximale.

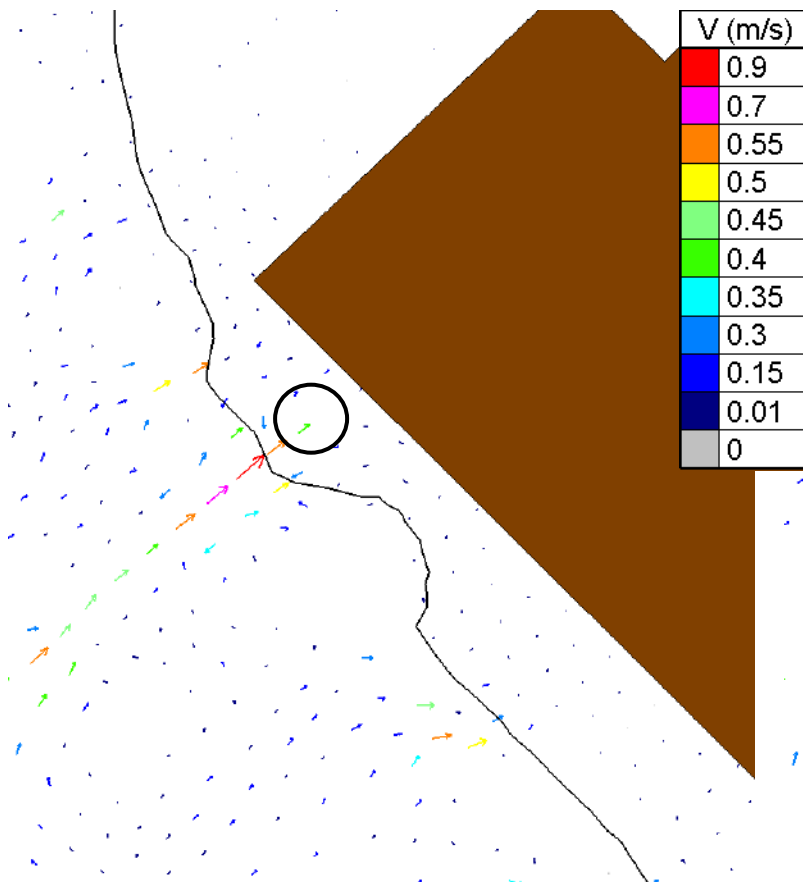


Figure 12: Direction et amplitude des vitesses - Phase D modèle initial

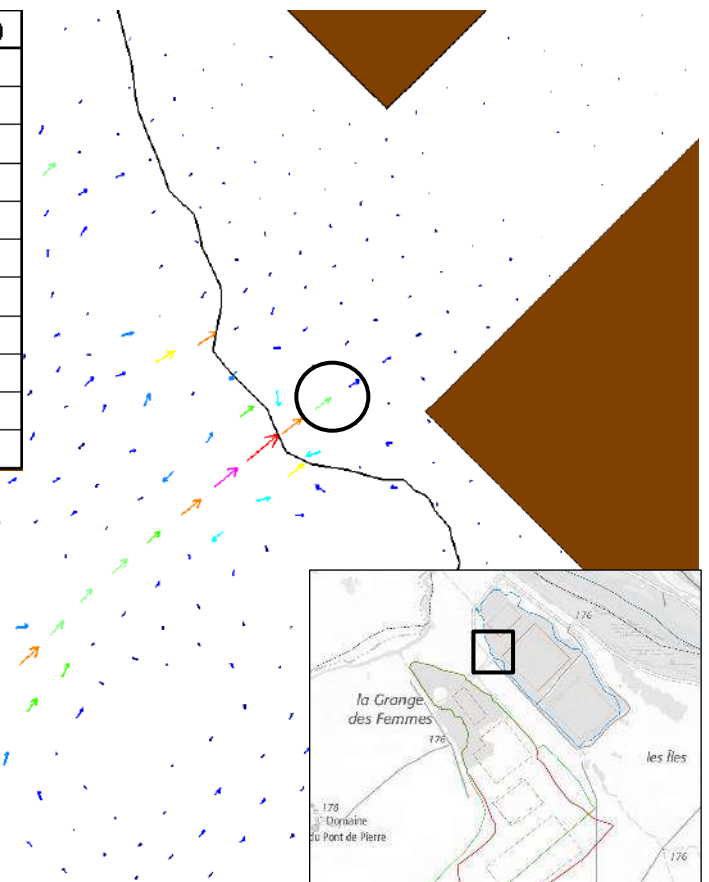


Figure 13: Direction et amplitude des vitesses - Phase D modèle actualisé

Le pas de temps où cette vitesse maximale intervient est situé en début de crue : les débordements n'ont eu lieu qu'au niveau du pont d'Imphy et se sont propagés jusqu'au bassin C, mettant ainsi en mouvement la masse d'eau de ce bassin. Les bassins A et B n'ont pas encore été touchés par des arrivées d'eau, les vitesses sont alors quasiment nulles dans ces bassins. Cependant, entre le bassin A et le bassin C, un canal assure une connexion. Ainsi, l'eau mise en mouvement dans le bassin C s'engouffre dans le canal et rejoint le bassin A. Dans le canal on observe des vitesses importantes, mais qui sont freinées rapidement au débouché dans le bassin A. C'est ce phénomène qui est observé ici.

Dans le cas du modèle initial, la vitesse en sortie du canal est freinée très rapidement car un îlot est présent dans l'axe de sortie, engendrant un ralentissement « forcé » des vitesses. En revanche, dans le cas du modèle actualisé, il n'y a plus d'îlot dans l'axe de sortie, les vitesses sont donc ralenties plus progressivement.

C'est ainsi que s'explique l'écart de vitesses entre les modèles. Cependant, la zone concernée par l'augmentation des vitesses est à distance des îlots (environ 28 mètres) et l'augmentation de la valeur à retenir est relativement faible (0,09 m/s). **On peut donc considérer que la valeur initialement prévue pour le dimensionnement pour cette direction peut être conservée.**

