

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Moyenne annuelle	QMNAS	BV (km ²)
Débits statistiques de l'Eillé mesurés à la station du Faouët (Grand Pont) sur la période de 1969 à 2016 pour une surface de bassin versant = 145 km²															
Débit moyen mensuel	6,23	6,17	4,22	3,20	2,20	1,21	0,629	0,439	0,518	1,41	2,96	4,92	2,842	0,180	
Lame d'eau	115,0	106,0	77,0	57,0	40,0	21,0	11,0	8,0	9,0	26,0	52,0	90,0	51,0		145
Extrapolation des débits de l'Eillé au niveau de la confluence du Ruisseau du Crazius et de l'Eillé - surface de bassin versant = 55 km²															
Débit moyen mensuel	2,36	2,34	1,60	1,21	0,83	0,46	0,24	0,17	0,20	0,53	1,12	1,87	1,078	0,0683	
Débits mensuels	204 172	202 206	138 300	104 872	72 099	39 655	20 614	14 387	16 976	46 209	97 006	161 240	93 145	5 875	
Lame d'eau	43,62	40,21	29,21	21,62	15,17	7,97	4,17	3,03	3,41	9,86	19,72	34,14	19,3		55
Extrapolation des débits du ruisseau du Crazius en amont de sa confluence avec l'Eillé - surface de bassin versant = 11,5 km²															
Débit moyen mensuel	0,49	0,49	0,33	0,25	0,17	0,10	0,05	0,03	0,04	0,11	0,23	0,39	0,225	0,014	
Débits mensuels	42 691	42 279	28 917	21 928	15 075	8 292	4 310	3 008	3 550	9 662	20 283	33 714	19 476	1 228	
Lame d'eau	16,55	15,25	11,08	8,20	5,76	3,02	1,58	1,15	1,29	3,74	7,48	12,95	7,3		11,5
Différence entre les débits du ruisseau du Crazius et l'Eillé en aval de sa confluence avec le ruisseau du Crazius - surface de bassin versant = 43,5 km²															
Débits mensuels	161 481	159 927	109 383	82 944	57 024	31 364	16 304	11 379	13 426	36 547	76 723	127 526	73 669	4 647	

Tableau 23 : Débits caractéristiques de l'Eillé

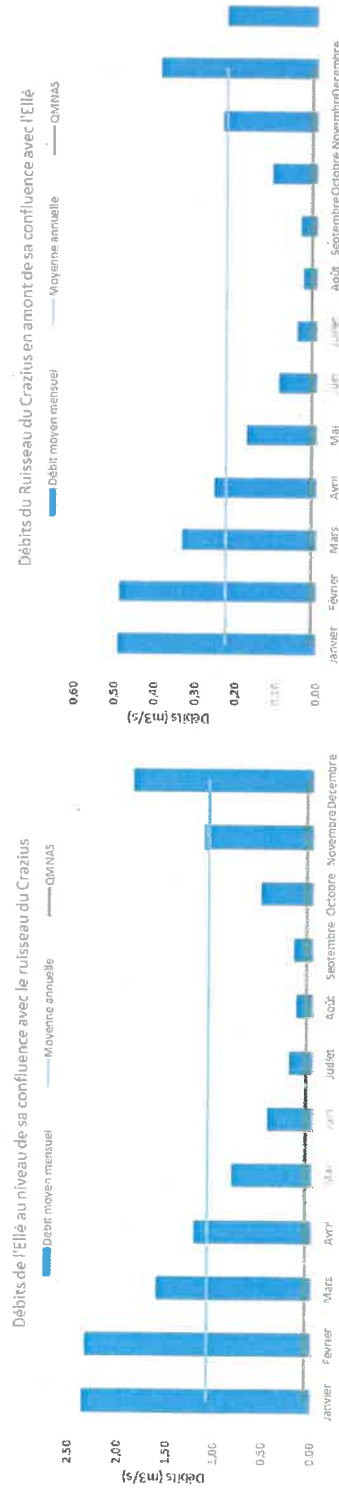


Figure 54 : Evolution des débits moyens mensuels de l'Eillé et du ruisseau du Crazius au cours de l'année

Commentaires :

L'évolution des débits sur l'année montre que :

- L'Ellé présente une période d'étiage entre juillet et septembre très importante avec une valeur de débit de référence, correspondant au débit moyen mensuel minimum de période de retour de 5 ans (QMNA5), égale à 0,180 m³/s.
- Par extrapolation par rapport au bassin versant, celui-ci est de l'ordre de **0,0683 m³/s** au niveau de la confluence de l'Ellé et du ruisseau du Crazius. Le milieu présente donc un étiage sévère.

5.1.3. Cadre réglementaire de la qualité des eaux superficielles

Le milieu récepteur est soumis à différents textes réglementaires précisant les objectifs de qualité à respecter.

5.1.3.1. Directive Cadre sur l'Eau du 23 octobre 2000

La directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 (DCE), établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, fixe, pour la préservation et la restauration de l'état des eaux superficielles et souterraines, différents objectifs pour lesquels les métaux sont concernés :

- Atteindre un bon état écologique et chimique des masses d'eau de surface en 2015, voire 2027,
- Réduire progressivement les rejets, émissions ou pertes pour les substances dangereuses prioritaires,
- Supprimer les rejets d'ici à 2021 des substances prioritaires dangereuses.

Ces derniers tiennent compte des aspects quantitatifs et qualitatifs. La DCE induit aujourd'hui, pour l'ensemble de la gestion de l'eau et des activités qui l'impactent, la mise en place de plans d'actions, au travers des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE), articulés autour de la notion de bon état des milieux aquatiques.

A l'issue du SDAGE 2010-2015, un point sur l'atteinte des objectifs a été réalisé en vue de définir un second plan de gestion et un programme de mesure, dans le cadre du SDAGE 2016-2021 (publié en novembre 2015). La dernière échéance pour l'atteinte des objectifs de bon état des masses d'eau est fixée à 2027.

5.1.3.2. Arrêté du 27/07/2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et aux critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface

Les concentrations limites du « bon état » sont définies par :

- L'arrêté du 27/07/2018, modifiant les valeurs définissant les états chimiques présentées dans celui du 25/01/10, relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface (pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement),
- L'annexe 13 du Guide technique du 21/11/12 relatif aux modalités de prise en compte des objectifs de la Directive Cadre sur l'eau (DCE).

La qualité des eaux est déclinée en cinq classes allant de **très bon à mauvais**. Les valeurs seuils à respecter, issues de l'arrêté du 27/07/2018, permettant d'évaluer la qualité physico-chimique des eaux superficielles sont présentées ci-après. Concernant les sulfates, il est indiqué dans cet arrêté que les connaissances actuelles ne permettent pas de définir des valeurs seuils fiables pour ce paramètre. Il n'existe pas non plus de valeurs seuils définies pour le manganèse.

5.1.3.3. Le Schéma Directeur d'aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) 2016-2021 du bassin Loire-Bretagne

Le SDAGE 2016-2021 succède au SDAGE 2010-2015 et conserve un objectif de deux tiers environ des eaux du bassin Loire- Bretagne en bon état écologique, même s'il le reporte de 2015 à 2021. Il indique également les moyens pour parvenir à un bon état de l'eau à l'horizon 2021, exprimés sous la forme d'orientations et de dispositions :

- Les orientations donnent la direction dans laquelle il faut agir,
- Les dispositions précisent pour chaque orientation les actions à mener et fixent le cas échéant des objectifs quantifiables.

Les 14 orientations du SDAGE 2016-2021 sont les suivantes :

1. Repenser les aménagements de cours d'eau,
2. Réduire la pollution par les nitrates,
3. Réduire la pollution organique et bactériologique,
4. Maîtriser et réduire la pollution par les pesticides,
5. Maîtriser et réduire la pollution due aux substances dangereuses,
6. Protéger la santé en protégeant la ressource en eau,
7. Maîtriser les prélèvements d'eau,
8. Préserver les zones humides,
9. Préserver la biodiversité aquatique,
10. Préserver le littoral,
11. Préserver les têtes de bassin versant,
12. Faciliter la gouvernance locale et renforcer la cohérence des territoires et des politiques publiques,
13. Mettre en place des outils réglementaires et financiers,
14. Informer, sensibiliser, favoriser les échanges.

Le SDAGE définit notamment des objectifs de qualité des eaux par masse d'eau selon les préconisations de la directive cadre sur l'eau (directive 2000/60/CE). Trois niveaux d'objectifs sont possibles :

- Le bon état ou bon potentiel (pour les masses d'eau fortement modifiées) en 2021,
- Un report de délai pour l'atteinte du bon état (2027),
- Un objectif moins strict que le bon état.

Pour chaque masse d'eau l'objectif se compose d'un niveau d'ambition et d'un délai. Les niveaux d'ambition sont le bon état, le bon potentiel dans le cas particulier des masses d'eau fortement modifiées ou artificielles, ou un objectif moins strict. En application du principe de non-détérioration lorsqu'une masse d'eau est en très bon état l'objectif est de maintenir ce très bon état.

Les délais sont 2015, 2021 ou 2027. Le choix d'un report de délai ou d'un objectif moins strict est motivé, conformément à la directive cadre sur l'eau, par les conditions naturelles (CN), la faisabilité technique (FT) ou les coûts disproportionnés (CD).

Le site Imerys de Glomel réalise également un suivi de la qualité des eaux de l'Ellé en amont et en aval de la confluence du ruisseau du Crazius avec l'Ellé.

Les résultats du suivi trimestriel en amont et en aval du rejet site sur le ruisseau du Crazius, extraits de l'étude hydrologique réalisée par Imeryss dans le cadre du dossier de demande d'autorisation, sont présentés ci-dessous :

Analyses Crazius Amont

Année	Trimestre	pH	Cond (µS/cm)	Al (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	Sulfates (mg/l)
2014	Q1	6,7	124	0,20	0,46	0,27	13
	Q2	7,2	130	0,17	0,78	0,24	11
	Q3	7,1	163	0,14	0,70	0,18	11
	Q4	7,0	143	0,18	0,84	0,23	10
2015	Q1	7,1	121	0,18	0,89	0,28	10
	Q2	6,9	127	0,24	1,13	0,24	9
	Q3	7,1	159	0,15	1,07	0,24	15
	Q4	6,8	151	0,11	0,72	0,20	17
2016	Q1	6,4	114	0,16	0,63	0,18	7
	Q2	7,1	131	0,13	0,89	0,18	8
	Q3	7,2	153	0,07	0,88	0,16	6
	Q4	7,2	178	0,07	0,40	0,14	19
2017	Q1	6,6	133	0,12	0,50	0,27	12
	Q2	7,0	139	0,08	0,84	0,19	5,3
Moyenne		7	140	0,14	0,77	0,21	11

Analyses Crazius Aval

Année	Trimestre	pH	Cond (µS/cm)	Al (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	Sulfates (mg/l)
2014	Q1	7,8	744	0,19	0,49	1,98	315
	Q2	7,2	1006	0,56	1,21	2,33	579
	Q3	7,2	1425	0,25	0,74	3,51	533
	Q4	7,0	1586	0,26	0,76	3,30	614
2015	Q1	7,5	858	0,30	0,71	1,98	401
	Q2	6,7	1081	0,28	0,83	2,19	554
	Q3	7,0	1972	0,06	0,37	2,79	1187
	Q4	6,9	1633	0,15	0,37	4,19	975
2016	Q1	6,9	625	0,23	0,60	1,01	306
	Q2	7,0	1117	0,23	0,56	2,63	833
	Q3	7,0	1810	0,09	0,49	4,65	1131
	Q4	7,0	1649	0,51	1,33	4,88	1303
2017	Q1	6,9	745	0,22	0,56	1,56	416
	Q2	7,2	1229	0,10	0,42	1,49	636
Moyenne		7,1	1 248	0,25	0,68	2,74	685

Tableau 24 : Données de suivi trimestrielles de la qualité du ruisseau du Crazius - Extrait de l'étude hydrologique

Les données de suivi de la qualité montrent :

- Qu'à l'amont du point de rejet, des concentrations moyennes de 0,21 mg/l en manganèse et de 11 mg/l en sulfates sont mesurées. Des valeurs maximales égales à 0,28 mg/l en manganèse et de 19 mg/l en sulfates sont constatées. Ces valeurs sont celles considérées dans les simulations pour l'estimation des flux rejetables.
- Qu'à l'aval du point de rejet, les concentrations en manganèse et en sulfates sont supérieures et s'élèvent en moyenne à 2,7 mg/l pour le manganèse et à 685 mg/l pour les sulfates. Des valeurs maximales de 4,88 mg/l en manganèse et de 1303 mg/l en sulfates sont observées.

Ces valeurs de suivi sont à comparer aux valeurs de qualité à atteindre sur le milieu ici définies par l'arrêté du 11/07/2007, relatif aux valeurs limites et aux références de qualité des eaux brutes et des

eaux destinées à la consommation humaine. Celles-ci sont égales à 250 mg/l en sulfates en limite de qualité et à 150 mg/l de sulfates en valeur guide et à 1 mg/l en manganèse pour une usine d'eau potable de type A3.

Au regard de ces valeurs de suivi, il apparaît que celles-ci sont inférieures aux limites et références de qualité définies pour les eaux brutes à la fois pour les sulfates et le manganèse en amont, mais supérieures à l'aval du point de rejet.

Ainsi, il s'agit d'étudier les flux pouvant être rejetés par le site afin de respecter à l'aval du point de rejet les valeurs de qualité définies sur les eaux brutes et ainsi limiter l'impact des rejets sur les usines de production d'eau potable situées à l'aval du site (Usines de Toulreincq et de Barréant).

5.2. Estimation des flux rejtables

5.2.1. Méthodologie

Les flux totaux en sulfates et en manganèse rejtables par le site Imerys dans le milieu naturel sont calculés en considérant les valeurs de rejets autorisées pour le rejet du site Imerys et définies à l'arrêté du 03/08/2018. Les flux totaux en sulfates et en manganèse rejtables par le site Imerys sont calculés par différence entre :

- Les flux totaux admissibles à l'aval du point de rejet et de la confluence du ruisseau du Crazius dans l'Ellé en considérant :
 - Les débits de l'Ellé extrapolés au niveau de sa confluence avec le ruisseau du Crazius, présentés au §5.1.2.15.1.2.1
 - Les limites de qualité des eaux brutes superficielles prélevées pour la production d'eau potable, à savoir : 250 mg/l max en sulfates et 1 mg/l en manganèse.
- Les flux déjà présents dans l'Ellé à l'amont de sa confluence avec le ruisseau du Crazius en considérant :
 - Les débits de l'Ellé extrapolés en amont de sa confluence avec le ruisseau du Crazius, présentés au §5.1.2.15.1.2.1
 - Les concentrations maximales mesurées ces dernières années dans l'Ellé en amont de sa confluence avec le ruisseau du Crazius, présentées au §5.1.3. Celles-ci sont égales à 30 mg/l pour les sulfates et 0,8 mg/l pour le manganèse.

Seuls 80% de ces flux totaux admissibles dans le milieu sont considérés pour le calcul des concentrations et des débits max pouvant être rejetés par le site afin de ne pas saturer le milieu. Ceux-ci sont nommés « flux supplémentaires acceptables ». A partir de ces flux supplémentaires acceptables, sont calculés :

- Les concentrations en sulfates et en manganèse pouvant être rejetées dans le milieu, sur la base des valeurs guides de débits définis dans l'arrêté du 03/08/2018 selon les mois de l'année,
- Les volumes pouvant être rejetés par le site en considérant les concentrations limites autorisées à l'arrêté du 03/08/2018, égales à 10 mg/l pour le manganèse et à 1800 mg/l pour les sulfates.

Ces simulations sont réalisées à la fois sur le ruisseau du Crazius et sur l'Ellé. Les résultats de ces simulations sont présentés ci-après.

5.2.2. Résultats

5.2.2.1. Simulation sur l'Ellé

L'estimation des flux totaux admissibles en sulfates et en manganèse dans la rivière de l'Ellé est présentée ci-après :

5.2.2.1.1. Simulation sur les sulfates

Débits mensuels	Ellé		Ellée-craus		Craus		Flux naturel Ellép + Craus		Flux max Ellép + Craus pour respecter la valeur max de l'arrêté du 11/01/2007		Flux supp acceptable dans l'Ellé pour respecter l'arrêté du 11/01/2007		Imerys		volumé acceptable m ³ /j
	Débit	flux	Débit	flux	Débit	flux	Débit	Flux kg/j	Débit	Flux kg/j	Flux kg/j	Flux (90% du flux total)	concentration rejet site	concentration acceptable rejet site pour respecter la valeur max de l'arrêté du 11/01/2007	
janvier	204 172	6 125	161 481	4 844	42 691	811	2 044 172	5 656	246 869	61 716	56 060	44 848	1 800	2 803	24 516
février	202 206	6 066	159 927	4 798	42 279	809	2 022 206	5 601	244 485	61 121	55 920	44 416	1 800	2 776	24 676
mars	138 300	4 149	109 363	3 281	28 917	549	138 300	3 851	167 217	43 804	37 973	30 379	1 800	2 762	16 677
avril	104 872	3 146	82 344	2 488	21 928	417	104 872	2 905	126 800	31 700	28 755	23 036	1 800	2 742	12 798
mai	72 099	2 189	57 024	1 711	15 075	286	72 099	1 997	87 174	21 794	19 796	15 837	1 800	2 679	8 796
juin	39 655	1 190	31 364	941	8 282	158	39 655	1 098	47 947	11 987	10 838	8 711	1 800	2 640	4 839
juillet	20 614	638	16 304	489	4 310	82	20 614	571	24 924	6 231	5 660	4 828	1 800	2 664	2 516
août	14 307	432	11 379	341	3 008	57	14 307	399	17 285	4 349	3 950	3 160	1 800	2 873	1 756
septembre	16 976	509	13 426	403	3 550	67	16 976	470	20 526	5 131	4 661	3 729	1 800	2 868	1 800
octobre	46 209	1 386	36 547	1 056	9 662	184	46 209	1 280	56 871	13 966	32 658	10 150	1 800	2 707	5 659
novembre	97 006	2 910	76 723	2 302	20 283	385	97 006	2 687	117 289	29 322	26 635	21 308	1 800	2 641	11 838
décembre	161 240	4 837	127 526	3 626	33 714	641	161 240	4 466	194 954	48 738	44 272	35 418	1 800	2 767	19 676
OMNAS	5 878	176	4 647	139	1 328	23	5 878	163	7 108	1 776	1 613	1 100	1 800	1 173	711

concentration sulfates Ellée amont craus max (2014-juin 2017) : 30 mg/l
 concentration sulfates craus max (2014-juin 2017) : 19 mg/l
 objectif concentration max sulfate (arrêté du 11/01/2007) : 250 mg/l
 pourcentage du flux admissible prise en compte : 60 %

pourcentage du flux admissible prise en compte : 60 %

Tableau 25 : Simulation des valeurs cibles en sulfates pour un rejet dans l'Ellé

Commentaires :

- Il apparaît que les flux supplémentaires acceptables en sulfates dans la rivière de l'Ellé varient selon les mois de l'année entre 3160 kg/j (août) et 44 848 kg/j (janvier) et sont réduits à 1290 kg/j en considérant la valeur de QMNA5.
- Les concentrations en sulfates pouvant être rejetées dans la rivière de l'Ellé varient entre 2640 et 2879 mg/l, en considérant les volumes autorisés pour le rejet à l'arrêté du 03/08/2018. Celle-ci est de 1173 mg/l en considérant le volume à l'étiage (1100 m³/j). Ces valeurs sont supérieures à la concentration limite autorisée égale de 1800 mg/l, sauf en considérant le débit QMNA5.

- Les volumes pouvant être rejetés dans la rivière de l'Ellé varient entre 1756 et 24 916 m³/j, en considérant la concentration limite (1800 mg/l) définie à l'arrêté du 03/08/2018. Ces débits sont supérieurs aux valeurs guides de débits quel que soit le mois de l'année. En revanche, si l'on considère le débit QMNA5, le volume pouvant être rejeté (717 m³/j) est inférieur à la valeur guide de 1100 m³/j définie dans l'arrêté.
- En considérant l'Ellé, la concentration en sulfates de 1800 mg/l est compatible avec les objectifs de qualité du cours d'eau sauf en période d'étiage où une réduction de la concentration (1 173 mg/l) ou du volume rejeté (717 m³/j au lieu de 1 756 m³/j pour le mois avec le plus faible volume) doit être réalisée.

5.2.2.1.2. Simulation sur le manganèse

Débits mensuels	Ellé		Ellé-craus		Craus		Flux naturel Ellé + Craus		Flux max Ellé + Craus pour respecter l'arrêté du		flux supp acceptable dans l'Ellé pour respecter l'arrêté du 11/01/2007		Imerys		valeur cible		
	Débit	flux	Débit	flux	Débit	flux	Débit	flux	Débit	flux	Débit	flux	Flux imerys acceptable (90% du flux total)	Flux autorisée rejet		concentration acceptable reje	volume acceptable
	BV : 55 km2	BV : 43,5 km2	BV : 11,5 km2	BV : 55 km2	BV : 55 km2	BV : 55 km2	BV : 55 km2	BV : 55 km2	BV : 55 km2	BV : 55 km2	BV : 55 km2	BV : 55 km2	BV : 55 km2	BV : 55 km2	BV : 55 km2	BV : 55 km2	BV : 55 km2
janvier	204 172	161 481	159	12	204 172	141	246 863	247	106	16000	55	10	10	53	8 455	3 376	
février	201 206	159 927	138	12	201 206	140	244 485	244	105	16000	54	10	10	52	8 376	3 376	
mars	139 300	109 293	88	6	139 300	96	167 217	167	72	11000	37	10	10	52	5 725	2 229	
avril	104 872	82 844	66	6	104 872	72	126 800	127	54	8400	43	10	10	52	4 340	1 640	
mai	72 089	57 024	45	4	72 089	50	87 174	87	37	5500	30	10	10	54	2 987	1 100	
juin	39 655	31 854	25	2	39 655	27	47 947	48	23	3900	16	10	10	50	1 643	600	
juillet	20 614	16 304	13	1	20 614	14	24 924	25	13	1700	9	10	10	50	854	300	
août	14 387	11 379	9	1	14 387	10	17 395	17	7	1100	6	10	10	54	596	210	
septembre	15 976	13 426	11	1	15 976	12	20 526	21	8	1300	7	10	10	54	703	250	
octobre	46 209	36 547	29	3	46 209	32	55 871	56	24	3750	19	10	10	54	1 814	670	
novembre	97 006	76 723	61	6	97 006	67	117 289	117	50	7500	40	10	10	54	4 019	1 480	
décembre	161 240	127 526	102	9	161 240	111	194 954	195	83	12800	67	10	10	52	6 875	2 520	
QMNA5	5 875	4 607	4	0	5 875	4	7 103	7	3	1 100	2	10	10	2,2	243	90	

pourcentage du flux admissible prise en compte 80 %

concentration manganèse Ellé amont craus max (2014-juin 2017) : 0,8 mg/l
 concentration manganèse craus max (2014-juin 2017) : 0,28 mg/l
 objectif concentration max manganèse (arrêté du 11/01/2007) : 1 mg/l
 pourcentage du flux admissible prise en compte 80 % valeur AB

Tableau 26 : Simulation des valeurs cibles en manganèse pour un rejet dans l'Ellé

Commentaires :

- Il apparait que les flux supplémentaires acceptables en manganèse dans la rivière de l'Ellé varient selon les mois de l'année entre 6 kg/j (août) et 85 kg/j (janvier) et sont réduits à 2 kg/j en considérant la valeur de QMNA5.

- Les concentrations en manganèse pouvant être rejetées dans la rivière de l'Ellé varient entre 5,0 et 5,4 mg/l, en considérant les volumes autorisés pour le rejet à l'arrêté du 03/08/2018. Celle-ci est de 2,2 mg/l en considérant le volume à l'étiage (1100 m³/j). Ces valeurs sont inférieures à la concentration limite autorisée égale de 10 mg/l mais sont en cohérence avec les valeurs actuelles mesurés en sortie du site (concentration en manganèse proche de 4 mg/l).
- Les volumes pouvant être rejetés dans la rivière de l'Ellé varient entre 596 et 8 458 m³/j, en considérant la concentration limite (10 mg/l) définie à l'arrêté du 03/08/2018. Ces débits sont inférieurs aux débits autorisés quel que soit le mois de l'année.
- En considérant l'Ellé, la concentration en manganèse de 10 mg/l n'est pas compatible avec les objectifs de qualité du cours d'eau. En revanche les valeurs mesurées actuellement sont correctes par rapport à cet objectif. En période d'étiage une réduction de la concentration (2,2 mg /l) ou du volume rejeté (243 m³/j au lieu de 1 756 m³/j pour le mois avec le plus faible volume) devra être réalisée.

5.2.2.2. Simulation sur le ruisseau du Crazius

Le rejet d'Imerys se rejetant dans le ruisseau du Crazius en premier lieu, une étude a été réalisée sur cette masse d'eau. Toutefois les données du milieu étant encore faibles, les résultats de cette simulation devront être confirmés par la suite.

5.2.2.2.1. Simulation sur les sulfates

Débits mensuels	Ellée BV : 55 km2		Ellée- crazus BV : 43,5 km2		Crazus BV : 11,5 km2		Flux max Crazus BV : 55 km2		flux supp acceptable		rejet autorisé		Flux acceptable		Imeaps		concentration acceptable		volume acceptable	
	Débit	flux	Débit	flux	Débit	flux	Débit	flux	Flux kg/j	Débit m3/j	Flux kg/j	Flux kg/j	concentration autorisée	mg/l	concentration acceptable	mg/l	m3/j			
janvier	204 172	6 125	161 481	4 844	42 691	811	42 691	10 673	9 862	16000	7 889	1 800	493	4 383						
février	202 206	6 066	159 927	4 798	42 279	803	42 279	10 570	9 767	16000	7 813	1 800	488	4 341						
mars	138 300	4 149	109 383	3 281	28 917	549	28 917	7 229	6 680	11000	5 344	1 800	486	2 969						
avril	104 872	3 146	82 944	2 488	21 928	417	21 928	5 482	5 065	8400	4 052	1 800	482	2 251						
mai	72 099	2 163	57 024	1 711	15 075	286	15 075	3 769	3 482	5500	2 786	1 800	507	1 548						
juin	39 655	1 190	31 364	941	8 292	158	8 292	2 073	1 915	3300	1 532	1 800	464	851						
juillet	20 614	618	16 304	489	4 310	82	4 310	1 078	996	1700	797	1 800	469	443						
août	14 387	432	11 379	341	3 008	57	3 008	752	695	1100	556	1 800	505	309						
septembre	16 376	509	13 426	403	3 550	67	3 550	887	820	1300	656	1 800	505	364						
octobre	46 209	1 386	36 547	1 096	9 662	184	9 662	2 415	2 232	3750	1 786	1 800	476	992						
novembre	97 006	2 910	76 723	2 302	20 283	385	20 283	5 071	4 685	7500	3 748	1 800	500	2 082						
décembre	161 240	4 837	127 526	3 826	33 714	641	33 714	8 428	7 788	12800	6 230	1 800	487	3 451						
QMNA5	5 875	176	4 647	139	1 228	23	1 228	307	284	1 100	227	1 800	206	126						

pourcentage du flux max admissible

80 %

concentration sulfates Ellée amont crazus : 30 mg/l
 concentration sulfates crazus : 19 mg/l
 objectif concentration cible sulfate autorisée : 250 mg/l
 pourcentage du flux max admissible : 80 %

Tableau 27 : Simulation des valeurs cibles en sulfates pour un rejet dans le ruisseau du Crazius

Commentaires :

- Il apparaît que les flux supplémentaires acceptables en sulfates dans le ruisseau du Crazius varient selon les mois de l'année entre 556 kg/j (août) et 7889 kg/j (janvier) et sont réduits à 206 kg/j en considérant la valeur de QMNA5.

A partir de ces flux estimés, il semble que :

- Les concentrations en sulfates pouvant être rejetées dans le ruisseau du Crazius varient entre 464 et 507 mg/l, en considérant les valeurs guide de volumes rejetés par le site, définies dans l'arrêté du 03/08/2018. En considérant le volume à l'étiage (1100 m³/j), la concentration admissible dans le ruisseau du Crazius est de 206 mg/l. Ces valeurs sont très inférieures à la concentration limite autorisée égale à 1800 mg/l. **Cependant, ces valeurs devront être confirmées par le suivi en cours de réalisation sur le ruisseau du Crazius.**

- Les volumes pouvant être rejetés dans le ruisseau du Crazius varient entre 309 et 4 383 m³/j, en considérant la concentration limite (1800 mg/l) définie à l'arrêté du 03/08/2018. Ces débits sont inférieurs aux valeurs guide de volumes rejetés par le site, définies dans l'arrêté du 03/08/2018, quel que soit le mois de l'année. Ceux-ci ne semblent pas être compatibles avec les volumes devant être rejetés par Imerys tout au long de l'année (volume d'eau lié aux intempéries stocké dans la fosse 2).
- La réduction des concentrations en sulfates au rejet semble donc être le plus pertinent, dans le cadre de cette simulation.

5.2.2.2.1. Simulation sur le manganèse

Débits mensuels	Eillee		Eillee- crazus		Crazus		Flux max Crazus		flux supp acceptable Flux kg/j	rejet autorisé Débit m3/j	Flux acceptable Flux kg/j	Imerys		volumes acceptable m3/j
	Débit	flux	Débit	flux	Débit	flux	Débit	flux				concentration autorisée mg/l	concentration acceptable mg/l	
janvier	204 172	163	161 481	129	42 691	12	42 691	43	31	16000	25	10	1,5	2 459
février	202 206	162	159 927	128	42 279	12	42 279	42	30	16000	24	10	1,5	2 435
mars	138 300	111	109 383	88	28 917	8	28 917	29	21	11000	17	10	1,5	1 666
avril	104 872	84	82 944	66	21 928	6	21 928	22	16	8400	13	10	1,5	1 263
mai	72 099	58	57 024	46	15 075	4	15 075	15	11	5500	9	10	1,6	868
juin	39 655	32	31 364	25	8 292	2	8 292	8	6	3300	5	10	1,4	478
juillet	20 614	16	16 304	13	4 310	1	4 310	4	3	1700	2	10	1,5	248
août	14 387	12	11 379	9	3 008	1	3 008	3	2	1100	2	10	1,6	173
septembre	16 976	14	13 426	11	3 550	1	3 550	4	3	1300	2	10	1,6	204
octobre	46 209	37	36 547	29	9 662	3	9 662	10	7	3750	6	10	1,5	557
novembre	97 006	78	76 723	61	20 283	6	20 283	20	15	7500	12	10	1,6	1 168
décembre	161 240	129	127 526	102	33 714	9	33 714	34	24	12800	19	10	1,5	1 942
QMNAS	5 875	5	4 647	4	1 228	0,3	1 228	1	1	1 100	1	10	0,6	71

pourcentage du flux max admissible 80 %

concentration manganèse Eillee amont crazus : 0,6 mg/l
 concentration manganèse crazus : 0,28 mg/l
 concentration max manganèse autorisée : 1 mg/l valeur A3
 pourcentage du flux max admissible : 80 %

Tableau 28 : Simulation des valeurs cibles en manganèse pour un rejet sur le Crazius

Commentaires :

- Il apparaît que les flux supplémentaires acceptables en manganèse dans le ruisseau du Crazius varient selon les mois de l'année entre 2 kg/j (août) et 25 kg/j (janvier) et sont réduits à 1 kg/j en considérant la valeur de QMNAS.
- Les concentrations en manganèse pouvant être rejetées dans le ruisseau du Crazius varient entre 1,4 et 1,6 mg/l, en considérant les volumes autorisés pour le rejet à l'arrêt du 03/08/2018. Celle-ci est de 0,6 mg/l en considérant le volume à l'étiage (1100 m³/j). Ces valeurs sont très inférieures à la concentration limite autorisée égale à 10 mg/l. Les concentrations actuelles au rejet sont également trop élevées malgré des valeurs faibles de l'ordre de 4 mg/l.
- Les volumes pouvant être rejetés dans le ruisseau du Crazius varient entre 173 et 2459 m³/j, en considérant la concentration limite (10 mg/l) définie à l'arrêt du 03/08/2018. Ces débits sont inférieurs aux valeurs guide de volumes rejetés par le site, quel que soit le mois de l'année, et ne sont pas compatibles avec les volumes devant être évacués par Imerys au cours de l'année.

5.3. Conclusion de l'étude d'impact

Les simulations ont été réalisées sur l'Ellé et sur le Crazius. Celles-ci mettent en évidence les conclusions suivantes :

- Pour les sulfates :
 - La valeur de concentration en sulfates fixée à 1800 mg/l dans l'arrêté du site est compatible avec le respect de la valeur maximale de 250 mg/l de sulfates, si l'on prend comme référence en milieu récepteur l'Ellé sauf en période d'étiage où une réduction des concentrations ou des volumes rejetés devra être prévue.
 - La valeur de concentration en sulfates fixée à 1800 mg/l dans l'arrêté du site est incompatible avec le respect de la valeur max de 250 mg/l de sulfates, si l'on prend comme référence en milieu récepteur le ruisseau du Crazius. Dans ces configurations, les concentrations au rejet à atteindre sont bien inférieures à la concentration limite de 1800 mg/l définie à l'arrêté du site avec des valeurs de 464 à 507 mg/l selon les mois de l'année, voire 206 mg/l si l'on considère le QMNA5.
- Pour le manganèse :
 - La valeur de concentration en manganèse fixée à 10 mg/l dans l'arrêté du site est incompatible avec le respect de la valeur maximale de 1 mg/l en manganèse, que l'on prenne en compte l'Ellé ou le Crazius. Les valeurs à respecter sont encore plus restrictives si l'on prend comme référence en milieu récepteur le ruisseau du Crazius. En effet, les valeurs à atteindre sont de l'ordre de 5 mg/l en considérant l'Ellé (2,2 mg/l en période d'étiage) et de 1,5 mg/l en prenant en compte le ruisseau du Crazius (0,6 mg/l en période d'étiage).
 - L'étude des flux admissibles dans l'Ellé pour respecter une valeur de 0,1 mg/l en manganèse au niveau de la prise d'eau de Pont Saint Yves est présentée en annexe 4. Celle-ci montre que les charges présentes dans l'Ellé à l'amont de la confluence avec le ruisseau du Crazius sont supérieures aux charges admissibles pour respecter cette valeur de 0,1 mg/l.

Il est à noter qu'Imerys réalise un suivi des paramètres IBD/IBGN sur le ruisseau du Crazius et sur l'Ellé. Celui-ci montre un bon état biologique sur ces masses d'eau.

6. Essais laboratoires

Afin de réduire les concentrations en sulfates et en manganèse au rejet, des essais de traitabilité en laboratoire ont été réalisés. Ces essais ont porté sur le traitement des sulfates et du manganèse. Cependant, au cours de l'étude, une problématique liée à l'élimination du fer étant apparue, l'élimination de ce paramètre a également été regardée.

6.1. Traitement du manganèse

6.1.1. Bibliographie sur les procédés existants

6.1.1.1. Généralités sur le manganèse (et le fer) [source : rapport Cirsee]

Le fer et le manganèse sont présents principalement dans les eaux souterraines mais également dans certaines eaux superficielles. La solubilité de ces deux éléments dépend de nombreux paramètres comme le pH, la turbidité ou encore la teneur en oxygène dissous de l'eau.

Le fer comme le manganèse se retrouvent sous différents états d'oxydation (de 0 à +6 pour le fer et de +2 à +7 pour le manganèse) et donnent naissance à diverses formes minéralogiques. Les formes du manganèse intervenant dans la démanganisation catalytique sont principalement le dioxyde de manganèse MnO_2 (état d'oxydation +4) et Mn_2O_3 (état d'oxydation +3) et pour la déferrisation, la forme du fer est Fe_2O_3 et $Fe(OH)_3$ (état d'oxydation +3).

Il est important également de noter que le fer sous sa forme Fe^{2+} est beaucoup moins stable dans les eaux que le manganèse soluble Mn^{2+} car il est rapidement oxydé par l'oxygène dissous en $Fe(OH)_3$. Le diagramme de Pourbaix combiné du fer et du manganèse représenté sur la figure 1 montre ce phénomène. Quel que soit le pH des eaux souterraines, le Mn^{2+} sera stable alors que Fe^{2+} pourra s'oxyder en Fe^{3+} .

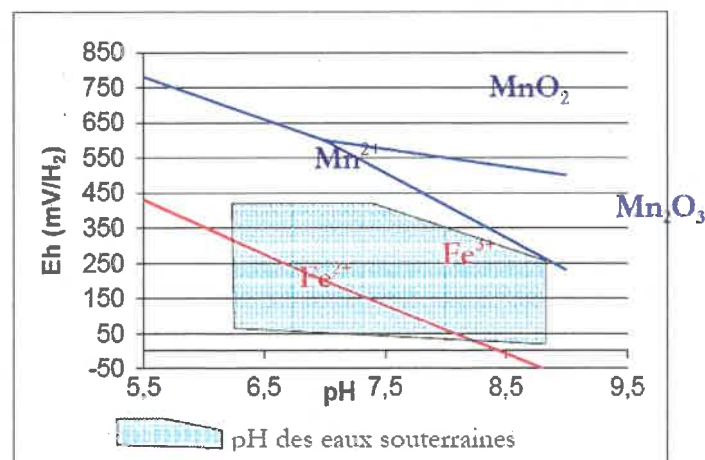


Diagramme de stabilité du fer et du manganèse dans l'eau à 25°C - Source Rapport Cirsee

Les propriétés de ces deux composés varient de la façon suivante :

- **En ce qui concerne le manganèse :**
 - Le manganèse est très stable aux pH des eaux naturelles, il est peu probable que Mn^{2+} se transforme naturellement en MnO_2 à un pH neutre (cas des eaux de la fosse 2) sans induire

une élévation du pH ou sans ajout d'oxydants forts sauf si celui-ci est très basique. En effet, à pH basique, Mn^{2+} se transforme en $MnCO_3$ insoluble qui ne peut s'oxyder ou que très difficilement en MnO_2 . Cela est notamment visible sur la figure 3 qui représente le diagramme de Pourbaix du manganèse dans l'eau à 25°C.

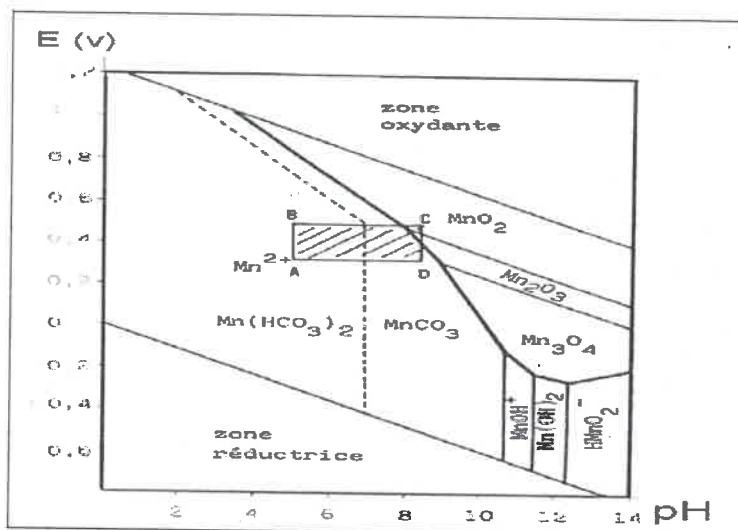


Diagramme potentiel-pH de Pourbaix du manganèse dans l'eau à 25°C ; zone ABCD = zone de pH des eaux souterraines - Source Rapport Cirsee

- Mn^{2+} étant stable dans l'eau, une simple aération est insuffisante pour oxyder le manganèse soluble de l'eau à traiter même si les conditions stœchiométriques sont respectées. C'est pourquoi l'injection d'oxydants forts est recommandée. Le tableau ci-dessous récapitule les différents oxydants pouvant être utilisés ainsi que les doses à introduire dans le milieu.

Oxydant	Réaction	Taux de traitement théorique
O_2	$4 Fe^{2+} + O_2 + 10 H_2O \rightarrow 4 Fe(OH)_{3(s)} + 8 H^+$	0,14 mg O_2 /mg Fe
Cl_2	$2 Fe^{2+} + Cl_2 + 6 H_2O \rightarrow 2 Fe(OH)_{3(s)} + 2 Cl^- + 6 H^+$	0,63 mg Cl_2 /mg Fe
$KMnO_4$	$3 Fe^{2+} + MnO_4^- + 2 H_2O + 5 OH^- \rightarrow 3 Fe(OH)_{3(s)} + 5 MnO_{2(s)}$	0,94 mg $KMnO_4$ /mg Fe
ClO_2	$Fe^{2+} + ClO_2 + 3 OH^- \rightarrow Fe(OH)_{3(s)} + ClO_2^-$	1,21 mg ClO_2 /mg Fe
O_3	$2 Fe^{2+} + O_{3(aq)} + 5 H_2O \rightarrow 2 Fe(OH)_{3(s)} + O_{2(aq)} + 4 H^+$	0,43 mg O_3 /mg Fe

Réactions d'oxydation de Mn^{2+} avec divers oxydants et taux de traitements théoriques pour oxyder 1mg/l Mn^{2+} dans de l'eau ultrapure - Source Rapport Cirsee

Les doses théoriques et réelles d'oxydants à injecter peuvent varier suivant la qualité des eaux brutes, c'est pourquoi il est nécessaire de réaliser au préalable des essais en laboratoires pour connaître les doses réelles à ajouter. D'après Knocke & al (1991), les cinétiques d'oxydation du manganèse par des oxydants plus forts que l'oxygène sont rapides, excepté à basse température. Elles dépendent de la concentration en Mn^{2+} du milieu, du pH, de la température et de la présence de matière organique. Par exemple, dans le cas de l'utilisation de permanganate de potassium, pour une eau à 25°C, un pH neutre (cas des eaux de la sortie fosse 2) et un COD inférieur à 1mg/l, la réaction est instantanée et totale.

● **En ce qui concerne le fer :**

- Dans les eaux naturelles, la présence de fer (II) se retrouve dans des conditions plus réductrices que le fer (III). Lorsque du fer (II) est présent dans une eau, il est nécessaire de l'oxyder en fer (III) en élevant le pH des eaux par injection de chaux ou de soude ou grâce à divers oxydants tels que l'oxygène, le chlore ou le permanganate de potassium pour ensuite l'éliminer facilement par précipitation et filtration.
- La stabilité du fer dans l'eau dépend du pH et du potentiel redox de l'eau. Le diagramme de Pourbaix du fer (figure 2) montre qu'aux pH des eaux souterraines (partie hachurée du diagramme), il faut transformer le fer (II) en fer (III), ce qui nécessite d'élever le pH au-dessus de 5 par injection de chaux ou de soude ou par un traitement d'oxydation (aération généralement suffisante) afin de se trouver dans le domaine de stabilité de $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$ qu'il sera aisé d'éliminer par filtration.