Une préconisation peut cependant être formulées concernant les ancrages : il s'agit de privilégier un ancrage en fond plutôt qu'en ancrage en berge pour l'îlot 1_2 sur le côté nord-ouest, afin de minimiser d'autant plus les efforts sur la ligne d'ancrage.

6.3.2.2. *Direction 320° à 340° en phase A et phase D*

Dans cette direction, pour les deux phases, la valeur maximale observée est de 0,75 m/s environ dans les modèles initiaux mais passe à 0,85 m/s environ dans les modèles actualisés. La différence est relativement faible (0,1 m/s) mais peut être analysée.

Pour faciliter la lecture et l'analyse, les vitesses obtenues au pic de crue selon les modèles (initiaux ou actualisés) sont représentées dans les deux figures suivantes, avec leur amplitude (valeur de vitesse en couleur) et le direction (orientation de la flèche). L'emprise des îlots du bassin A est représentée en marron. L'exemple est donné pour la phase D mais est identique pour la phase A.

La valeur maximale retenue est de 0,75 m/s environ dans le modèle initial, représentée par une flèche vert pâle. D'après la modélisation, cette valeur est observée au passage entre les deux bassins, dans la zone entourée en noir dans la Figure 14. Dans le modèle actualisé, la vitesse est inchangée à cet endroit, comme visible en Figure 15, toujours dans la zone entourée en noir. Cela signifie donc que la valeur de 0,85 m/s obtenue dans la modélisation actualisée se produit à un autre endroit.

La valeur maximale retenue pour le modèle actualisé, de 0.85 m/s environ est représentée par une flèche jaune. Elle est observée au nord-est, dans la zone entourée en rouge, alors que dans le modèle initial les vitesses à cet endroit sont de l'ordre de 0,50 m/s. Comment s'explique une telle différence ?