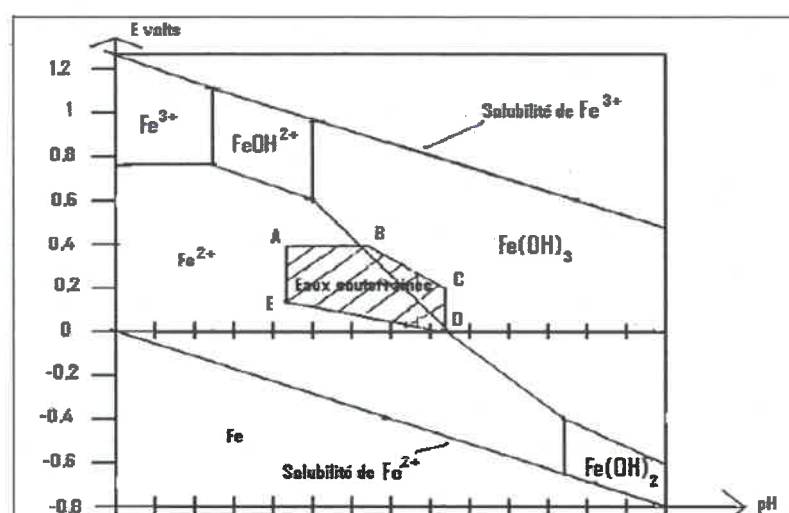


Diagramme de potentiel-pH dans l'eau à 25°C - Source Rapport Cirsee

- Dans le cadre de l'oxydation du fer ferreux en fer ferrique, celle-ci peut être réalisée par une simple aération mais également parfois par l'ajout d'oxydants forts présentés dans le tableau ci-dessous qui récapitule les réactions d'oxydation ainsi que les taux de traitements théoriques à appliquer pour éliminer le fer (II). Les réactions d'oxydation du fer sont rapides voire immédiates en particulier avec l'oxygène dissous dans l'eau.

Oxydant	Réaction	Taux de traitement théorique
O_2	$4 \text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 10 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{Fe}(\text{OH})_{3(\text{s})} + 8 \text{H}^+$	0,14 mg O_2 /mg Fe
Cl_2	$2 \text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{OH})_{3(\text{s})} + 2 \text{Cl}^- + 6 \text{H}^+$	0,63 mg Cl_2 /mg Fe
KMnO_4	$3 \text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 2 \text{H}_2\text{O} + 5 \text{OH}^- \rightarrow 3 \text{Fe}(\text{OH})_{3(\text{s})} + 5 \text{MnO}_{2(\text{s})}$	0,94 mg KMnO_4 /mg Fe
ClO_2	$\text{Fe}^{2+} + \text{ClO}_2 + 3 \text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_{3(\text{s})} + \text{ClO}_2^-$	1,21 mg ClO_2 /mg Fe
O_3	$2 \text{Fe}^{2+} + \text{O}_{3(\text{aq})} + 5 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{OH})_{3(\text{s})} + \text{O}_{2(\text{aq})} + 4 \text{H}^+$	0,43 mg O_3 /mg Fe

Réactions d'oxydation de Fe^{2+} par divers oxydants et taux de traitements théoriques pour oxyder 1mg/l Fe^{2+} dans de l'eau ultrapure - Source Rapport Cirsee

6.1.1.2. Procédés de traitement existants pour l'élimination du manganèse et du fer

Les procédés conventionnels de déferrisation et de démantanisation consistent à faire passer le fer et le manganèse d'une forme dissoute, Fe^{2+} ou Mn^{2+} , à une forme oxydée insoluble par réaction d'oxydo-réduction (voie physico-chimique) ou par oxydation biologique (voie biologique). Les précipités formés sont ensuite éliminés par filtration sur lit granulaire. Cette filtration permet à l'eau brute de percoler à travers un lit filtrant constitué d'un ou plusieurs matériau(x) granulaire(s). Les hydroxydes sont alors retenus dans les espaces intergranulaires, sur la plus grande partie de la hauteur de couche.

Le traitement physico-chimique est caractérisé par une vitesse de filtration lente mais un démarrage rapide des installations. A l'inverse, de par l'utilisation de bactéries, le procédé biologique présente une vitesse de filtration plus importante mais requiert un temps de démarrage plus long. Au regard du fonctionnement du site Imerys et de la forte variabilité des volumes à traiter sur l'année, il est nécessaire de pouvoir démarrer très rapidement les installations de traitement. **Ainsi, le traitement par voie physico-chimique semble être le plus adapté.**

NB : Après oxydation et précipitation du manganèse (et du fer), un certain volume de boues est produit. En fonction de la quantité produite, les boues peuvent être séparées soit par filtration soit par décantation avant filtration. **En général, lorsque la teneur en fer est inférieure à 5 mg/l, l'eau peut être directement filtrée.**

6.1.1.3. Procédés physico-chimiques

Le principe fondamental de l'élimination physico-chimique du fer et du manganèse repose sur la formation de précipités d'oxydes de manganèse par élévation du pH à une valeur supérieur à 10 et/ou par réaction d'oxydo-réduction entre le fer (II) ou le manganèse (II) et un oxydant plus ou moins fort. Les réactions sont alors les suivantes :



Les oxydants utilisés peuvent être l'oxygène (une aération suffit alors pour éliminer le fer), le permanganate de potassium, le chlore, le dioxyde de chlore ou encore l'ozone. Les précipités formés lors de l'oxydation sont ensuite éliminés par une filtration sur sable ou sur milieu bicouche. Dans le cas de l'aération par exemple, et donc de l'oxydation du fer et du manganèse par l'oxygène dissous, des études ont permis de déterminer en batch les cinétiques d'oxydation.

Il faut néanmoins rappeler que compte tenu de la stabilité du manganèse dans l'eau, une simple oxydation par l'oxygène ne suffira pas à oxyder Mn^{2+} en MnO_2 , il sera toujours nécessaire d'ajouter un oxydant fort alors que pour le fer, cet ajout n'est pas toujours nécessaire car l'oxydation du fer par O_2 est rapide. Toutes ces réactions d'oxydation dépendent des conditions de pH, de TAC, de température, de la présence ou non de matière organique ; il suffit parfois que l'un des paramètres ne soit pas respecté pour que l'oxydation soit modifiée. Les doses théoriques d'oxydant à injecter sont parfois différentes des doses réelles, c'est pourquoi la réalisation d'essais pilotes est nécessaire avant toute mise en œuvre de ce procédé.

6.1.1.3.1. Procédé 1 : Réaction de précipitation du manganèse par injection de chaux

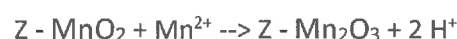
La réaction d'oxydation consiste à neutraliser les charges électriques d'un réactif, ici le manganèse, grâce à un oxydant, ici la chaux. L'ajout de chaux dans l'eau chargée en manganèse augmente le pH de la solution ce qui contribue à précipiter le manganèse.

La précipitation chimique du manganèse, selon J.F. Brunet dans la publication Synthèse bibliographique sur l'élimination du manganèse dans les eaux d'origine minière, 2006, ne se produit qu'à un pH proche de 10. Cela permet une oxydation rapide mais requiert des bases puissantes : chaux, soude.

6.1.1.3.2. Procédés 2 & 3 : Réaction d'oxydation par injection de KMnO_4 et/ou par filtration sur Mangagran

La mise en œuvre de ce procédé comporte plusieurs étapes :

- L'aération : elle permet l'oxydation de Fe(II) et l'accélération de l'oxydation du Manganèse II qui ne commence qu'une fois le fer éliminé.
- L'injection d'oxydant : elle doit obligatoirement être réalisée après l'aération pour limiter la dose à injecter. Usuellement pour une eau contenant du fer et du manganèse, le chlore et le permanganate de potassium sont les plus utilisés car les plus simples à mettre en œuvre. Une réaction d'oxydo-réduction se produit entre le manganèse et le permanganate de potassium (KMnO_4): Au cours de cette réaction, où un échange d'ion se produit, le manganèse dissous (Mn^{2+}) passe sous forme précipitée : le dioxyde de manganèse (MnO_2) et le fer passe du Fe^{2+} au $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Selon Degrémont, il faudrait 1,9 g de KMnO_4 pour oxyder 1 g de manganèse en théorie, mais en pratique cette proportion varie selon le pH et la composition de l'eau.
- La filtration sous pression ou gravitaire, selon les débits à traiter :
 - Soit sur des filtres à sable classiques ou sur des filtres bicouches.
 - Soit sur des filtres dits "manganisés" via des procédés catalytiques. Ceux-ci reposent sur un phénomène d'adsorption/oxydation du manganèse et/ou du fer à la surface d'un matériau spécifique de filtration qui permet à l'eau de percoler à travers le lit de matériau. En effet, le matériau filtrant joue à la fois le rôle d'échangeur d'électrons (donc d'oxydant) et / ou de matériau adsorbant. Tous les matériaux utilisables pour la filtration catalytique sont des matériaux (de type sable, anthracite ou zéolite) recouvert de façon artificielle ou naturelle de dioxyde de manganèse (MnO_2) et se présente sous la forme Z- MnO_2 ou Z représente le matériau. Le matériau catalytique permet l'oxydation des ions Mn^{2+} ou Fe^{2+} en oxydes de fer ou de manganèse et la réaction s'effectue en trois étapes dans un filtre contenant le matériau :
 - Adsorption de Mn^{2+} ou Fe^{2+} à la surface du matériau
 - Oxydation de Mn^{2+} en oxyde de manganèse ou de Fe^{2+} en oxyde de fer et réduction du matériau
 - Précipitation des oxydes de fer et / ou de manganèse à la surface du matériau
- Les vitesses de filtration recommandées sont modérées. Elles sont comprises entre 5 et 20 m/h. Le MnO_2 a donc la propriété d'oxyder les ions ferreux et les ions manganoux, les réactions d'oxydation sont les suivantes :



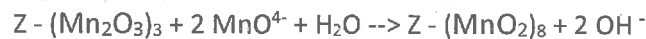
Cependant, lors de l'oxydation du fer ferreux par ces matériaux, il est nécessaire de faire attention à ce qu'un relargage de Mn^{2+} en solution soit évité. En effet, il faut que le pH soit suffisamment alcalin ($pH > 7,5 - 8$) pour que le fer (II) soit précipité par les matériaux, sinon, la réaction (2) se transforme en :



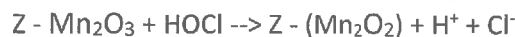
En effet, lorsque le pH augmente, le matériau largue des ions H^+ situés à sa surface ce qui rend disponible des sites qui serviront à l'adsorption du manganèse et / ou du fer et inversement à pH acide. A $pH < 7,5$, l'apparition de manganèse dissous dans l'eau traitée est donc inévitable. Il est donc indispensable dans le cas de pH faible d'utiliser un oxydant fort en amont ou d'ajuster le pH pour se situer dans une zone où il sera supérieur à 7,5 afin d'éviter tout relargage de manganèse en solution. Si aucun oxydant n'est ajouté, la colonne de filtration finit par se saturer en oxydes, il devient donc nécessaire de la régénérer. Cette étape du procédé sera détaillée ci-après. Dans tous les cas, après chaque cycle, des rétro lavages doivent être réalisés afin d'éliminer les matières en suspension ou toutes substances pouvant colmater le filtre. Les vitesses de rétro lavages sont généralement importantes, de l'ordre de **30 à 40 m/h**.

L'épuisement du média est observé lorsque la concentration en manganèse et/ou en fer soluble augmente dans l'effluent. Celui-ci est alors saturé en oxydes, tous les sites d'adsorption sont occupés, c'est pourquoi il est nécessaire de le régénérer ainsi les oxydes de manganèse formés se transforment à nouveau en MnO_2 . Deux oxydants forts peuvent être utilisés pour la régénération, le chlore (sous forme d'eau de Javel) et le permanganate de potassium ($KMnO_4$). **Suivant l'oxydant utilisé, les effets ne seront pas les mêmes. En effet, l'ajout de permanganate permettra en plus de régénérer le matériau, d'augmenter sa surface d'échange par la production de plus de MnO_2 alors que le chlore permet uniquement la régénération du matériau. La régénération est réalisée via les réactions suivantes :**

- Cas du permanganate de potassium.



- Cas du chlore



6.1.1.4. Procédés 4 & 5 : Filtration membranaire ou sur résines échangeuses d'ions

- Filtration membranaire

La filtration membranaire consiste à faire passer une solution à travers une membrane dont les pores peuvent varier en tailles (entre microfiltration et nanofiltration). En sortie des membranes sont récupérés deux solutions : le concentrat et le distillat. Le premier est concentré en molécules que l'on souhaite éliminer de la solution initiale, et le second est la solution initiale filtrée.

- Filtration sur résine

Filtrer l'eau chargée en manganèse sur une résine échangeuse d'ions consiste à charger cette résine en manganèse, tandis que l'eau se retrouve chargée en ions « inoffensifs » qui se trouvaient initialement sur la résine.

- Intérêt de ces techniques pour la problématique Imerys

Concernant la problématique d'Imerys, ces deux techniques ne semblent pas adaptées dans un premier temps et ont donc été écartées. En effet, la forte concentration en minéraux contenus dans les eaux à traiter et en particulier la saturation des eaux en calcium, risque de colmater très rapidement les membranes d'osmose inverse nécessaire au traitement. En ce qui concerne, l'adsorption sur résine, celle-ci nécessiterait l'utilisation de quantité très importante d'acide et de soude pour régénérer les résines qui ne pourraient être rejetés au milieu naturel.

6.1.1.5. Procédé n°6 : Procédé biologique

La déferrisation ou la démanganisation biologique est un phénomène en milieu aérobie, qui induit une oxydation du fer ou du manganèse permettant de combiner les phases d'oxydation et de filtration dans un seul appareil. Les bactéries du fer et du manganèse permettent l'oxydation du fer (II) en précipité de fer (III) et l'oxydation du manganèse (II) en oxydes de manganèse insolubles. Suivant les conditions de pH, le potentiel d'oxydo-réduction, la présence ou non d'oxygène dissous, les bactéries se développent plus ou moins bien. Certaines bactéries (telles Leptothrix, Siderocapsa, Gallionella) sont même capables d'oxyder indifféremment le fer et le manganèse, mais dans des conditions de milieu différentes. Le tableau 3 donne les conditions optimales de développement des bactéries du fer et du manganèse.

	Fer	Manganèse
Teneur en oxygène dissous	0,2 à 3 mg/l	50 - 90 % de la saturation
Potentiel d'oxydo-réduction (redox)	100 à 600 mV	> 300 mV
pH	5,5 à 7,2	> 7,5

Conditions optimales de développement des bactéries du fer et du manganèse

Les domaines respectifs d'activité des bactéries du fer et du manganèse sont bien distincts, il est donc difficile de traiter simultanément le fer et le manganèse dans un même filtre. Il faut néanmoins savoir que lors de la filtration biologique, le matériau (sable) doit au préalable êtreensemencé de façon naturelle ou artificielle. En effet, le développement des bactéries est plus ou moins long selon les espèces. Le temps de maturation peut être compris entre zéro et deux mois, c'est pourquoi il faut un minimum de deux semaines pour amorcer la démanganisation et la déferrisation et environ deux mois pour atteindre la maturation des filtres et donc avoir un fonctionnement optimal. La déferrisation biologique est le traitement de choix des eaux à pH acide, neutre ou très faiblement alcalin, riches en fer et éventuellement en silice, mais dépourvues d'acides humiques et d'éléments toxiques tels que H₂S (qui peut toutefois être éliminé par une aération ouverte) et métaux lourds. Alors que la démanganisation biologique s'applique plutôt aux eaux de pH basique. Il existe deux types de déferrisation et de démanganisation biologiques, les **installations sous pression** (injection d'air si nécessaire + filtre à sable sous pression) et les **installations gravitaires**. **L'utilisation de station gravitaire est préconisée pour les débits élevés.**

En démanganisation ou déferrisation biologique, les lignes de traitement sont simplifiées, la tour d'oxydation et le bassin de contact entre l'aération et la filtration sont supprimés, tout comme l'ajout d'oxydant fort. De plus, les vitesses de filtration sont très élevées entre **20 et 40 m/h** et les pertes de charges modérées. De même les capacités de rétention du manganèse et du fer sont élevées entre deux lavages (cinq à dix fois plus élevées qu'en physico-chimique). Enfin, le coût de ce type de station est moindre, il représente 60 % du prix d'une station physico-chimique. Cependant, en présence simultanée de fer et de manganèse, l'inconvénient est la nécessité d'avoir deux étages de filtration et nécessite une mise en route plus longue.

Comparaison des filières	Physico-chimique	Biologique
Paramètre	Déferri-sation	
Vitesse de filtration (m/h)	5 à 15	20 à 40
Masse de fer retenu (kg/m ²)	0,2 à 1	1 à 5
Complexation du fer	oxydant nécessaire	ne perturbe pas
Aération	saturation O ₂	ménagée
Forte teneur en fer	décantation avant filtration (> 10 mg/L)	filtration seulement (25 - 30 mg/l)
Elimination du manganèse	en parallèle avec oxydant fort	Nécessite un 2 ^{em} étage de filtration
	Démanganisation	
Vitesse de filtration (m/h)	5 à 15	10 à 20
Masse de Mn retenue (kg/m ²)	0,2 à 0,4	1
Aération	insuffisant	50 - 90 % de saturation
Réactif utilisé	oxydant fort	air
Elimination du fer	en parallèle avec oxydant fort	Lors du 1 ^{er} étage de filtration

Comparaison des filières de déferri-sation et de démanganisation

6.1.2. Essais laboratoire

Au cours des dernières années, plusieurs essais de traitement physico-chimiques ont été réalisés par diverses sociétés.

Différents essais ont été réalisés par l'entreprise CTP Environnement, sur les eaux prélevées en entrée de la station Neutralac 3, dont les résultats sont présentés dans le rapport (CRE-DT-E-174 Elimination du manganèse et des sulfates) :

- Neutralisation à la chaux
- Neutralisation à la chaux + injection de chlorure de calcium

Afin de compléter ces essais, des essais complémentaires ont été réalisés dans le cadre de l'étude. Des échantillons ont donc été prélevés en sortie de fosse 2 (effluent choisit pour faire l'objet des essais) : 5 bidons de 10 litres le 05/04/2019 et 3 bidons de 10 litres le 12/07/2019. Un bilan ionique a été effectué sur les premiers prélèvements afin de connaître les caractéristiques de l'échantillon à tester. Les résultats sont dans le tableau page suivante.

Paramètres	Unités	Incertitude	LQ	Résultats
Alcalinité	°f		0,5	<0,5
Bromures (Br)	mg/l	0,25	0,1	<0,1
Calcium (Ca)	mg/l	0,3	1	420
Carbonates	mg CO ₃ /l		0,3	<0,3
Chlorures (Cl)	mg/l	0,3	0,5	13
CO ₂ agressif	mg CO ₂ /l		1	<1,00
CO ₂ libre calculé	mg CO ₂ /l		1	<1,00
Conductivité à 25°C	µS/cm	0,45	5	2400
Température de mesure de la conductivité	°C	0,45		23,2
Extrait sec à 260°C	mg/l	0,1	25	1960
Fluorures	mg/l	0,4	0,01	0,33
Hydrogénocarbonates	mg HCO ₃ /l	0,05	6	12,9
Hydroxyle (OH-)	mg/l		1	<1,00
Magnésium (Mg)	mg/l	0,25	0,5	69
pH	Unités pH	0,05	2	7,3
Température de mesure du pH	°C	0,05		23,2
Potassium (K)	mg/l	0,3	0,5	23,5
Résidu sec à 105°C	mg/l	0,1	25	2050
Résidu sec à 180°C	mg/l	0,1	25	2000
Silicates solubles (Si O ₂)	mg SiO ₂ /l		0,025	2,79
Sodium	mg/l	0,4	0,5	51,4
Sulfates	mg SO ₄ ²⁻ /l	0,2	0,5	1500
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	°f	0,05	0,5	1,1
Titre hydrotimétrique (TH)	°f		0,5	134
Bromates	µg/l	0,35	1	17
Fer (Fe)	µg/l	0,3	1	340
Manganèse (Mn)	µg/l	0,35	0,05	3050
Aluminium (Al)	µg/l	0,4	1	63
Silicium (Si)	mg/l	0,25	0,01	1,72
Silicium dissous	mg/l	0,25	0,01	1,3
Soufre (S)	mg/l		0,01	520
Ammonium	mg NH ₄ /l	0,4	0,05	<0,05
Nitrates	mg NO ₃ ⁻ /l	0,3	0,5	<0,5
Nitrites	mg NO ₂ ⁻ /l	0,4	0,01	0,1
Ortho phosphates (PO ₄)	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,55	0,015	0,049
Phosphore total	mg P/l	0,3	0,01	0,05
Phosphore (P ₂ O ₅)	mg P ₂ O ₅ /l		0,02	0,11

Tableau 29 : Bilan ionique des eaux en sortie de fosse 2 effectué le 10/04/2019

De ce bilan ionique, plusieurs éléments ressortent:

- L'échantillon est à pH neutre, ce qui est en accord avec la campagne de mesure où le pH de la fosse 2 était à 6,7.
- Une conductivité élevée, égale à 2400 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ce qui est assez cohérent avec les résultats obtenus lors de la campagne de mesure.
- Une concentration en sulfates de 1500 mg/l ce qui correspond aux valeurs de l'autosurveillance (en sortie site).
- De faibles concentrations en fer et en aluminium (moins de 1 mg/l pour ces deux paramètres). Lors de la campagne de mesure, la fosse 2 était un peu plus concentrée en fer (1,4 mg/l) et en aluminium (0,23 mg/l). Cela témoigne du bon fonctionnement de la station Neutralac 1.
- Une concentration en manganèse de 3,05 mg/l, qui correspond aux valeurs moyennes en sortie site de l'autosurveillance (de l'ordre de 4 mg/l en 2018).
- Une richesse en calcium, avec une concentration égale à 420 mg/l. Cela se traduit par un TH élevé de 135°f avec une faible concentration en carbonates et hydrogénocarbonates d'où un TA et une valeur basse en TAC. L'eau de la fosse 2 présente donc une dureté calcique importante caractérisée par la présence de gypse exclusivement et non pas par la présence de carbonate/hydrogénocarbonate de calcium.

Les différents procédés existants pour traiter le manganèse, les méthodes employées pour tester leur efficacité ainsi que les résultats obtenus sont présentés dans les parties suivantes.

6.1.2.1. Procédé 1 : Réaction d'oxydation et de précipitation du manganèse par injection de chaux

6.1.2.1.1. Méthode

Afin de déterminer le pH optimal de neutralisation, les essais ont été réalisés aux pH suivants : 9,5 ; 10 ; 10,5 ; 11 et 12,5.

Des essais de neutralisation ont été effectués par ajout de chaux concentrée à 50 g/l sous agitation rapide. Les temps de réaction appliqués lors des essais sont les suivants :

- 10 minutes pour l'ajustement du pH
- 2 heures pour la précipitation

Après décantation, le manganèse a été analysé.

6.1.2.1.2. Résultats

Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau ci-dessous :

Élévation du pH par injection de chaux	Essais réalisés par CTP Environnement				Essais réalisés par IRH					
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	
n° test										
pH initial effluent brut	3,7	3,7	3,7	3,7	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	
V Ca(OH) ₂ injecté dans le V échantillon (mL)					0,07	0,18	1,0	0,25	11	
V échantillon (mL)	500	500	500	500	400	400	400	400	400	
pH après ajout	8,5	9,8	10	10,2	9,6	10,2	11,4	10,5	12,5	
injection de floculant (ppm)	2	2	2	2	-	-	-	-	-	
[Mn] initial (mg/L)	20,1	20,1	20,1	20,1	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	
[Mn] dissous final (mg/L)	4,8	4,0	0,5	0,4	3,6	4,2	2,3	0,5	0,3	
Abattement (%)	76%	80%	98%	98%	-18%	-38%	25%	84%	90%	

Tableau 30 : Résultats de la remontée du pH à la chaux pour les essais de traitement du manganèse

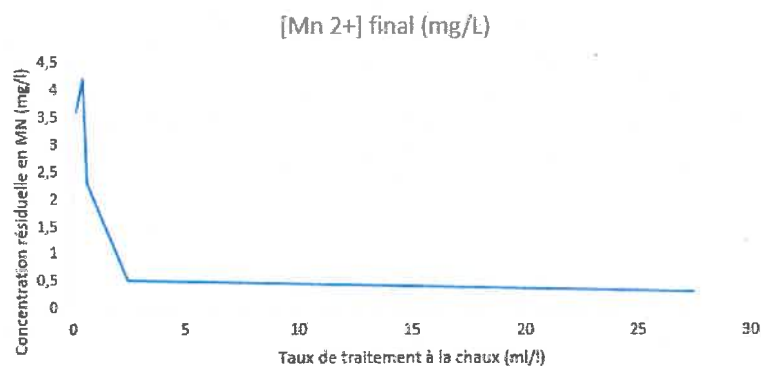


Figure 56 : Concentration résiduelle en manganèse dissous en fonction du taux de traitement à la chaux



Figure 57 : Après ajout de la chaux

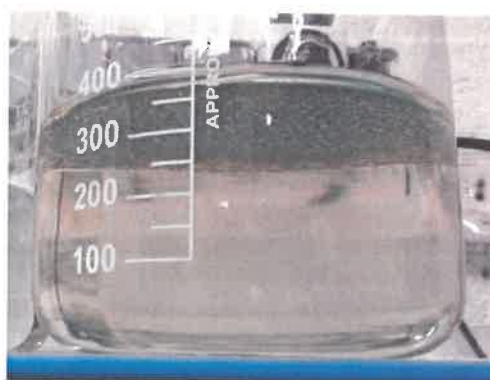


Figure 58 : Pendant la décantation

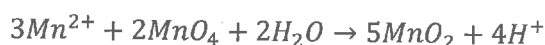
Commentaires :

- Un pH supérieur à 10,5 permet d'abattre le manganèse de façon significative, cette valeur de pH se retrouve dans la littérature (§6.1.1.1).
- Ce procédé est efficace, en effet la concentration 0,3 mg/l est atteinte. Il peut techniquement être mis en place.
- Les résultats de CTP environnement pour l'injection de chlorure de calcium en plus de la chaux ne sont pas présentés car ceux-ci sont les mêmes que ceux à la chaux.

6.1.2.2. Procédé 2 : Réaction d'oxydation par injection de $KMnO_4$

6.1.2.2.1. Méthode

Le principe est d'injecter du permanganate de potassium dans l'eau en sortie de la fosse 2 afin que le $KMnO_4$ réagisse avec le manganèse en présence. Dans un premier temps, la dose stœchiométrique à introduire a été calculée sur la base de la réaction suivante :



La solution de $KMnO_4$ ayant une concentration de 2,5 g/l et la concentration de manganèse dans l'effluent étant de 1,9 mg/l, la dose de $KMnO_4$ à injecter est de 0,29 ml dans 200ml d'effluent.

Afin de déterminer la dose optimale de traitement, les doses injectées de $KMnO_4$ ont été définies de la manière suivante : dose stœchiométrique, -20% de cette dose, + 20% et + 40%. Après 15 minutes de réaction, ainsi qu'un temps de décantation, la concentration en manganèse dans les 4 béchers a été mesurée.

6.1.2.2.2. Résultats

Les résultats obtenus pour cette réaction sont inscrits dans le tableau ci-dessous :

n° test	1	2	3	4
pH initial effluent brut	7,12	7,12	7,12	7,12
[$KMnO_4$] g/l	2,5	2,5	2,5	2,5
V $KMnO_4$ injecté dans le V échantillon (mL)	0,23	0,29	0,35	0,41

V échantillon (mL)	200	200	200	200
pH après ajout	6,87	6,81	6,82	6,9
[Mn] initial (mg/L) total	1,9	1,9	1,9	1,9
[Mn] initial (mg/L) dissous	1,7	1,7	1,7	1,7
[Mn] final (mg/L) dissous	0,5	<0,1	<0,1	<0,1
Abattement (%)	74%	95%	95%	95%

Tableau 31 : Résultats de l'oxydation du manganèse par injection de permanganate de potassium

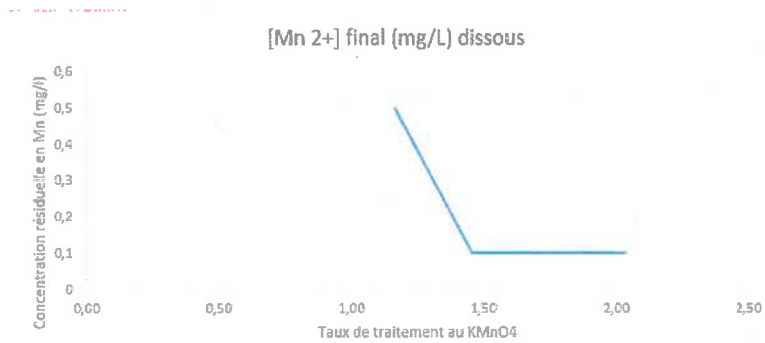


Figure 59 : Concentration résiduelle en manganèse en fonction de la dose injectée de KMnO₄



Figure 60 : Après injection de KMnO₄



Figure 61 : Après décantation

D'après les résultats obtenus, le permanganate de potassium permet d'atteindre une concentration en manganèse inférieure à 0,1 mg/l soit un rendement supérieur à 95%. Ce rendement est supérieur

à celui de la chaux et largement compatible avec les valeurs définies précédemment pour un rejet au milieu naturel. Il est à noter que pour ce procédé le dosage en KMnO_4 doit être très précis, de façon à limiter la coloration de l'eau traitée.

6.1.2.3. Procédé 3 : Réaction d'oxydation par filtration sur Mangagran

6.1.2.3.1. Méthode

Ce procédé se base sur l'adsorption, l'oxydation et la précipitation du manganèse sur le matériau catalytique. Dans le cadre de l'étude, un essai a été réalisé afin de tester ce procédé sur l'élimination du manganèse.

Un essai en colonne a été ainsi conçu, il comprend :

- Une colonne de diamètre 32 mm et de longueur 1 m
- Un erlenmeyer de 2 litres pour injecter l'effluent
- Un erlenmeyer de 2 litres pour récupérer les eaux filtrées
- Une pompe péristaltique.

L'essai a été réalisé avec comme matériau filtrant : l'Aquamandix.

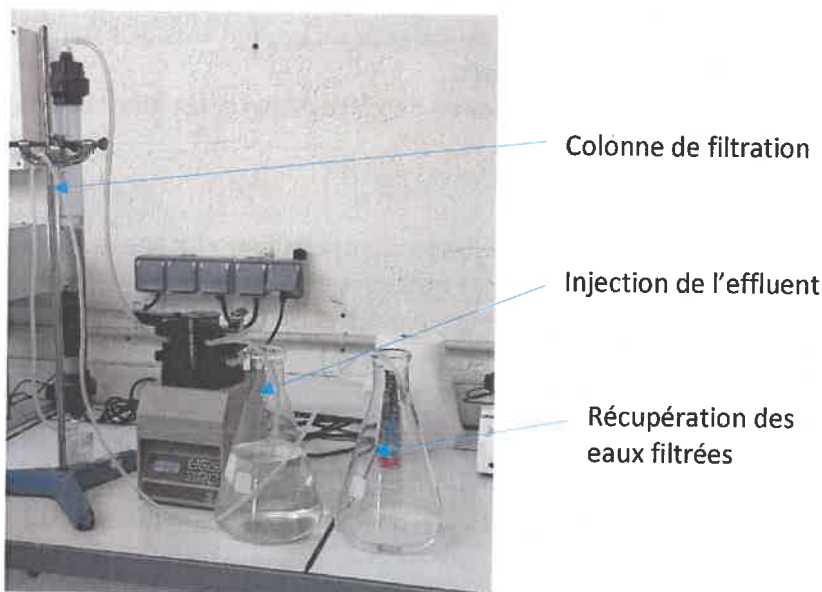


Figure 62 : Colonne de filtration avec de l'Aquamandix

Les paramètres de fonctionnement ont été les suivants :

- Deux matériaux filtrants :
 - 70% de sable de granulométrie comprise entre 0,5 mm et 1,2 mm
 - 30% d'Aquamandix ce qui correspond à un volume de 1,12 litre
- Un temps de séjour hydraulique de 10 minutes, la pompe a donc été réglée à 6,24 l/h
- Une concentration initiale en manganèse de 1,9 mg/l.

La colonne a d'abord été lavée à l'eau de ville : environ 5 litres sont passés. Puis environ 4 litres de l'effluent ont été passés sur la colonne avant que l'eau filtrée ne soit analysée.

6.1.2.3.2. Résultats

L'eau filtrée en sortie du filtre a une concentration en manganèse inférieure à 0,1 mg/l (limite de quantification) et un pH de 7,4. Ce procédé présente également un très bon rendement et permet d'atteindre les valeurs cibles définies précédemment pour un rejet au milieu naturel.

6.1.2.4. Procédés 4 & 5 : Filtration membranaire ou sur résines échangeuses d'ions

Aucun essai n'a été réalisé compte tenu de l'incompatibilité des procédés avec les caractéristiques du site d'Imerys à Glomel. En effet, les débits à traiter étant très élevés, les membranes seraient très vite colmatées et les quantités de rétentat à traiter seraient très importantes, tout comme les volumes de régénération des résines.

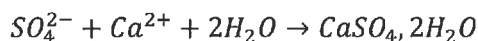
6.2. Traitement des sulfates

6.2.1. Bibliographie des procédés existants

6.2.1.1. Procédé 1 : Réaction de précipitation par injection de chaux

Une réaction de précipitation est une réaction au cours de laquelle un produit très peu soluble est formé, celui-ci précipite en se déposant au fond du récipient.

Les sulfates réagissent avec la chaux en précipitant sous forme de gypse, selon la réaction suivante :



Cette précipitation peut être optimisée selon le pH de la solution donc la dose de chaux injectée. Selon Degremont, les teneurs résiduelles en sulfates pouvant être obtenues en neutralisant à la chaux sont de 1,5 à 2,5 g/l. Cependant, il est bien précisé que les teneurs initiales en sulfates étaient élevées.

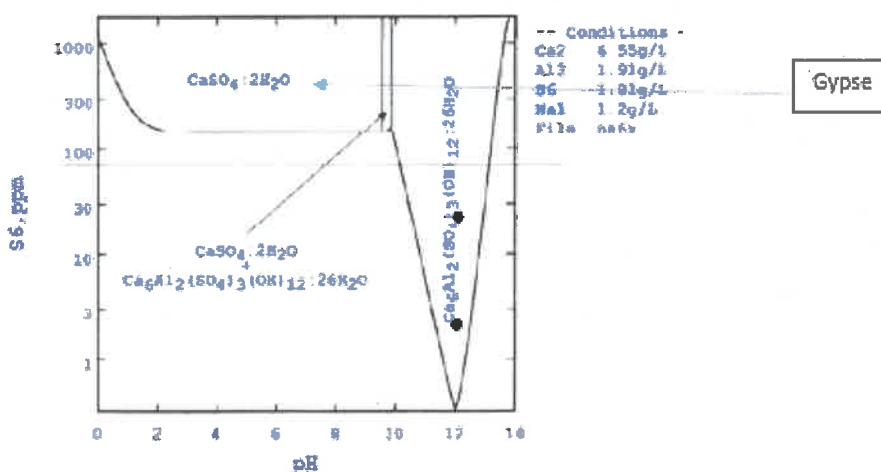
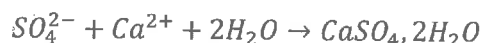


Figure 63 : Précipitation du gypse selon le pH et la quantité de sulfates initialement présente

6.2.1.2. Procédé 2 : Réaction de précipitation par injection de chlorure de calcium

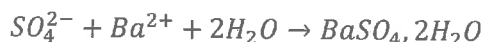
Les sulfates peuvent également réagir avec du chlorure de calcium selon la même réaction qu'avec la chaux :



Au cours de la réaction, un précipité se forme : du gypse. Les concentrations résiduelles pouvant être obtenues en précipitant des sulfates avec du chlorure de calcium sont de 2 à 3 g/l selon Degrémont. Cette réaction a une cinétique très lente, il est conseillé de l'effectuer en présence d'une forte concentration de germes.

6.2.1.3. Procédé 3 : Réaction de précipitation par injection de chlorure de baryum

Le chlorure de baryum est une autre molécule qui peut réagir avec les sulfates en formant un précipité : le sulfate de baryum. La réaction de précipitation est la suivante :



L'avantage de cette réaction est que, selon Degrémont, des concentrations résiduelles en sulfates de 20 mg/l peuvent être atteintes. Cependant, ce procédé reste très coûteux et le baryum est connu pour ses propriétés toxiques à la fois sur l'être humain mais aussi sur les espèces aquatiques.

6.2.1.4. Procédé 4 : Réaction de précipitation de l'ettringite

Selon L.G. Twidwell et C.A. Young (Mine waste technology program sulfate removal technology development, février 2005), si la concentration finale souhaitée en sulfates est trop basse, la formation du gypse ne permettra pas de l'atteindre. Ces propos sont confirmés par Degrémont, puisque la plus basse concentration obtenue grâce à la neutralisation par la chaux est de 1,5 g/L. Il faudra alors former de l'ettringite :

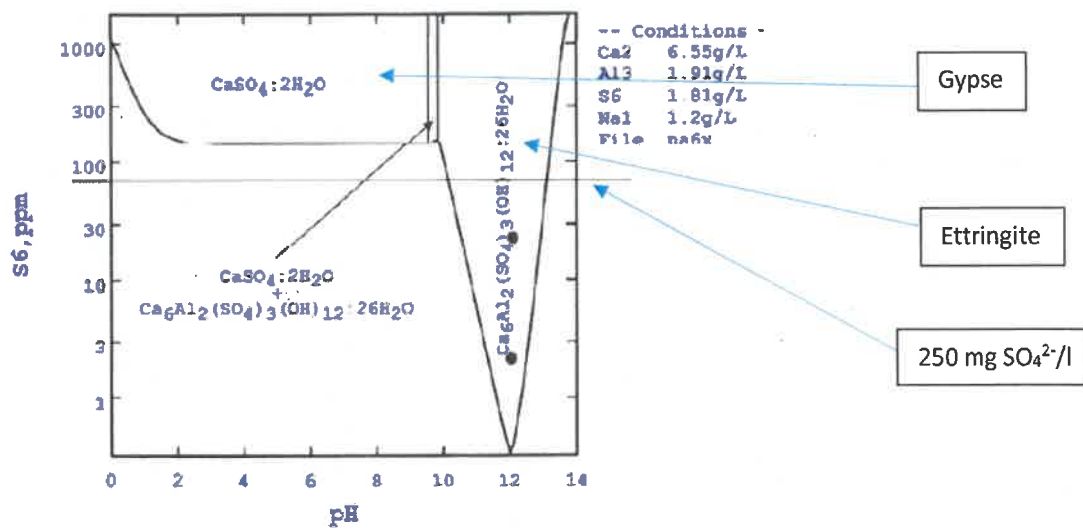


Figure 3-4. Equilibrium model for high sulfate Matrix 1 NA6 conditions (Huang 2003). Test NA6 experimental data points are shown as black dots, and the project goal level (<250 mg/L sulfate) is shown by the horizontal line.

La valeur seuil d'insolubilisation du gypse étant proche des 1500 mg/l, ce procédé ne permet pas d'abattre davantage la concentration des eaux lmerys dont la teneur en sulfates se trouve également proche des 1500 mg/l. De plus, en vue d'atteindre une concentration résiduelle de 250 mg/l en sulfates (concentration limite pour le prélèvement d'eau brute en vue de la production d'eau potable), il faudrait donc précipiter de l'ettringite. Il est à noter que cette réaction de précipitation ne se fait qu'à des pH élevés compris entre 10 et 14.

6.2.1.5. Procédé 5 : Elimination des sulfates par voie biologique

En drainage minier, la bibliographie traite principalement de l'utilisation de bactéries sulfato-réductrices pour la précipitation des métaux sous forme de sulfures métalliques par assimilation des sulfates. Le traitement des sulfates à proprement parler par ces bactéries n'est pas abordé en tant que tel.

Selon la publication Treatment of metal-contaminated water using bacterial sulfate reduction : results from pilot-scale reactors de D.H. Dvorak, R.S. Hedin, H.M. Edenborn et P.E. McIntire (1992) les bactéries sulfato-réductrices peuvent être utilisées pour précipiter des métaux contenus dans des eaux de drainage minier. Sous conditions anaérobiques, les BSR peuvent oxyder des composés organiques simples en présence de sulfates mais produisent du sulfure d'hydrogène (H_2S). Ledit gaz réagit avec beaucoup de contaminants métalliques et ainsi les précipitent sous forme insoluble.

Dans le cadre de la publication Treatment of metal-contaminated water using bacterial sulfate reduction : results from pilot-scale reactors des essais pilotes à l'échelle laboratoire ont été réalisés dans les conditions suivantes :

- Une absence d'oxygène,
- Une source de composé organique simple pour servir de source de carbone pour les bactéries,
- La présence de bactéries sulfato-réductrices,
- Un moyen pour retenir physiquement les sulfures métalliques produits,
- Un pH toujours supérieur à 5,
- Une température aux alentours de 25°C.

Au cours de leur métabolisme, les sulfates sont réduits en sulfures principalement rejetés sous forme de gaz (H_2S). Il semble donc possible d'étudier cette voie pour le traitement des sulfates. Les gaz chargés en H_2S doivent par la suite faire l'objet d'un traitement pour purifier l'air et concentrer le polluant. Un pilote sommaire a donc été créé dans ce sens.

6.2.2. Essais laboratoire

Avant cette étude, différents essais avaient été réalisés par deux entreprises :

- CTP Environnement en 2015 (sur les eaux prélevées en entrée de la station Neutralac 3)
 - Neutralisation à la chaux pour le manganèse et les sulfates
 - Neutralisation à la chaux + injection de chlorure de calcium
 - Neutralisation à la chaux + injection de chlorure de baryum
- Veolia en 2014 (sur eau prélevée en sortie du bassin 4)
 - Réaction de précipitation des sulfates par injection de chlorure de calcium
 - Réaction de précipitation d'ettringite par ajout d'aluminium et de chlorure de calcium

Dans le cadre de cette étude, des essais complémentaires ont été réalisés. Les effluents utilisés pour les essais (d'IRH) proviennent de la sortie de la fosse 2.

Dans les parties suivantes se trouvent les méthodes utilisées en laboratoire ainsi que les résultats obtenus pour les différents procédés existants afin de traiter les sulfates.

6.2.2.1. Procédé 1 : Réaction de précipitation par injection de chaux

6.2.2.1.1. Méthode

Afin de déterminer le pH optimal de neutralisation, les essais (d'IRH et de CTP) ont été réalisés aux pH suivants : 8,5 ; 9,8 ; 10 ; 10,2 ; 12 et 12,5.

Des essais de neutralisation ont été effectués par ajout de chaux concentrée à 50g/l (IRH) sous agitation rapide. Les temps de réaction ont varié entre 30 min (CTP) et 3 jours (IRH) afin de déterminer le meilleur temps de réaction.

Après décantation, la concentration en sulfates a été mesurée.

6.2.2.1.2. Résultats

Les résultats obtenus par les deux entreprises sont regroupés dans le tableau page suivante.

Test à la chaux	Essais réalisés par CTP Environnement				Essais réalisés par IRH				
n° test	1	2	3	4	1	2	3	4	5
pH initial effluent brut	3,7	3,7	3,7	3,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7
V Ca(OH) ₂ injecté (mg/L effluent)					0,93	1,16	1,39	1,67	2,00
V échantillon (mL)	500	500	500	500	400	400	400	400	400
pH après ajout	8,5	9,8	10	10,2	12,5	12,8	12,6	12,0	12,5
Injection de floculant (ppm)	2	2	2	2					
[Sulfates] initiale (mg/L)	2050	2050	2050	2050	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500
[Sulfates] après 30 minutes (mg/L)	1600	1600	1600	1600					
Abattement après 30 minutes (%)	22%	22%	22%	22%					
[SO ₄] après 1h (mg/L)					1 500	1 500	1 500	1 500	1 500
[SO ₄] après 24h (mg/L)					1 500	1 500	1 500	1 500	1 500
[SO ₄] après 3 jrs (mg/L)					1 500	1 500	1 500	1 500	1 500
Abattement après 3 jours (%)					0%	0%	0%	0%	0%

Tableau 32 : Résultats de neutralisation à la chaux pour tester l'élimination des sulfates



Figure 64 : Essais à la chaux réalisés sur 72 h pour tester l'élimination des sulfates

Commentaires :

- Les essais réalisés par CTP Environnement ont permis d'aboutir à un abattement des sulfates contrairement aux essais réalisés au cours de l'étude. Cependant, la concentration initiale en sulfates lors des essais CTP était plus élevée (2050 mg/l) contre 1500 mg/l.
- L'absence de résultats sur les essais réalisés au cours de l'étude est liée au fait que le seuil de solubilité du gypse était déjà atteint dans les échantillons prélevés. Cela signifie également que la station Neutralac 1 permet d'abattre des sulfates. En effet d'après le graphique présenté dans le paragraphe 6.2.1.4, la concentration limite d'insolubilisation du gypse est d'environ 1500 mg/l. Les essais confirment donc l'impossibilité de descendre en dessous cette valeur par formation de gypse.

6.2.2.2. Procédé 2 : Réaction de précipitation par injection de chlorure de calcium

6.2.2.2.1. Méthode

Afin de déterminer la dose optimale de CaCl_2 pour la précipitation, les essais ont été réalisés avec des doses différentes : 0,93 ; 1,16 ; 1,39 ; 1,67 et 2 mg/l (doses d'IRH, celles de CTP et de Veolia ne sont pas connues).

Des essais de neutralisation ont été effectués par ajout d'une solution de chlorure de calcium concentré à 100 g/l (essais IRH) sous agitation rapide. Les temps de réaction ont varié entre 30 minutes et 3 jours afin de déterminer le meilleur temps de réaction. Après décantation, la concentration en sulfates a été mesurée.

6.2.2.2.2. Résultats

Les résultats obtenus par les trois entreprises (CTP, Veolia et IRH) sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Test avec injection du chlorure de calcium	Essais réalisés par CTP Environnement							Essais réalisés par Veolia							Essais réalisés par IRH				
	1	2	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	
n° test	3,7	3,7	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	8,4	8,7	8,7	8,7	8,7		
pH initial effluent brut	3,7	3,7	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	8,4	8,7	8,7	8,7	8,7		
V CaCl2 injecté (g/L effluent)														1,45	1,81	2,17	2,60		
pH après ajout de CaCl2	9,9	9,9												8,0	7,9	7,8	7,7		
Taux de traitement chlorure de calcium (kg/m3)	4	7																	
Taux de traitement chlorure de calcium (mg/l)	4	7																	
Taux d'injection de flocculant (ppm)	1,5	1,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0						
[Sulfates] initiale (mg/L)	2050	2050	1950	1950	1950	1950	1950	1950	1950	1950	1950	1950	1950	1500	1500	1500	1500		
[Sulfates] après 30 minutes (mg/L)	1700	1500																	
Abattement après 30 minutes (%)	17%	27%																	
[SO4] après 1h (mg/L)			1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500		
[SO4] après 24h (mg/L)			1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500		
[SO4] après 3 jrs (mg/L)			1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500		
Abattement après 3 jours (%)			23%	23%	23%	23%	23%	23%	23%	23%	23%	23%	23%	0%	0%	0%	0%		

Tableau 33 : Résultats des essais au chlorure de calcium

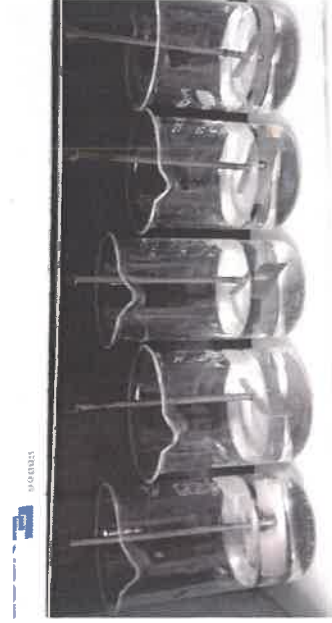


Figure 65 : Essais IRH par injection de CaCl2 et agitation sur 72h



Figure 66 : Formation de grains de gypse au bout de 72h

Commentaires :

- La plus basse concentration obtenue pendant les essais est 1500 mg/l. Véolia et CTP ont réussi à abattre des sulfates puisque la concentration initiale de leurs effluents était autour des 2000 mg/l. Ces résultats sont en accord avec la littérature expliquée dans le 6.2.1.2 : avec le chlorure de calcium il n'est pas possible de descendre en-dessous de 1500 mg/l : c'est la limite de formation du gypse.
- Les essais à la chaux et au chlorure de calcium ne sont pas concluants : aucun abattement des sulfates n'est observé en dessous d'une concentration limite de 1500 mg/l.

6.2.2.3. Procédé 3 : Réaction de précipitation par injection de chlorure de baryum

6.2.2.3.1. Méthode

CTP environnement a effectué des essais au chlorure de baryum. La méthode utilisée a été de remonter le pH de 3,7 à 9,9 à l'aide de la chaux. Puis d'injecter du chlorure de baryum : afin de déterminer la dose optimale, les doses suivantes ont été injectées dans les solutions : 1 kg/ m³, 2 kg/ m³ et 4 kg/ m³. Du flocculant a été ajouté afin d'alourdir les floccs et ainsi améliorer la précipitation. Il est à noter que les concentrations des différents réactifs ne sont pas connues.

6.2.2.3.2. Résultats

Les résultats des essais sont dans le tableau ci-dessous :

Test avec injection du chlorure de baryum	Essais réalisés par CTP Environnement		
n° test	1	2	3
pH initial effluent brut	3,7	3,7	3,7
V échantillon (mL)	500	500	500
pH après ajout de chaux	9,9	9,9	9,9
Taux de traitement chlorure de baryum (kg/m ³)	1,0	2,0	4,0
Taux d'injection de flocculant (ppm)	1,5	1,5	1,5
[Sulfates] initiale (mg/L)	2 050	2 050	2 050
[Sulfates] après 30 minutes (mg/L)	1 000	650	64
Abattement après 30 minutes (%)	51%	68%	97%

Tableau 34 : Résultats des essais au chlorure de baryum

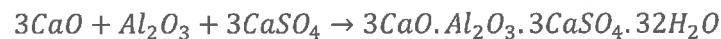
Le procédé est intéressant puisqu'il permet de descendre en-dessous de 1500 mg/l mais les performances sont insuffisantes par rapport aux concentrations données par l'étude d'acceptabilité sauf si les dosages sont conséquents.

Malgré les résultats encourageants, ce procédé a été abandonné lors des premiers essais en raison de la toxicité du BaCl₂ sur la santé humaine et sur l'environnement. La mise en place de ce procédé nécessiterait sur place le stockage d'une grande quantité de chlorure de baryum qui présenterait des risques sanitaires et environnementaux très élevés.

6.2.2.4. Procédé 4 : Réaction de précipitation de l'ettringite

6.2.2.4.1. Méthode

Les essais de formation du gypse ne permettant pas d'atteindre des concentrations en sulfates inférieures à 1500 mg/l, il a été décidé de réaliser des essais de formation d'ettringite. Ces essais ont été réalisés par une filiale d'Imerys spécialisée dans la fabrication de ciments. En effet, la formation d'ettringite est à la base de la chimie des ciments, cette filière d'Imerys possède donc une forte connaissance des réactions de formulation d'ettringite. Plusieurs ciments avec des réactivités différentes ont ainsi été testés. La formation d'ettringite à partir de ces ciments est basée sur la formule suivante :



La méthode utilisée est la suivante :

- Ajout d'une dose d'un ciment E : afin de déterminer la dose adéquate au traitement plusieurs doses ont été injectées (1,5 et 2 g/l)
- Ajout d'une dose de ciment CH_SolA (pour 2 essais)
- Ajout d'une dose d'ettringite_SolA (pour un essai)
- Ajout ou non de chaux

Les essais ont été réalisés sur la base d'une eau reconstituée correspondant à la sortie de la fosse 2.

6.2.2.4.2. Résultats

Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau ci-dessous :

Test de précipitation de l'ettringite n° test	Essais réalisés par une filiale d'Imerys			
	1	2	3	4
Quantité de ciment E ajouté (g/l)	2,0	2,0	2,0	1,5
Quantité de chaux ajoutée (g/l)			0,4	0,3
Quantité d'ettringite ajoutée (g/l)		0,4		
[Sulfates] initiale (mg/L)	1499	1499	1499	1499
[Sulfates] après 1 h (mg/L)	1186	1084	550	433
[Sulfates] après 2 h (mg/L)	863	802	451	332
Abattement après 2h (%)	42%	46%	70%	78%
[calcium] initiale (mg/L)	496	496	496	496
[calcium] après 1 h (mg/L)	449	413	193	162
[calcium] après 2 h (mg/L)	332	312	147	120
Abattement après 2h (%)	33%	37%	70%	76%

Tableau 35 : Résultats d'essais de précipitation de l'ettringite

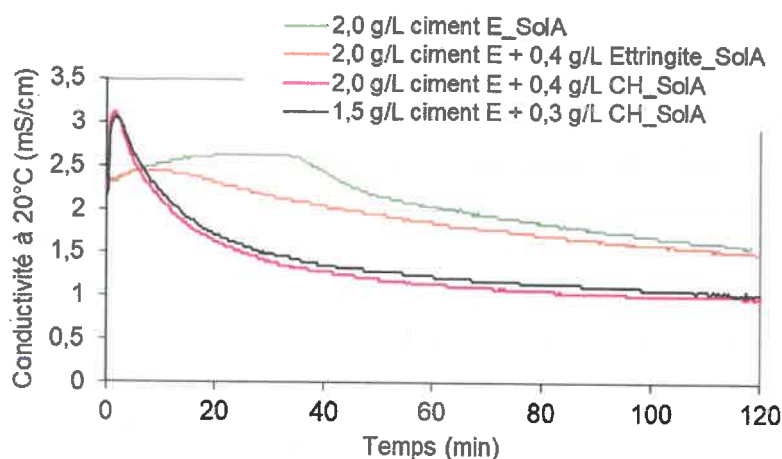


Figure 67 : Conductivité des effluents en fonction du temps- Essais de précipitation de l'ettringite

Commentaires :

- Les résultats obtenus sont encourageants : une réduction importante des concentrations en sulfates et en calcium est observée. Des valeurs de 120 mg/l de calcium et 332 mg/l de SO_4^{2-} ont pu être obtenues pour des dosages allant de 1,5 à 2g/l selon les ciments utilisés.
- Une baisse de conductivité est également observée (passage de 2500 μS à 1000 $\mu S/cm$) traduisant une précipitation d'une partie du calcium (passage de 496 à 123 mg/l).

6.2.2.5. Procédé 5 : Elimination des sulfates par voie biologique

6.2.2.5.1. Méthode

Ce procédé se base sur la transformation des sulfates en hydrogène sulfuré (H_2S) et en sulfures par l'action des bactéries sulfato-réductrices. Initialement, il est utilisé sur des effluents de drainage minier pour faire précipiter les métaux. Dans le cadre de l'étude, un essai a été réalisé afin de tester ce procédé sur l'élimination des sulfates.

Un pilote biologique dynamique sommaire a été ainsi conçu, il comprend :

- Un bidon de 10 litres contenant les eaux d'Imerys
- Un réacteur biologique de 2 litres
- Un erlenmeyer de 2 litres pour récupérer l'effluent en sortie
- Une pompe péristaltique.

Des boues de méthaniseur ont été introduites dans le réacteur afin d'ensemencer le pilote, à une concentration de 40g/l.

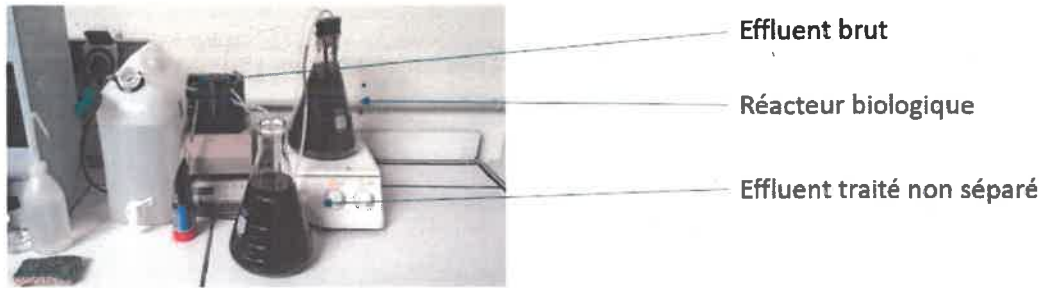


Figure 68 : Pilote biologique

Dans un premier temps, les paramètres de fonctionnement ont été les suivants :

- Un temps de séjour hydraulique de 2 jours (puis 1,2 jours dans un second temps), la pompe a donc été réglée à 41ml/h,
- Un pH compris entre 7 et 8,
- Une température voisine des 20°C, en sachant que la température optimale se situe plus entre 25 et 30°C,
- Une concentration initiale en sulfates de 1500 mg/l.

6.2.2.5.2. Résultats

Lors de la première phase d'essais, les résultats ont été encourageants. En effet, la concentration en sulfates a été mesurée à 159 mg/l au bout de 7 jours, soit un rendement de plus de 90%, et 114 mg/l au bout de 10 jours, soit 93% de rendement.

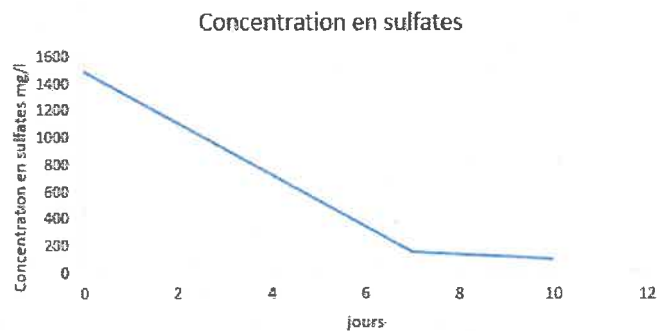


Figure 69 : Résultats obtenus lors de la première phase du pilote biologique

Suite aux premiers essais un second a été réalisé afin de tenter d'optimiser le temps de séjour. Pour cela, le temps de séjour a été réduit à 1,2 jours. Les résultats sont présentés ci-dessous :

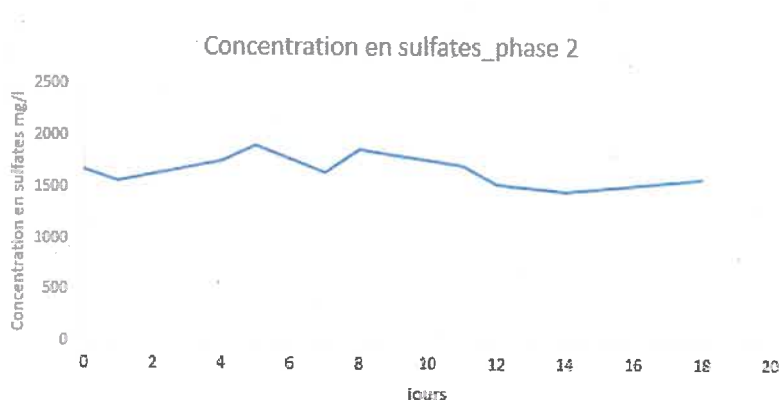


Figure 70 : Résultats obtenus lors de la seconde phase du pilote biologique

La réduction du temps de séjour sur le pilote a entraîné un lessivage de celui-ci. Le pilote n'étant pas muni d'une étape de récupération et de recyclage des boues, la concentration en boues dans le pilote n'a cessé de diminuer entraînant une absence totale de rendement.

En conclusion :

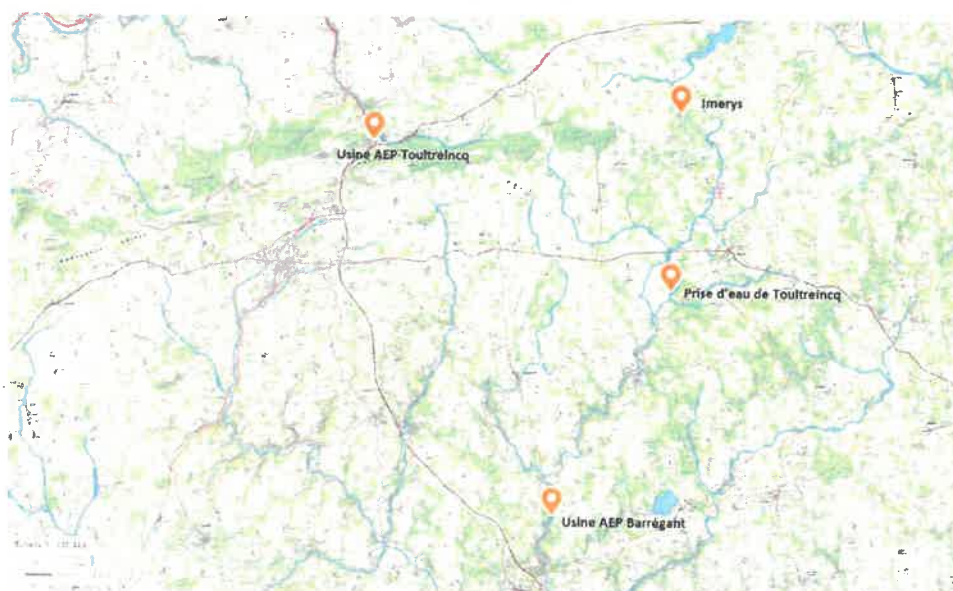
- Les essais biologiques en phase 1 ont permis de montrer la possibilité de réduire la concentration en sulfates par voie biologique. En revanche, ils n'ont pas permis de statuer sur l'efficacité et la pertinence d'un tel traitement. Une phase de développement avec un réacteur biologique adapté est nécessaire afin de définir les paramètres d'exploitation et les rendements envisageables.
- De même, un système de réchauffage des effluents ($T > 15-20^{\circ}\text{C}$) semble nécessaire pour maintenir une température optimale.
- En outre, d'après ces essais, de longs temps de séjour sont à prévoir, ce qui implique des volumes importants de réacteur biologique.

6.3. Conclusion

- **Traitement du manganèse :** l'ensemble des traitements testés ont permis d'atteindre des valeurs résiduelles en manganèse très faibles et ont montré leur efficacité. Les valeurs obtenues sont compatibles avec les valeurs de rejet définies précédemment dans l'étude d'acceptabilité du milieu. D'après les résultats d'essais réalisés à l'échelle du laboratoire, la réduction des concentrations en manganèse au rejet est donc envisageable.
- **Traitement des sulfates :**
 - Les essais ont permis de mettre en évidence qu'une concentration en sulfates de 1500 mg/l correspond à la limite de précipitation du gypse et à l'atteinte des limites du traitement des sulfates par ajout de chaux. Cette valeur correspond à la valeur retrouvée dans la fosse 2 et permet de démontrer l'efficacité de la neutralisation en tête de fosse (station Neutralac 1). La mise en place d'une unité de précipitation du gypse en sortie de la fosse 2 ne semble donc pas pertinente, que ce soit avec de la chaux ou du chlorure de calcium.
 - Concernant le chlorure de baryum, les risques environnementaux et sanitaires liés à la dangerosité du produit sont trop importants malgré des résultats intéressants pour l'abattement des sulfates.
 - Les essais de précipitation d'ettringite présentent en revanche des résultats intéressants et compatibles avec les valeurs cibles définies précédemment (concentration résiduelle de 332 mg/l en sulfates pour une concentration cible de 117 mg/l en prenant en compte le ruisseau du Crazius et de 1173 mg/l en considérant l'Ellé). Cette solution reste cependant une solution innovante ne faisant l'objet d'aucune application actuellement. Une phase de développement est donc nécessaire pour optimiser les paramètres d'exploitation et définir précisément les données de dimensionnement et la faisabilité technique et économique du procédé.
 - Les essais biologiques ont également permis de démontrer la possibilité de réduire les sulfates par voie biologique. Cependant, ce traitement ne fait pas l'objet d'application spécifique. Une phase de recherche et de développement est donc nécessaire pour définir précisément les paramètres d'exploitation et sa faisabilité technique et économique.

7. Audit des stations d'eau potable en aval du site d'Imerys

Les effluents traités par le site Imerys sont rejetés au niveau du ruisseau du Crazius, celui-ci se rejette ensuite dans l'Ellé. Deux stations d'eau potable sont situées en aval « immédiat » de l'usine Imerys, ces deux stations appartiennent au syndicat du département du Morbihan « Eau du Morbihan » : Usines de Barrégant et de Toultreincq. La première se situe sur la commune du Faouët, à 15,5 km au sud-ouest du point de rejet d'Imerys. L'usine de Toultreincq se situe sur la commune de Gourin, à 11,2 km à l'ouest du site Imerys. Cependant, son point de captage se trouve sur l'Ellé à 6,4 km au sud du point de rejet d'Imerys.



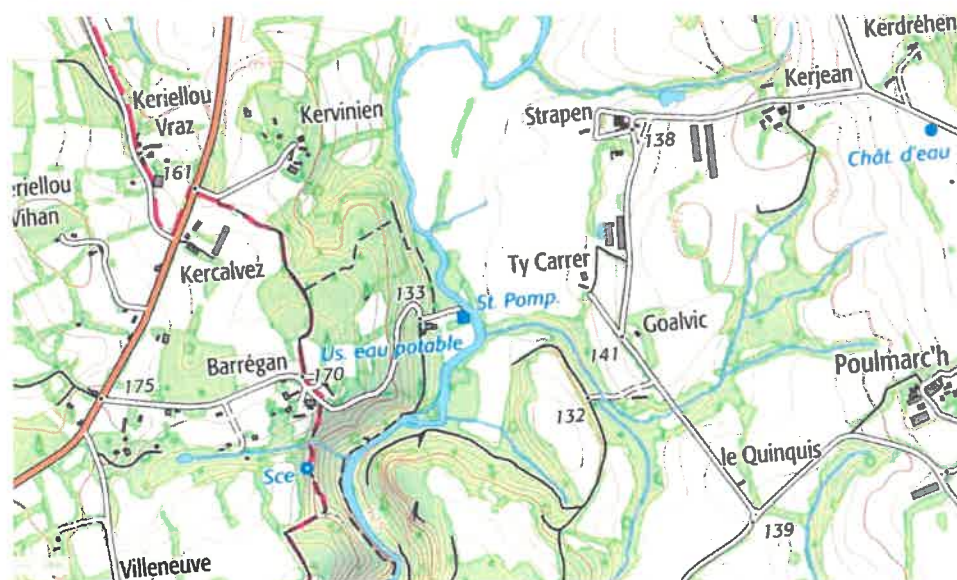
Une visite de ces stations a été réalisée lors de l'étude afin de déterminer les problèmes rencontrés sur la qualité d'eau brute prélevée (dans l'Ellé). En effet, de par l'arrêté du 11/01/2007, des normes sur la qualité des eaux brutes destinées à la consommation humaine sont à respecter, notamment sur les paramètres sulfates et manganèse (respectivement 250 mg/l et 1 mg/l pour les usines de production d'eau potable de type A3). Etant donné que les rejets d'Imerys rejoignent l'Ellé, ils peuvent avoir un impact sur la qualité de l'eau de la rivière (eau brute) et donc sur la production d'eau potable.

7.1. Usine de Barrégant

7.1.1. Introduction

Le tableau ci-dessous regroupe les données générales de l'usine :

DONNEES GENERALES			
Dpt	Morbihan (56)	Nom de l'UNTR	Barrégant
INSEE	56057	Coordonnée tel de l'UNTR	
Numéro Sandre UNTR	56000321	Raison sociale propriétaire	SIAP DE L'ELLE
Numéro AELB UNTR	68862	Adresse propriétaire RIC AELB	
Raison sociale exploitant	Saur SAS		
HISTORIQUE			
Année de mise en production	1967		
X_coord	167169,27	Y_coord	2355802,03
Type de coord.	Lambert II étendu		
Modification de la filière	2017/2018 – Réhabilitation de la station		
CAPACITE DE TRAITEMENT			
Débit moyen journalier (m ³ /j)	230 m ³ /j	Volume de stockage "eau brute" (m ³)	20 m ³
Débit de l'arrêté préfectoral (m ³ /h)	2400 m ³ /h	Volume de stockage "eau traitée" (m ³)	100 m ³
Débit de pointe (m ³ /h)	100 m ³ /h	Volume de boues produites (m ³ /an)	
Capacité de traitement (m ³ /h)	100 m ³ /h		
Type d'eau	ESU	Nom Ouvrage amont	Barrégant (prélèvement)

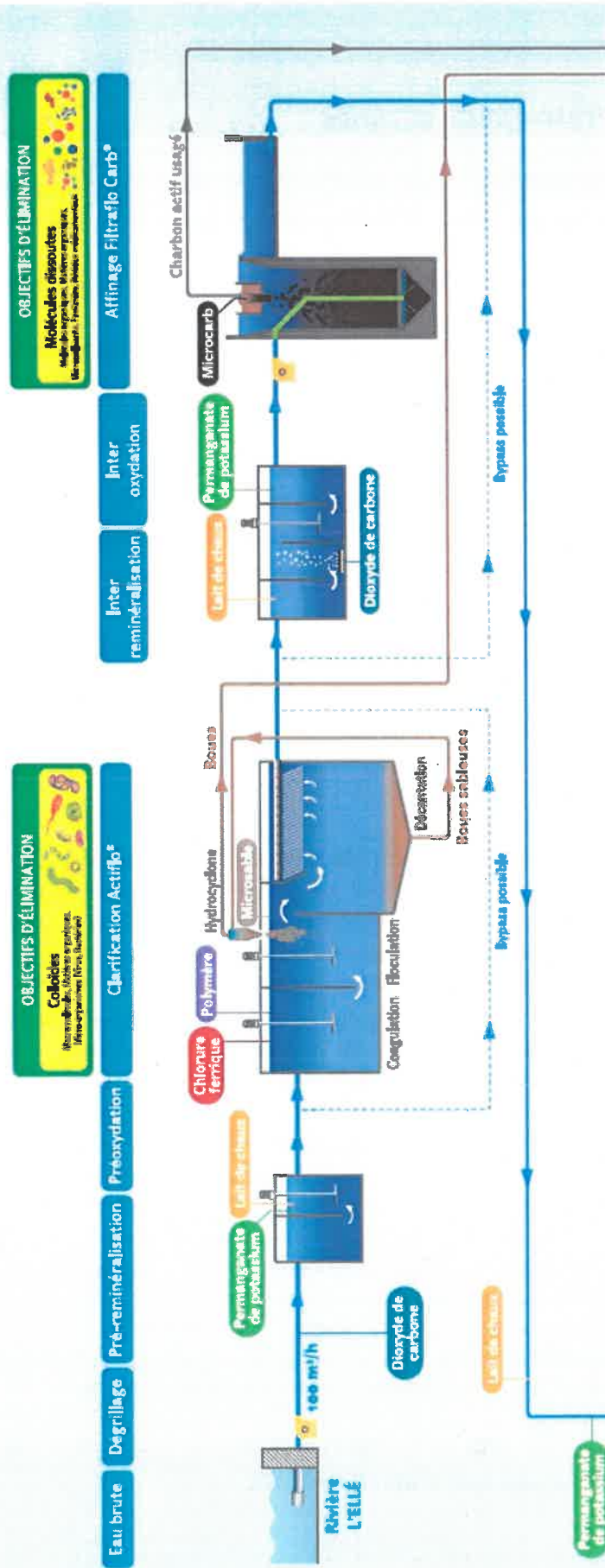


7.1.2. Présentation générale

- L'usine de Barrégant a été construite en 1967. Elle est en prise directe de l'eau de la rivière Ellé. Une modernisation de l'unité a été réalisée en 2017/2018. Celle-ci a comporté les étapes suivantes :
 - Le remplacement de l'étape de traitement physicochimique avec ajout de chlorure ferrique.
 - L'abandon de l'étape d'oxydation par ozonation.
 - La possibilité de réaliser une oxydation du manganèse en différents points du traitement par ajout de KMnO_4 . La mise en place de ce traitement se faisant obligatoirement au détriment du fonctionnement de la station. En effet, ce traitement entrainera la production supplémentaire de boues qui induira un colmatage et des lavages plus fréquents des filtres et donc une disponibilité moindre des installations.
 - Une reminéralisation à différentes étapes par ajout de CO_2 , chaux ou soude.
 - Une installation d'une étape de traitement complémentaire par charbon actif.
- La filière de traitement comprend maintenant les étapes suivantes :
 - Dégrillage
 - Pré-reminéralisation & Pré-oxydation
 - Clarification Actiflo
 - Inter reminéralisation & Inter-oxydation
 - Affinage Filtraflo carb
 - Filtration sur sable
 - Désinfection
 - Distribution
- La station est en prise directe sur l'Ellé avec peu de linéaire de réseau. La rivière étant très vivante et réactive, l'usine est soumise à des variations importantes de qualité d'eau liées notamment aux intempéries et autres épisodes climatiques. La ressource est de plus en plus sensible aux périodes d'étiage qui sont de plus en plus longues raccourcissant et retardant de ce fait la durée de recharge. Aucune station d'alerte n'est installée au niveau de la prise d'eau.
- L'usine de Barrégant alimente les communes du Faouët, Lanvénegen, Priziac, Meslan, Le Croisty, Saint-Caradec-Trégomel, Berné et Kernascléden. Toutes ces communes sont également alimentées par un ensemble de plusieurs forages. En hiver, les forages fournissent la majorité des besoins en eau tandis qu'en été, Barrégant prend le relai.
- Ainsi, celle-ci présente une production variable selon les saisons : de l'ordre de $700 \text{ m}^3/\text{j}$ en moyenne en hiver (2 à 4h de fonctionnement par jour) à $2\,200 \text{ m}^3/\text{j}$ en moyenne en été (pour un fonctionnement de 24h/24). L'usine est sécurisée par un feeder depuis deux ans à partir de l'usine de Toulreincq. Celui-ci a une capacité de plus de $200 \text{ m}^3/\text{h}$ et nécessite le renouvellement d'un débit sanitaire de $60 \text{ m}^3/\text{h}$. L'eau traitée est stockée dans un bassin de 100 m^3 d'eau traitée avant d'être envoyée vers deux châteaux d'eau : celui de Restalgon (750 m^3) et celui de Kerjean 400 m^3 . A noter que le feeder secourt le château d'eau de Restalgon. La sécurisation du château d'eau de Kerjean nécessite l'inversion des flux et l'arrêt de l'usine de Barrégant. L'exploitation de l'usine est réalisée par la Saur.

Les modifications réalisées devraient permettre de garantir le traitement du manganèse mais ne sont pas prévues pour traiter les sulfates.

TRAITEMENT DE L'EAU

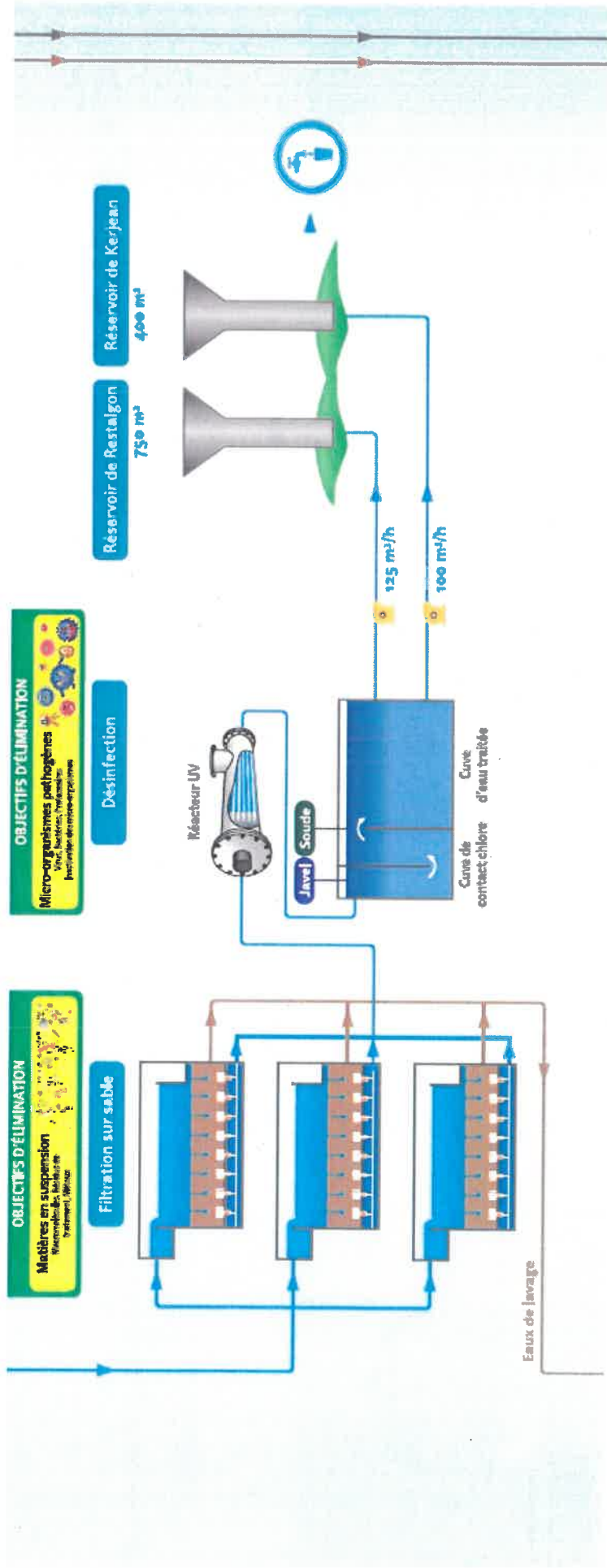


OBJECTIFS D'ÉLIMINATION
 Colloïdes
 (Microorganismes, Matière organique, Métaux lourds, Nitrates, Ammoniac)

OBJECTIFS D'ÉLIMINATION
 Molécules dissoutes
 (Métaux lourds, Nitrates, Ammoniac, Métaux traces, Pesticides, Médicaments, Résidus pharmaceutiques)

Eau brute Degrillage Pré-reminéralisation Pré-oxydation Clarification Actiflo® Inter-reminéralisation Inter-oxydation Affinage Filtraflo Carb®

Etude technico-économique de réduction des rejets en sulfates et en manganèse



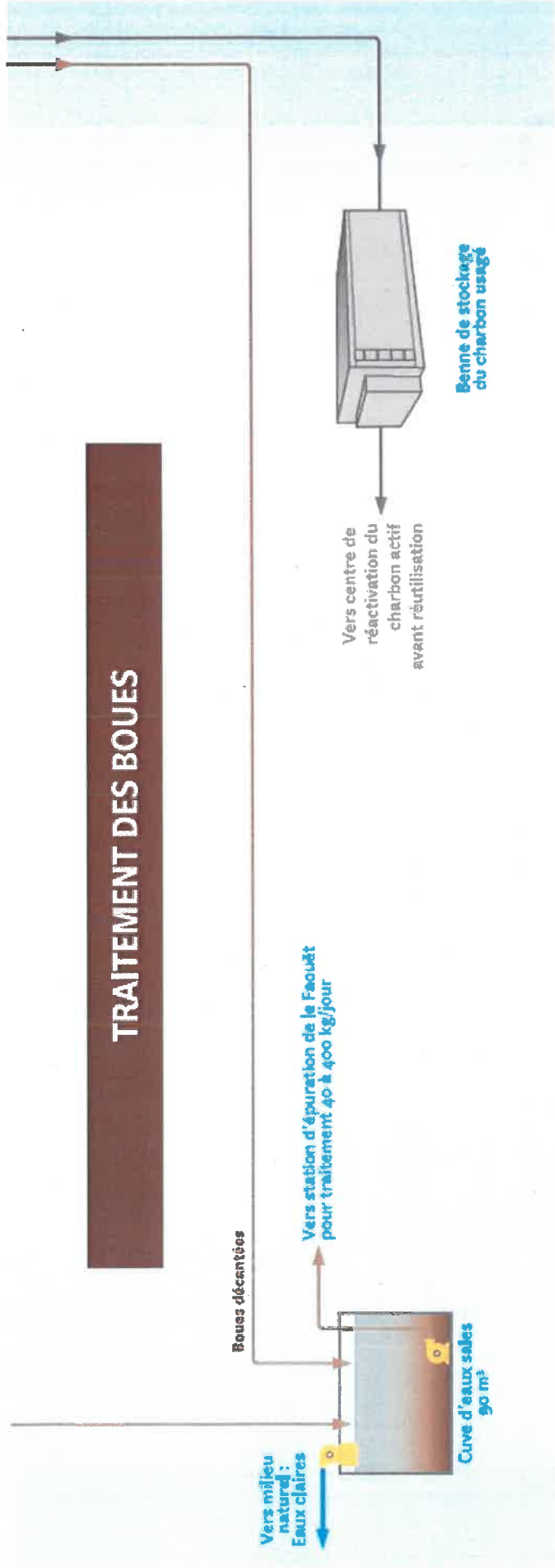


Figure 71 : Synoptique de l'usine de Barréant – Source : Eau du Morbihan

● Filière Boues

Les eaux de maturation vont à l'Eillé (le milieu naturel), et les boues vont à la STEP du Fauët.

7.1.3. Exploitation des données d'autosurveillance de la station

Une analyse des données d'autosurveillance sur l'eau brute et l'eau traitée a été effectuée à partir des fichiers transmis, notamment le fichier de suivi analytique des eaux. La période de suivi des données analysées est d'un an et demi : de janvier 2015 à août 2016, avant les travaux de rénovation. Dans le tableau ci-dessous sont regroupés les valeurs minimum, moyenne, 90 centile et maximum pour les paramètres suivis (en rapport avec l'étude).

EB												
Paramètre	pH	Turbidité	TAC	NH4	NO2	NO3	Fer tot	Fer dissous	Mn	Sulfate	Al	
unité		NFU	°F	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	
Normes EB	5,5 - 9			4	0	50	1000	1000	1000	250		
min	6	0,97	0	0	0	7,6	0,0017	0	0,021	52	220	
moyenne		4,7	1,54	2,96	0,02	19,36	0,38	292,50	53	109,33	395,00	
90centile		8,9	2,4	0,191	0,02	16	0,72	409	104	168	666	
max	8,8	30	3	400	0,03	17	1,7	460	340	168	840	
Nb valeurs	107	254	272	140	13	23	319	4	323	3	4	
ET												
Paramètre	pH	Turbidité	TAC	NH4	NO2	NO3	Fer tot			Sulfate	Al	
unité		NFU	°F	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l			mg/l	µg/l	
Normes ET	6,5 - 9	1		0,1	0,5	50	0,2			250	200	
min	6,7	0	4	0	0	7,6	0		0	35	0,004	
moyenne		0,09	5,64	0,003	0	14,46	0,02		8,37	101,25	21,66	
90centile		0,182	6	0,014	0	18	0,05		27	196,6	56,2	
max	8,8	0,45	9	0,017	0	19	0,09		70	240	340	
Nb valeurs	172	139	110	28	13	108	118		142	8	119	
Nb dépassements									1		2	
Abatement												
moy	98%	-265%	100%	100%	100%	-8%	95%		84%	7%	95%	
90 centile	98%	-150%	93%	100%	100%	-13%	93%		74%	-17%	92%	

Tableau 36 : Résultats d'exploitation des données d'autosurveillance de la station de Toutreincq (eau brute et eau traitée de janvier 2015 à août 2016)

Commentaires :

- Concernant l'eau brute, il n'y a pas eu de dépassements sur les paramètres suivis entre janvier 2015 et août 2016 par rapport aux normes de qualité imposées par l'arrêté du 11/01/2007. Cependant, il y a eu de faibles valeurs pour les sulfates et l'aluminium.
- En ce qui concerne l'eau traitée, la majorité des paramètres sont conformes à la réglementation en vigueur, il n'y a que pour le manganèse et l'aluminium où des dépassements sont constatés. Un seul dépassement ponctuel sur 142 valeurs pour le manganèse a été observé, et deux dépassements pour 159 valeurs pour l'aluminium. Ces dépassements relèvent de l'accidentel plutôt que d'un défaut technique.

7.1.4. Informations complémentaires

- Ces dernières années la station a été sujette à des problématiques diverses : de bromates (2016), sulfates (2018) et de dureté (TH 4 fois supérieur au bruit de fond habituel).
- En ce qui concerne l'entretien de la station : la période de lavage du filtre à sable (détassage (air/eau) est de toutes les 10h et le cycle de lavage (eau) de 20 à 30h pour une eau de bonne qualité.