La modification du plan d'implantation de la centrale photovoltaïque en est évidemment la cause. On remarque bien sur les figures suivantes, que la présence des îlots perturbe la répartition du champ des vitesses. Les vitesses sont freinées à l'arrière des îlots et partiellement accélérées sur les bords. Ainsi, dans le cas du modèle initial, la zone entourée en rouge est à distance à l'arrière de l'îlot et donc protégée des fortes vitesses. Alors que dans le cas du modèle actualisé, cette zone se retrouve non loin du bord d'un îlot et donc est le théâtre de vitesses plus élevées. De plus, on remarque que cette zone forme un petit « décrochement » dans le périmètre du bassin, qui peut facilement accentuer les écoulements.

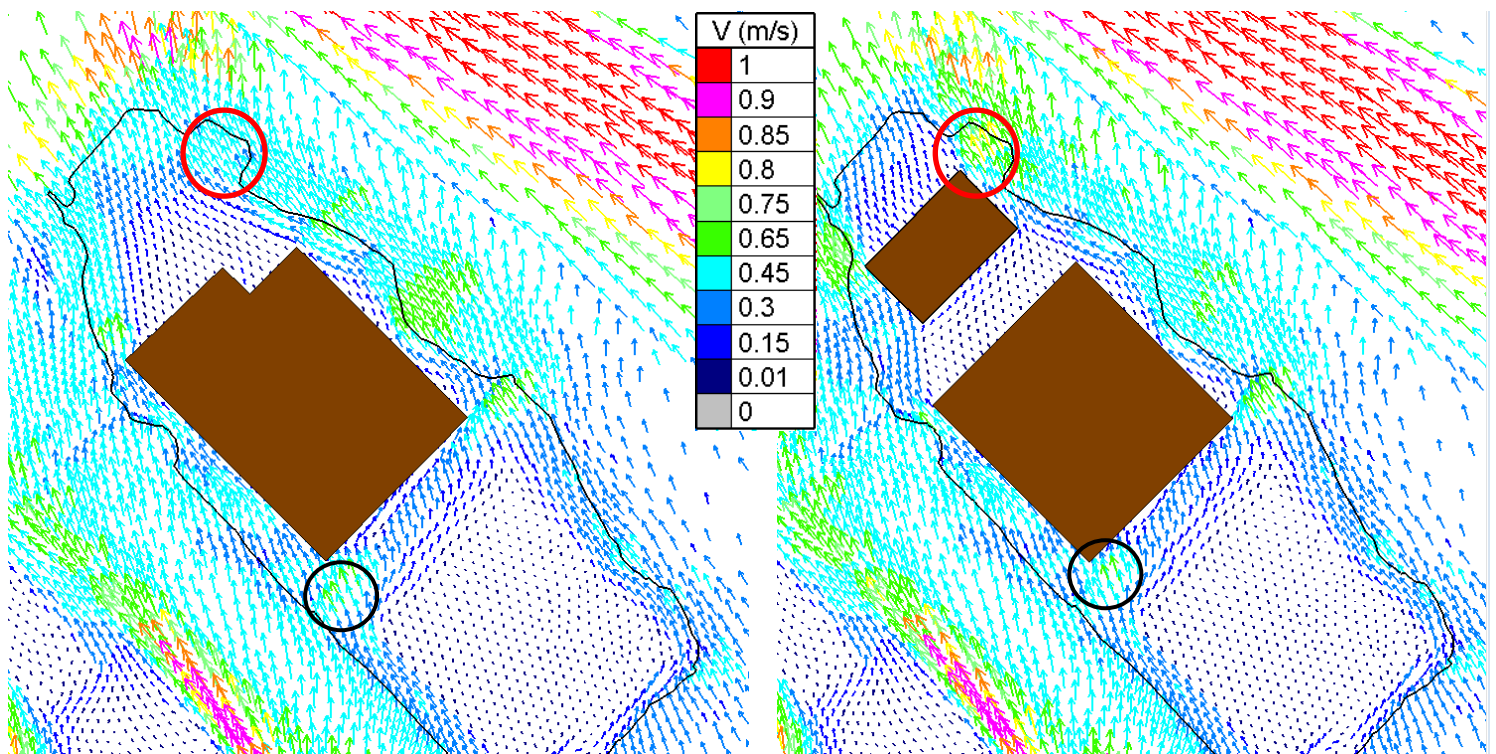


Figure 14: Direction et amplitude des vitesses au pic de crue - Phase D
modèle initial