7.2. Usine de Toultreincq

7.2.1. Introduction

DONNEES GENERALES			
Dpt	Morbihan (56)	Nom de l'UNTR	Toultreincq
INSEE	56066	Coordonnée tel de l'UNTR	
Numéro Sandre UNTR	56000416	Raison sociale propriétaire	Commune de Gourin
Numéro AELB UNTR	68882	Adresse propriétaire RIC AELB	24 rue Jacques Rodallec 56110 Gourin
Raison sociale exploitant	Saur SAS		
HISTORIQUE			
Année de mise en production	1977		
X_coord	161591,09	Y_coord	2369932,98
Type de coord.	Lambert II étendu		
Modification de la filière	1995 – Réhabilitation de la station		
CAPACITE DE TRAITEMENT			
Débit moyen journalier (m ³ /j)	230 m ³ /j	Volume de stockage "eau brute" (m ³)	
Débit de l'arrêté préfectoral (m ³ /h)	918 m ³ /j	Volume de stockage "eau traitée" (m ³)	
Débit de pointe (m ³ /h)	400 m ³ /h	Volume de boues produites (m ³ /an)	
Capacité de traitement (m ³ /h)	200 m ³ /h		
Type d'eau	ESU	Nom Ouvrage amont	Ruisseau de Conveau

7.2.2. Présentation générale

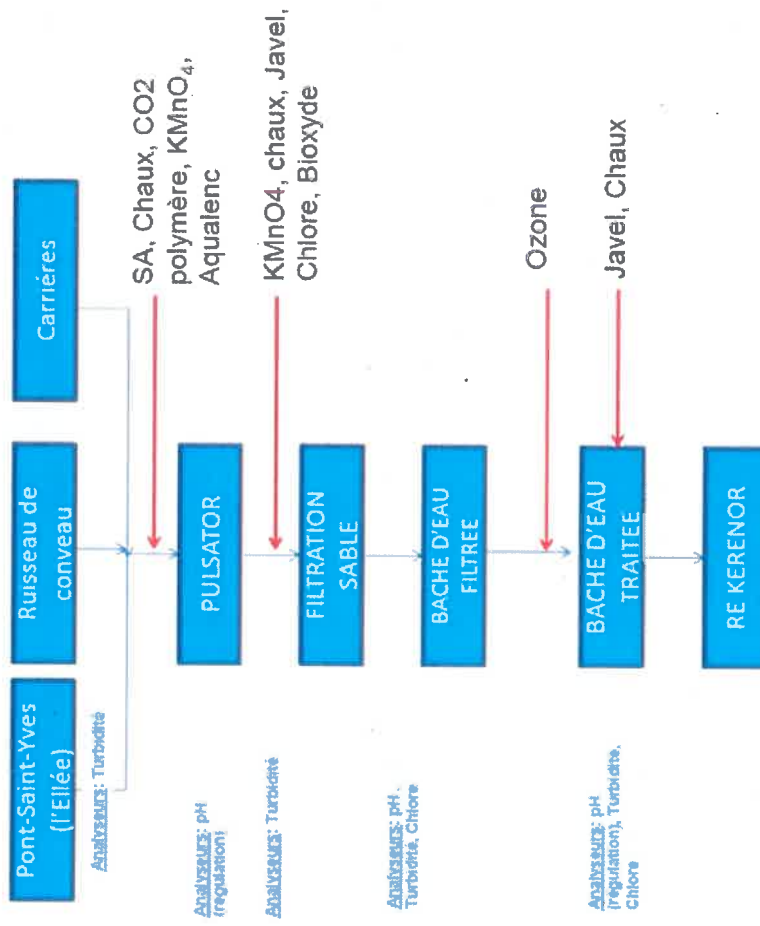
- L'usine de Toultreincq a été construite en 1977. Celle-ci présente trois prises d'eau différentes :
 - Le ruisseau du Conveau (prise historique utilisée de décembre à avril),
 - La rivière de l'Ellé à Pont St Yves d'avril à août de manière progressive. L'arrêt du pompage à partir de l'Ellé se fait lors de l'atteinte du 1/20^e du module du cours d'eau.
 - Des carrières utilisées comme réserves d'une capacité totale de 400 000 m³ (utilisation à 50% soit 200 000 m³). Celles-ci sont remplies de janvier à avril à partir du pompage de Pont St Yves puis utilisées à partir du mois d'août pour alimenter l'usine.
 - La dernière réhabilitation de l'usine date des années 1990. Un projet de rénovation est en cours. Celui-ci prévoit :
 - La réutilisation d'un ou deux pulsators,
 - La création d'une inter reminé et d'une inter réox (KMnO₄),
 - La réhabilitation des filtres à sable existants,

- L'utilisation de trois forages à proximité de l'usine pour permettre l'alimentation de la station en période hivernale (débit nominal de 80 m³/h),
- L'abandon de l'étape d'oxydation par ozonation,
NB : le dimensionnement du projet est prévu pour 300 m³/h en nominal pour 400 m³/h actuellement.
- La filière de traitement actuelle comprend les étapes suivantes :
 - Pompage
 - Dégrillage avec possibilité d'injection de lait de chaux et de sulfate d'alumine
 - Tamisage
 - Injection de coagulant (aqualenc)
 - Décantation sur 2 lits de boues pulsés (pulsator) 200 m³/h
 - Injection de lait de chaux et dichlore (pour oxyder les métaux et traiter le manganèse)
 - Filtration sur sable sur 4 filtres à sable
 - Post ozonation
 - Possibilité d'injection de dichlore pour désinfecter et de lait de chaux ou de soude pour remonter le pH
 - Transfert vers la bache d'eau traitée.

L'exploitation de l'usine est réalisée par la Saur :

- L'eau captée provient de plusieurs eaux de surface (le Conveau et l'Ellé), sa qualité varie donc selon les conditions climatiques et la masse d'eau utilisée. En général, il n'y a pas de problème de COT sauf au niveau de la prise d'eau dans l'Ellé. La station se trouvant à 17 kilomètres du captage, la pollution est donc temporisée. Le temps de séjour est d'une demi-journée entre la prise d'eau et l'usine. En ce qui concerne les carrières, celles-ci se comportent comme des décanteurs, ce qui permet ainsi de stabiliser la qualité d'eau.
- La limitation de la ressource en période d'étiage commence à devenir un problème : cette période est de plus en plus longue ce qui laisse de moins en moins de temps pour recharger la masse d'eau et les carrières.
- Aucune station d'alerte n'est installée au niveau des prises d'eau. Un suivi est réalisé pour le fer, le manganèse, les sulfates, le pH et le TAC. Une sonde de niveau, présente au niveau de l'Ellé, couplée à un abaque permet de définir les débits.
- L'usine de Toulreincq alimente la partie rurale de Gourin, les industriels de cette zone et le feeder entre Toulreincq et Barrégant (200 m³/h). Celle-ci présente une production moyenne de 600 m³/j pour un débit nominal de 400 m³/h.
- L'eau traitée est stockée dans une bache de 450 m³, l'eau traitée est ensuite envoyée dans le château d'eau de Kerenor.

7.2.3. Synoptique



- Filière Boues

Les eaux de lavage des filtres à sable sont envoyées en lagunage (1 lagune et 3 séries de bassin), les eaux clarifiées sont ensuite pompées et transférées vers le ruisseau (milieu naturel) et les boues sont, quant à elles, traitées en STEP.

7.2.4. Exploitation des données d'autosurveillance

Une analyse des données d'autosurveillance sur l'eau brute et l'eau traitée a été effectuée à partir des fichiers de suivi analytique transmis par Eau du Morbihan sur la période de février 2015 à mars 2018. Les résultats d'exploitation de ces données sont présentés ci-dessous :

EB												
Paramètre	pH	Turbidité	TAC	NH4	NO2	NO3	Fer tot	Fer dissous	Mn	Sulfate	Al	
unité		NFU	°F	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	
Normes EB	5,5 - 9		4	4	50	1000	1000	250				
min	5,4	0,53	0	0	0	10	20	0	7		46	
moyenne		4	1	0,13	0,005	12	414	111	72	135	207	
90centile		6,07	1,3	0,5	0,011	17	761	218,5	140	276	340	
max	8,2	39,12	2,3	0,85	0,02	19,4	1930	260	490	480	400	
Nb valeurs	435	574	362	211	20	21	330	3	390	22	6	
Nb dépassements			0	0	0	0	0	0	0	3		
ET												
Paramètre	pH	Turbidité	TAC	NH4	NO2	NO3	Fer		Mn	Sulfate	Al	
unité		NFU	°F	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l		µg/l	mg/l	µg/l	
Normes ET	6,5 - 9	1	4	0,1	0,5	50	200		50	250	200	
min	6,6	0	4	0	0	2,8	0	0	0	13	0	
moyenne		0,11	5,49	0,26	0,0004	13,06	25,73		20,98	67,40	27,56	
90centile		0,2	6,5	0,07	0,00	17	60		35	144,4	62	
max	9	0,88	7,8	1,4	0,01	24	120		66	549	290	
Nb valeurs	590	256	380	136	23	363	337		517	43	588	
Nb dépassements				3					8	2	1	
Abattement												
moy	98%	-530%	-102%	94%	0%	0%	94%		72%	50%	87%	
90 centile	97%	-251%	-77%	100%	0%	0%	92%		75%	48%	82%	

Tableau 37 : Résultats d'exploitation des données d'autosurveillance de la station de Toultreincq (du 19/02/2015 au 30/03/2018)

Commentaires :

- Concernant l'eau brute, 3 dépassements sur 22 valeurs sont constatés sur les sulfates entre février 2015 et mars 2018, par rapport aux normes de qualité imposées par l'arrêté du 11/01/2007.
- Il y a peu de valeurs pour le fer dissous et l'aluminium.
- En ce qui concerne l'eau traitée, quelques dépassements sont constatés : pour l'ammonium, le manganèse, les sulfates et l'aluminium. C'est l'ammonium qui dépasse le plus la norme imposée, avec 3 dépassements sur 136 valeurs : cela relève certainement d'un accident (les dépassements ont lieu à la même période). Il est à noter que deux dépassements sont observés sur 43 valeurs pour le paramètre sulfates.

7.2.5. Informations complémentaires

- Des problèmes sont recensés lors de la visite de l'usine :
 - Des problèmes de COT ont été observés sur la prise directe sur l'Ellé,
 - Lors d'épisodes pluvieux, des problèmes liés aux teneurs en manganèse peuvent survenir,
 - Des problèmes de bromates sont constatés en 2015.
- Un projet de modernisation de l'usine est prévu en 2021-2022 avec notamment :
 - L'ajout de points d'inter reminéralisation et d'inter oxydation,
 - L'élimination de l'ozonation,
 - La diversification des prises d'eau avec ajout de trois forages (déjà existants),
 - Un dimensionnement de l'usine à un débit de 300 m³/h contre 400 m³/h actuellement.

8. Etude technico-économique

8.1. Présentation des solutions d'optimisation

8.1.1. Présentation générale et contraintes du site

L'exploitation des données d'autosurveillance ainsi que les résultats de la campagne de mesure ont montré que les eaux du site présentent une forte variabilité des volumes et des charges, avec un impact très marqué de la pluviométrie sur les débits à traiter. La sectorisation des effluents a quant à elle mis en évidence que les charges émises sont diffuses en différents points du site. Certains sont collectés dans la fosse 2 pour y être traités et homogénéisés tandis que d'autres se rejettent directement vers le milieu naturel en passant par la station Neutralac 3 et les bassins de décantation (fossés V Digue et V Bora).

Afin d'optimiser la qualité des eaux sur le site, il semble judicieux de regrouper l'ensemble des eaux collectées en un point. Un seul effluent serait alors à traiter facilitant la gestion et l'exploitation des unités de traitement. En outre, l'utilisation de la fosse 2 comme ouvrage de stockage permettrait d'homogénéiser les effluents et d'atténuer de façon importante les fluctuations de qualité de la matrice.

Au cours de l'étude, le site Imerys a mis en place le transfert des eaux issues du fossé V Digue vers le bassin 1217. Ces eaux sont ensuite transférées vers la station Neutralac 1 puis vers la fosse 2. Il s'agirait de reprendre également les eaux issues du fossé V Bora qui transiteraient dans les bassins de décantation existants (1 à 3 par exemple, sous réserve d'étudier la nécessité de renforcer leur structure), à partir desquels elles seraient pompées vers la station Neutralac 1 puis vers la fosse 2.

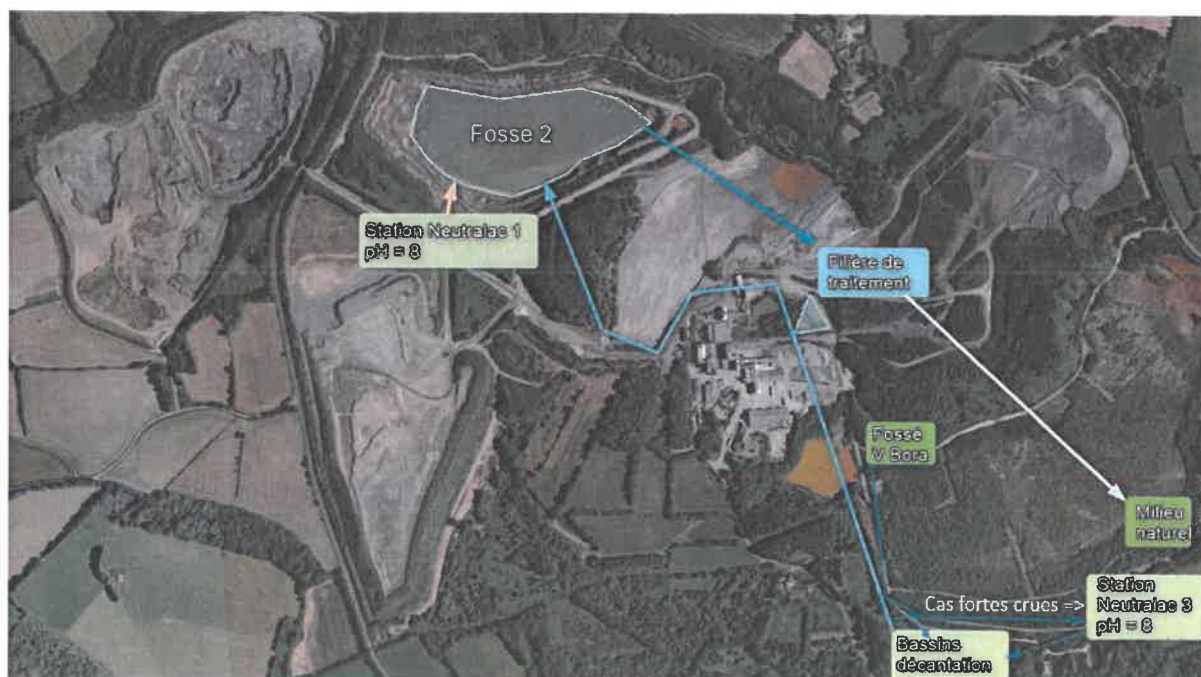
La station Neutralac 3, présentant un bon fonctionnement, serait conservée en l'état et pourrait être utilisée si besoin, en cas de fortes crues par exemple, en complément de la station neutralac 1.

La station Neutralac 1 est à optimiser en vue de maîtriser davantage son fonctionnement et ses performances. La valeur cible de pH à prendre en compte serait proche de 8, afin d'assurer une stabilité des oxydes de manganèse au sein de la fosse 2 dans une gamme de pH théorique comprise entre 7,5 et 8,5.

Lors de la neutralisation, une partie des sulfates précipiteraient sous forme de gypse dans la fosse 2, jusqu'à la concentration seuil proche de 1500 mg/l. Les boues formées décanteraient dans la fosse 2.

En sortie de la fosse 2, les eaux seraient transférées vers une filière de traitement dont la technologie varie selon les solutions étudiées.

Les aménagements nécessaires à cette réorganisation du traitement des effluents sont schématisés ci-après :



8.1.2. Contraintes du site

Le site présente les contraintes suivantes :

- Des distances et des dénivelés importants entre les différentes zones du site, impliquant la mise en place de linéaires de réseaux importants ainsi que des groupes de pompage renforcés.
- Des problèmes d'encrassement sont rencontrés par le site au niveau du bassin Dodin ainsi qu'au niveau des équipements de pompage vers l'usine, impliquant un nettoyage périodique du bassin Dodin. Ces problèmes sont susceptibles d'être engendrés par les concentrations élevées en calcium dans les eaux pompées.

8.1.3. Choix des scénarios et des solutions étudiées

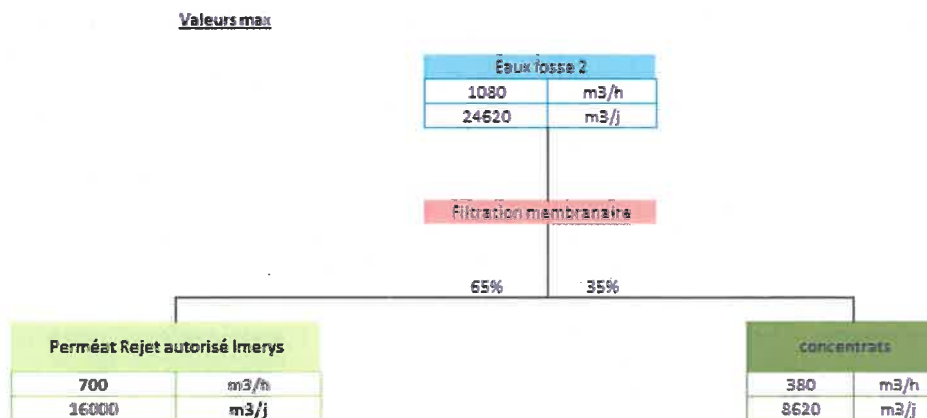
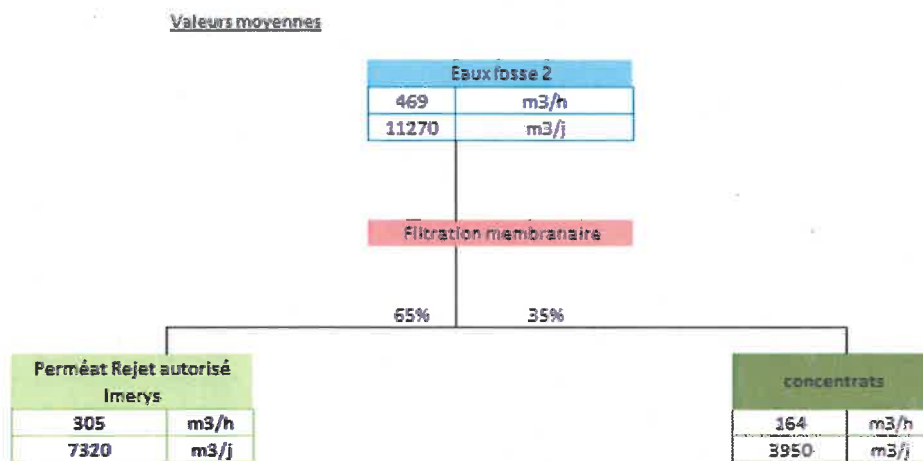
Pour chaque solution de traitement, deux scénarios sont ainsi étudiés :

- **Scénario 1** : Traitement du rejet autorisé vers le milieu naturel uniquement,
- **Scénario 2** : Traitement du rejet autorisé vers le milieu naturel ainsi que les volumes consommés pour les process de l'usine.

Au regard des procédés de traitement existants et des résultats d'essais laboratoires, les solutions technico-économiques étudiées vis-à-vis de la réduction des teneurs en manganèse et en sulfates sont les suivantes :

- **Solution n°1** : Mise en place d'un traitement du manganèse uniquement
 - Solution 1.a : par réaction de précipitation d'oxydes de manganèse avec injection de chaux,
 - Solution 1.b : par réaction d'oxydation du manganèse avec injection de permanganate de potassium
 - Solution 1.c : par réaction d'oxydation catalytique sur des filtres manganisés

- Solutions 1.d et 1.e : par filtration membranaire ou sur des résines échangeuses d'ions. Compte tenu des débits élevés à traiter et des fortes teneurs en calcium et en sulfates, ces solutions ne semblent pas être adaptées en raison des risques importants de colmatage et des volumes conséquents de régénération. En première approche, en considérant un facteur de concentration théorique faible égale à 65% concernant la filtration membranaire, les volumes de concentrats théoriques à évacuer et à traiter sont estimés ci-après :



Cette première approche montre que ce type de traitement générerait des volumes conséquents de concentrats. En effet, ceux-ci seraient de l'ordre de 3950 m³/j en moyenne et de 8620 m³/j dans le cadre du débit de traitement maximal (16 000 m³/j).

- **Solution n°2** : Mise en place d'un traitement des sulfates uniquement et/ou combiné avec l'élimination du manganèse. Les technologies testées lors des essais laboratoires ont montré que :
 - L'abattement des sulfates par précipitation du gypse en présence de chaux (procédé n°1) ou de chlorure de calcium (procédé n°2) ne permettait pas d'atteindre une concentration résiduelle en sulfates inférieure à une valeur seuil proche de 1500 mg/l. **Ces technologies de traitement limitées ne sont donc pas adaptées pour respecter les valeurs de rejet du site.**
 - L'élimination des sulfates par précipitation avec ajout de chlorure de baryum (procédé n°3) présente de bons résultats avec des concentrations résiduelles atteignables de

l'ordre de quelques centaines de mg/l. Cependant, cette technologie ne pourrait être mise en place sur le site en raison de la dangerosité présentée par le chlorure de baryum sur la santé humaine et les milieux aquatiques. Cette solution n'est donc pas retenue dans la suite de l'étude.

- La réaction de précipitation de l'ettringite par l'ajout de ciments à base d'aluminate de calcium présente des résultats d'essais préliminaires encourageants et permettraient d'atteindre des concentrations résiduelles bien inférieures à la valeur seuil du gypse. Cependant, les performances et la faisabilité de mise en place de ce traitement sur le site sont à préciser et à valider dans le cadre d'une phase de développement de ce procédé pour lequel il n'existe pas à ce jour de retour d'expérience appliqué au domaine du traitement de l'eau. Ainsi, une poursuite des essais de traitement sur quelques mois pour ce procédé est indispensable et aura pour objectifs de :
 - Déterminer les cinétiques de réaction afin de valider les valeurs de dimensionnement des ouvrages de traitement et valider le synoptique de la filière.
 - Déterminer les dosages de réactifs nécessaires. Au stade des essais préliminaires réalisés, la consommation en réactifs testée est importante (de l'ordre de 2 g/l d'eau traitée soit 32 t/j pour la valeur guide de volume de rejet vers le milieu naturel égale à 16000 m³/j) et nécessite d'être optimisée dans le cadre d'une poursuite des essais.
 - Définir les quantités de boues produites et étudier leurs caractéristiques et leur stabilité dans le temps en vue de leur stockage ou leur évacuation.
- L'élimination par voie biologique présente des résultats d'essais préliminaires encourageants. Cependant, les performances et la faisabilité de mise en place de ce traitement sur le site est à préciser et à valider dans le cadre d'une phase de développement assez longue de plusieurs mois voire années. En effet, il n'existe pas à ce jour de retour d'expérience de ce procédé appliqué spécifiquement à l'élimination des sulfates en tant que tel. Une phase de développement avec le suivi d'un pilote spécifique serait nécessaire afin de déterminer précisément les paramètres de fonctionnement et de dimensionnement. Au regard de la littérature et des résultats des essais préliminaires en laboratoire, la mise en place de ce procédé nécessiterait :
 - De prévoir un réchauffage des effluents afin de maintenir une température autour des 15-20°C,
 - De mettre en place des volumes conséquents de réacteurs biologiques en raison des longs temps de séjour requis. A titre indicatif, pour un temps de séjour minimal d'un jour, un volume de réacteur de 16 000 m³ serait à mettre en place pour pouvoir assurer le traitement sur la valeur guide maximale de débit au rejet.

Il apparaît donc que ce procédé serait intéressant à mettre en place plutôt en fin de vie du site, où l'objectif serait de déconcentrer le site avec des volumes de traitement plus faibles, mais celui-ci ne semble pas adapté pour le site en exploitation.

A ce stade, aucune filière de traitement des sulfates ne peut être retenue sur le plan technique et économique. La première phase d'essais réalisés nécessite d'être poursuivie afin de valider la faisabilité technique ainsi que la viabilité économique du procédé de précipitation de l'ettringite qui présentent les premiers résultats les plus encourageants. Les installations de traitement de cette solution ne peuvent être ni dimensionnées ni chiffrées à ce stade. Seules les solutions de traitement du manganèse seront donc étudiées dans la suite de l'étude.

8.2. Définition des données de base

8.2.1. Définition des volumes à pomper

Le dimensionnement des installations de pompage est principalement lié aux volumes d'eau de pluie collectés au niveau des différents bassins et fossés. Une approche visant à estimer les surfaces actives collectées sur le site a été réalisée afin d'évaluer les débits de collecte et de traitement à considérer. Plusieurs hypothèses ont été étudiées en fonction de la pluie de référence prise en compte (1 an, 2 ans, 5 ans, 10 ans). Pour cela, les éléments suivants sont pris en compte :

- Les données de pluviométrie de la station météorologique localisée à Rostrenen. Plusieurs périodes de retour de pluie sont étudiées afin de définir les données d'entrée choisies :

Période de retour - Coeff Montana Rostrenen Pluie 6 min à 1h	a	b	Hauteur de pluie (mm/h)
1 an			13,2
2 ans			15,5
5 ans	2,891	0,537	19,2
10 ans	3,424	0,538	22,7

Tableau 38 : Calcul des hauteurs de pluie selon la période de retour considérée

- Le calcul de la lame d'eau précipitée en chaque pas de temps est fondé selon l'utilisation des coefficients de Montana. Leur valeur est fonction de la zone géographique dans laquelle se situe l'étude. Dans ce cas, ont été utilisés les coefficients calculés à partir d'une analyse statistique des données météorologiques mesurées à Rostrenen de 1982 à 2013. La hauteur de la lame d'eau précipitée se calcule selon la formule suivante :

$$h_{\text{précipitée}} = a \times t^{(1-b)}$$

Où a et b sont les coefficients de Montana pour une 1 heure de pluie, selon la période de retour retenue (1 an, 2 ans, 5 ans ou 10 ans).

- Les surfaces actives estimées sur la base des résultats de la campagne de mesure pour les points impactés par la pluviométrie, à savoir, les eaux issues de : la fosse 3, les verses de Kerroué et du Sabès, le bassin 1435, les fossés V digue et V Bora.
- Les débits horaires maximums mesurés lors de la campagne de mesure pour les points pour lesquels la pluviométrie n'impacterait pas les débits collectés. Cela concerne les points : Boues décanteur (usine), la flottation et les effluents en sortie usine.

Les débits estimés en ces points sont comparés aux débits des pompes actuellement installées sur les bassins ; les résultats sont présentés dans le tableau page suivante. Les débits non impactés par la pluviométrie apparaissent en italique.

	n° pompe	Débit de pompes (m ³ /h)		Surfaces actives estimées m ²	Volumes journaliers (m ³ /j) - données campagne de mesure		Débits horaires estimés (m ³ /h)			
		Nominal	Valeur étalonnage		Moyen	Max	Pluie de retour 1 an	Pluie de retour 2 ans	Pluie de retour 5 ans	Pluie de retour 10 ans
Fosse 3	1 220	300	337	98 203	2 048	4 438	1 296			
Verse de Kerroué	1 281	110	215	30 725	1 172	2 074	406			
Verse du Sabès	1217 & 1217B	150	171	58 002	1 594	3 940	766			
Bassin 1435	1 435	120	130	6 667	645	916	88			
Bora	-		27		371		15			
Boues décanteur	1 201	160	142		3 285	3 408	142			
Flottation	91		74		1 594	1 776	74			
Sortie usine					547	799	33			
Fossé V Bora				50 883	1 100	1 893	672	789	979	1 155
Fossé V Digue				1 711	298	340	23	27	33	39
Volume journalier (m ³ /j) estimé en entrée de la fosse 2	m ³ /j.				19 672					
Débit moyen horaire lissé sur 24h (m ³ /h)	m ³ /h				820		3 515	4 081	5 003	5 854

Tableau 39 : Estimation des débits horaires et des volumes journaliers à collecter en entrée de la fosse 2

Commentaires :

L'estimation des débits collectés en entrée fosse 2 montre que :

- Pour les bassins actuellement équipés de systèmes de pompage pour le transfert des eaux vers la fosse 2, les débits des pompes installées sont globalement inférieurs aux débits estimés sur la base d'une pluie annuelle. Cela s'explique par le fait que les bassins permettent de tamponner les volumes de pluie collectés, ce qui réduit les débits horaires à prendre en compte pour le pompage de ces eaux dans les bassins. De par le retour d'expérience du site, des problématiques de pompage liées à un dysfonctionnement ou à un sous-dimensionnement des pompes installées ne sont pas recensées à ce jour. Ainsi, il paraît judicieux de se baser sur les capacités de pompage actuelles en ces points afin d'estimer les débits collectés au sein de la fosse 2. Un renforcement des unités de pompages pourra être étudié par la suite.
- Pour le refoulement du fossé V Bora, le débit estimé retenu est basé sur une pluie annuelle au vu des temps de drainage importants sur ces zones. Le transfert de ces eaux serait sécurisé par un tamponnage des débits sur les bassins 1 à 3 existants en situation normale. En période de fortes précipitations, la station Neutralac 3 ainsi que le bassin 4 existant pourraient être utilisés si nécessaire avec un tamponnage de volumes de pluie importants (cas de fortes crues).

8.2.2. Valeurs de rejet

Les valeurs guide de volumes journaliers définies dans l'arrêté préfectoral du 03/08/2018 pour le rejet au milieu naturel sont prises en compte dans le dimensionnement des installations. Celles-ci sont rappelées ci-dessous. En effet, dans le cadre de l'étude technico-économique des solutions, le paramètre dimensionnant est le débit horaire de traitement. Celui-ci varie de façon importante selon les mois de l'année :

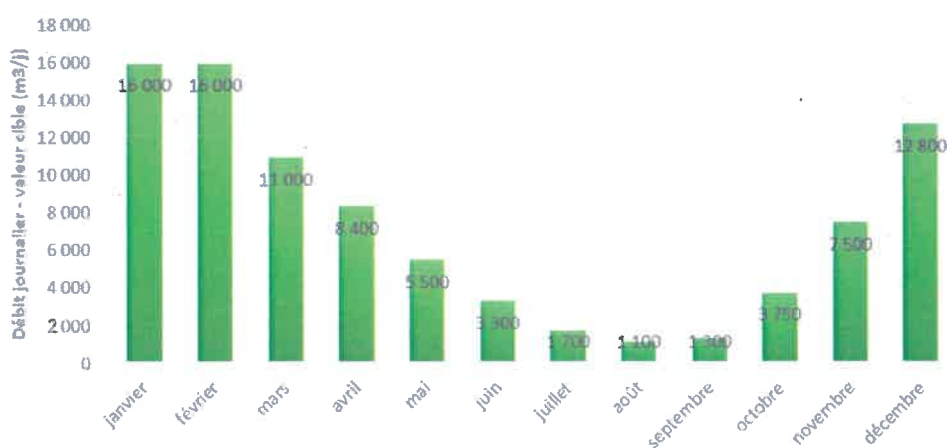


Figure 72 : Evolution des valeurs guides de débits au cours de l'année

En termes de concentration, la valeur cible de 2,2 mg/l en manganèse, définie sur la base d'un débit d'étiage en prenant en compte l'Ellé, a été prise en compte.

8.2.3. Surface disponible

Dans le cadre de la mise en place d'un traitement des eaux en sortie de la fosse 2, la zone disponible sur le site est localisée ci-dessous et représente près de 2000 m² :

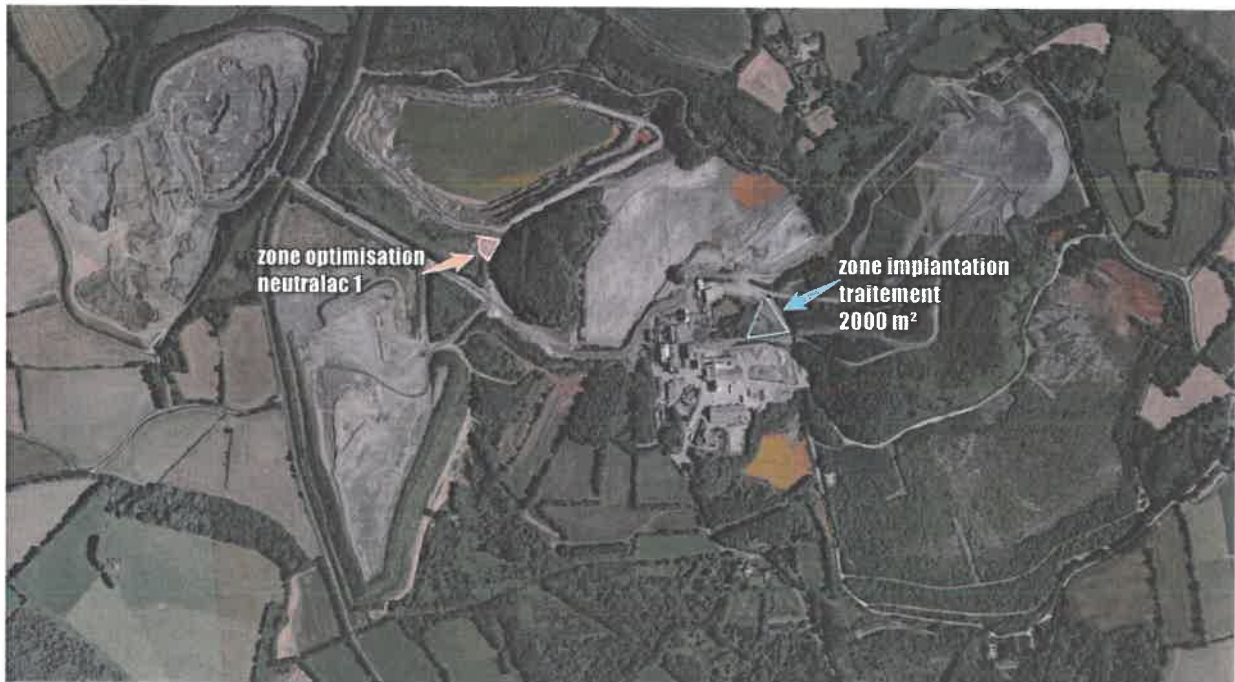


Figure 73 : Localisation de la zone d'implantation de la filière de traitement

8.3. Optimisations communes à l'ensemble des solutions étudiées

Les valeurs de dimensionnement présentées ci-après sont des valeurs indicatives, étudiées dans le cadre d'un avant-projet sommaire. Celles-ci devront être validées lors des études projets.

Plusieurs optimisations sont à réaliser afin de fiabiliser le traitement des eaux sur le site et le respect des valeurs de rejet autorisées. Celles-ci concernent :

8.3.1. Collecte et relevage des eaux issues du fossé V Bora vers la fosse 2

Les eaux collectées au niveau du fossé V Bora transiteraient vers les bassins de décantation 1 à 3. Les eaux seraient pompées dans le bassin 3 afin de les renvoyer vers la fosse 2, via la station Neutralac 1.

Afin de transférer les eaux directement vers la fosse 2 depuis le bassin de décantation n°3, une canalisation d'un diamètre 300 mm serait à créer. Le dimensionnement du transfert et du pompage vers la fosse 2 présenté dans le tableau ci-dessous est basé sur :

- Les débits horaires calculés sur la base des surfaces actives estimées et des caractéristiques d'une pluie annuelle, présentés au §8.2.1,
- La topographie et la configuration du site.

Le dimensionnement est le même pour les 2 scénarios étudiés :

Poste	Pompage		Canalisation				Altimétrie (m)			Pertes de charges	HMT
	n° pompe	Débit horaire	Type canalisation	Linéaire canalisations	Diamètre	Vitesse	Amont	Aval ou point haut sur linéaire	Δ altitude		
		m ³ /h									
Bassin décantation n°3 sortie site vers fosse 2	1	350	Refolement	1,9	300	1,38	200	250	50	14	64
	2	350									64

La topographie sur le linéaire de refolement à créer est la suivante :



Figure 74 : Profil topographique sur le linéaire de refolement

8.3.2. Optimisation de la station Neutralac 1

Actuellement la station Neutralac 1 nécessite plusieurs points d'optimisation. Dans le cadre des optimisations, la consigne de pH serait élevée à 8 plutôt que 7 actuellement, afin de maintenir dans la fosse 2 un pH dans la gamme de pH définie entre 7,5 et 8,5. La station Neutralac 1 serait optimisée afin de traiter l'ensemble des eaux en entrée de la fosse 2 en prenant en compte l'amenée du fossé V Digue (transfert déjà réalisé) et du fossé V Bora, par la mise en place :

- D'un stockage de chaux d'un volume total de **120 m³**, soit 2 silos (poudre) de 60 m³ unitaire. Ce volume de stockage est calculé sur la base des quantités de chaux consommées sur le site sur l'année 2018 au niveau des stations Neutralac 1 et 3, avec la prise en compte d'une marge de dimensionnement de 30% :

Données de consommation en chaux au niveau des stations Neutralac 1 et 3 sur l'année 2018	unités	valeur
Quantité de chaux en poudre consommée sur l'année 2018 - station Neutralac 1	t/an	1 064
Quantité de lait de chaux consommée sur l'année 2018 - station Neutralac 3	t/an	747
Densité du lait de chaux	g/l	1,2
Concentration du lait de chaux	g/l	30
Quantité de chaux en poudre consommée - Station Neutralac 3	t/an	18,7
Somme des quantités de chaux en poudre consommées - Station Neutralac 1 & 3	t/an	1 082
marge de dimensionnement	%	30%
Quantité marginée de chaux en poudre nécessaire	t/an	1 407
Quantité moyenne de chaux consommée par jour (pour 365 j/an)	kg/j	3 855

Le dimensionnement du stockage de chaux nécessaire est présenté ci-dessous. Celui-ci est basé sur une autonomie de 15 jours environ, en considérant un volume de camion de 60 m³ pour l'approvisionnement en chaux. Dans ce contexte, 2 silos de 60 m³ chacun seraient nécessaires :

Dimensionnement du stockage de chaux en poudre	unités	valeur
densité de la chaux en poudre consommée		0,5
Quantité de chaux en poudre consommée sur l'année 2018 - stations Neutralac 1 et 3	m ³ /an	2 814
	m ³ /j	7,7
Autonomie de stockage	j	15
volume total de silo nécessaire	m ³	120

Tableau 40 : Dimensionnement du volume de stockage de chaux (Neutralac 1)

- D'un groupe de préparante de lait de chaux, équipé d'un système de recirculating. Celui-ci est équipé d'un bac spécifique directement alimenté par les silos de chaux.

Production de lait de chaux	unités	valeur
Concentration du lait de chaux	g/l	50
consommation horaire de lait de chaux - année 2018	kg/h	161
marge de dimensionnement	%	30%
consommation horaire de lait de chaux retenu	kg/h	209
débit des équipements retenu du groupe de préparation de lait de chaux	l/h	4 176
volume journalier de lait de chaux	m ³ /j	100

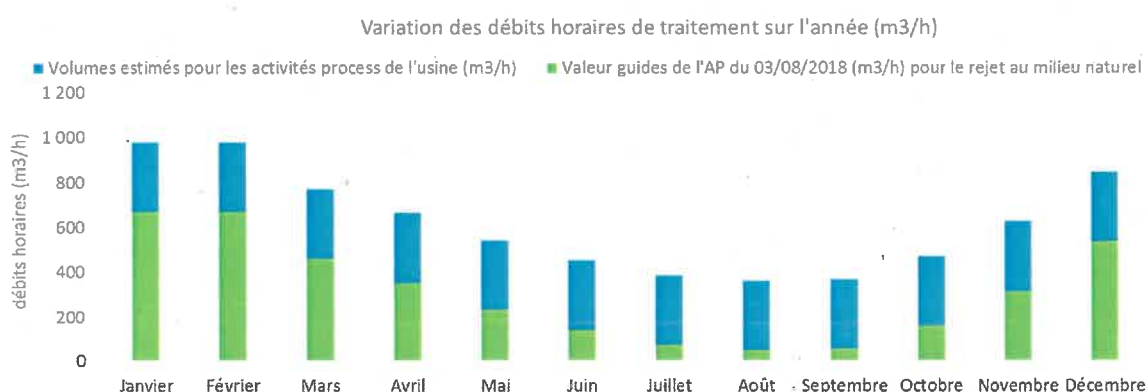
Tableau 41 : Dimensionnement du dosage de lait de chaux (Neutralac 1)

- D'une cuve de contact ou d'un canal de mélange équipé d'une sonde de mesure du pH, dans lequel l'injection de lait de chaux serait réalisée pour neutraliser les eaux durant leur transfert gravitaire vers la fosse 2.

8.3.3. Relevage des eaux de la fosse 2 vers la filière de traitement

Les eaux pompées dans la fosse 2 seraient transférées vers une filière de traitement avant leur rejet au milieu naturel et/ou leur utilisation pour les activités process de l'usine. Le dimensionnement du transfert présenté dans le tableau ci-dessous est basé sur :

- La variation des volumes de rejet au milieu naturel sur l'année, dont les valeurs guides définies dans l'AP du 03/08/2018 sont rappelées ci-dessous :



- Des débits de traitement variant entre 670 m³/h (scénario 1) et 980 m³/h (scénario 2), afin d'assurer une souplesse sur les débits de traitement au cours de l'année,
- La topographie et la configuration du site.

Le transfert des eaux vers la filière de traitement serait donc réalisé via deux canalisations de transfert dont le dimensionnement varie selon le scénario :

Fosse 2 vers cuve reprise STEP	Pompage		Canalisation			Altimétrie (m)			Pertes de charges	HMT
	n° pompe	Débit horaire	Linéaire canalisations	Diamètre	Vitesse	Amont	Aval ou point haut sur linéaire	Δ altitude		
		m ³ /h								
Scénario 1	1	200	1,1	200	1,77	190	240	50	22	72
	2	500		350	1,44				8	58
Scénario 2	1	500	1,1	350	1,44	190	240	50	8	58
	2	500		350	1,44				8	58

La topographie sur le linéaire de refoulement à créer est la suivante :



Figure 75 : Profil topographique sur le linéaire du pompage de la fosse 2 vers la filière de traitement

Pour l'ensemble des solutions étudiées, les eaux pompées dans la fosse 2 seraient refoulées vers un bassin de reprise. La filière de traitement serait ensuite alimentée à partir de celui-ci.

8.3.4. Dimensionnement du rejet gravitaire des eaux traitées

Une fois traitées, les eaux seraient :

- Rejetées au milieu naturel (scénarios 1 et 2) au niveau du point de rejet actuel, dans la limite des valeurs guides de volumes, via une canalisation gravitaire d'un diamètre de 350 mm sur un linéaire de 1,1 km :

Postes	Débit horaire m ³ /h	Canalisation				Altimétrie (m)		
		Type canalisation	Linéaire canalisation km	Diamètre mm	Pente %	Aval ou point haut sur linéaire m	Δ altitude m	
								Amont m
Sortie STEP vers milieu naturel	990	Gravitaire	1,1	350	3%	230	195	30

Le dimensionnement prend en compte la topographie du site sur le linéaire :



Figure 76 : Profil topographique du linéaire gravitaire de la filière de traitement vers le point de rejet au milieu naturel

- Renvoyées vers le bassin Dodin existant, en vue de leur consommation au sein de l'usine (scénario 2). Pour cela, une canalisation de refoulement d'un diamètre de 100 mm sur un linéaire d'environ 250 m serait à créer :

Postes	Pompage		Canalisation			Altimétrie (m)			Pertes de charges	HMT
	n° pompe	Débit horaire	Linéaire canalisations	Diamètre	Vitesse	Amont	Aval ou point haut sur linéaire	Δ altitude		
		m ³ /h								
Sortie STEP vers usine	1	300	0,250	250	1,70	228	231	3	7,5	11

Le dimensionnement prend en compte la topographie du site sur le linéaire :



Figure 77 : Linéaire du pompage des eaux traitées en vue de leur utilisation au sein de l'usine

8.3.5. Chiffrage des aménagements

- Collecte des eaux du fossé V Bora

Collecte des eaux V Bora vers fosse 2	TOTAL € HT
Pompage fossé V Bora	60 000
Canalisation de transfert vers la fosse 2	478 800
Armoire électrique	10 000
Divers et imprévus	55 880
BUDGET D'INVESTISSEMENT (€ HT)	604 680

- Optimisation Neutralac 1

Optimisation station Neutralac 1	TOTAL € HT
Etude suivi chantier	80 000
Dépotage - stockage -préparation lait de chaux	280 000
Injection et mélange	66 500
Électricité / automatisme	20 000
Montage et réseaux	69 600
Génie civil + container maritime	16 500
TOTAL (€ HT)	532 600
Divers et imprévus	90 520
BUDGET D'INVESTISSEMENT (€ HT)	623 120

8.4. Solution n°1 : Mise en place d'un traitement du manganèse uniquement

8.4.1. Solution n°1.a : Mise en place d'un traitement du manganèse uniquement par réaction de précipitation d'oxydes de manganèse

8.4.1.1. Descriptif de la solution

Les eaux de la fosse 2 seraient pompées via deux séries de pompes doublées par sécurité d'un débit de 200 et 500 m³/h pour le scénario 1 et de 2 x 500 m³/h pour le scénario 2. Les eaux pompées seraient collectées au sein d'une cuve de neutralisation de 120 m³ placée en entrée de la filière de traitement. Dans cette cuve, une injection de lait de chaux serait réalisée afin de faire précipiter le manganèse par élévation du pH à une valeur proche de 10,5.

En sortie de la cuve de précipitation à la chaux, les eaux à traiter seraient réparties sur une série de 7 à 10 filtres à sable d'un débit unitaire de 100 m³/h. Le nombre de filtres dépend du diamètre de ceux-ci. Dans le cas présent le diamètre des filtres a été fixé à 3,6 m. Les précipités d'oxydes de manganèse seraient alors retenus à la surface des filtres. En raison de la forte variabilité des flux rejetés autorisés, la mise en place d'une série de filtres serait nécessaire afin de moduler le débit de traitement. Ceci afin de prévoir une certaine flexibilité sur le fonctionnement de la filière de traitement au cours de l'année (fonctionnement de 5 à 10 filtres selon le débit demandé).

En sortie des filtres, les eaux traitées seraient ensuite envoyées vers une étape de neutralisation avec injection de dioxyde de carbone (CO₂), dans l'objectif de redescendre le pH des eaux traitées dans la gamme de pH autorisée pour le rejet (6,5 < pH < 8,5). L'utilisation de CO₂ est à privilégier pour éviter l'injection d'acide fort (chlorhydrique, nitrique, ...). Cette neutralisation entraînerait cependant une augmentation de la dureté liée aux carbonates.

Une fois neutralisées, les eaux traitées seraient rejetées au milieu naturel (et en partie réutilisées par l'usine dans le cadre du scénario 2), via une cuve d'eau traitée placée en sortie des filtres.

Les filtres à sable nécessitent d'être lavés périodiquement à contre-courant, afin d'éliminer le manganèse précipité et retenu à la surface du filtre. Ces lavages seraient réalisés à partir de la cuve d'eau traitée de 140 m³ placée en sortie des filtres. Ce volume de cuve permettrait de réaliser 2 lavages de filtres.

Les eaux de lavage des filtres seraient transférées vers une lagune permettant de faire décanter les précipités d'oxydes de manganèse et de contrôler le pH des eaux avant renvoi vers la fosse 2. La lagune serait curée régulièrement pour évacuer les boues produites. La destination des boues n'est pas définie à ce stade : soit sur site, soit évacuation externe.

8.4.1.2. Schéma de principe

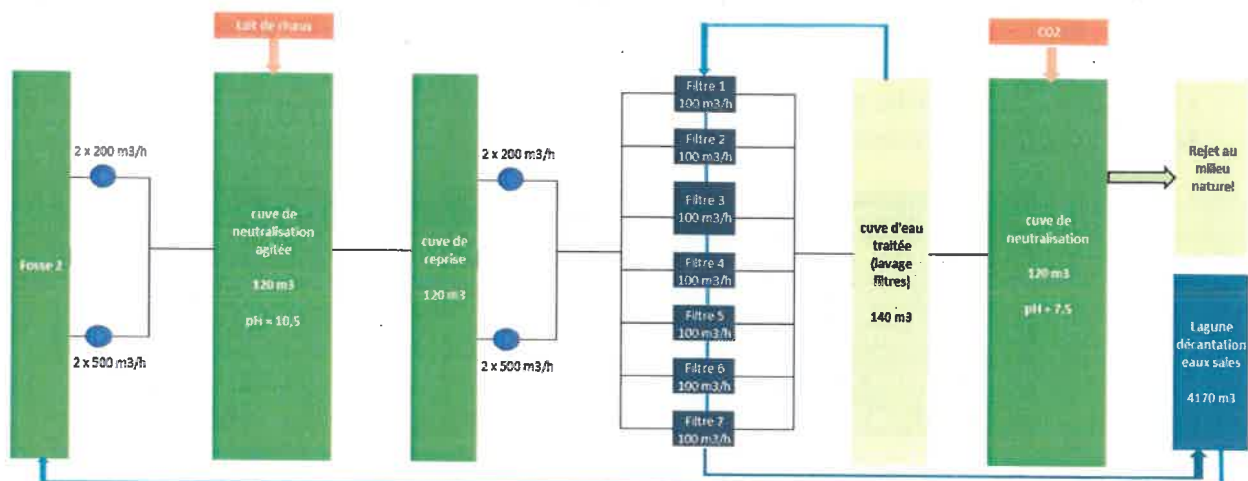


Figure 78 : Schéma de principe - Scénario 1 - solution 1.a

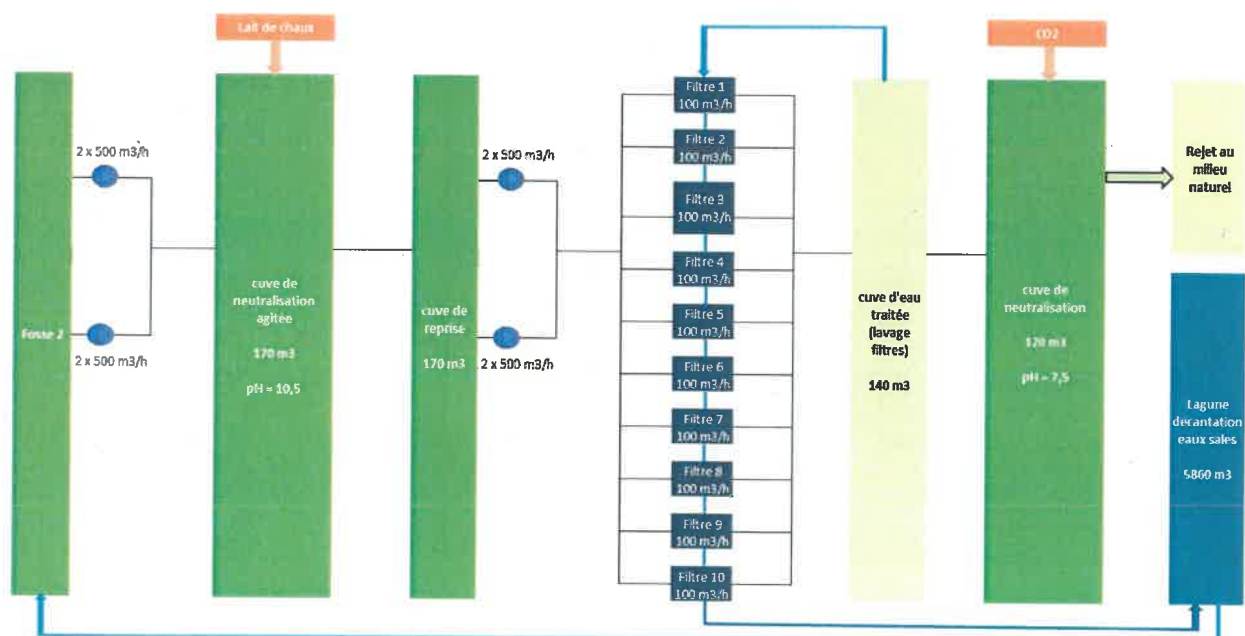


Figure 79 : Schéma de principe - Scénario 2 - solution 1.a

8.4.1.3. Dimensionnement des ouvrages

8.4.1.3.1. Dimensionnement de l'étape de précipitation à la chaux

L'étape de précipitation des oxydes de manganèse serait réalisée dans une cuve de neutralisation dans laquelle du lait de chaux serait injecté :

Dimensionnement de la cuve de neutralisation		Scénario 1	Scénario 2
Débit de traitement maximal	m ³ /h	700	1 000
Temps de séjour dans la cuve	min	10	10
Volume de cuve nécessaire	m ³	120	170
Ratio agitation	w/ m ³	5	5
Puissance d'agitation nécessaire	kW	0,6	0,9

Les quantités de chaux nécessaires pour la précipitation des oxydes de manganèse sont estimées de la façon suivante, à partir de la quantité de chaux évaluée lors des essais en laboratoire réalisés pour élever le pH des eaux à 10,5 :

Dimensionnement du silo de chaux		Scénario 1	Scénario 2
Volume annuel à traiter	m ³ /an	2 670 350	5 042 850
Taux de traitement	l/ m ³	0,625	0,625
Concentration en chaux	g/l	50	50
Masse de chaux à 100% de pureté	g/ m ³	31	31
Quantité de chaux en poudre nécessaire pour élévation du pH à 10,5	t/an	83	158
Densité de la chaux en poudre consommée		0,5	0,5
Quantité de chaux en poudre nécessaire pour élévation du pH à 10,5	m ³ /an	167	315
	m ³ /j	0,46	0,86
Autonomie de stockage	j	120	60
Volume total de stockage nécessaire	m ³	60	60
Capacité d'un camion de livraison de chaux	m ³	60	60
Nombre de silo nécessaire		1	1

Dans le cadre de l'étape de précipitation, un silo de chaux complémentaire de 60 m³ serait nécessaire. Ce calcul est basé sur la capacité de livraison d'un camion (environ 60 m³) et permettrait au site d'avoir une autonomie d'environ 4 mois pour le scénario 1 et de 2 mois pour le scénario 2.

En sortie de l'étape de précipitation à la chaux, les eaux sont ensuite transférées vers une série de filtres à sable via une cuve de reprise dimensionnée sur la base d'un temps de séjour de 10 minutes au débit maximum :

Dimensionnement de la cuve de reprise		Scénario 1	Scénario 2
Débit de traitement maximal	m ³ /h	700	1 000
Temps de séjour dans la cuve	min	10	10
Volume de cuve nécessaire	m ³	120	170

8.4.1.3.2. Dimensionnement des filtres à sable

Dimensionnement de filtres à sable classiques		Scénario 1	Scénario 2
Capacité totale de traitement de la filière	m ³ /h	700	1 000
Débit de traitement unitaire des filtres à sable	m ³ /h	100	100
Vitesse de filtration	m/h	10	10
Surface nécessaire	m ²	70	100
Nombre de filtre		7	10
Surface par filtre	m ² /filtre	10	10
Diamètre	m	3,6	4

Hauteur	m	1,2	1,2
Volume unitaire des filtres	m ³ /filtre	12	12
Volume total de filtres	m ³	84	120
TSH	min	7	7

Concentration MES mesurée après élévation pH à la chaux (pH=10,5)	mg/l	15	15
Quantité de MES entrée filtres à sable	kg/h	1,1	1,5

Dimensionnement des cuves d'eau propre et d'eaux sales pour le lavage des filtres		Scénario 1	Scénario 2
Vitesse de lavage	m/h	20	20
Vitesse de rinçage	m/h	35	35
Q lavage	m ³ /h	200	200
Q rinçage	m ³ /h	350	350
Q lavage air	N m ³ /h	600	600
Durée lavage	min/filtre/lavage	3	3
Volume de lavage	m ³ /filtre/lavage	10	10
Durée rinçage	min/filtre/rinçage	10	10
Volume de rinçage	m ³ /filtre/rinçage	58	58
Volume d'eau nécessaire par lavage de filtre	m ³ /lavage	70	70
Nombre de lavage de filtre considérés		2	2
Volume total cuve eau traitée (lavages des filtres)	m ³	140	140

Les eaux traitées transiteraient via une cuve d'eau traitée de **140 m³**, qui servirait de réserve pour les lavages de filtres. Les eaux dites « sales » issues des filtres concernent les eaux de lavage et de rinçage des filtres. Ces eaux seraient transférées vers une lagune de décantation dont le dimensionnement est présenté ci-dessous :

Dimensionnement de la lagune de décantation		Scénario 1	Scénario 2
Volume total eaux sales (par lavage de filtre)	m ³ /lavage	100	100
Nombre de lavage de filtre considérés		4	4
Volume de lagune nécessaire	m ³	400	400
Profondeur	m	1,2	1,2
Volume de lagune nécessaire	m ²	333	333
Temps de séjour hydraulique	h	12	12
Débit de pompage vers la fosse 2	m ³ /h	33	33

8.4.1.4. Estimation des coûts d'investissement

Les coûts d'investissement des installations ne prennent pas en compte les aléas ou contraintes liés au sous-sol ou à des exigences particulières d'installation, de qualité de matériaux, de règles ou de spécifications du maître d'ouvrage. Ils sont le résultat de comparaison avec des installations similaires et d'investigations limitées auprès de constructeurs. Ces coûts sont donc estimatifs et correspondent à une approche d'avant-projet sommaire.

Solution 1.a : Traitement du manganèse par injection de chaux et filtration sur filtres à sable	Budget d'investissement € HT	
	Scénario 1	Scénario 2
Transfert 2x200 m ³ /h - diam 200	203 600	
Transfert 2x500 m ³ /h - diam 350	223 400	
Transfert 4 x 500 m ³ /h		446 800
Bassin de neutralisation 120 m ³	185 000	185 000
Bassin de reprise 2x200 m ³ /h + 2x 500 m ³ /h	81 500	
Bassin de reprise 4x 500 m ³ /h		91 500
Filtres à sable 7x 100 m ³ /h + bassin eau de lavage 140 m ³	850 500	
Filtres à sable 10x 100 m ³ /h + bassin eau de lavage 140 m ³		1 201 500
Bassin de neutralisation 120 m ³ + injection de CO ₂	92 500	92 500
Équipement Lagune de décantation 400 m ³	2 500	2 500
Canal de mesure + canalisation de rejet 700 m ³ /h - dia m ³ 50	164 900	164 900
Electricité / automatisme	445 900	518 100
Génie civil, terrassement, bâtiment (container 40 pieds)	370 000	406 000
	2 619 800	3 108 800
Divers et imprévus	429 080	522 920
Etudes (MO, étude de sol, topo, ...)	214 540	261 460
Budget d'investissement total (€ HT)	3 263 420	3 893 180

8.4.1.5. Estimation des coûts d'exploitation

Les coûts d'exploitation sont estimés sur la base des essais réalisés en laboratoire permettant d'évaluer en première approche les ratios de consommation en réactifs. Ces coûts sont donc estimatifs et correspondent à une approche d'avant-projet sommaire.

**Solution 1.a : Traitement du manganèse par injection de
chaux et filtration sur filtres à sable - scénario n°1**

Electricité / 0,07 € KW	Puissance unitaire installée	Nombre	Puissance installée	Temps de fonctionnement	Puissance consommée	Coût journalier	Coût annuel
	kW		kW				
TOTAL électricité	573	12	573	30 613	882 937	169	61 806

Consommation en réactifs	Quantité/jour	Quantité/an	Coût unitaire			Coût journalier	Coût annuel
Chaux	227	83 000	0,7			159	58 100
CO ₂ *							
TOTAL		83 000					58 100

Exploitation	Heure	Coût horaire	Coût journalier				Coût annuel
Poste 1	2	40	80				29 200
TOTAL							29 200

Exploitation	Production moyenne	Siccité boues	kg boues déshydratées	Densité	Coût	Coût journalier	Coût annuel
	kg MS/j	%	kg/j		€/t	€/j	€/an
Boues							0
TOTAL							0
TOTAL							149 106

**Solution 1.a : Traitement du manganèse par injection de
chaux et filtration sur filtres à sable - scénario n°2**

Electricité / 0,07 € KW	Puissance unitaire installée	Nb	Puissance installée	Temps de fonctionnement	Puissance consommée	Coût journalier	Coût annuel
	kW		kW				
TOTAL électricité	613	12	613	34 308	1 169 612	224	81 873

Consommation en réactifs	Quantité/jour	Quantité/an	Coût unitaire			Coût journalier	Coût annuel (€/an)
Chaux	433	158000	0,7			303	110 600
CO ₂ *							
TOTAL		158000					110 600

Exploitation	Heure	Coût horaire	Coût journalier				Coût annuel
Poste 1	2	40	80				29 200
TOTAL							116 800

Exploitation	Production moyenne	Siccité boues	kg boues déshydratées	Densité	Coût	Coût journalier	Coût annuel
	kg MS/j	%	kg/j		€/t	€/j	€/an
Boues							0
TOTAL							0
TOTAL							309 273

* les consommations en CO₂ n'ont pu être estimées à ce stade de l'étude. Des essais doivent être réalisés.

8.4.2. Solution n°1.b : Mise en place d'un traitement du manganèse par injection de permanganate de potassium et filtration sur filtres à sable

8.4.2.1. Descriptif de la solution

Les eaux de la fosse 2 seraient pompées via deux séries de pompes doublées d'un débit de 200 et 500 m³/h pour le scénario 1 et de 2 x 500 m³/h pour le scénario 2. Celles-ci seraient collectées au sein d'une cuve de reprise de 120 m³ placée en entrée de la filière de traitement.

A partir de cette cuve de reprise, les eaux à traiter seraient réparties sur une série de 7 à 10 filtres à sable (selon le scénario) d'un débit unitaire de 100 m³/h. En effet, cette configuration permettrait d'avoir une certaine flexibilité sur le fonctionnement de la filière de traitement, au vu de la forte variabilité des volumes autorisés pour le rejet au milieu naturel. Une injection de permanganate de potassium serait réalisée sur la canalisation de transfert entre la cuve de reprise et les filtres à sable, afin de faire précipiter le manganèse présent dans les eaux de la fosse 2. Les précipités seraient donc ensuite séparés à la surface des filtres à sable.

En sortie des filtres, les eaux traitées seraient rejetées au milieu naturel (et en partie réutilisées par l'usine dans le cadre du scénario 2), via une cuve d'eau traitée de 140 m³ placée en sortie des filtres. Ce volume de cuve permet de réaliser 2 lavages de filtres.

Les filtres à sable nécessitent d'être lavés périodiquement à contre-courant, afin d'éliminer le manganèse précipité et retenu à la surface du filtre. Ces lavages seraient réalisés à partir de la cuve d'eau traitée.

Les eaux de lavage des filtres seraient transférées vers une lagune permettant de faire décanter les précipités d'oxyde de manganèse et de contrôler le pH des eaux avant renvoi vers la fosse 2, si le pH est compris entre 7,5 et 8 en vue de la stabilité des oxydes de manganèse. La lagune serait curée régulièrement pour évacuer les boues produites. La destination des boues n'est pas définie à ce stade : soit sur site, soit évacuation externe.

8.4.2.1. Schéma de principe

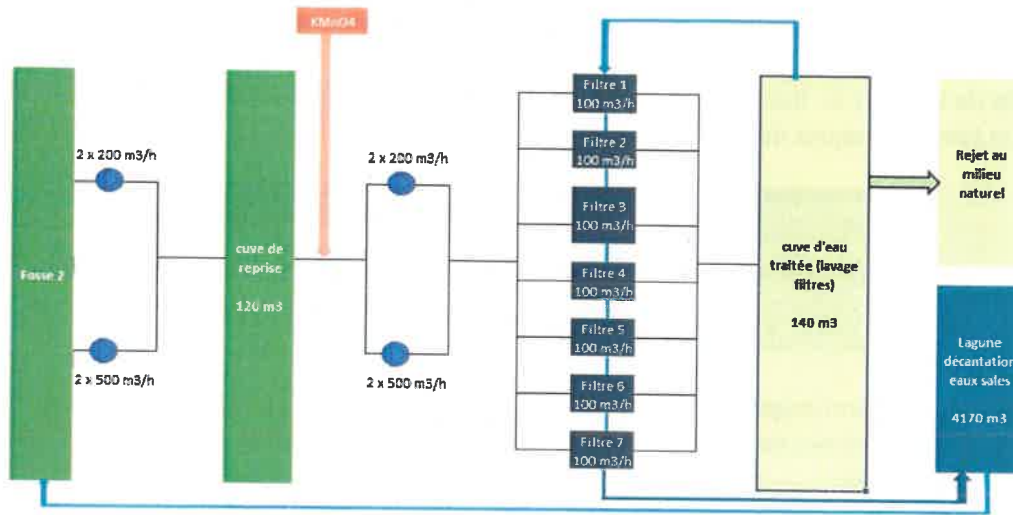


Figure 80 : Schéma de principe - Scénario 1 - solution 1.b

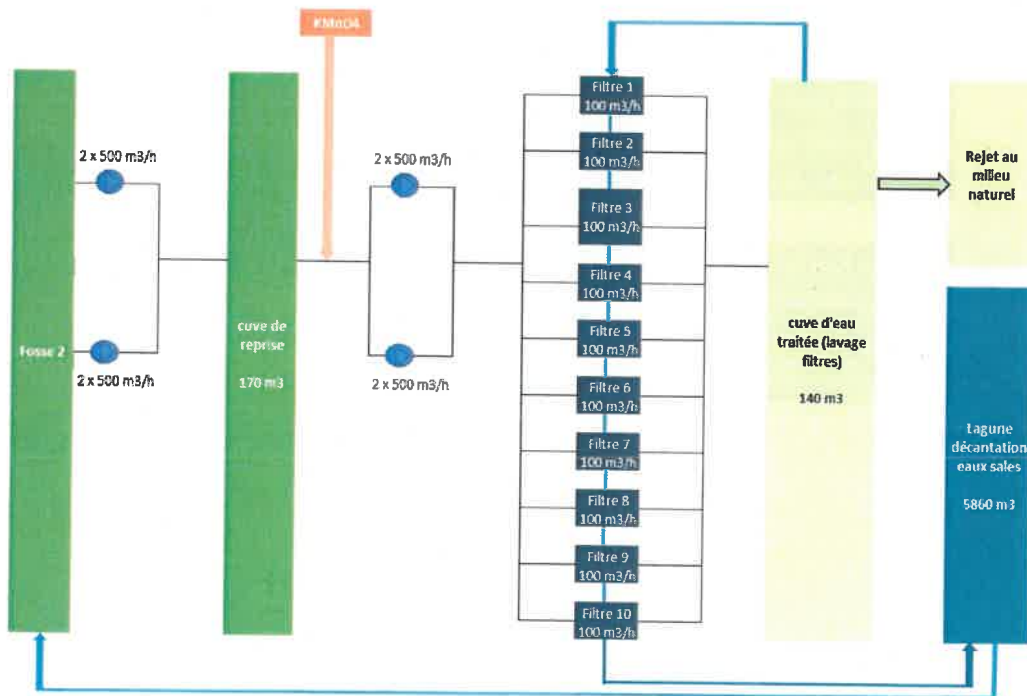


Figure 81 : Schéma de principe - Scénario 2 - solution 1.b

8.4.2.2. Dimensionnement des ouvrages

8.4.2.2.1. Dimensionnement de la cuve de reprise et de l'injection de $KMnO_4$

En entrée de la filière de traitement, la cuve de reprise des eaux de la fosse 2 est dimensionnée sur la base d'un temps de séjour de 10 minutes :

Dimensionnement de la cuve de reprise		Scénario 1	Scénario 2
Débit de traitement maximal	m ³ /h	700	1 000
Temps de séjour dans la cuve	min	10	10
Volume de cuve nécessaire	m ³	120	170

Les quantités de permanganate de potassium nécessaires pour la précipitation des oxydes de manganèse sont estimées de la façon suivante, sur la base de la quantité nécessaire évaluée lors des essais en laboratoires :

Dimensionnement du dosage de $KMnO_4$		Scénario 1	Scénario 2
Volume annuel à traiter	m ³ /an	2 670 350	5 042 850
Volume moyen journalier à traiter	m ³ /j	7 363	13 863
Taux de traitement	l/ m ³	0,230	0,230
Débit de traitement	m ³ /h	700	1 000
Temps de séjour oxydation	min	5	5
Volume de cuve d'oxydation	m ³	58	83

Volume journalier moyen de $KMnO_4$ nécessaire	m ³ /j	1,7	3,2
Nombre de jours d'autonomie	j	18	10
Volume de cuve de $KMnO_4$ nécessaire	m ³	30.6	32
Volume de cuve retenu	m ³	30	30

8.4.2.2.2. Dimensionnement des filtres à sable

Le dimensionnement des filtres à sable est similaire à celui de la solution 1.a. Celui-ci est rappelé ci-dessous pour les 2 scénarios étudiés :

Dimensionnement de filtres à sable classiques		Scénario 1	Scénario 2
Capacité totale de traitement de la filière	m ³ /h	700	1 000
Débit de traitement unitaire des filtres à sable	m ³ /h	100	100
Vitesse de filtration	m/h	10	10
Surface nécessaire	m ²	70	100
Nombre de filtre		7	10
Surface /filtre	m ² /filtre	10	10
Diamètre	m	3,6	3,6

Hauteur	m	1,2	1,2
Volume unitaire des filtres	m ³ /filtre	12	12
Volume total de filtres	m ³	84	120
TSH	min	7	7

Concentration MES mesurée après ajout du KMnO ₄ (taux de traitement = 0,230 l/ m ³)	mg/l	20	20
Quantité de MES entrée filtres à sable	kg/h	1,4	2,0

Dimensionnement des cuves d'eau propre et d'eaux sales pour le lavage des filtres		Scénario 1	Scénario 2
Vitesse de lavage	m/h	20	20
Vitesse de rinçage	m/h	35	35
Q lavage	m ³ /h	200	200
Q rinçage	m ³ /h	350	350
Q lavage air	N m ³ /h	600	600
Durée lavage	min/filtre/lavage	3	3
Volume de lavage	m ³ /filtre/lavage	10	10
Durée rinçage	min/filtre/rinçage	10	10
Volume de rinçage	m ³ /filtre/rinçage	58	58
Volume d'eau nécessaire par lavage de filtre	m ³ /lavage	70	70
Nombre de lavage de filtre considérés		2	2
Volume total cuve eau traitée (lavages des filtres)	m ³	140	140

Les eaux traitées transiteraient via une cuve d'eau traitée de **140 m³**, qui servirait de réserve pour les lavages de filtres. Les eaux dites « sales » issues des filtres concernent les eaux de lavage et de rinçage des filtres. Ces eaux seraient transférées vers une lagune de décantation :

Dimensionnement de la lagune de décantation		Scénario 1	Scénario 2
Volume total eaux sales (par lavage de filtre)	m ³ /lavage	100	100
Nombre de lavage de filtre considérés		4	4
Volume de lagune nécessaire	m ³	400	400
Profondeur	m	1,2	1,2
Volume de lagune nécessaire	m ²	333	333
Temps de séjour hydraulique	h	12	12
Débit de pompage vers la fosse 2	m ³ /h	33	33

8.4.2.3. Estimation des coûts d'investissement

Les coûts d'investissement des installations ne prennent pas en compte les aléas ou contraintes liés au sous-sol ou à des exigences particulières d'installation, de qualité de matériaux, de règles ou de spécifications du maître d'ouvrage: Ils sont le résultat de comparaison avec des installations similaires et d'investigations limitées auprès de constructeurs. Ces coûts sont donc estimatifs et correspondent à une approche d'avant-projet sommaire.

Solution 1.b : Traitement du manganèse par injection KMnO ₄ et filtration sur filtres à sable	Budget d'investissement (€ HT)	
	Scénario 1	Scénario 2
Transfert 2x200 m ³ /h - diam 200	223 400	
Transfert 2x500 m ³ /h - diam 350	223 400	
Transfert 4 x 500 m ³ /h		446 800
Poste d'injection de KMnO ₄ (dépotage-stockage - injection)	67 750	69 750
Bassin de reprise 2x200 m ³ /h + 2x 500 m ³ /h	81 500	
Bassin de reprise 4x 500 m ³ /h		91 500
Filtres à sable 7x 100 m ³ /h + bassin eau de lavage 140 m ³	850 500	
Filtres à sable 10x 100 m ³ /h + bassin eau de lavage 140 m ³		1 201 500
Équipement Lagune de décantation 400 m ³	2 500	2 500
Canal de mesure + canalisation de rejet 700 m ³ /h - dia m ³ 50	164 900	164 900
Electricité / automatisme	403 950	476 550
Génie civil, terrassement, bâtiment (container 40 pieds)	370 000	406 000
	2 387 900	2 859 500
Divers et imprévus	522 920	522 920
Etudes (MO, étude de sol, topo, ...)	261 460	261 460
Budget d'investissement total (€ HT)	3 172 280	3 643 880

8.4.2.4. Estimation des coûts d'exploitation

Les coûts d'exploitation sont estimés sur la base des essais réalisés en laboratoire permettant d'évaluer en première approche les ratios de consommation en réactifs. Ces coûts sont donc estimatifs et correspondent à une approche d'avant-projet sommaire.

Solution 1.b : Traitement du manganèse par injection de $KMnO_4$ et filtration sur filtres à sable - scénario n°1

Electricité / 0,07 € KW	Puissance unitaire installée	Nb	Puissance installée	Temps de fonctionnement	Puissance consommée	Coût journalier	Coût annuel
	KW		kW				
TOTAL électricité	574	13	574	28 217	879 343	169	61 554

Consommation en réactifs	Quantité/jour	Quantité/an	Coût unitaire			Coût journalier	Coût annuel (€/an)
$KMnO_4$	1,7	620,5	0,8			1,36	496
TOTAL		620,5					496

Exploitation	Heure	Coût horaire	Coût journalier				Coût annuel
Poste 1	2	40	80				29 200
TOTAL							29 200

Exploitation	Production moyenne	Siccité boues	kg boues déshydratées	Densité	Coût	Coût journalier	Coût annuel
	kg MS/j	%	kg/j		€/t	€/j	€/an
Boues							0
TOTAL							0

TOTAL 91 250

Solution 1.b : Traitement du manganèse par injection de $KMnO_4$ et filtration sur filtres à sable - scénario n°2

Electricité / 0,07 € KW	Puissance unitaire installée	Nb	Puissance installée	Temps de fonctionnement	Puissance consommée	Coût (0,07 €/kW)	Coût annuel (0,07 €/kW)
	kW		kW				
TOTAL électricité	614	13	614	33 577	1 168 516	224	81 796

Consommation en réactifs	Quantité/jour	Quantité/an	Coût unitaire			Coût journalier	Coût annuel (€/an)
$KMnO_4$	3,2	1168	0,8			2,6	934
TOTAL		1168					934

Exploitation	Heure	Coût horaire	Coût journalier				Coût annuel
Poste 1	2	40	80				29 200
TOTAL							116 800

Exploitation	Production moyenne	Siccité boues	kg boues déshydratées	Densité	Coût	Coût journalier	Coût annuel
	kg MS/j	%	kg/j		€/t	€/j	€/an
Boues							0
TOTAL							0

TOTAL 199 530

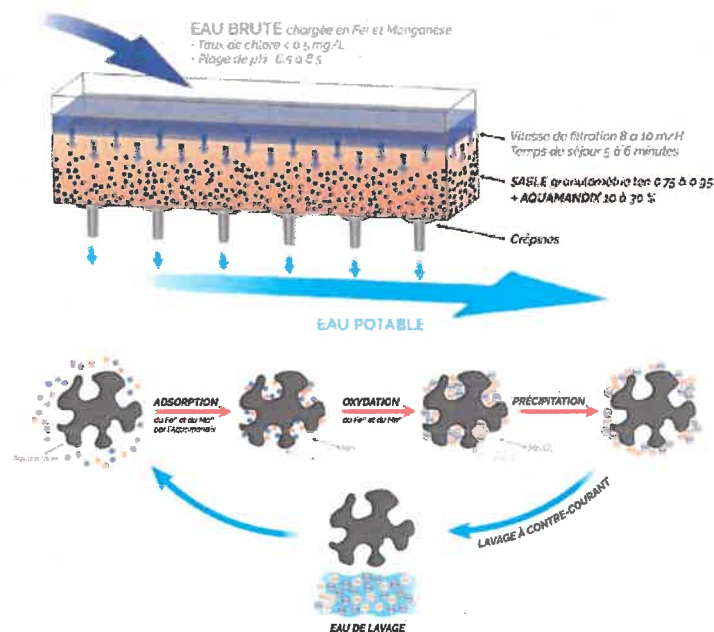
8.4.3. Solution n°1.c : Mise en place d'un traitement du manganèse sur des filtres catalytiques

8.4.3.1. Descriptif de la solution

Les eaux de la fosse 2 seraient pompées via deux séries de pompes doublées d'un débit de 200 et 500 m³/h pour le scénario 1 et de 2 x 500 m³/h pour le scénario 2. Celles-ci seraient collectées au sein d'une cuve de reprise de 120 m³ placée en entrée de la filière de traitement.

A partir de cette cuve de reprise, les eaux à traiter seraient réparties sur une série de 7 à 10 filtres à sable catalytiques d'un débit unitaire de 100 m³/h. Ces filtres à sable présentent la particularité de comporter au sein du sable du média filtrant du type polarite, mangagran ou aquamendix. Ce média est présent pour une proportion variée entre 10 à 30% et permet de catalyser la réaction d'oxydation du manganèse. Celui-ci peut également catalyser l'oxydation du fer si besoin.

Le procédé catalytique repose sur un phénomène d'adsorption et d'oxydation du manganèse. Les précipités sont ensuite retenus à la surface du média filtrant. Ce dernier joue donc le rôle d'échangeur d'électrons et d'adsorbant.



En sortie des filtres, les eaux traitées seraient rejetées au milieu naturel (et en partie réutilisées par l'usine dans le cadre du scénario 2), via une cuve d'eau traitée de 140 m³ placée en sortie des filtres. Ce volume de cuve permet de réaliser 2 lavages de filtres.

Le filtre bicouche sable/média filtrant nécessite d'être lavé périodiquement à contre-courant, afin d'éliminer le fer et le manganèse précipité et retenu à la surface du filtre. Selon le type de média utilisé, une régénération au permanganate de potassium peut être nécessaire. Ces lavages périodiques permettent de maintenir une bonne durée de vie des filtres et de limiter la saturation des médias, afin d'atteindre les performances attendues. Les eaux de lavage des filtres pourraient être renvoyées dans la fosse 2 à condition de maintenir la gamme de pH de 7,5-8 pour la stabilité des oxydes de manganèse.

La lagune serait curée régulièrement pour évacuer les boues produites. La destination des boues n'est pas définie à ce stade : soit sur site, soit évacuation externe.

En sortie des filtres, selon le scénario étudié, les eaux traitées seraient :

- Rejetées intégralement au milieu naturel, dans la limite des valeurs guides de volumes rejetés définis dans l'AP du 03/08/2019 (scénario 1),
- Rejetées en partie au milieu naturel et consommées pour le process de l'usine.

8.4.3.2. Schéma de principe

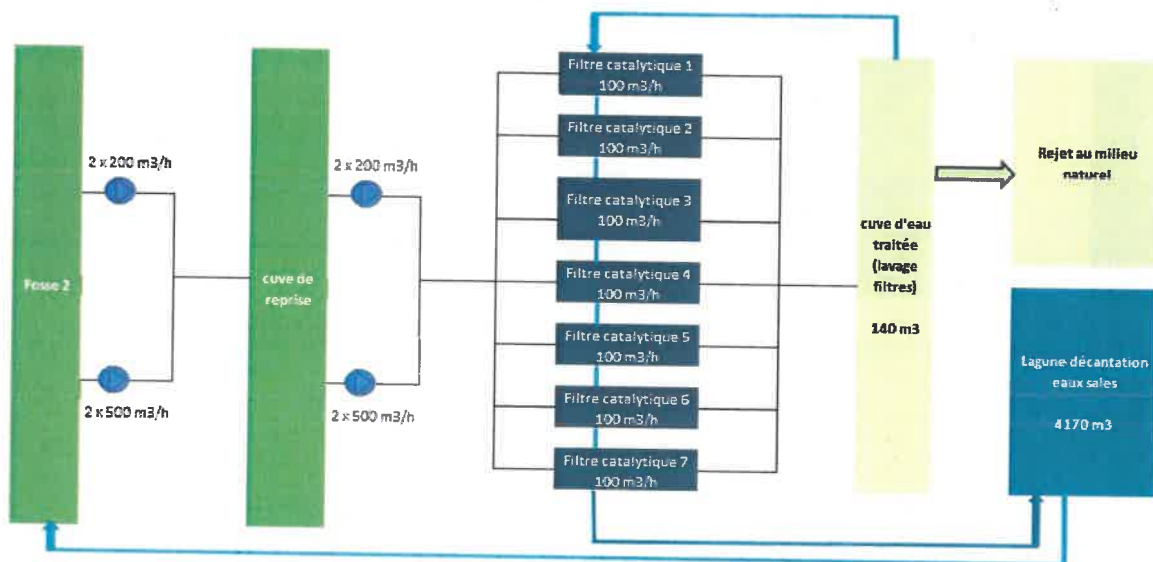


Figure 82 : Schéma de principe - Scénario 1 - solution 1.c

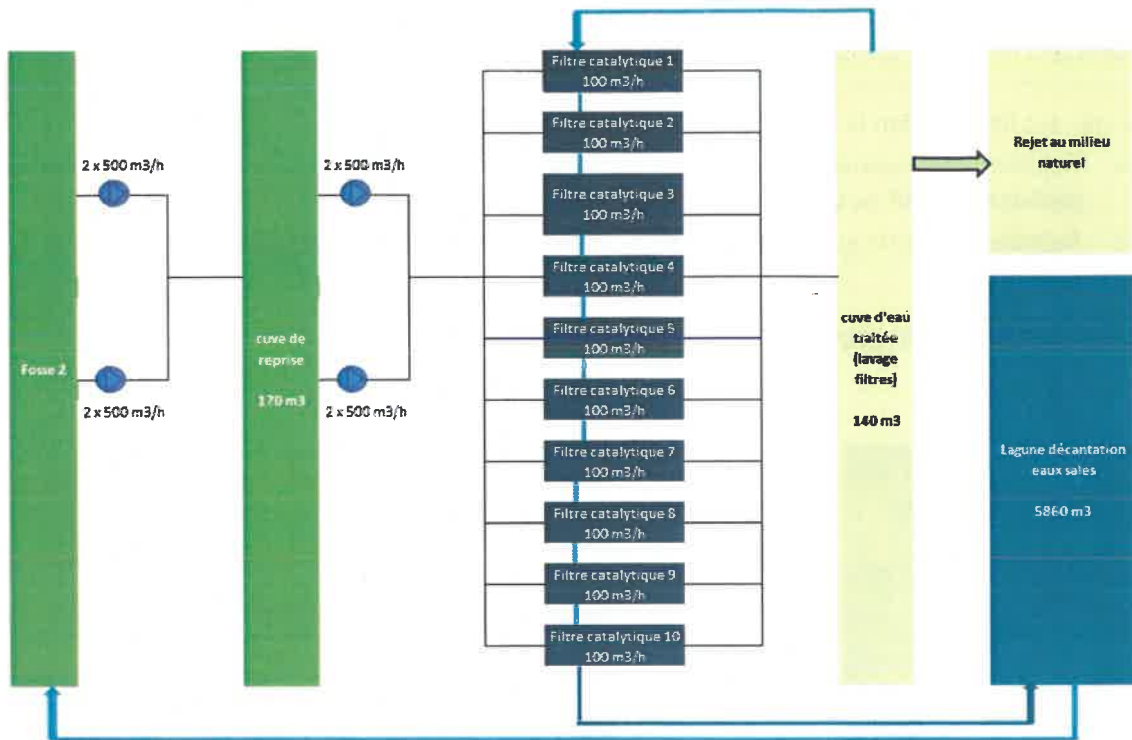


Figure 83 : Schéma de principe - Scénario 2 - solution 1.c

8.4.3.3. Dimensionnement de la cuve de reprise

En entrée de la filière de traitement, la cuve de reprise des eaux de la fosse 2 est dimensionnée sur la base d'un temps de séjour de 10 minutes :

Dimensionnement de la cuve de reprise		Scénario 1	Scénario 2
Débit de traitement maximal	m ³ /h	700	1 000
Temps de séjour dans la cuve	Min	10	10
Volume de cuve nécessaire	m ³	120	170

8.4.3.4. Dimensionnement des filtres à sable catalytiques

Le dimensionnement des filtres à sable catalytique est similaire à celui des filtres à sable avec un temps de contact de 10 min minimum.

Dimensionnement de filtres à sable classiques		Scénario 1	Scénario 2
Capacité totale de traitement de la filière	m ³ /h	700	1 000
Débit de traitement unitaire des filtres à sable	m ³ /h	100	100
Vitesse de filtration	m/h	10	10
Surface nécessaire	m ²	70	100
Nombre de filtre		7	10
Surface par filtre	m ² /filtre	10	10
Diam	m	3,6	4

Hauteur	m	1,2	1,2
Volume unitaire des filtres	m ³ /filtre	12	12
Volume total de filtres	m ³	84	120
TSH	min	7	7

Concentration MES mesurée après élévation pH à la chaux (pH=10,5)	mg/l	15	15
Quantité de MES entrée filtres à sable	kg/h	1,1	1,5

Dimensionnement des cuves d'eau propre et d'eaux sales pour le lavage des filtres		Scénario 1	Scénario 2
Vitesse de lavage	m/h	20	20
Vitesse de rinçage	m/h	35	35
Q lavage	m ³ /h	200	200
Q rinçage	m ³ /h	350	350
Q lavage air	Nm ³ /h	600	600
Durée lavage	min/filtre/lavage	3	3
Volume de lavage	m ³ /filtre/lavage	10	10
Durée rinçage	min/filtre/rinçage	10	10
Volume de rinçage	m ³ /filtre/rinçage	58	58
Nombre de lavage de filtre		2	2
Volume total cuve eau traitée (lavages des filtres)	m ³	140	140

Les eaux traitées transitent via une cuve d'eau traitée de **140 m³**, qui servirait de réserve pour les lavages de filtres. Les eaux dites « sales » issues des filtres concernent les eaux de lavage et de rinçage des filtres. Ces eaux seraient transférées vers une lagune de décantation :

Dimensionnement de la lagune de décantation		Scénario 1	Scénario 2
Volume total eaux sales (par lavage de filtre)	m ³ /lavage	100	100
Nombre de lavage de filtre considérés		4	4
Volume de lagune nécessaire	m ³	400	400
Profondeur	m	1,2	1,2
Volume de lagune nécessaire	m ²	333	333
Temps de séjour hydraulique	h	12	12
Débit de pompage vers la fosse 2	m ³ /h	33	33

8.4.3.5. Estimation des coûts d'investissement

Les coûts d'investissement des installations ne prennent pas en compte les aléas ou contraintes liés au sous-sol ou à des exigences particulières d'installation, de qualité de matériaux, de règles ou de spécifications du maître d'ouvrage. Ils sont le résultat de comparaison avec des installations similaires et d'investigations limitées auprès de constructeurs. Ces coûts sont donc estimatifs et correspondent à une approche d'avant-projet sommaire.