Figure 15: Direction et amplitude des vitesses au pic de crue - Phase D
modèle actualisé

L'augmentation des vitesses pour cette direction est donc normale entre les deux modèles. Cependant, la zone concernée par l'augmentation des vitesses est à distance des îlots (environ 30 mètres) et l'augmentation de la valeur à retenir est relativement faible (0,1 m/s). **On peut donc considérer que la valeur initialement prévue pour le dimensionnement pour cette direction peut être conservée.**

Une préconisation peut cependant être formulées concernant les ancrages : il s'agit de privilégier un ancrage en fond plutôt qu'en ancrage en berge pour l'îlot 1_1 sur le côté nord-est, afin de minimiser d'autant plus les efforts sur la ligne d'ancrage.

6.3.2.3. Synthèse sur les vitesses à retenir

L'analyse précédente a permis de constater que les différences de vitesses d'écoulement entre les deux modèles sont pour la plupart nulles ou vont dans le sens de la sécurité puisqu'on observe une baisse de vitesses. Deux cas de hausse ont été constatés, mais l'analyse a montré que les valeurs initialement prévues pouvaient être conservées.

Ainsi, la mise à jour du plan d'implantation ne modifie par les vitesses maximales retenues pour le dimensionnement des ancrages. Les valeurs présentées au paragraphe 5.1.2 en page 17 sont donc valables.

6.4. SYNTHÈSE DE L'INTÉGRATION DE L'EXTENSION AU MODÈLE

L'analyse a montré que la présence de l'extension avec le plan d'implantation actualisé n'avait pas d'impact sur le dimensionnement, prévu à l'issue du paragraphe 5, en termes de hauteurs d'eau et que les vitesses prévues pouvaient être conservées.

7. PRISE EN COMPTE DU RISQUE D'EMBACLE

7.1. RAPPEL DES MESURES PREVUES

Dans l'étude hydraulique de 2020, la prise en compte du risque d'embâcle a fait l'objet d'une analyse spécifique et de solutions proposées, rappelées et illustrées ci-dessous :

- ▲ Un entretien de la ripisylve, sur environ 3 km en bord de Loire ;
- ▲ Une évacuation des débris en lit majeur à l'annonce d'une crue, du pont d'Imphy jusqu'à la gravière, a priori dès la Q2 ;
- ▲ Une orientation du type de cultures, pour limiter dans le futur les zones de production de flottants en amont de la gravière ;
- ▲ La mise en place des deux dromes, pièges flottants permanents, installées dans les bassins en amont des îlots, permettant de capturer les petits éléments en surface et sous la surface. Les deux dromes seraient de 250 mètres et 600 mètres environ ;
- ▲ La mise en place d'une protection anti embâcle, de type peigne, permettant de retenir les gros corps flottants. La côte d'arase doit être de 180 mNGF pour un linéaire de 600 mètres environ. Cette protection est à implanter le long du bassin B, en « L ».