Solution 1.c : Traitement du manganèse sur filtres catalytiques	Budget d'investissement € HT	
	Scénario 1	Scénario 2
Transfert 2x200 m ³ /h - diam 200	223 400	
Transfert 2x500 m ³ /h - diam 350	223 400	
Transfert 4 x 500 m ³ /h		446 800
Bassin de reprise 2x200 m ³ /h + 2x 500 m ³ /h	81 500	
Bassin de reprise 4x 500 m ³ /h		91 500
Filtres à sable/mangagran 7x 100 m ³ /h + bassin eau de lavage 140 m ³	864 500	
Filtres à sable/mangagran 10x 100 m ³ /h + bassin eau de lavage 140 m ³		1 221 500
Équipement Lagune de décantation 400 m ³	2 500	2 500
Canal de mesure + canalisation de rejet 700 m ³ /h - diam350	164 900	164 900
Électricité / automatisme	393 200	466 600
Génie civil, terrassement, bâtiment (container 40 pieds)	370 000	406 000
	2 323 400	2 799 800
Divers et imprévus	522 920	522 920
Études (MO, étude de sol, topo, ...)	261 460	261 460
Budget d'investissement total (€ HT)	3 107 780	3 584 180

8.4.3.6. Estimation des coûts d'exploitation

Les coûts d'exploitation sont estimés sur la base des essais réalisés en laboratoire permettant d'évaluer en première approche les ratios de consommation en réactifs. Ces coûts sont donc estimatifs et correspondent à une approche d'avant-projet sommaire.

**Solution 1.c : Traitement du manganèse sur
des filtres catalytiques - scénario 1**

Electricité / 0,07 € KW	Puissance unitaire installée kW	Nb	Puissance installée kW	Temps de fonctionnement h/an	Puissance consommée kW/an	Coût journalier €/j	Coût annuel €/an
TOTAL électricité	570	10	570	30 613	859 285	165	60 150

Consommation en réactifs	Quantité/jour	Quantité/an	Coût unitaire			Coût journalier	Coût annuel (€/an)
TOTAL		0					0

Exploitation	Heure	Coût horaire	Coût journalier				Coût annuel
Poste 1	2	40	80				29 200
TOTAL							29 200

Exploitation	Production moyenne kg MS/j	Siccité boues %	kg boues déshydratées kg/j	Densité	Coût €/t	Coût journalier €/j	Coût annuel €/an
Boues							0
TOTAL							0

TOTAL							89 350
--------------	--	--	--	--	--	--	--------

**Solution 1.c : Traitement du manganèse sur
des filtres catalytiques - scénario 2**

Electricité / 0,07 € KW	Puissance unitaire installée kW	Nb	Puissance installée kW	Temps de fonctionnement h/an	Puissance consommée kW/an	Coût journalier €/j	Coût annuel €/an
TOTAL électricité	610	10	610	34 308	1 145 960	220	80 217

Consommation en réactifs	Quantité/jour	Quantité/an	Coût unitaire			Coût journalier	Coût annuel (€/an)
TOTAL		0					0

Exploitation	Heure	Coût horaire	Coût journalier				Coût annuel
Poste 1	2	40	80				29 200
TOTAL							116 800

Exploitation	Production moyenne kg MS/j	Siccité boues %	kg boues déshydratées kg/j	Densité	Coût €/t	Coût journalier €/j	Coût annuel €/an
Boues							0
TOTAL							0

TOTAL							197 017
--------------	--	--	--	--	--	--	---------

Investissement commun

Collecte des eaux des fossés V digue et V Bora

Pompage 2x350 m³/h

Canalisation de transfert 2x 300 - 1,9 km

604 680 €

Optimisation Neutraliac 1

Silo à chaux 2 x 60 m³

Cuve de préparation lait de chaux

Zone de dépotage chaux

Recirculating lait de chaux

Canal de mélange

623 120 €

Scénario n°1 - retraitement des eaux rejetées

Solution 1.a : Traitement du manganèse par injection de chaux et filtration sur filtres à sable

traité : entre 1100 et 16 000 m³/j

canalisation de transfert 200 m³/h
 canalisation de transfert 500 m³/h
 Bassin de reprise 120 m³ - 2x200 m³/h + 2x500 m³/h
 Filtres à sable 7x100 m³/h
 neutralisation par injection de CO₂ - 140 m³
 Bassin de lavage filtre - 120 m³
 Bassin de rejet 700 m³/h - Diam 300
 Dépotage et fabrication de lait de chaux (silo 60 m³)
 Dépotage - stockage et injection de CO₂

3 263 420 €

149 106 €

Efficacité du traitement
 Plus efficace sur le traitement du fer

Gestion de réactif (KMnO₄)
 Injection du KMnO₄ sensible pour ne pas colarer les eaux traitées

Solution 1.b : Traitement du manganèse par injection de KMnO₄ et filtration sur filtres à sable

Volume traité : entre 1100 et 16 000 m³/j

canalisation de transfert 200 m³/h
 canalisation de transfert 500 m³/h
 Bassin de reprise 120 m³ - 2x200 m³/h + 2x500 m³/h
 Filtres à sable 7x100 m³/h
 Bassin eaux de lavage filtre 120 m³
 Canalisations de rejet 700 m³/h - Diam 300
 Dépotage - stockage KMnO₄ 30 m³

3 172 280 €

91 250 €

Concentration en rejet < 2,2 mg Mn/l (valeur cible en prenant en compte l'Ellé)

Efficacité du traitement
 Plus efficace sur le traitement du fer

Gestion de réactif (KMnO₄)
 Injection du KMnO₄ sensible pour ne pas colarer les eaux traitées

Solution 1.c : Traitement du manganèse sur des filtres à sable

Volume traité : entre 1100 et 16 000 m³/j

canalisation de transfert 200 m³/h
 canalisation de transfert 500 m³/h
 Bassin de reprise 120 m³ - 2x200 m³/h + 2x500 m³/h
 Filtres à sable + mangarant 7x100 m³/h
 Bassin de neutralisation par injection de CO₂
 Bassin eaux de lavage filtre 120 m³
 Canalisations de rejet 700 m³/h - Diam 300

3 107 780 €

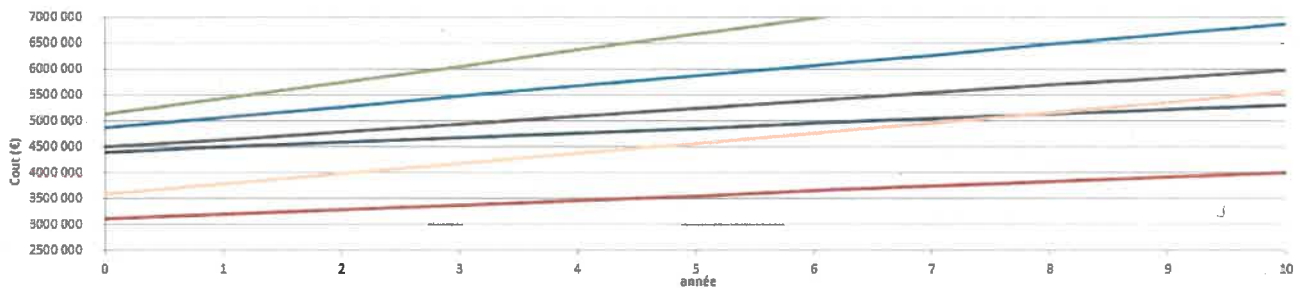
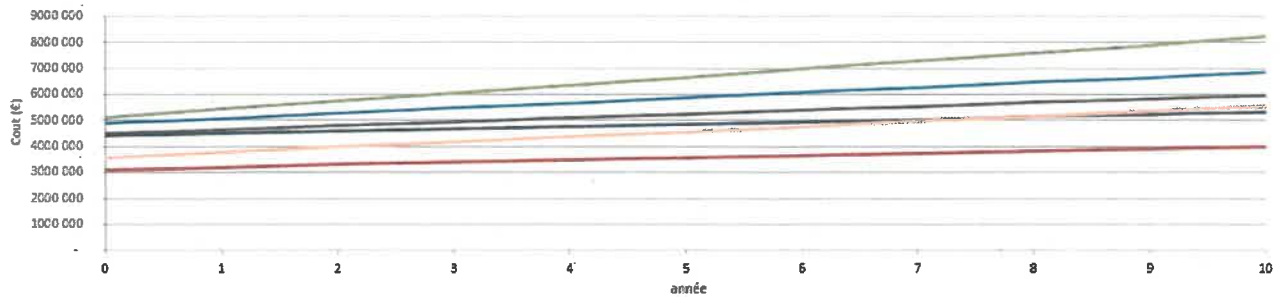
89 350 €

Efficacité du traitement
 Traitement compact
 Absence de réactif (pas de gestion)
 Encombrement plus faible
 Coût d'investissement et d'exploitation plus faible

Membranes plus sensibles au colmatage que les membranes ext

<p>traité : entre 5 800 et 20 800 m³/j</p> <p>tion de transfert 2x500 m³/h régulation de pH 120 m³ e reprise 120 m³-2 x500 m³/h sable 10x100 m³/h e neutralisation par injection de CO₂ 140 m³ aux de lavage filtre 120 m³ tion de rejet 700 m³/h - Diam 300 tion de transfert vers l'usine e - stockage et fabrication de lait de chaux (silo 60 m³) e - stockage et injection de CO₂</p>	<p>Volume traité : entre 5 800 et 20 800 m³/j</p> <p>canalisation de transfert 200 m³/h canalisation de transfert 500 m³/h Bassin de reprise - 2x200 m³/h + 2x500 m³/h Filtres à sable 7x100 m³/h Bassin eaux de lavage filtre Canalisation de rejet 700 m³/h - Diam 300 Dépotage - stockage KMnO₄ 30 m³</p>	<p>Volume traité : entre 5 800 et 20 800 m³/j</p> <p>canalisation de transfert 200 m³/h canalisation de transfert 500 m³/h Bassin de reprise - 2x200 m³/h + 2x500 m³/h Filtres à sable + mangagran 7x100 m³/h Bassin de neutralisation par injection de CO₂ Bassin eaux de lavage filtre Canalisation de rejet 700 m³/h - Diam 300</p>
<p>3 893 180 €</p> <p>309 273 €</p>	<p>3 643 880 €</p> <p>199 530 €</p>	<p>3 584 180 €</p> <p>197 017 €</p>
<p>é du traitement face sur le traitement du fer</p> <p>l'investissement et d'exploitation élevé de réactif (chaux + CO₂) rement le plus important</p>	<p>Concentration en rejet < 2,2 mg Mn/l (valeur cible en prenant en compte l'Ellé)</p> <p>Efficacité du traitement Plus efficace sur le traitement du fer</p> <p>Gestion de réactif (KMnO₄) Injection du KMnO₄ sensible pour ne pas colorer les eaux traitées</p>	<p>Efficacité du traitement Traitement compact Absence de réactif (pas de gestion) Encombrement plus faible Coût d'investissement et d'exploitation plus faible</p> <p>Membranes plus sensibles au colmatage que les membranes ext</p>

- Solution 1.a : Traitement du manganèse par injection de chaux et filtration sur filtres à sable - scénario n°1
- Solution 1.a : Traitement du manganèse par injection de chaux et filtration sur filtres à sable - scénario n°2
- Solution 1.b : Traitement du manganèse par injection de KMnO4 et filtration sur filtres à sable - scénario n°1
- Solution 1.b : Traitement du manganèse par injection de KMnO4 et filtration sur filtres à sable - scénario n°2



Solution 1.a : Traitement du manganèse par injection de chaux et filtration sur filtres à sable - scénario n°1	4 491 120	4 640 326	4 789 431	4 938 537	5 087 642	5 236 748	5 385 854	5 534 959	5 684 065	5 833 170	5 982 276
Solution 1.a : Traitement du manganèse par injection de chaux et filtration sur filtres à sable - scénario n°2	5 110 980	5 430 253	5 739 526	6 048 799	6 358 071	6 667 344	6 976 617	7 285 890	7 595 163	7 904 436	8 213 708
Solution 1.b : Traitement du manganèse par injection de KMnO4 et filtration sur filtres à sable - scénario n°1	4 400 080	4 491 330	4 582 581	4 673 831	4 765 082	4 856 332	4 947 582	5 038 833	5 130 083	5 221 334	5 312 584
Solution 1.b : Traitement du manganèse par injection de KMnO4 et filtration sur filtres à sable - scénario n°2	4 871 680	5 071 210	5 270 741	5 470 271	5 669 802	5 869 332	6 068 863	6 268 393	6 467 924	6 667 454	6 866 985
Solution 1.c : Traitement du manganèse sur des filtres catalytiques - scénario 1	3 107 780	3 197 130	3 286 480	3 375 830	3 465 180	3 554 530	3 643 880	3 733 230	3 822 580	3 911 930	4 001 280
Solution 1.c : Traitement du manganèse sur des filtres catalytiques - scénario 2	3 584 180	3 781 197	3 978 214	4 175 232	4 372 249	4 569 266	4 766 283	4 963 300	5 160 318	5 357 335	5 554 352

9. Conclusion

L'étude réalisée a permis de mettre en évidence les points suivants :

- Le site présente un circuit d'eau complexe mêlant des eaux de drainage minier à des eaux de process, des circuits d'eau simple (rejet direct des fossés V Bora et V Digue) et des boucles de recirculation en raison de l'utilisation des eaux collectées sur le site pour les besoins du process de purification de l'andalousite.
- Par ailleurs, la sectorisation des effluents a permis de mettre en évidence le caractère diffus des charges en sulfates et en manganèse. Les flux proviennent aussi bien des eaux collectées au niveau de la fosse 2 que des eaux directement rejetées (fossés V Bora et V Digue).
- La campagne de mesure a également permis de mettre en évidence l'efficacité des stations de neutralisation même si des optimisations sont envisageables (notamment sur Neutralac 1).
- Le renforcement de l'étude d'acceptabilité du milieu a permis de mettre en évidence que la concentration de 1 800 mg/l en sulfates est compatible en prenant en compte l'Ellé comme milieu récepteur, sauf en période d'étiage où une réduction importante du volume d'eau ou de la concentration est nécessaire. Si le ruisseau du Crazius est pris comme référence, la VLE définie dans l'arrêté d'autorisation pour les sulfates est trop élevée. Des valeurs de rejet beaucoup plus basses sont nécessaires pour garantir les valeurs seuils en sulfates (250 mg/l) de prélèvement d'eau brute en vue de la production d'eau potable (206 mg/l à l'étiage). En ce qui concerne le manganèse, des valeurs plus faibles que les 10 mg/l défini dans l'arrêté préfectoral sont nécessaires que l'on prenne en compte l'Ellé ou le Crazius, pour garantir la valeur seuil (1 mg/l) de prélèvement d'eau brute en vue de la production d'eau potable. Dans le cas le plus défavorable, une concentration au rejet de 2,2 mg/l est nécessaire en prenant en compte l'Ellé comme milieu récepteur.
- Les essais laboratoire ont quant à eux permis de mettre en évidence l'efficacité des traitements sur le manganèse. En effet, l'ensemble des techniques testées a permis d'obtenir une valeur en manganèse inférieure à 2,2 mg/l, définie dans l'étude d'acceptabilité du milieu, en prenant en compte l'Ellé comme milieu récepteur. Celles-ci permettront de tendre vers l'objectif de limitation de l'augmentation de la concentration en manganèse à 0,1 mg/l au niveau de la prise d'eau de Pont Saint Yves. En revanche, concernant le traitement des sulfates, les résultats des essais mettent en évidence les limites des techniques actuelles de traitement. La concentration seuil de 1500 mg/l ne semble pas pouvoir être abaissée avec les techniques actuelles de traitement. Des techniques expérimentales ont toutefois permis d'abaisser la concentration en sulfates à des niveaux encourageants. Cependant ces techniques nécessitent un temps de développement avant de pouvoir statuer sur leur faisabilité technique et économique.
- Seules les solutions de traitement du manganèse ont pu être étudiées in fine. Dans tous les cas, dans un premier temps, il semble nécessaire de ramener l'ensemble des effluents sur la fosse 2 afin d'y être prétraité (précipitation des métaux et des sulfates dans la limite de 1500 mg/l sous forme de gypse) et homogénéisé. Les eaux clarifiées peuvent ensuite être traitées de façon à abattre le manganèse résiduel. La comparaison des solutions de traitement tend à démontrer que le traitement sur filtre catalytique est la solution la plus intéressante. Celle-ci combine en effet une efficacité importante à un plus faible encombrement et à des coûts d'investissement et d'exploitation plus faible.
- Concernant les sulfates, aucune solution satisfaisante n'a pour le moment été trouvée. Des techniques innovantes semblent prometteuses mais celles-ci nécessitent une période de recherche et de développement pour permettre leur mise au point.



L'avis d'expert IRH

“

Le site Imerys présente un schéma hydraulique complexe qui induit une répartition diffuse de la charge en sulfates et en manganèse. Le renforcement de l'étude d'acceptabilité du milieu a conduit à proposer une baisse des valeurs en manganèse (2,2 mg/l en prenant en compte l'Ellé comme milieu récepteur). D'après les essais réalisés, cette valeur est atteignable moyennant la mise en place d'un traitement spécifique et d'aménagement visant à regrouper l'ensemble des eaux du site sur la fosse 2 et ne gérer qu'une seule source d'effluent (contre 3 actuellement).

En ce qui concerne les sulfates, la concentration de 1800 mg/l définie dans l'arrêté préfectoral semble acceptable si l'on prend en considération l'Ellé comme masse d'eau réceptrice (hormis en période d'étiage). Dans le cas d'une prise en compte du ruisseau du Crazius comme masse d'eau réceptrice, la concentration en sulfates doit être réduite pour permettre de respecter les valeurs seuils en sulfates (250 mg/l) de prélèvement d'eau brute en vue de la production d'eau potable. Malheureusement, les essais laboratoires réalisés ont mis en évidence les limites des techniques actuelles de traitement (concentration seuil de 1500 mg/l). Des techniques innovantes ont donc été testées (traitement biologique et précipitation d'ettringite). Ces techniques ont montré des résultats encourageants mais insuffisants pour permettre de statuer en l'état sur leurs faisabilités technique et économique. Une période de recherche est donc nécessaire pour déterminer la pertinence de ces solutions.

”

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable. Les incertitudes ou les réserves qui seraient mentionnées dans la prise en compte des résultats et dans les conclusions font partie intégrante du rapport.

En conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle de ce rapport et de ses annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celui-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Les résultats des prestations et des investigations s'appuient sur un échantillonnage ; ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité des milieux naturels ou artificiels étudiés. Par ailleurs, la prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

Antea Group s'est engagé à apporter tout le soin et la diligence nécessaire à l'exécution des prestations et s'est conformé aux usages de la profession. Antea Group conseille son Client avec pour objectif de l'éclairer au mieux. Cependant, le choix de la décision relève de la seule compétence de son Client.

Sauf avis contraire de votre part, la présente prestation sera intégrée dans la liste des références d'Antea Group. Les noms de nos clients, les titres des prestations ainsi que leurs montants sont ainsi susceptibles d'être communiqués à des tiers.

Ce rapport devient la propriété du client après paiement intégral du coût de la mission ; son utilisation étant interdite jusqu'à ce paiement. A partir de ce moment, le Client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser, sous réserve de respecter les limites d'utilisation décrites ci-dessus.

Pour rappel, les conditions générales de vente ainsi que les informations de présentation d'Antea Group sont consultables sur : <http://www.annexes.anteagroup.org>.



ANNEXES

- Annexe I : Tableau d'étalonnage des pompes
- Annexe II : Bulletins d'analyses Eurofins
- Annexe III : Plan masse d'implantation de la solution 1a – scénario 2 (solution la plus contraignante)
- Annexe IV : Simulation des flux admissibles en manganèse pour une valeur cible de 0,1 mg/l dans l'Ellé

Annexe I : Tableau d'étalonnage des pompes

Annexe II : **Bulletins d'analyses Eurofins**

Annexe III : **Plan masse d'implantation de la solution 1a –
scénario 2 (solution la plus contraignante)**

**Annexe IV : Simulation des flux admissibles en manganèse
pour une valeur cible de 0,1 mg/l dans l'Ellé**



Antea Group est certifié :



www.lne.fr

Etude technico-économique de réduction des rejets en sulfates et manganèse

Bretagne

→ MAÎTRE D'OUVRAGE



• OBJET DES ETUDES ET TRAVAUX

- Cartographie des rejets et des pollutions en sulfates et en manganèse
- Essais de traitabilité
- Etude technico-économique

→ PRESTATIONS REALISÉES PAR IRH

- Campagne de mesure
- Essais laboratoire
- Etude technico-économique

→ TRAVAUX ET TRAITEMENTS EFFECTUÉS

- SO

→ APPORT CLIENT / PARTICULARITÉS / APPORT MANAGEMENT QSSE

- Traitement des sulfates
- Essais de procédés innovants
- Comité de pilotage multisectoriel (Industrie, collectivité, administration, association)

→ DURÉE – MONTANT DES PRESTATIONS / TRAVAUX

- Réalisation : 8 mois
- Montant des prestations IRH : 49 k€
- Montant des travaux : ~3.2 M€



**Annexe 2 : Avis favorable du Préfet des Côtes d'Armor
pour dépassement temporaire des valeurs guides de débit
de rejet et valeurs limites de flux de rejet en sulfates au
cours du 2ème trimestre 2020**



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET DES COTES D'ARMOR

Préfecture

Saint-Brieuc, le 20 avril 2020

Direction des relations avec
les collectivités territoriales

Bureau du développement durable



Monsieur le Directeur,

L'Inspection des Installations Classées a été destinataire, le 25 mars 2020, d'une demande de dérogation des flux rejetés dans le milieu naturel prévu à l'article 4.3.11. de votre arrêté préfectoral d'autorisation en date du 3 août 2018.

Vous indiquez que cette demande fait suite, depuis le dernier trimestre 2019, à une pluviométrie exceptionnelle au niveau du site de la carrière augmentant considérablement les volumes d'eau à gérer. Ainsi, vous ne parviendrez pas à baisser le niveau d'eau avec la diminution des flux autorisés à partir du mois d'avril, alors que vous avez besoin de créer de la capacité de stockage en « fosse 2 » pour passer la période d'étiage tout en respectant les valeurs limites de rejets en concentration.

Après consultations des services concernés (ARS 56, Eau du Morbihan et DDTM 22) et de la demande de compléments faite par l'Inspection, vous avez transmis un document, le 14 avril 2020, réévaluant votre demande.

Au regard des éléments que vous proposez, j'émet un **avis favorable** à votre demande de dérogation des flux rejetés sur la période du 1^{er} avril au 30 juin 2020, sous réserve des dispositions suivantes :

- respecter les valeurs prévues dans le tableau ci-dessous :

Mois	Volume rejeté mensuel	Volume rejeté journalier	Flux SO4 rejeté journalier	Concentration SO4 Ellé+Crazius (mg/l)	Flux Mn rejeté journalier	Concentration Mn Ellé+Crazius (mg/l)
Avril 2020	341 000 m ³	11 367 m ³	15 913 kg	152	57 kg	0,54
Mai 2020	341 000 m ³	11 000 m ³	15 913 kg	222	55 kg	0,77
Juin 2020	212 143 m ³	7 071 m ³	9 900 kg	249	35 kg	0,88

* à partir de certaines concentrations en sulfate et manganèse à l'aval de la confluence entre le ruisseau du Crazius et de l'Ellé, les volumes rejetés par l'exploitant peuvent être temporairement diminués à la demande d'Eau du Morbihan et de l'ARS 56.

- mettre en place un suivi hebdomadaire des concentrations en sulfate et manganèse à l'aval de la confluence entre le ruisseau du Crazius et de l'Ellé ;

Monsieur le Directeur
IMERYS Refractory Minerals Glomel
« Guerphalès »
22 110 GLOMEL

- transmettre les résultats de la mesure prise à l'aval de la confluence entre le ruisseau du Crazius et l'Ellé, chaque semaine, aux services de la DREAL-UD22, DDTM 22, ARS 56, SAUR et le Syndicat Eau du Morbihan. La transmission des résultats analytiques et des faits marquants à Eau du Morbihan et SAUR, doit être réalisée en temps réel, de préférence en début de semaine pour éviter des manœuvres et des actions correctives durant les astreintes du week-end ;
- mettre en place une astreinte, joignable 7j/7j, 24h/24h afin d'être réactif dans les échanges techniques avec l'exploitant (SAUR).

Par ailleurs, je vous rappelle que les dispositions imposées par votre arrêté préfectoral d'autorisation du 3 août 2018 restent applicables, notamment les valeurs limites de rejets en concentration et flux pour les autres paramètres prévues à l'article 4.3.11. de ce même arrêté.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de ma considération distinguée.

Pour le Préfet, et par délégation,
la Secrétaire Générale


Béatrice OBARA

**Annexe 3 : Bordereau d’analyse de la concentration en
éléments traces métalliques du rejet du site de Guerphalès
(LABOCEA, février 2023)**

Client : IMERYS REFRACTORY MINERALS

Date de réception : 22/02/2023 - Site de Ploufragan

Référence : DEVIS N°202301-3375 / Q.GOUTALLOY

Site de prélèvement :
Préleveur :
Point de prélèvement :
Nature de l'échantillon : Eau résiduaire

Date de prélèvement : 21/02/2023

IMERYS REFRACTORY MINERALS
GUERPHALES
22110 GLOMEL
Type de prélèvement :
Ech 1 : N.T 013860 - IMERYS - REJET SITE
Date de début d'analyse : 22/02/2023

Paramètres	Méthodes	Normes	Résultats	Unités	LQ
FLACONNAGE RECU					
Flacon avec stabilisant pour DCO, NK, P, NH4 et SEH	P		-		
POLLUANTS MINERAUX					
<input checked="" type="checkbox"/> Antimoine	P	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	<5	µg/l Sb 5
<input checked="" type="checkbox"/> Arsenic	P	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	<5	µg/l As 5
<input checked="" type="checkbox"/> Cadmium	P	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	<0.25	µg/l Cd 0.25
<input checked="" type="checkbox"/> Chrome Total	P	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	<5	µg/l Cr 5
<input checked="" type="checkbox"/> Cuivre	P	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	<0.01	mg/l Cu 0.01
<input checked="" type="checkbox"/> Etain	P	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	<25	µg/l Sn 25
<input checked="" type="checkbox"/> Mercure	P	AFS	NF EN ISO 17852	<0.5	µg/l Hg 0.5
<input checked="" type="checkbox"/> Plomb	P	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	<10	µg/l Pb 10
<input checked="" type="checkbox"/> Sélénium	P	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	<5	µg/l Se 5
<input checked="" type="checkbox"/> Tellure	B	Miné Eau régale - ICP/OES	NF EN ISO 15587-1 et NF EN ISO 11885	<80	µg/l Te 80
<input checked="" type="checkbox"/> Thallium	P	ICP/MS	NF EN ISO 17294-2	<5	µg/l Tl 5
<input checked="" type="checkbox"/> Vanadium	P	ICP/MS	NF EN ISO 17294-2	<10	µg/l V 10

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combourg - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

AJND : Ajout non demandé

 Seuls les prestations identifiées par sont réalisées sous couvert de l'accréditation.

 Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées *en italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - PNQ = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

G.I.P LABOCEA

7 rue du sabot - CS 30054 - Zoopole - 22440 PLOUFRAGAN - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax 02 96 01 37 50

contact@labocea.fr - site internet : labocea.fr

Ech 1 : N.T 013860 - **IMERYS - REJET SITE**

Paramètres	Méthodes	Normes	Résultats	Unités	LQ
------------	----------	--------	-----------	--------	----

Référence et limites de qualité issues:

Commentaire :

La limite de quantification du mercure a été modifiée pour tenir compte de la dilution

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combourg - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

AJND : Ajout non demandé

 Seuls les prestations identifiées par sont réalisées sous couvert de l'accréditation.

 Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées *en italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - P/NQ = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

Validation scientifique par :

 DELACOURT HAUDE MARIE Cheffe de service
 BOURHIS VALERIE Responsable technique

Validation administrative le : 07/03/2023 par :

Haude Marie DELACOURT Cheffe de service



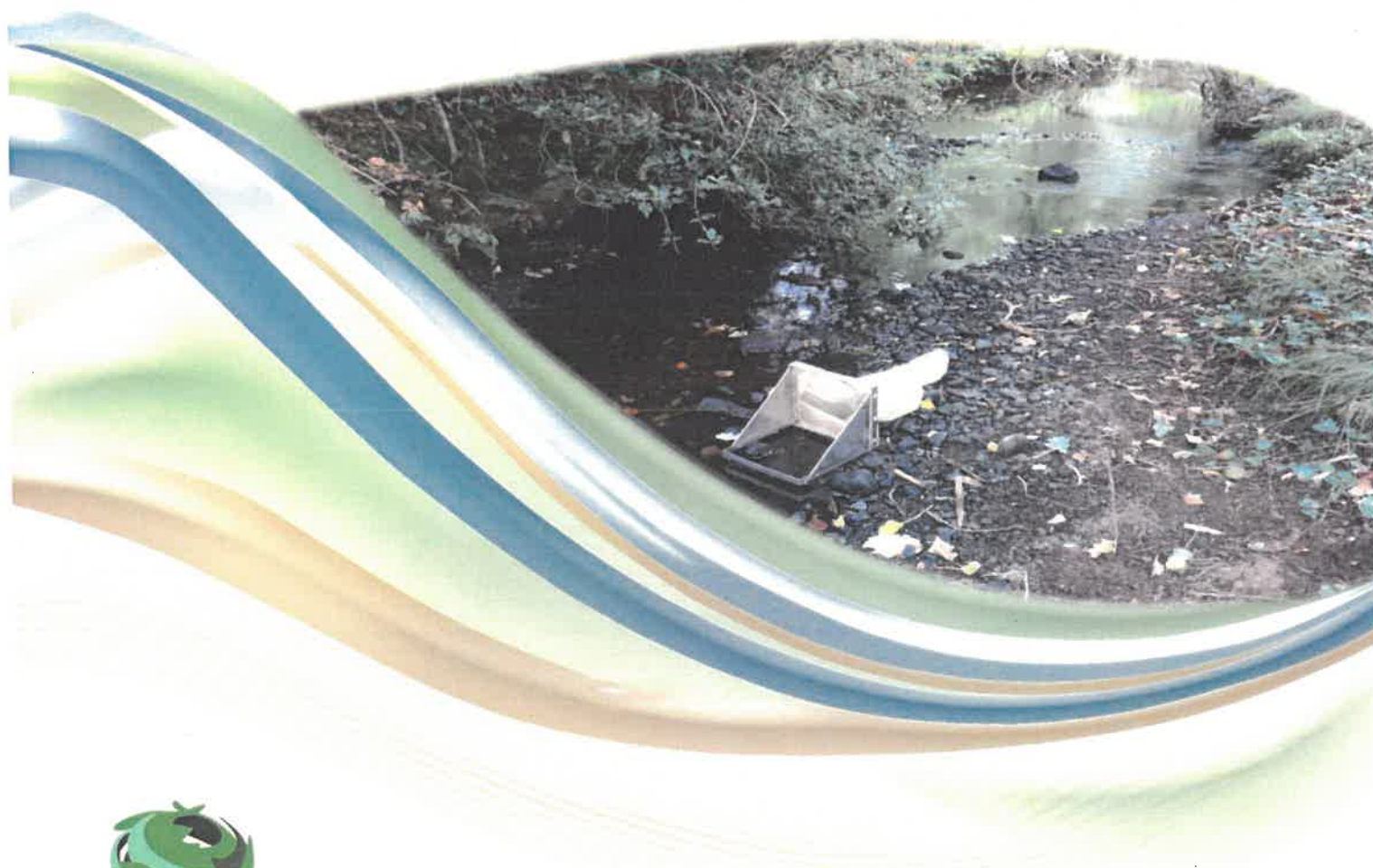
Annexe 4 : Résultats 2022 des suivis hydrobiologiques du ruisseau du Crazius et des cours d’eau entourant l’exploitation d’andalousite de Guerphalès (RIVES, 2022)

IMERYS REFRACTORY MINERALS



Etude d'impact de la société IMERYS à Glomel sur Le Crazius

Résultats du suivi écologique - 2022



Siège social – Agence Normandie-Maine
3, Place de la Lice - BP 80073
72403 LA FERTE-BERNARD cedex 3
Tél. 02.43.60.19.96.
info@sarl-rive.fr

Agence Centre - Val de Loire
11 Quai Danton,
37500 CHINON
Tél. 02.47.93.95.97.
info.chinon@sarl-rive.fr

Novembre 2022



Référence opération :

CHI481

Version :

V2_11_2022

Rédacteurs / Intervenants SARL RIVE :

- Rédacteur : Jérémie Blémus
 - Etude des peuplements d'invertébrés aquatiques (IBG-DCE / I2M2)
 - Etude des peuplements diatomiques (IBD)
 - Analyse granulométrique et physico-chimique des sédiments

Pour tout renseignement sur ce projet, vous pouvez contacter :



Jérémie Blémus

Chargé d'études en hydrobiologie

Tel : 07 85 64 59 64

11 quai Danton
37500 Chinon FRANCE

Jeremie.blemus@sarl-rive.fr

Chef de projet

SARL RIVE
Etude - Conseil - Ingénierie
11 Quai Danton
37500 CHINON
RCS LE MANS 433 888 609 - APE 7112 0

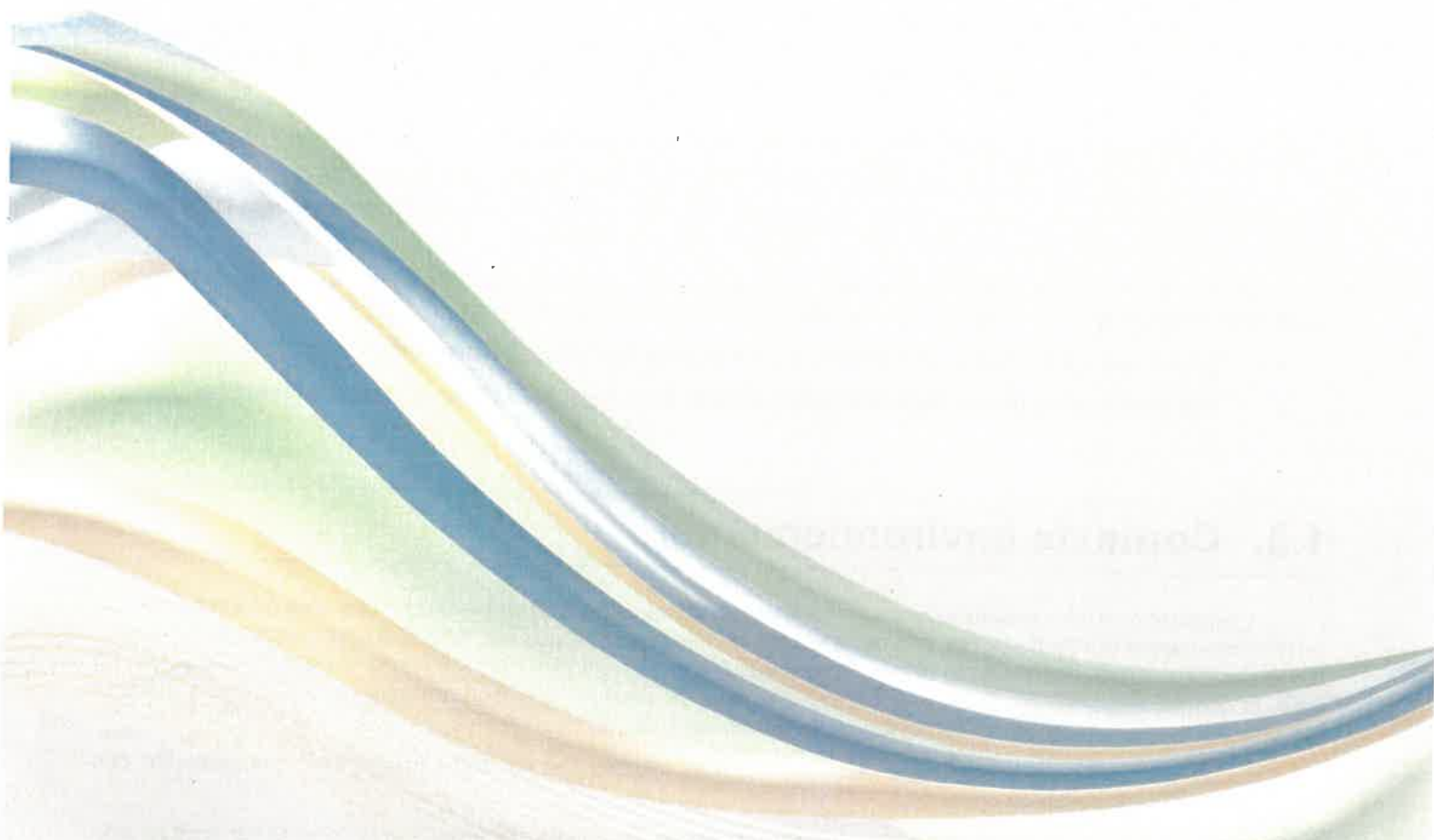
Gérant de la SARL RIVE

SARL RIVE
Hydrosystèmes continentaux
Etude - Conseil - Ingénierie
Boulevard Pommeau 37500 CHINON
Tél. : 02 47 93 55 97 - Fax : 02 43 71 83 16

SOMMAIRE

1. Contexte de l'étude	4
1.1. Historique d'IMERYS à Glomel (22)	5
1.2. Activité d'IMERYS à Glomel (22)	5
1.3. Contexte environnemental.....	5
1.4. Objectif de l'étude.....	6
1.5. Présentation des stations étudiées	6
2. Résultats obtenus sur la station « CRA_AM ».....	7
2.1. Etude du peuplement d'invertébrés aquatiques	8
2.2. Etude du peuplement diatomique	17
3. Résultats obtenus sur la station « CRA_AV ».....	23
3.1. Etude du peuplement d'invertébrés aquatiques	24
3.2. Etude du peuplement diatomique	32
4. Résultats obtenus sur la station « CRA_RES_AM ».....	38
4.1. Etude du peuplement d'invertébrés aquatiques	39
4.2. Etude du peuplement diatomique	47
5. Résultats obtenus sur la station « CRA_RES_AV ».....	53
5.1. Etude du peuplement d'invertébrés aquatiques	54
5.2. Etude du peuplement diatomique	62
6. Comparaison interstationnelle 2022.....	68
6.1. Analyse des peuplements d'invertébrés aquatiques	69
6.2. Analyse des peuplement diatomiques	73
7. Synthèse hydrobiologique.....	76
9. Granulométrie et physico-chimie des sédiments	79
9.1. Granulométrie des sédiments	80
9.2. Physico-chimie des sédiments	81
9.2.1. Résultats obtenus en 2022	81
9.2.2. Analyse diachronique.....	82

1. CONTEXTE DE L'ETUDE



1.1. Historique d'IMERYS à Glomel (22)

Sur le site de Guerphalès à Glomel (22), les schistes à andalousite sont exploités et traités pour produire un concentré d'andalousite destiné à l'industrie (fabrication de produits réfractaires). L'exploitation d'andalousite à Glomel a débuté en 1970 par la Société Denain Anzin Réfractaires et Céramiques devenue DAMREC, filiale du Groupe IMERYS. En date du 1er octobre 2014, suite à la volonté du Groupe IMERYS d'harmoniser les appellations de ses filiales, la Société DAMREC a changé de dénomination sociale pour devenir IMERYS REFRACTORY MINERALS GLOMEL.

1.2. Activité d'IMERYS à Glomel (22)

L'exploitation de ces schistes à andalousite est réalisée à ciel ouvert et à sec. L'extraction de ces schistes s'effectue en fosse. Actuellement, la fosse en cours d'exploitation est la fosse dite fosse 3.

Les matériaux extraits sont dans un premier temps abattu à l'explosif. Par la suite, leur devenir varie en fonction de leur teneur en minerai d'andalousite :

- Les stériles d'extraction, pauvres en andalousite, sont directement stockés en verse.
- Le minerai valorisable est acheminé en usine pour être traité :
 - L'usine B traite le minerai tendre (60 %), généralement extrait en surface.
 - L'usine C traite le minerai dur (40 %), généralement extrait en profondeur.

Les traitements du minerai en usiné génèrent 2 types de stériles :

- Des stériles humides stockés auparavant dans l'ancienne digue (jusqu'en 2000) puis dans la fosse 1 qui n'est aujourd'hui plus exploitée et sert uniquement à ce stockage de stériles. L'arrêt de l'exploitation de la fosse 2 est plus récent, elle sert aussi au stockage de stérile.
- Des stériles secs qui sont stockés sur une verse dénommée SABES.

Toutes les eaux circulant sur le site de la carrière sont collectées, traitées puis rejetées en un point situé sur le bassin de l'Eillé. Ce principe crée un transfert d'eau : des eaux qui, en situation naturelle, rejoindraient le bassin du Blavet sont envoyées sur celui de l'Eillé.

IMERYS REFRACTORY MINERALS GLOMEL a fait une demande d'autorisation soumise à enquête publique en 2018 pour s'étendre et ainsi « compenser » l'arrêt d'exploitation de la fosse 2 en :

- Créant une nouvelle verse de stériles d'extraction (dite verse Ouest) d'une surface de 11,2 ha.
- Etendant la verse de stockage des résidus sableux et secs (dit SABES) sur une surface de 8,5 ha.

1.3. Contexte environnemental

L'exploitation d'une carrière à ciel ouvert relève de la nomenclature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). De ce fait, afin de caractériser l'impact écologique éventuel lié à l'exploitation de la carrière par la société IMERYS, des analyses et des études spécifiques doivent être menées autour du site d'exploitation. En effet, la carrière exploitée par la société IMERYS à Glomel se situe au sein d'un territoire particulièrement riche et sensible sur le plan environnemental (réservoir de biodiversité) de par :

- Sa proximité immédiate avec plusieurs espaces classés Natura 2000 (rivière Eillé, complexe Est des montages noires)
- La présence des têtes de bassins versants du Blavet et de l'Eillé. La fosse 3 et la verse Ouest sont situées sur le bassin du Blavet, le reste des installations se situent sur Eillé.
- La présence sur le site d'une plante menacée, le coléanthe délicat.

Notons également la présence de plusieurs captages de production d'eau potable à l'aval de des installations :

- Sur l'Eillé (captages de Barregant et de Pont St Yves)
- Dans l'étang de Mezouet à Glomel
- Des eaux souterraines du Minez Du à Langonet

Des impacts sur la qualité des eaux relatifs à des incidents liés à l'activité d'IMERYS ont déjà été constatés à deux reprises ces 10 dernières années :

- Été 2013, rejets d'eau brute non traitée émanant du bassin de la verse de Keroué
- Été 2016, incident qui a perturbé les prélèvements dans l'Ellé pour la production d'eau potable).

1.4. Objectif de l'étude

La société IMERYS s'emploie à mettre en œuvre des mesures destinées, le cas échéant, à éviter, réduire et/ou compenser les impacts de ses activités sur la faune et la flore locales. Dans ce cadre, en 2021, la société IMERYS a mandaté le bureau d'étude RIVE pour réaliser une expertise des cours d'eau à proximité des sites susceptibles d'être impacté par la société IMERYS sur le plan biologique et physico-chimique (sédiments). Ce présent rapport présente les résultats et analyses issus de l'expertise menée par le bureau d'étude RIVE sur Le Crazius en 2021.

Les différentes prestations réalisées par RIVE en 2022 sont :

- L'étude des peuplements d'invertébrés aquatiques
- L'étude des peuplements diatomiques
- L'analyse de la granulométrie des sédiments
- L'analyse de la physico-chimie des sédiments

1.5. Présentation des stations étudiées

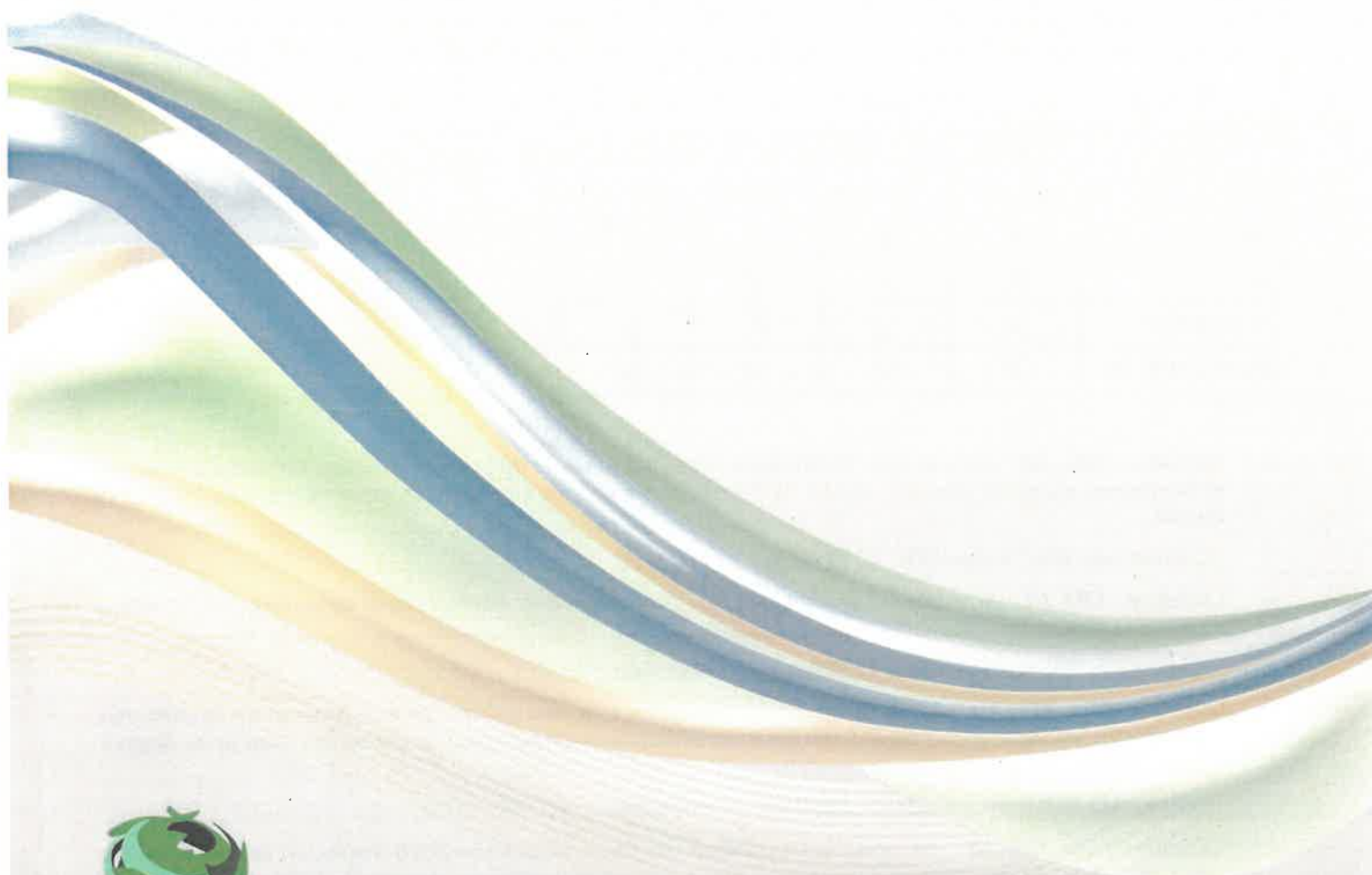
L'ensemble des prestations citées précédemment ont été réalisées sur un ensemble de stations situées à proximité du site d'IMERYS à Glomel (22) comme présenté dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Présentation des stations et des prestations réalisées en 2022

	CRA_AM	CRA_AV	CRA_RES_AM	CRA_RES_AV
IBG / I2M2	X	X	X	X
IBD	X	X	X	X
PC SEDIMENTS	X	X	X	X
GRANULOMETRIE	X	X	X	X

- La station « **CRA_AM** » est la station de référence située sur ruisseau du Crazius à environ 710 mètres en amont de la retenue artificielle (lieu-dit : Moulin de Crazius) qui reçoit les eaux traitées provenant du site IMERYS de Glomel.
Coordonnées GPS (Lambert 93) : X : 225520 / Y : 6806720
- La station « **CRA_AV** » est située sur le cours du Crazius à environ 650 mètres en aval de la retenue artificielle. Il s'agit de la station dite « impactée ».
Coordonnées GPS (Lambert 93) : X : 225367 / Y : 6805449
- La station « **CRA_RES_AM** » est située sur le cours du Crazius à environ 620 mètres en aval de la station « CRA_AV ». Cette station est localisée en amont immédiat de la réserve naturelle des Landes de Lan Bern et de Magoar-Penvern.
Coordonnées GPS (Lambert 93) : X : 225356 / Y : 6804896
- La station « **CRA_RES_AV** » est située sur le ruisseau de Crazius à environ 1600 mètres en aval de la station « CRA_RES_AM ». Cette station est localisée en aval immédiat de la réserve naturelle des Landes de Lan Bern et de Magoar Penvern.
Coordonnées GPS (Lambert 93) : X : 224756 / Y : 6803565

2. RESULTATS OBTENUS SUR LA STATION « CRA_AM »

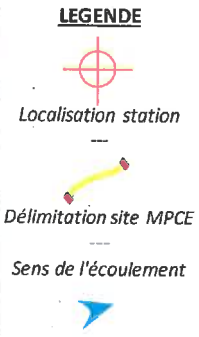
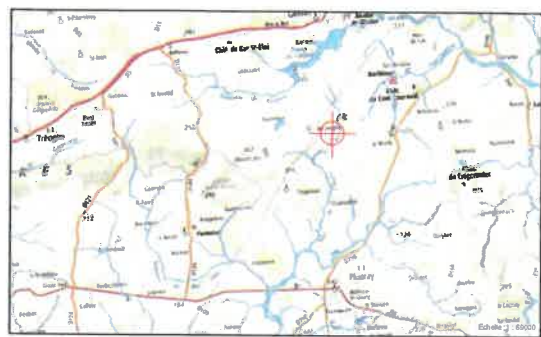


2.1. Etude du peuplement d'invertébrés aquatiques

SITE DE PRELEVEMENT	Evaluation hydrobiologique du Crazius		
----------------------------	--	---	---

Renseignements généraux et localisation

Cours d'eau : CRAZIUS	Coordonnées du site (Lambert 93) :	Amont : X : 225550 Y : 6806762	Date : 20/07/2022
Réf. Station : CRA_AM		Aval : X : 225520 Y : 6806720	Heure : 17:30
Commune/Dépt : GLOMEL / 22			Opérateur : J. Blénius
Lieu-dit : Le Faouédic			

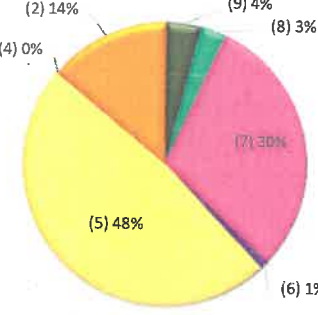


Photographies du site de prélèvement



Physico-chimie	Hydrologie
Température Air (°C) : 25	Régime hydrologique annuel : Pluvial
Température Eau (°C) : 16,7	Condition hydrologique : Étiage
Oxygène dissous (mg/l) : 8,25	Stabilité hydrologique : > 10 jours
Oxygène - saturation (%) : 88,0	Aspect / Couleur : Incolore
pH (unité pH) : 7,50	Turbidité relative : Nulle
Conductivité (µS/cm) : 185	Odeur : Sans

Hydromorphologie

<p>Variables morphométriques :</p> <p>Largeur au miroir moyenne - Lm (m) : 1,25</p> <p>Hauteur d'eau moyenne - h (m) : 0,15</p> <p>Largeur plein bord - Lpb (m) : 2,50</p> <p>Tracé du lit : Sub-rectiligne</p> <p>Qualité de l'habitat</p> <p>Diversité des écoulements : Moyenne</p> <p>Faciès d'écoulement dominant : Plat lotique</p> <p>Colmatage : Faible</p>	<p>Substrats (%) :</p> <p>(Habitabilité) Nature substrat</p> <ul style="list-style-type: none"> (11) Bryophytes (10) Spermaphytes immergées (9) Litière (8) Racines / Bois (7) Pierres, Galets (25 à 250 mm) (6) Blocs (>250 mm) (5) Graviers (2 à 25 mm) (4) Spermaphytes émergents (3) Vases (<0.1 mm) (2) Sables et limons (0.1 à 2 mm) (1) Algues (0) Surfaces uniformes dures 	
---	---	---

MODALITES PRELEVEMENT	Evaluation hydrobiologique du Crazius		
------------------------------	--	--	--

Renseignements généraux

Cours d'eau :	CRAZIUS	Coordonnées du site (Lambert 93) :	Amont :	X : 225550	Date :	20/07/2022
Ref. Station :	CRA_AM		Aval :	Y : 6806762	Heure :	17:30
Commune/Dépt :	GLOMEL / 22			X : 225520	Opérateur :	J. Blémus
Lieu-dit :	Le Faouédic			Y : 6806720		

Tableau d'échantillonnage

Classe de vitesse			N2	N6	N5	N3	N1
Vitesses superficielles (en cm/s)			V > 150	150 > V > 75	75 > V > 25	25 > V > 5	V < 5
Supports	% REC	S					
Bryophytes	0,0%	11	—	—	—	—	—
Spermaphytes immergés (hydrophytes)	0,0%	10					
Débris organiques grossiers (litière)	4,0%	9					MA1 - MA4
Chevelus racinaires libres dans l'eau Supports ligneux	3,0%	8					MA2
Sédiments minéraux de grande taille (25 mm < φ < 250 mm)	30,0%	7			DH1	DS1	
Blocs facilement déplaçables (φ > 250 mm)	1,0%	6					MA3
Granulats grossiers (gravier) (2,5 mm < φ < 25 mm)	48,0%	5				DH2 - DS3	DH4 - DS2
Spermaphytes émergents (héliphytes)	0,0%	4					
Sédiments organiques fins (vases) (φ ≤ 0.1 mm)	0,0%	3					
Sédiments minéraux fins (sable & limon) (φ < 2.5 mm)	14,0%	2					DH3 - DS4
Algues, bactéries et champignons	0,0%	1					
Surfaces uniformes dures	P	0					

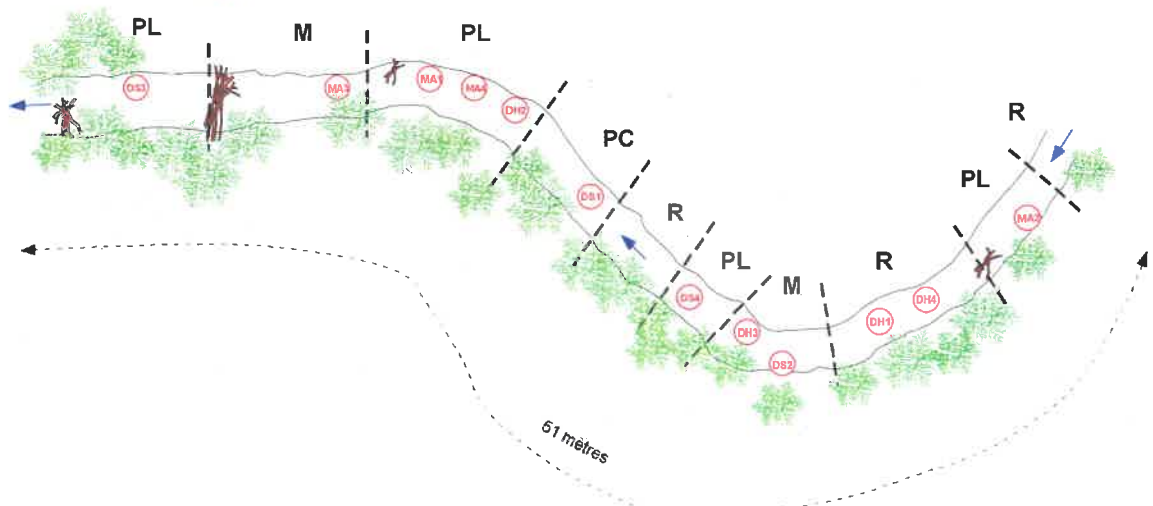
Habitats dominants :

D1	D2	D3
----	----	----

	PHASE A				PHASE B				PHASE C			
	MA1	MA2	MA3	MA4	DH1	DH2	DH3	DH4	DS1	DS2	DS3	DS4
Surber (S) / Haveneau (H)	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Visibilité (%)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Schema du site de prélèvement

- | | | | |
|----------------------------|-------------------|-------------------------|------------------------|
| Faciès d'écoulement | Végétation | Zones hors d'eau | Divers éléments |
| R : Radier | Hydrophytes | Banquette de vase | Bloc |
| PL : Plat Lentique | Héliphytes | Banquette de sable | Encombre |
| PC : Plat Courant | Ripisylve | Banquette de pierres | Pont routier |
| P : Profond | Roncier | | Passerelle |
| Délimitation faciès | | | Echantillon |
| | | | Sens écoulement |
| | | | Longueur du site |



LISTE FAUNISTIQUE	Evaluation hydrobiologique du Crazius		
--------------------------	--	---	---

Renseignements généraux

Cours d'eau :	CRAZIUS	Coordonnées Amont :	X : 225550	Date :	20/07/2022
Réf. Station :	CRA_AM	du site	Y : 6806762	Heure :	17:30
Commune/Dépt :	GLOMEL / 22	(Lambert 93) :	X : 225520	Opérateur :	J. Blémus
Lieu-dit :	Le Faouédic		Y : 6806720		

Liste faunistique

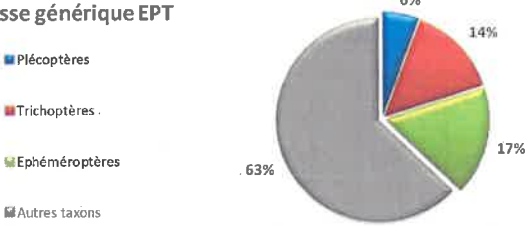
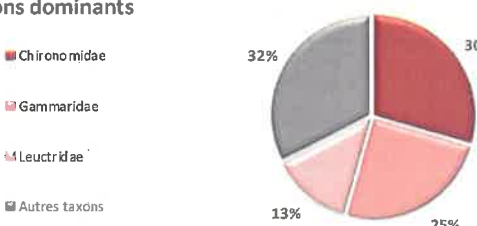
TAXONS ORDRE - Famille - Genre	N	ECHANTILLONS												Effectif échantillonné
		Phase B				Phase C				Phase A				
		DH1	DH2	DH3	DH4	DS1	DS2	DS3	DS4	MA1	MA2	MA3	MA4	
PLECOPTERES														283
Leuctridae	7	22	84	3	67	21	32	24		17		4	5	279
<i>Leuctra</i>		22	84	3	67	21	32	24		17		4	5	
Nemouridae	6				1					1	2			4
<i>Nemoura</i>					1					1	2			
TRICHOPTERES														23
Glossosomatidae	7							1						1
<i>Agapetus</i>								1						
Limnephilidae	3		1			1	2						3	7
<i>Limnephilidae. nd</i>			1			1	2						3	
Polycentropodidae	4	1				2				1				4
<i>Plectrocnemia</i>		1				2				1				
Rhyacophilidae	4	1			1									2
<i>Rhyacophila</i>		1			1									
Sericostomatidae	6		1				2	1	2			1	2	9
<i>Sericostoma</i>			1				2	1	2			1	2	
EPHEMEROPTERES														120
Baetidae	2					2		1						3
<i>Baetis</i>						2		1						
Ephemerellidae	3							1						1
<i>Seratella (Ephemerella)</i>								1						
Ephemeridae	6		5	3	4		3		1	1			8	25
<i>Ephemera</i>			5	3	4		3		1	1			8	
Heptageniidae	5	3				2		2						7
<i>Ecdyonurus</i>		3				2		2						
Leptophlebiidae	7		5		7		26			20	2	7	17	84
<i>Leptophlebiidae. nd</i>			5		7		26			19	2	7	17	
<i>Habrophlebia</i>										1				
HETEROPTERES														4
Veliidae			1								3			4
COLEOPTERES														292
Dytiscidae										3	1	3		7
<i>Colymbetinae</i>										3	1	3		
Elmidae	2	34	18	1	10	61	8	47	1			2		182
<i>Dupophitus</i>		13				8	1	4						
<i>Elmis</i>		6			1	1	4	15						
<i>Esolus</i>								1						
<i>Limnius</i>		15	15	1	8	52	3	27	1			2		
<i>Oulimnius</i>			3											
Helodidae										1				1
<i>Helodes</i>										1				
Heiophoridae										1				1
<i>Heiophorus</i>										1				
Hydraenidae		17	32		4	25		13		2	5			98
<i>Hydraena</i>		17	32		4	25		13		2	5			
Hydrochidae											3			3
<i>Hydrochus</i>											3			
DIPTERES														847
Chironomidae	1	46	10	21	36	15	28	10	77	112	70	100	107	632
Dixidae											1			1
Empididae				1										1
Limoniidae		28	30	1	6	34		18		3				120
Psychodidae								1						1
Simuliidae		25	2			40		25						92
ODONATES														23
Calopterygidae					1						10			11
<i>Calopteryx</i>					1						10			
Cordulegasteridae		2	5							2			3	12
<i>Cordulegaster</i>		2	5							2			3	
PLANIPENNES														2
Sysyridae											2			2
<i>Sisyra</i>											2			
AMPHIPODES														535
Gammaridae	2	25	56	4	27	139	84	56	3	108		3	30	535
<i>Gammaridae. nd</i>		3	6			11	28	13		27				
<i>Gammarus</i>		22	50	4	27	128	56	43	3	81		3	30	
GASTEROPODES														3
Lymnaeidae	2		1					1		1				3
<i>Radix</i>			1					1		1				
OLIGOCHETES	1		1	3	1		1	2	1				1	10
Effectif total														2142
Variété taxinomique														35

RESULTATS / ANALYSE	Evaluation hydrobiologique du Crazyus		
----------------------------	--	---	---

Renseignements généraux

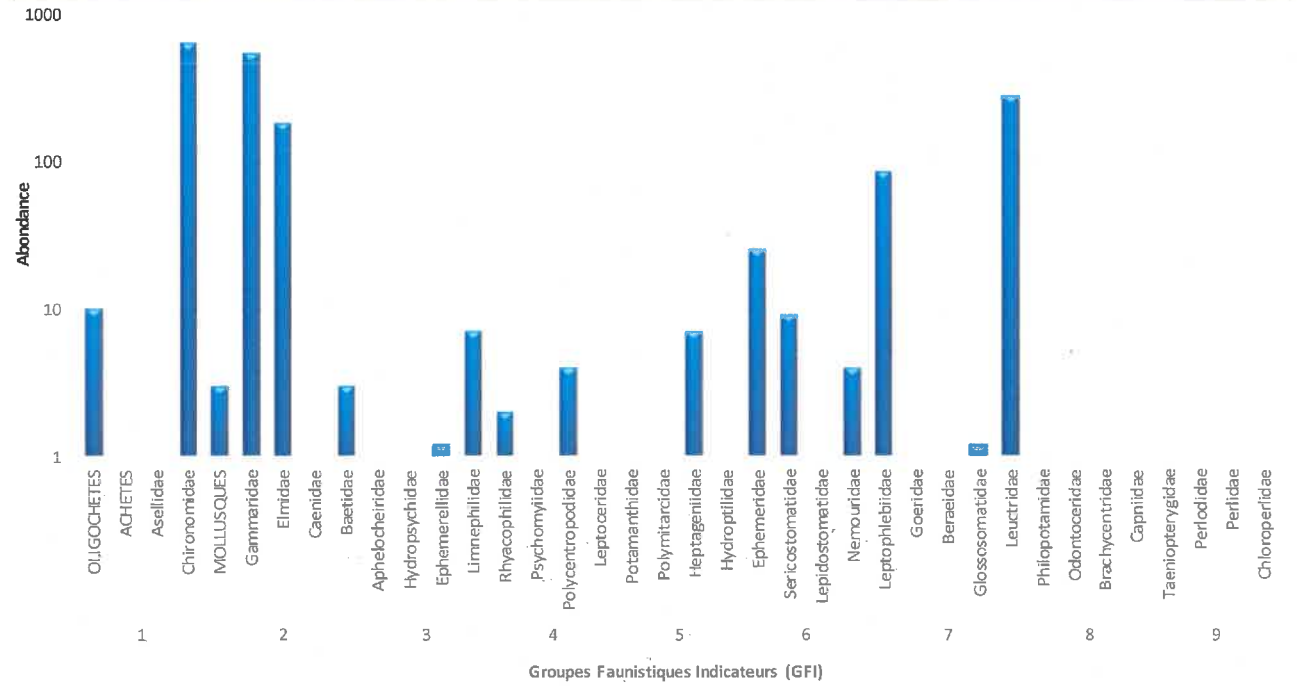
Cours d'eau :	CRAZIUS	Coordonnées du site (Lambert 93) :	Mont :	X : 225550	Date :	20/07/2022
Ref. Station :	CRA_AM		Y :	6806762	Heure :	17:30
Commune/Dépt :	GLOMEL / 22		X :	225520	Opérateur :	J. Blémus
Lieu-dit :	Le Faouédic		Y :	6806720		

Résultats de l'analyse

Score IBG-DCE (/20) (EQR)	14	0,81	Score I2M2 V1.0.6 (EQR)	0,68	
Variété IBGN équivalent [phases A,B] :	27		ASPT (EQR brute) I2M2 V1.0.6 :	0,89	6,84
Groupe Faunistique Indicateur (GFI) :	<i>Leuctridae</i> 7		Polyvoltinisme (EQR brute) I2M2 V1.0.6 :	0,81	0,25
Robustesse IBGN équivalent (/20) (EQR) :	14	0,81	Ovoviviparite (EQR brute) I2M2 V1.0.6 :	0,81	0,08
GFI robustesse IBGN équivalent :	<i>Leptophlebiidae</i> 7		Diversité Shannon (EQR brute) I2M2 V1.0.6 :	0,48	2,94
Richesse (famille genre) [phases A,B,C] :	31	35	Richesse (EQR brute) I2M2 V1.0.6 :	0,27	35
Equitabilité Pielou (/1) [phases A,B,C] :	0,63		Abondance :	2142	
Diversité Shannon (Bits) [phases A,B,C] :	3,25		Diversité maximale (Bits) :	5,13	
Dominance Simpson (/1) [phases A,B,C] :	0,16		Diversité minimale (Bits) :	0,20	
			Taxon dominant :	29,5%	<i>Chironomidae</i>
Richesse générique EPT			Taxons dominants		
					
% EPT (famille / genre / individus) :	38,7%	34,3%	19,9%	Indice Habitat (/20)	14,03

La station obtient une note équivalent IBGN de **14/20** soit un score EQR de **0.81** correspondant à un état biologique qualifié de « **BON** » selon l'arrêté du 27 juillet 2018. En parallèle, avec un EQR de **0.68**, l'I2M2, en vigueur depuis 2018, qualifie la station comme étant dans un « **TRES BON** » état biologique d'après ce même arrêté.

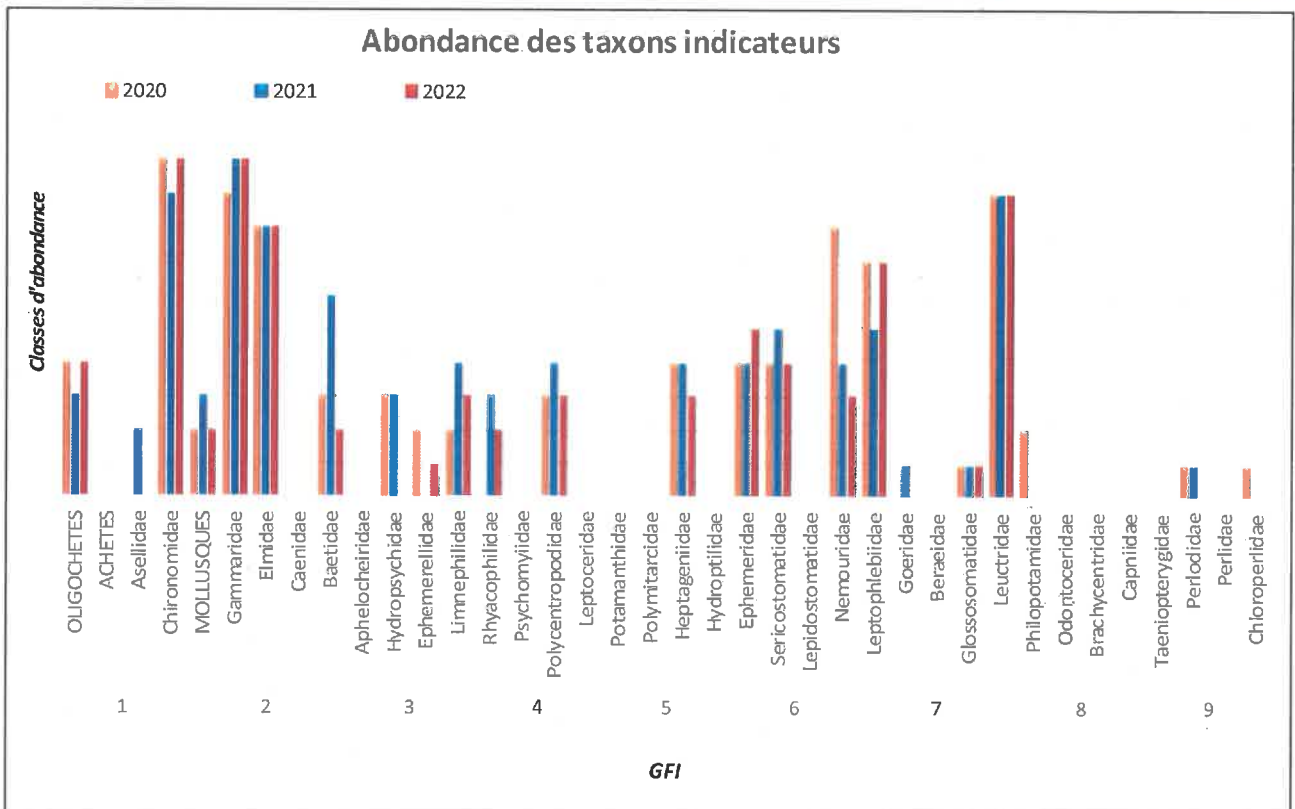
Répartition des taxons indicateurs



RESULTATS	Comparaison interannuelle "CRA_AM"	J. Blémus 
------------------	---	---

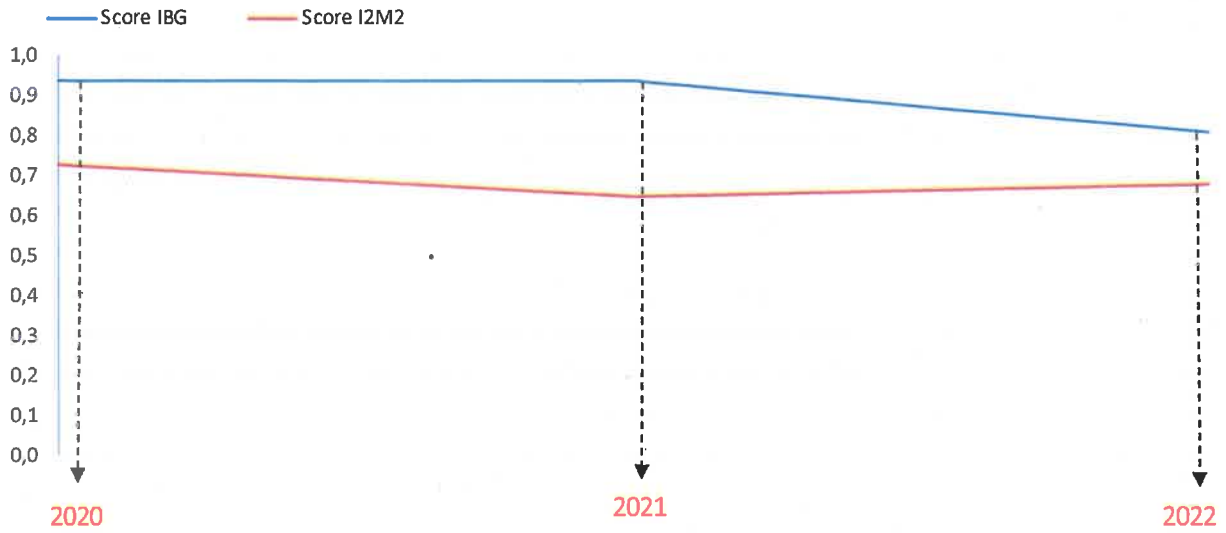
Rappel des principaux résultats

	2020		2021		2022	
Note équivalent IBGN (/20) / (EQR)	16	0,94	16	0,94	14	0,81
Groupe Faunistique Indicateur (GFI)	GFI 7 <i>Leuctridae</i>		GFI 7 <i>Leuctridae</i>		GFI 7 <i>Leuctridae</i>	
Nombre d'individus du GFI	342		288		279	
Variété IBGN (8 pvts)	34		33		27	
Robustesse IBGN (/20) / (EQR)	16,0	0,94	15,0	0,88	14,0	0,81
Score I2M2 (EQR)	0,73		0,65		0,68	
ASPT (EQR) I2M2 V1.0.6	0,93		0,91		0,89	
Polyvoltinisme (EQR) I2M2 V1.0.6	0,81		0,69		0,81	
Ovoviviparite (EQR) I2M2 V1.0.6	0,80		0,72		0,81	
Diversité Shannon (EQR) I2M2 V1.0.6	0,62		0,45		0,48	
Richesse (EQR) I2M2 V1.0.6	0,35		0,37		0,27	
Variété famille / genre (12 pvts)	35 / 39		35 / 40		31 / 35	
Abondance	2510		3035		2142	
Diversité Shannon (bits)	3,28		3,41		3,25	
Equitabilité Pielou (/1)	0,62		0,64		0,63	
Dominance Simpson (/1)	0,15		0,13		0,16	
EPT famille (nb - %)	15 - 42,9%		14 - 40%		12 - 38,7%	
EPT genre (nb - %)	15 - 38,5%		16 - 40%		12 - 34,3%	
EPT individus (nb - %)	699 - 27,8%		452 - 14,9%		426 - 19,9%	
Taxon dominant	<i>Chironomidae</i>		<i>Gammaridae</i>		<i>Chironomidae</i>	
% taxon dominant (individus)	26,9%		32,7%		29,5%	
Indice Habitat (/20)	14,00		14,03		14,03	

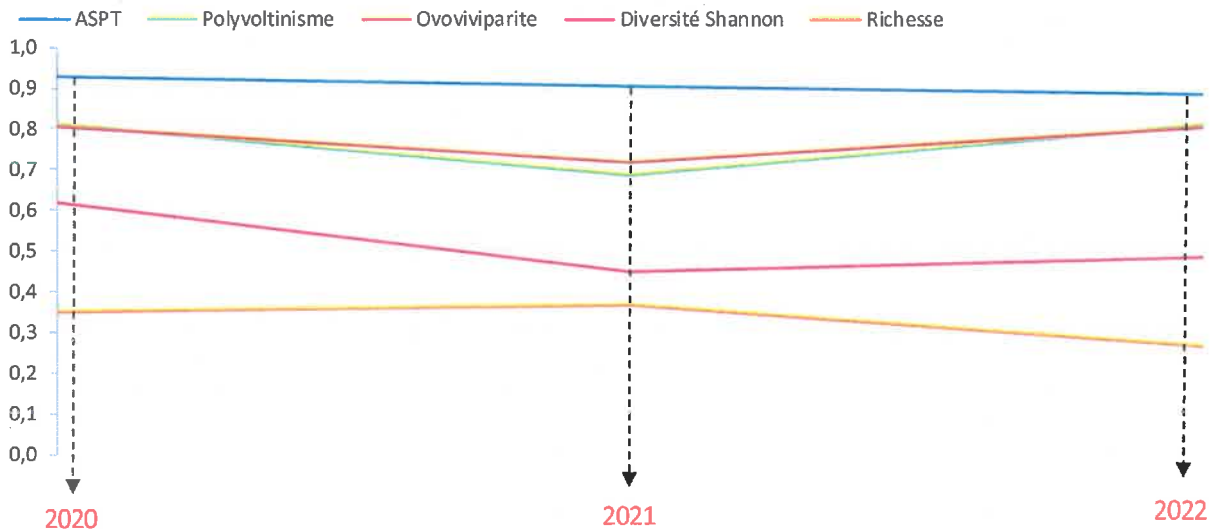




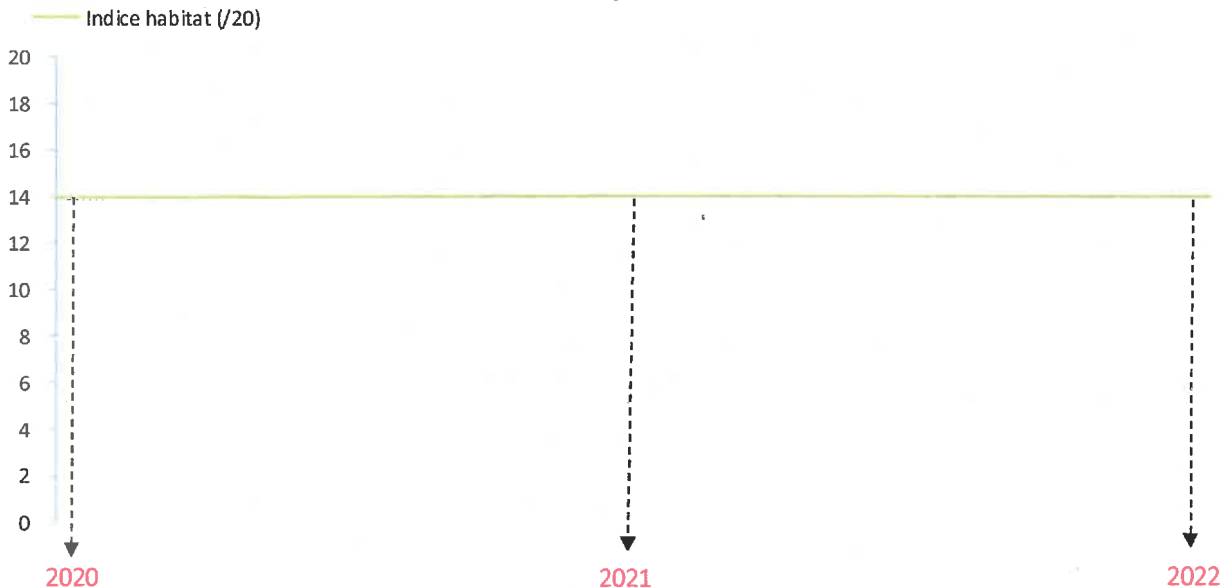
Evolution des résultats indicés (EQR)



Evolution des métriques I2M2 (EQR)

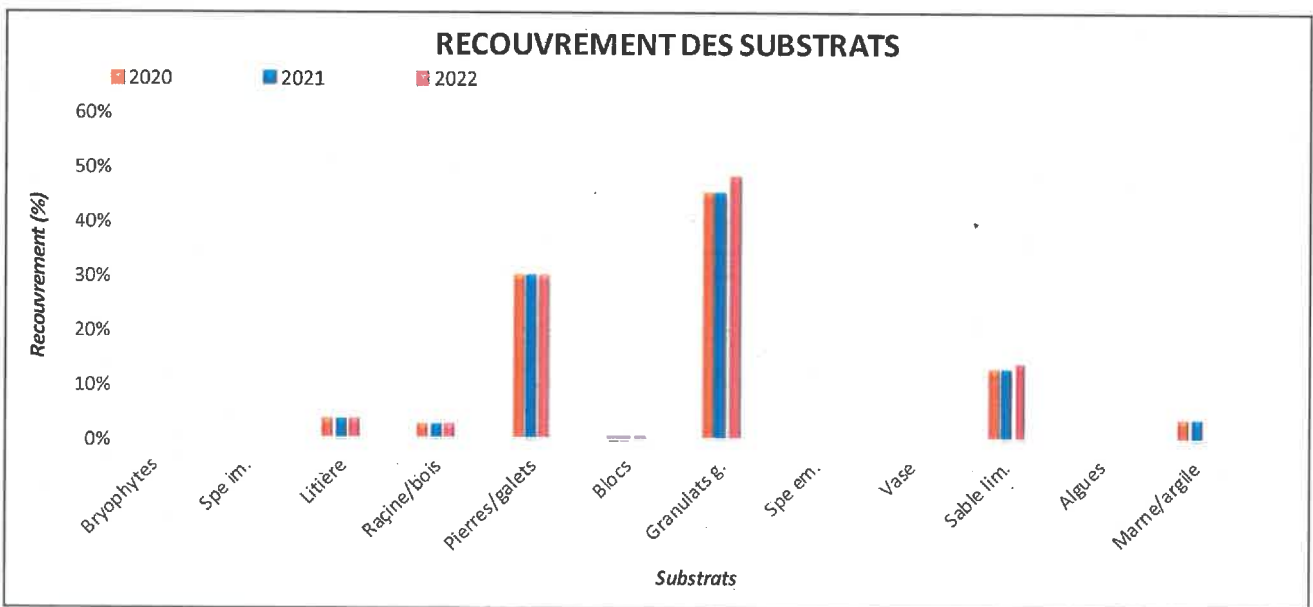
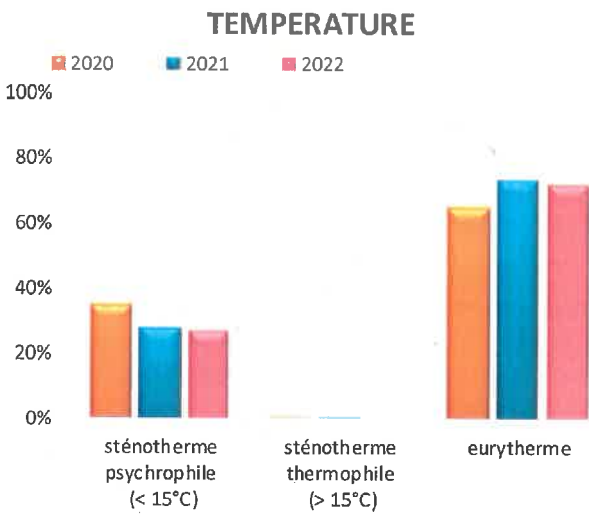
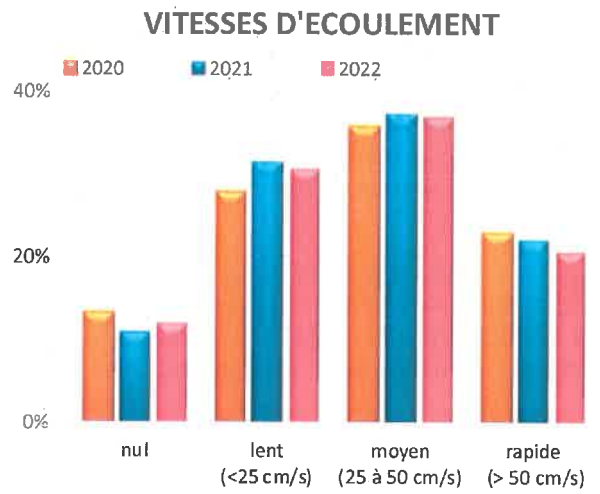
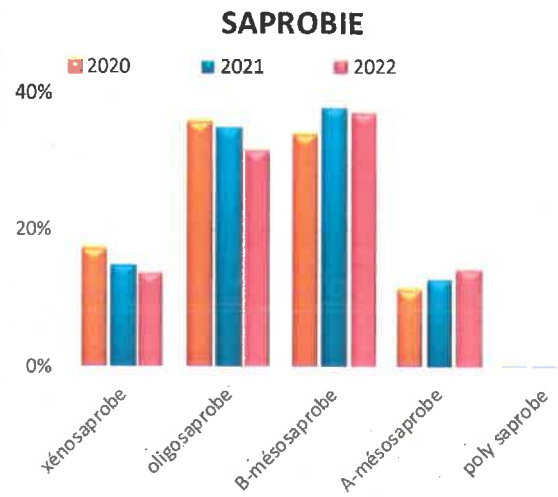
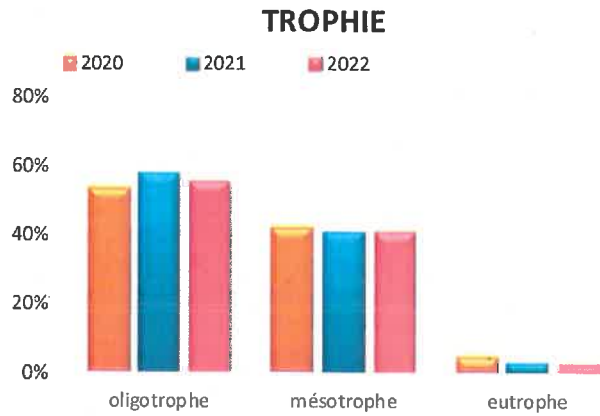


Evolution de la qualité de l'habitat



Comparaison des principaux traits écologiques

Ici, seuls les taxons déterminés au genre et dont les traits écologiques sont connus, sont pris en compte pour la réalisation des graphiques.