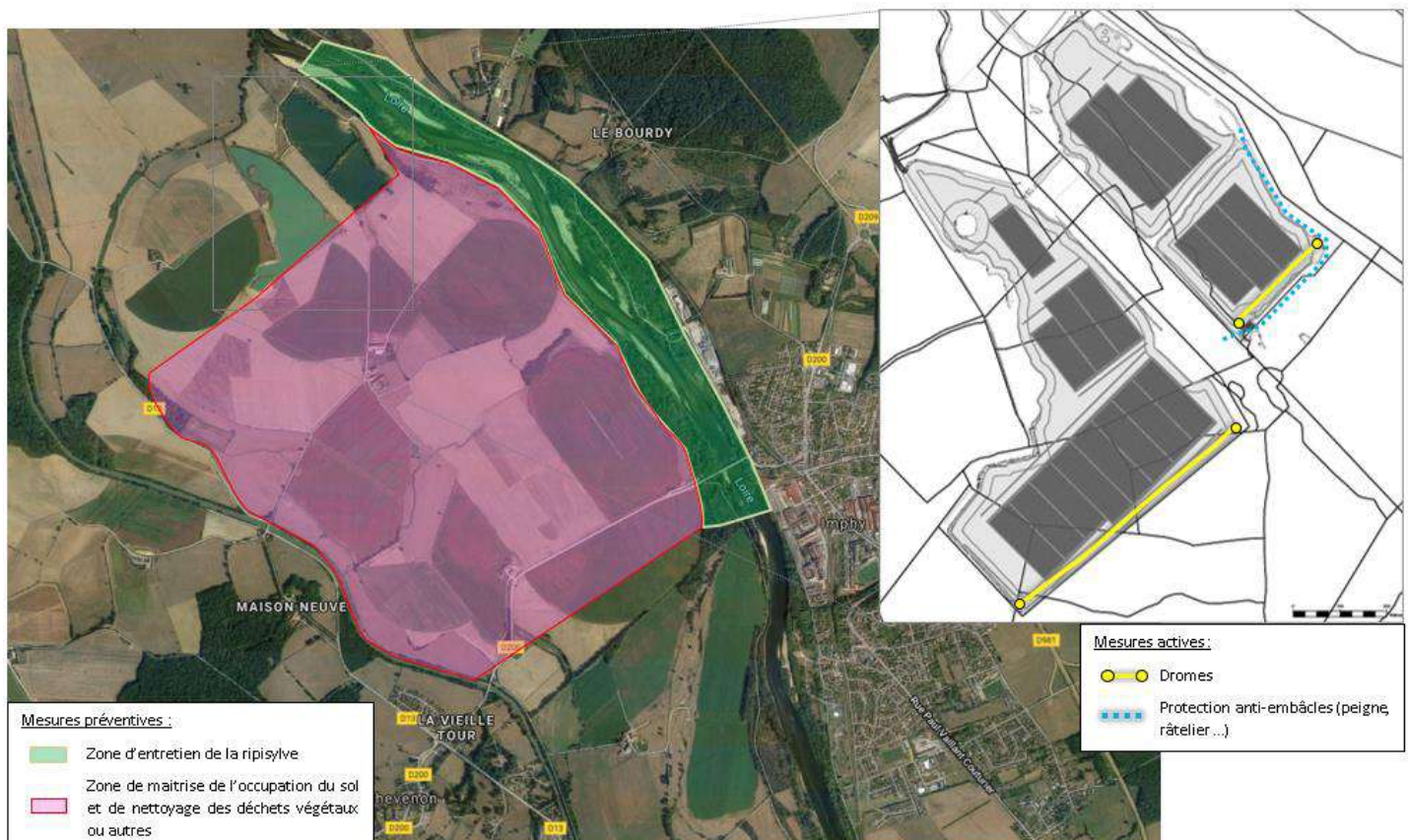


Figure 16: Rappels des solutions pour répondre à la problématique d'embâcles – Etude hydraulique de 2020 - HYDRETUDES

7.2. ACTUALISATION DES MESURES PREVUES

Remarque : il convient de rappeler que l'étude initiale de 2020 avait montré que le site était peu sensible à la formation d'embâcle.

A la suite du retour des services de l'Etat au dépôt du permis de construire et à l'avancement de sa réflexion et de ses démarches, l'entreprise ELEMENTS a procédé à des ajustements dans les mesures prévues pour la prise en compte des embâcles.

Pour chaque mesure, le tableau suivant présente son format initialement prévu, l'avis du CEREMA correspondant et les ajustements effectués à ce jour par la société ELEMENTS.

Tableau 7: Mesures envisagées pour la prise en compte du risque d'embâcle

Mesure	Format prévu en 2020	Avis CEREMA 2020	Ajustement réalisé en 2021
Entretien de la ripisylve	Sur 3km en bord de Loire, jusqu'au pont d'Imphy, il pourrait être pertinent de s'assurer que l'entretien de la ripisylve permette le maintien de végétation en bon état et qu'une vigilance particulière soit portée aux arbres malades.	Nécessiterait la mise en place d'une convention préalable avec l'établissement gémapien en charge de son entretien et de sa gestion, qui n'est pas du seul ressort du futur exploitant de la centrale photovoltaïque.	Convention en cours de rédaction par ELEMENTS , permettant un accord avec le service gémapien pour l'entretien.
Evacuation des débris	Lorsqu'une alerte est donnée, il peut être pertinent de s'assurer qu'il n'y ait pas en amont de la gravière, dans le lit majeur, des débris végétaux ou de tous types susceptibles d'être emportés pendant la crue. Une fois identifiés, il conviendrait de les évacuer.	Paraît [...] plus réaliste et efficient, dans la mesure où les crues de la Loire sur ce secteur peuvent être anticipées suffisamment tôt grâce aux alertes Vigicrues.	Création d'un système d'alerte et de procédures adaptées en fonction de valeurs seuils de débits et/ou niveaux d'eau aux stations hydrométriques en amont du site. En cours de montage par la société ELEMENTS.
Orientation du type de cultures	L'occupation du sol en amont de la gravière peut également être orientée pour limiter au maximum les possibilités de fourniture de flottants.	L'exploitant n'a aucune emprise sur les futurs choix de cultures qui pourront être faits par les agriculteurs exploitant les terrains en lit majeur de la Loire.	Abandonné , effectivement pas réalisable au vu du contexte local.
Mise en place des deux dromes	Nous préconisons de mettre en place des dromes sur toute la longueur des bassins en amont de l'îlot 2 (maintenant îlot 1_3), soit sur 250 mètres environ et de l'îlot 3 (maintenant îlot 2_2), soit sur 600 mètres environ, en prévision de l'extension du bassin C après 2023.	Paraît bien adaptée au type de flottants attendus (principalement des débris végétaux issus des parcelles agricoles).	Conservé et inchangé

Mesure	Format prévu en 2020	Avis CEREMA 2020	Ajustement réalisé en 2021
Mise en place d'une protection anti-embâcle	<p>La protection envisagée serait de type peigne ou râtelier et située sur un linéaire de 600 mètres environ, en « L » le long du bassin B.</p> <p>La côte d'arasement du peigne devra être à 180 mNGF.</p> <p>Cela implique que les éléments du peigne auront une taille de 2,5 m de haut environ. Un espacement de l'ordre de 4 à 6 mètres devra être respecté entre les éléments, dont les diamètres seront de l'ordre de 200 mm. Une double ligne pourra également être envisagée.</p>	<p>Nécessite des structures plus lourdes, et suppose la réalisation d'études géotechniques plus poussées et difficilement quantifiables à ce stade d'avancement, comme indiqué à juste titre par le bureau d'études.</p>	<p>ELEMENTS a lancé une consultation pour des études géotechniques.</p> <p>Extension du linéaire concerné sur 300 mètres, le long du bassin C, pour protéger davantage les îlots 2_1 et 2_2 (illustration dans la figure suivante).</p>

Concernant l'extension du linéaire du peigne, deux scénarios du peigne ont été réalisées pour étudier l'impact sur les vitesses dimensionnantes pour les ancrages. Un modèle peigne entièrement obstrué et peigne partiellement obstrué ont permis d'étudier les vitesses maximales observées. Les résultats ont montré que les vitesses à prendre en compte sont inchangées (écarts nuls ou négligeables avec le modèle sans peigne).

Remarque : ces deux scénarios, notamment le scénario avec obstruction totale, sont plutôt très pessimistes. En effet, l'analyse menée précédemment a montré la faible sensibilité du site aux embâcles du fait de la quasi absence de flottants. Il en résulte qu'il est peu probable que l'ouvrage soit obstrué sur toute sa hauteur et toute sa longueur. Ceci valide d'autant plus le fait que les vitesses dimensionnantes retenues précédemment peuvent être conservées.

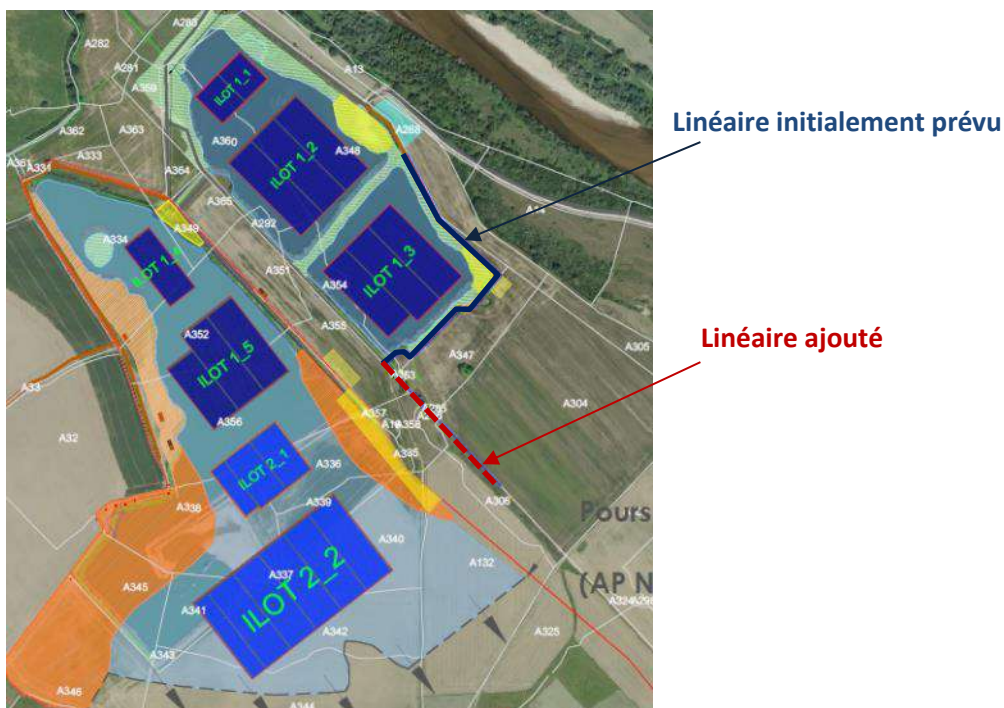


Figure 17: Plan d'implantation de la centrale photovoltaïque et localisation du peigne anti-embâcle

8. CONCLUSION

La présente étude a permis d'étudier l'impact de l'extension de la gravière et de l'intégrer au dimensionnement de la centrale photovoltaïque, projet de l'entreprise ELEMENTS. De plus, quelques modifications dans le plan d'implantation ont également été effectuées depuis le dépôt du permis de construire en 2020, qui devaient donc également être prises en compte. Concernant les vitesses d'écoulements, des différences ont été observées par rapport à celles retenues initialement. Ainsi, les vitesses à prendre en compte ont dû être actualisées. Les nouvelles valeurs ont été transmises à Ciel&Terre qui les a incluses dans ses calculs de dimensionnement des ancrages. Les hauteurs d'eau à prendre en compte (influençant la longueur des lignes d'ancrage et la côte d'implantation des éléments sensibles) sont inchangées par rapport à l'étude initiale de 2020.

Concernant le système de protection anti-embâcle, le peigne initialement prévu a été étendu sur un linéaire de 300 mètres et ELEMENTS travaille sur une convention d'entretien de la ripisylve de la Loire avec le service gemapien concerné et un protocole interne d'évacuation des débris calé sur des seuils d'alerte, qui seront annexés au nouveau permis de construire.

ANNEXES

[ANNEXE I : Avis du CEREMA du 26 avril 2021](#)