INTERPRETATION	Comparaison interannuelle "CRA_AM"	J. Blémus	
-----------------------	---	-----------	---

L'analyse des peuplements d'invertébrés aquatiques échantillonnés sur Le Crazius en amont du rejet IMERYS et du plan d'eau sur cours situé au droit du Moulin de Crazius (22) nous montre peu de différence notable entre 2020 et 2022.

Classes de qualité IBG-DCE fonction de l'HER et du niveau typologique concernés par la station (arrêté du 27 juillet 2018)

HER1	HER2	TYPOLOGIE	CLASSE DE QUALITE BIOLOGIQUE IBG-DCE (EQR)					REFERENCE BIOLOGIQUE
			TRES BON	BON	MOYEN	MEDIOCRE	MALVAIS	
12 MASSIF ARMORICAIN	Ouest Nord - Est (55 - 59 - 118)	M	1>TB>0,937	0,937>BO>0,812	0,812>MO>0,562	0,562>ME>0,312	0,312>MA>0	17/20
		P						
		TP						

Au regard de la note équivalent IBGN, l'état biologique du Crazius est le même en 2020 et 2021 avec des scores EQR égaux qui reflètent le "très bon" état biologique selon l'arrêté du 27 juillet 2018. En 2022, le score IBG-DCE perd 0.13 points ce qui induit le déclassement du cours d'eau dans un bon état biologique. Le groupe faunistique indicateur est le même chaque année (*Leuctridae* - GFI 7). La variété taxonomique IBGN est en revanche plus faible en 2022, ce qui explique l'obtention d'un score IBG-DCE plus faible cette année-là.

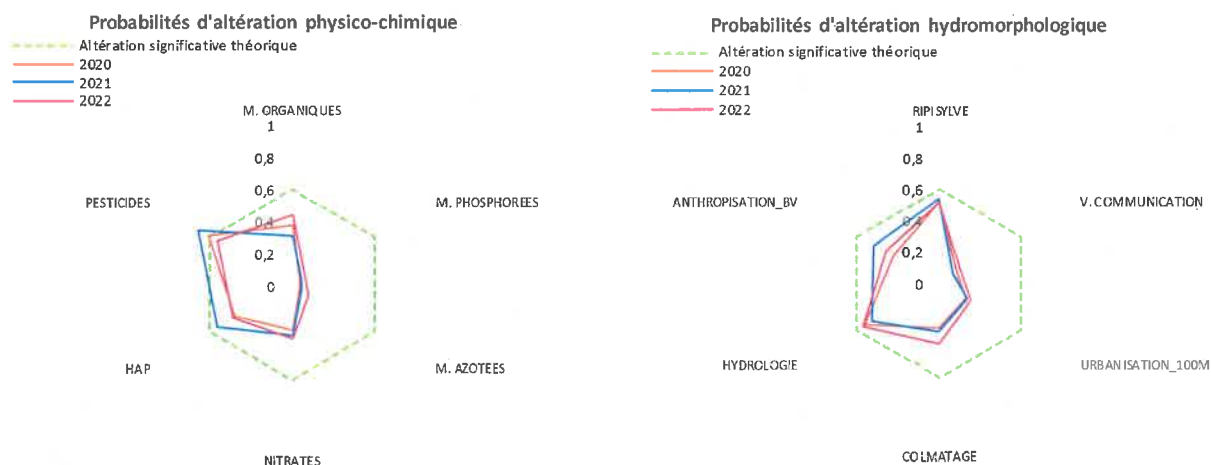
Classes de qualité I2M2 fonction de l'HER et du niveau typologique concernés par la station (arrêté du 27 juillet 2018)

HER1	HER2	TYPOLOGIE	CLASSE DE QUALITE BIOLOGIQUE I2M2 (EQR)				
			TRES BON	BON	MOYEN	MEDIOCRE	MALVAIS
12 MASSIF ARMORICAIN	Général	M	1>TB>0,665	0,665>BO>0,443	0,443>MO>0,295	0,295>ME>0,148	0,148>MA>0
		P					
		TP					

L'I2M2, l'indice en vigueur depuis 2018, met en évidence des scores EQR relativement proches reflétant ainsi le très bon état biologique même si le relevé de l'année 2021 indique un score légèrement plus faible et bascule ainsi Le Crazius dans un bon état biologique (limite supérieure de la classe d'état). Cette diminution du score I2M2 s'explique par un nombre d'individus polyvoltins plus important en 2021. La métrique I2M2 la plus pénalisante en 2022 est la richesse taxinomique plus faible que les années précédentes.

D'après les indices caractérisant la structure du peuplement, la station "CRA_AM" semble avoir gardé le même équilibre avec des valeurs d'indice proches. Au vu des différents graphiques présentés sur la fiche n°2, nous ne constatons pas de changement notable entre les 3 peuplements analysés. Les invertébrés aquatiques présents en 2020, 2021 et 2022 ont, dans l'ensemble, les mêmes caractéristiques écologiques.

En complément de l'I2M2, un outil prédictif des pressions anthropiques subies par un milieu a été mis au point. Par l'analyse des fréquences d'apparition au sein des peuplements de certaines caractéristiques écologiques, une probabilité d'impact est calculée pour 6 pressions physico-chimiques ou 6 pressions d'ordre hydromorphologique.



Au vu des diagrammes radars ci-dessus représentant les probabilités d'altérations physico-chimiques et hydromorphologiques de la station "CRA_AM" entre 2020 et 2022, nous ne constatons pas de changement notable, la station ne semble pas subir de pression d'ordre morphologique.

D'après l'outil diagnostic de l'I2M2, nous observons sur le premier graphique une probabilité d'altération un peu plus importante liée à la présence de pesticides et d'hydrocarbure dans les eaux en 2021. Pour rappel, les probabilités d'impact ne constituent pas des preuves irréfutables de la présence d'une pression.

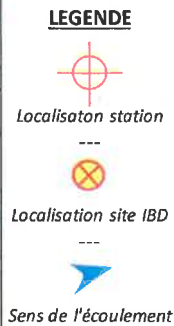
Les caractéristiques habitationnelles de la station sont quelque peu similaires entre 2020 et 2022, les résultats obtenus sont donc comparables d'un point de vue de l'habitat.

2.2. Etude du peuplement diatomique

SITE DE PRELEVEMENT	Evaluation hydrobiologique du Crazius		
----------------------------	--	---	---

Renseignements généraux et localisation

Cours d'eau : CRAZIUS	Coordonnées du site (Lambert 93) :	X : 225546	Date : 20/07/2022
Ref. Station : CRA_AM	Y : 6806754	Heure : 17:30	Opérateur : J. Blémus
Commune/Dépt : GLOMEL / 22			
Lieu-dit : Le Faouédic			



Photographie du site et support de prélèvement

Vue du site de prélèvement

Substrat(s) prélevé(s)



Caractérisation du site de prélèvement

<u>Physico-chimie :</u>	<u>Hydrologie :</u>	<u>Hydromorphologie :</u>	<u>Autres informations :</u>
Température Air (°C) : 25	Régime hydrologique : Étiage	Largeur plein bord (m) : 2,50	Colmatage : Faible
Température Eau (°C) : 16,7	Stabilité hydrologique : > 10 jrs	Largeur mouillée (m) : 1,10	Dépôts calcaires : Nulle
Oxygène dissous (mg/L) : 8,25	Turbidité relative : Nulle	Hauteur mouillée (m) : 1,07	Rec. macrophytes : Nulle
Oxygène - saturation (%) : 88,0		Faciès d'écoulement : Radier	Luminosité : Moyenne
pH (unité pH) : 7,50		Vitesse dominante (m/s) : 25<V<75	
Conductivité (µS/cm) : 185		Substrat dominant : Pierre	

Modalités de prélèvement

Matériel de prélèvement : Brosse à usage unique	Substrat prélevé (nature / nombre) : Pierre / 6	Fixateur : Fixall'his (40%)
--	--	------------------------------------

LISTE FLORISTIQUE	Evaluation hydrobiologique du Crazius	 
--------------------------	--	---

Renseignements généraux

Cours d'eau :	CRAZIUS	Coordonnées du site X :	225546	Date :	20/07/2022
Réf. Station :	CRA_AM	(Lambert 93) Y :	6806754	Heure :	17:30
Commune/Dépt :	GLOMEL / 22			Opérateur 1 :	J. Blémus
Lieu-dit :	Le Faouédic			Opérateur 2 :	C. Cejudo

Liste floristique

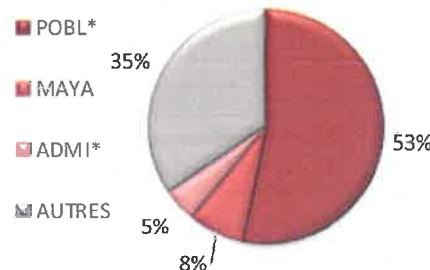
LISTE DES ESPECES	CODE OMNIDIA *	EFFECTIF	
		Nb	%
<i>Platessa oblongella</i> (Østrup) C.E. Wetzel, Lange-Bertalot & Ector	POBL*	213	53,3%
MAYAMAEA Lange-Bertalot	MAYA	31	7,8%
<i>Achnanthydium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki var. <i>minutissimum</i>	ADMI*	18	4,5%
<i>Achnanthydium subatomoides</i> (Hustedt) Monnier, Lange-Bertalot et Ector	ADSO*	13	3,3%
<i>Sellaphora rhombelliptica</i> (Gerd Moser, Lange-Bertalot et Metzeltin) C.E. Wetzel et Ector	SRHE*	8	2,0%
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot var. <i>lanceolatum</i>	PTLA*	7	1,8%
<i>Stauroforma exiguiformis</i> (Lange-Bertalot) Flower Jones et Round	SEXG*	7	1,8%
<i>Achnanthydium kranzii</i> (Lange-Bertalot) Round & Bukhtiyarova	ADKR*	6	1,5%
GOMPHONEMA C.G. Ehrenberg	GOMP	6	1,5%
<i>Pseudostaurosira alvareziae</i> Cejudo-Figuera Morales & Ector	PALV*	6	1,5%
<i>Chamaepinnularia evanida</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	CHEV*	5	1,3%
<i>Cymbopleura naviculiformis</i> (Auerswald) Krammer	CBNA*	4	1,0%
<i>Eunotia botuliformis</i> Wild, Nörpel-Schempp & Lange-Bertalot	EBOT*	4	1,0%
NITZSCHIA A.H. Hassall	NITZ	4	1,0%
PINNULARIA C.G. Ehrenberg	PINU	4	1,0%
<i>Stauroneis kriegeri</i> Patrick	STKR*	4	1,0%
<i>Encyonema perpusillum</i> (A. Cleve) D.G. Mann var. <i>perpusillum</i>	ENPE*	3	0,8%
<i>Humidophila contenta</i> (Grunow) Lowe, Kociolek, Johansen, Van de Vijver, Lange-Bertalot	HUCO*	3	0,8%
<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot var. <i>frequentissimum</i>	PLFR*	3	0,8%
<i>Sellaphora saugerresii</i> (Desm.) C.E. Wetzel & D.G. Mann in Wetzel et al.	SSGE*	3	0,8%
<i>Eunotia minor</i> (Kützing) Grunow in Van Heurck	EMIN*	2	0,5%
<i>Fragilaria acidoclinata</i> Lange-Bertalot & Hofmann	FACD*	2	0,5%
<i>Fragilaria microvaucheriae</i> C.E. Wetzel et Ector	FMIV	2	0,5%
<i>Gomphonema micropus</i> Kützing var. <i>micropus</i>	GMIC*	2	0,5%
<i>Gomphonema variscohercynicum</i> Lange-Bertalot & Reichardt	GVAH	2	0,5%
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.A. Agardh	MCIR*	2	0,5%
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing var. <i>cryptocephala</i>	NCRY*	2	0,5%
<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing var. <i>rhynchocephala</i>	NRHY*	2	0,5%
<i>Nitzschia acidoclinata</i> Lange-Bertalot	NACD*	2	0,5%
<i>Pinnularia dornii</i> Metzeltin	PDOR	2	0,5%
<i>Pinnularia schoenfelderii</i> Krammer	PSHO*	2	0,5%
<i>Placoneis clementispronina</i> Lange-Bertalot & Wojtal	PDMT*	2	0,5%
<i>Pseudostaurosira smithii</i> E. Morales & Ector	PSMH	2	0,5%
<i>Sellaphora nigri</i> (De Not.) C.E. Wetzel et Ector comb. nov. emend.	SNIG*	2	0,5%
<i>Stauroneis thermicola</i> (Boye-Petersen) Lund	STHE*	2	0,5%
<i>Cavinula cocconeiformis</i> (Gregory ex Greville) Mann & Stickle in Round Crawford & Mann	CCOC*	1	0,3%
<i>Cavinula variostrata</i> (Krasske) Mann in Round & al.	CVVA*	1	0,3%
<i>Cyclotella meduanae</i> Germain	CMED*	1	0,3%
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Schaarschmidt var. <i>bilunaris</i>	EBLU*	1	0,3%
EUNOTIA C.G. Ehrenberg	EUNO	1	0,3%
<i>Eunotia implicata</i> Nörpel Lange-Bertalot & Alles	EIMP*	1	0,3%
<i>Eunotia incisa</i> Gregory var. <i>incisa</i>	EINC*	1	0,3%
<i>Eunotia subarcuatoides</i> Alles Nörpel & Lange-Bertalot in Alles et al.	ESUB*	1	0,3%
<i>Fragilaria tenera</i> (W.Smith) Lange-Bertalot var. <i>tenera</i>	FTEN*	1	0,3%
<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg var. <i>lanceolata</i>	NLAN*	1	0,3%
<i>Nitzschia archibaldii</i> Lange-Bertalot	NIAR*	1	0,3%
<i>Nitzschia fruticosa</i> Hustedt	NIFT*	1	0,3%
<i>Platessa oblongella</i> (Østrup) C.E. Wetzel, Lange-Bertalot & Ector f. <i>anormale</i>	POGT*	1	0,3%
<i>Sellaphora pseudopupula</i> (Krasske) Lange-Bertalot	SPPU	1	0,3%
STAUROSIRA (C.G. Ehrenberg) D.M. Williams & F.E. Round	STRS	1	0,3%
<i>Staurosira venter</i> (Ehrenberg) Cleve & Moeller var. <i>venter</i>	SSVE*	1	0,3%
<i>Surirella angusta</i> Kützing var. <i>angusta</i>	SANG*	1	0,3%
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing var. <i>flocculosa</i>	TFLO*	1	0,3%

RESULTATS / ANALYSE	Evaluation hydrobiologique du Crazius	 
----------------------------	--	---

Renseignements généraux

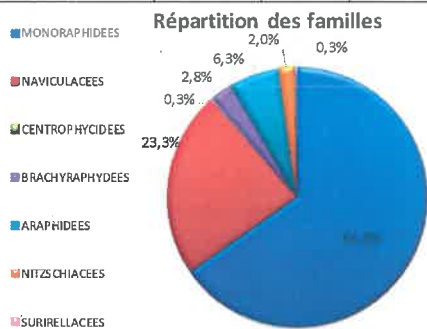
Cours d'eau : CRAZIUS	Coordonnées du site (Lambert 93) :	Date : 20/07/2022
Réf. Station : CRA_AM	X : 225546	Heure : 17:30
Commune/Dépt : GLOMEL / 22	Y : 6806754	Opérateur : J. Blémus
Lieu-dit : Le Faouédic		

Résultats

IBD (/20) (EQR)	20	1,16	TAXON DOMINANT						
IPS (/20)	16,2		<i>Platessa oblongella</i>						
			<table border="1"> <tr> <th>Nb.</th> <th>POBL*</th> <th>%</th> </tr> <tr> <td>213</td> <td></td> <td>53%</td> </tr> </table>	Nb.	POBL*	%	213		53%
Nb.	POBL*	%							
213		53%							
Abondance (N. diatomées)	400		<p><u>Distribution des taxons dominants</u></p> 						
Richesse famille (N. familles)	7								
Richesse générique (N. genres)	25								
Richesse spécifique (N. espèces)	53								
Diversité Shannon (Bits)	3,31								
Equitabilité Piélou (/1)	0,58								
Dominance Simpson (/1)	0,30								

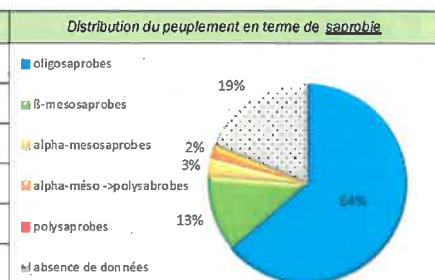
Distribution des familles Analyse des traits écologiques

LISTE DES FAMILLES	CODE	EFFECTIF	
		Nb	%
MONORAPHIDEES	MO	261	65,3%
NAVICULACEES	NA	93	23,3%
CENTROPHYCIDEES	CE	1	0,3%
BRACHYRAPHYDEES	BR	11	2,8%
ARAPHIDEES	AR	25	6,3%
NITZSCHIACEES	NI	8	2,0%
SURIPELLACEES	SU	1	0,3%

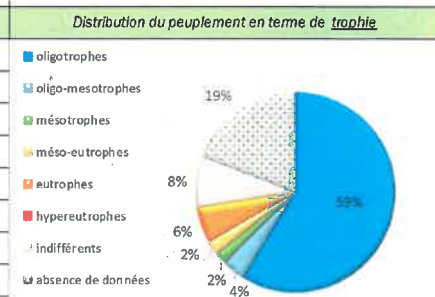


Photographie de Diatomées
(Source : DRIEE- Ile De France)

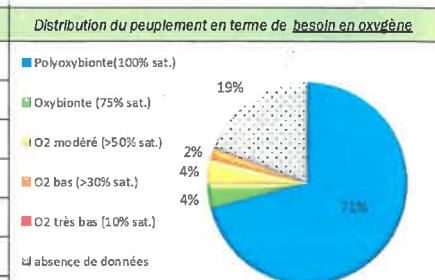
SAPROBIE	Nb	%
oligosaprobies	255	64%
β-mesosaprobies	50	13%
α-mesosaprobies	11	3%
α-més- → polysaprobies	9	2%
polysaprobies	0	0%
absence de données	75	19%
effectif total	400	100%



TROPHIE	Nb	%
oligotrophes	235	59%
oligo-mesotrophes	15	4%
mésotrophes	8	2%
més-éutrophes	9	2%
eutrophes	23	6%
hypereutrophes	0	0%
indifférents	33	8%
absence de données	77	19%
effectif total	400	100%



BESOIN EN OXYGENE	Nb	%
Polyoxybionte(100% sat.)	284	71%
Oxybionte (75% sat.)	16	4%
O2 modéré (>50% sat.)	15	4%
O2 bas (>30% sat.)	7	2%
O2 très bas (10% sat.)	1	0%
absence de données	77	19%
effectif total	400	100%



RESULTATS / ANALYSE	Comparaison interannuelle "CRA_AM"	J. Blémus 
----------------------------	---	---

Résultats

Rappel des principaux résultats

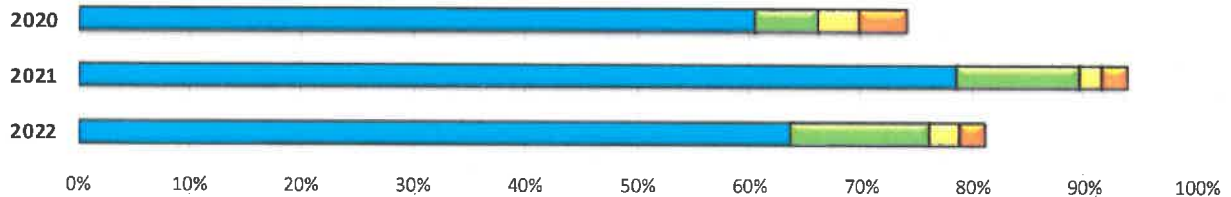
	2020		2021		2022	
IBD (/20) (EQR)	19,9	1,15	20,0	1,16	20,0	1,16
IPS (/20)	15,3		16,6		16,2	
Abondance (N. individus)	403		407		400	
Richesse (famille / espèce)	5	47	6	39	7	53
Diversité Shanon (bits)	3,08		2,02		3,31	
Equitabilité Pielou (/1)	0,56		0,38		0,58	
Dominance Simpson (/1)	0,28		0,53		0,30	
Famille dominante	MONORAPHIDEES		MONORAPHIDEES		MONORAPHIDEES	
Code OMNIDIA Nb. - % individus	MO	238 - 59,1%	MO	347 - 85,3%	MO	261 - 65,3%
Espèce dominante	<i>Karayevia oblongella</i>		<i>Platessa oblongella</i>		<i>Platessa oblongella</i>	
Code OMNIDIA Nb. - % individus	KOBG*	199 - 49,4%	POBL*	294 - 72,2%	POBL*	213 - 53,3%

Analyse des traits écologiques

ICI, seuls les taxons dont les traits écologiques sont connus sont pris en compte.

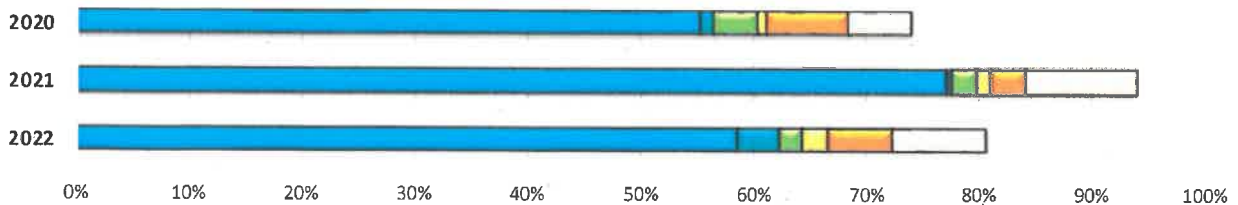
SAPROBIE

■ oligosaprobies
 ■ β-mesosaprobies
 ■ alpha-mesosaprobies
 ■ alpha-mésosaprobies → polysaprobies
 ■ polysaprobies



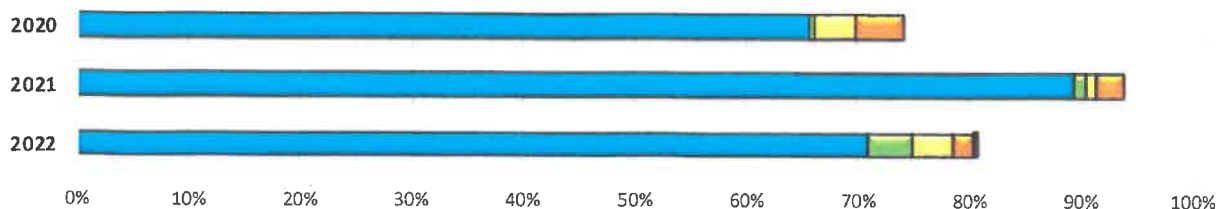
TROPHIE

■ oligotrophes
 ■ oligo-mesotrophes
 ■ mésotrophes
 ■ méso-eutrophes
 ■ eutrophes
 ■ hypereutrophes
 ■ indifférents

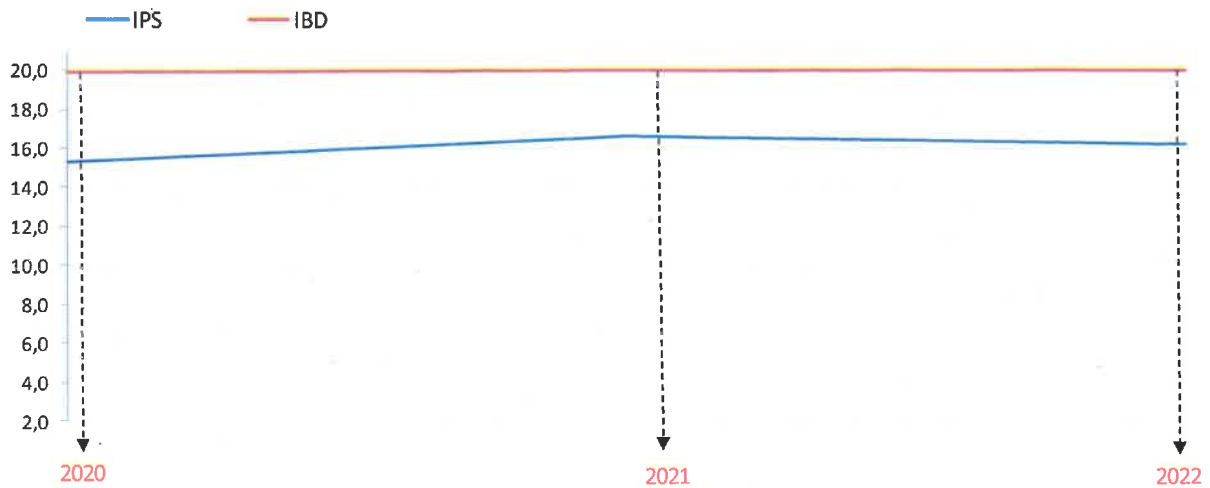


BESOIN EN OXYGENE

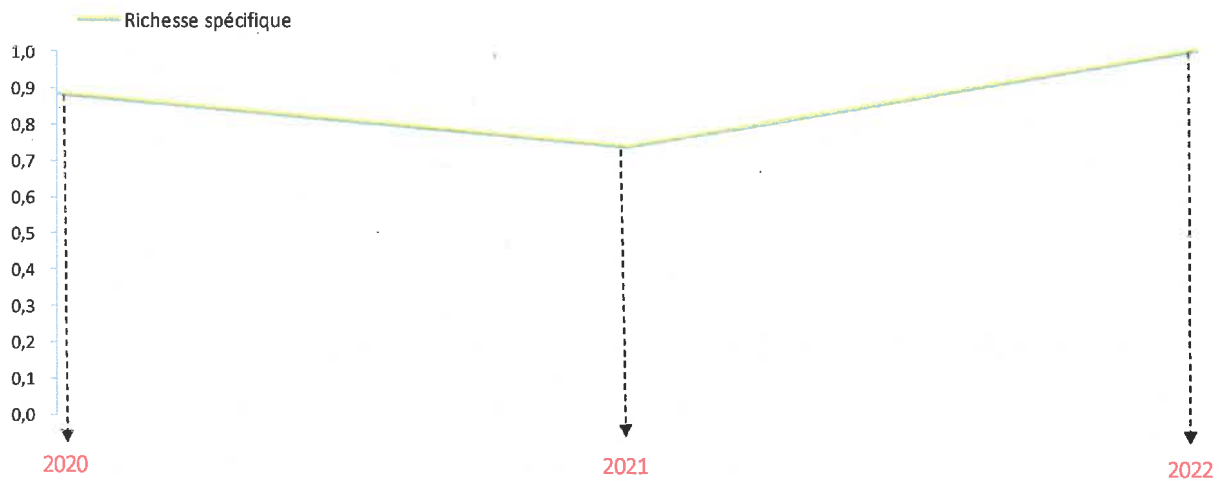
■ Polyoxybionte (100% sat.)
 ■ Oxybionte (75% sat.)
 ■ O2 modéré (>50% sat.)
 ■ O2 bas (>30% sat.)
 ■ O2 très bas (10% sat.)



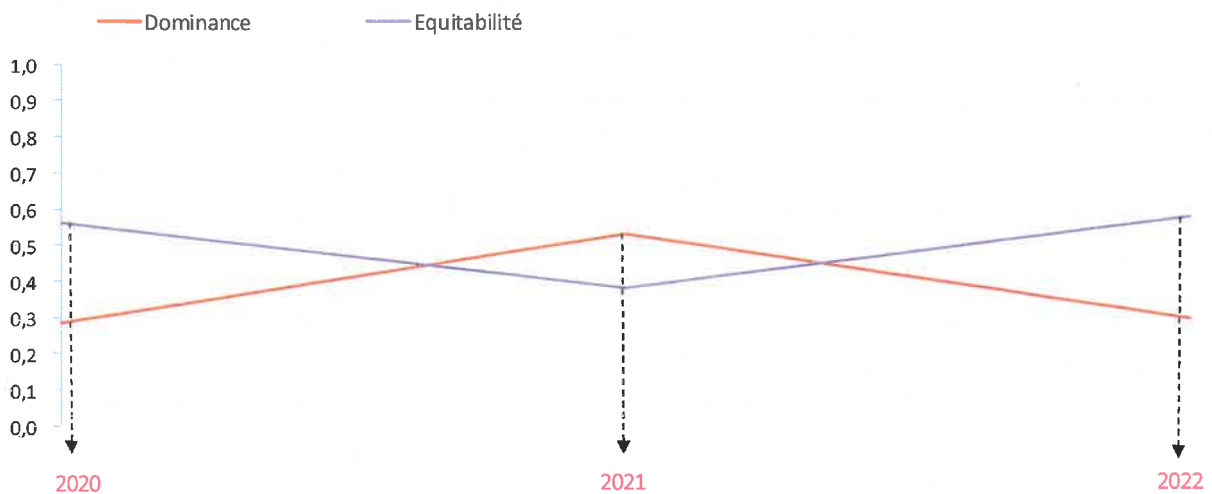
Evolution des scores d'indices biologiques



Evolution de la richesse spécifique



Evolution des indices qualifiant la structure du peuplement



INTERPRETATION**Comparaison interannuelle "CRA_AM"**

J. Blémus



L'analyse des peuplements diatomiques réalisée sur Le Crazius en amont du rejet IMERYS et de la retenue artificielle sur cours à Glomel (22) révèle peu de différences entre les trois années étudiées.

Classes de qualité de l'IBD (arrêté du 27 juillet 2018) :

INDICE	CLASSES DE QUALITE ECOLOGIQUE				
	TRES BON	BON	MOYEN	MEDIOCRE	MALVAIS
IBD ₂₀₀₇ (EQR)	TB>0,94	0,94>B>0,78	0,78>MO>0,55	0,55>ME>0,30	0,30>MA

Le score EQR de l'IBD est sensiblement le même quelle que soit l'année étudiée et reste au-dessus de la note de référence de cette hydroécocorégion soit 17.4/20. Ce score élevé classe la station en « très bon » état biologique selon l'arrêté du 27 juillet 2018. L'IPS est plus discriminant mais les valeurs obtenues sont comprises entre 15.3 et 16.6, elles se situent donc dans un même ordre de grandeur.

Le peuplement relevé en 2021 s'avère être moins équilibré du fait d'une abondance élevée marquée par l'espèce *Platessa oblongella* (POBL) qui représente environ 85% des individus inventoriés. Nous rencontrons généralement *Platessa oblongella* ou *Karayevia oblongella* dans des eaux relativement bien oxygénées ne subissant pas de pollutions organiques ou en nutriments. Le cortège diatomique inventorié en 2022 retrouve un certain équilibre avec un peuplement structuré.

3. RESULTATS OBTENUS SUR LA STATION « CRA_AV »

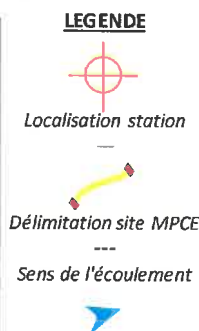
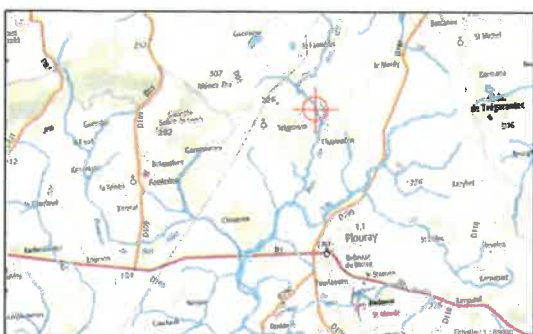


3.1. Etude du peuplement d'invertébrés aquatiques

SITE DE PRELEVEMENT	Evaluation hydrobiologique du Crazius		
----------------------------	--	---	---

Renseignements généraux et localisation

Cours d'eau : CRAZIUS	Coordonnées du site (Lambert 93) :	Amont : X : 225364 Y : 6805493	Date : 20/07/2022
Réf. Station : CRA_AV		Aval : X : 225367 Y : 6805449	Heure : 15:30
Commune/Dépt : GLOMEL / 22			Opérateur : J. Blémus
Lieu-dit : Sept-Saints			



Photographies du site de prélèvement



Physico-chimie	Hydrologie
Température Air (°C) : 24	Régime hydrologique annuel : Pluvial
Température Eau (°C) : 18,3	Condition hydrologique : Étiage
Oxygène dissous (mg/l) : 8,37	Stabilité hydrologique : > 10 jours
Oxygène - saturation (%) : 91,7	Aspect / Couleur : Incolore
pH (unité pH) : 7,40	Turbidité relative : Nulle
Conductivité (µS/cm) : 692	Odeur : Sans

Hydromorphologie

Variables morphométriques :

Largeur au miroir moyenne - Lm (m) :	2,40
Hauteur d'eau moyenne - h (m) :	0,25
Largeur plein bord - Lpb (m) :	3,00
Tracé du lit :	Sinueux

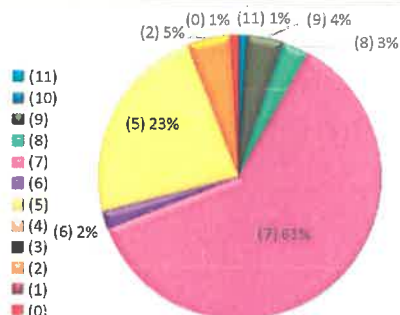
Qualité de l'habitat

Diversité des écoulements :	Forte
Faciès d'écoulement dominant :	Radier
Colmatage :	Faible

Substrats (%) :

(Habitabilité) Nature substrat

- (11) Bryophytes
- (10) Spermaphytes immergés
- (9) Litière
- (8) Racines / Bois
- (7) Pierres, Galets (25 à 250 mm)
- (6) Blocs (>250 mm)
- (5) Graviers (2 à 25 mm)
- (4) Spermaphytes émergents
- (3) Vases (<0.1 mm)
- (2) Sables et limons (0.1 à 2 mm)
- (1) Algues
- (0) Surfaces uniformes dures



MODALITES PRELEVEMENT	Evaluation hydrobiologique du Crazius		
------------------------------	--	--	--

Renseignements généraux

Cours d'eau :	CRAZIUS	Coordonnées Amont :	X : 225364	Date :	20/07/2022
Ref. Station :	CRA_AV	Coordonnées du site (Lambert 93) :	Y : 6805493	Heure :	15:30
Commune/Dépt :	GLOMEL / 22	Aval :	X : 225367	Opérateur :	J. Blémus
Lieu-dit :	Sept-Saints		Y : 6805449		

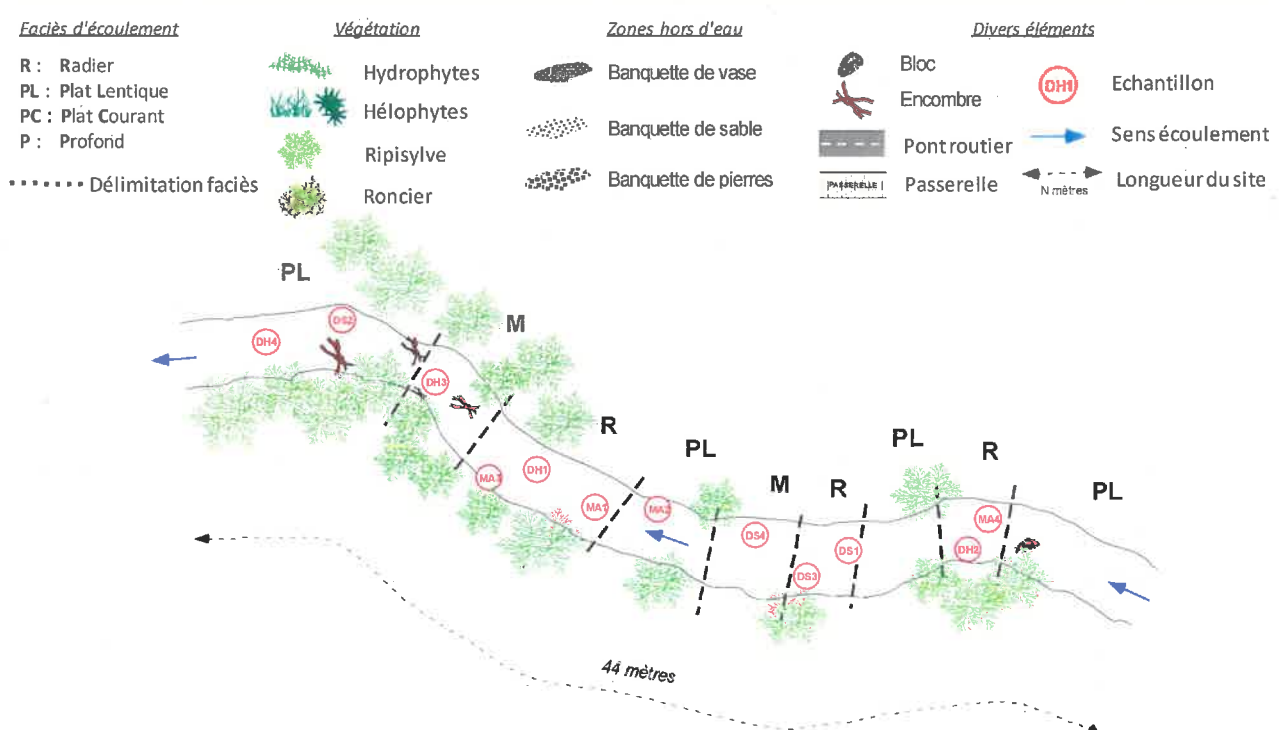
Tableau d'échantillonnage

Classe de vitesse			N2	N6	N5	N3	N1
Vitesses superficielles (en cm/s)			V > 150	150 > V > 75	75 > V > 25	25 > V > 5	V < 5
Supports	% REC	S					
Bryophytes	1,0%	11			MA1		
Spermaphytes immergés (hydrophytes)	0,0%	10					
Débris organiques grossiers (litière)	4,0%	9					MA2
Chevelus racinaires libres dans l'eau Supports ligneux	3,0%	8					MA3
Sédiments minéraux de grande taille (25 mm < φ < 250 mm)	61,0%	7			DH1 - DS3	DS1 - DH4	DS2
Blocs facilement déplaçables (φ > 250 mm)	2,0%	6			MA4		
Granulats grossiers (graviers) (2.5 mm < φ < 25 mm)	23,0%	5				DH2	DS4
Spermaphytes émergents (hélophytes)	P	4					
Sédiments organiques fins (vases) (φ ≤ 0.1 mm)	0,0%	3					
Sédiments minéraux fins (sable & limon) - (φ < 2.5 mm)	5,0%	2					DH3
Algues, bactéries et champignons	0,0%	1					
Surfaces uniformes dures	1,0%	0					

Habitats dominants : D1 D2 D3

	PHASE A				PHASE B				PHASE C			
	MA1	MA2	MA3	MA4	DH1	DH2	DH3	DH4	DS1	DS2	DS3	DS4
Surber (S) / Haveneau (H)	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Visibilité (%)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Schema du site de prélèvement



LISTE FAUNISTIQUE

Evaluation hydrobiologique du Crazius



Renseignements généraux

Cours d'eau :	CRAZIUS	Coordonnées Amont :	X :	225364	Date :	20/07/2022
Réf. Station :	CRA_AV	du site	Y :	6805493	Heure :	15:30
Commune/Dépt :	GLOMEL / 22	(Lambert 93) :	X :	225367	Opérateur :	J. Blémus
Lieu-dit :	Sept-Saints	Aval :	Y :	6805449		

Liste faunistique

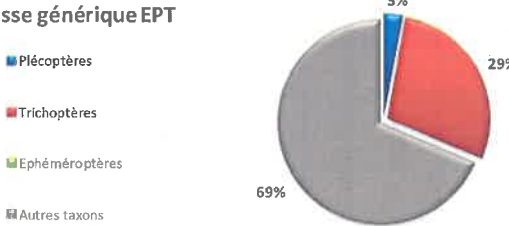
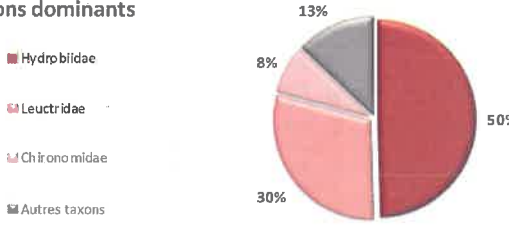
TAXONS ORDRE - Famille - Genre	GF	ECHANTILLONS												Effectif échantillonné	
		Phase B				Phase C				Phase A					
		DH1	DH2	DH3	DH4	DS1	DS2	DS3	DS4	MA1	MA2	MA3	MA4		
PLECOPTERES															807
Leuctridae	7	184	16	7	27	109	34	117	25	84	4	88	112		807
<i>Leuctra</i>		184	16	7	27	109	34	117	25	84	4	88	112		
TRICHOPTERES															81
Brachycentridae	8	1													1
<i>Brachycentrus</i>		1													
Glossosomatidae	7						1		1						2
<i>Glossosoma</i>							1		1						
Hydropsychidae	3	8			3	7		10		1			9		38
<i>Hydropsyche</i>		8			3	7		10		1			9		
Lepidostomatidae	6		1			1									2
<i>Lepidostoma</i>			1			1									
Leptocendae	4			1											1
<i>Mystacides</i>				1											
Limnephilidae	3					1	1		-1		5	14			22
<i>Limnephilidae. nd</i>						1	1		-1		5	14			
Philopotamidae	8	2							1						3
<i>Wormaldia</i>		2							1						
Polycentropodidae	4				1										1
<i>Polycentropus</i>					1										
Rhyacophilidae	4	4			1	1							1		7
<i>Rhyacophila</i>		4			1	1							1		
Sericostomatidae	6	2										2			4
<i>Sericostoma</i>		2										2			
HETEROPTERES						1									1
Gerridae						1									1
COLEOPTERES															190
Dryopidae										1					1
<i>Dryops</i>										1					
Elmidae	2	16	6		8	31	17	40	10	6	5		15		154
<i>Dupophilus</i>													3		
<i>Elmis</i>		2				2		11	2	2			2		
<i>Limnius</i>		12	4		5	5	14	14	8	3	5		3		
<i>Oulimnius</i>		2	2		3	24	3	15		1			7		
Gyrinidae											1				1
<i>Aulonogyrus</i>											1				
Helodidae		1								2					3
<i>Helodes</i>		1								2					
Hydraenidae		5			1	9		10		3			3		31
<i>Hydraena</i>		4			1	9		10		3			3		
<i>Ochthebius</i>		1													
DIPTERES															270
Athericidae					1										1
Ceratopogonidae			1			1									2
Chironomidae	1	37	4	2	42	4	84	2	2	10	27				214
Limoniidae		8	5	2		3	6	8		3			3		38
Simuliidae								10		5					15
ODONATES															5
Calopterygidae							1								1
<i>Calopteryx</i>							1								
Cordulegasteridae		1					1		1						3
<i>Cordulegaster</i>		1					1		1						
Libellulidae												1			1
<i>Orthetrum</i>												1			
MEGALOPTERES															1
Sialidae											1				1
<i>Sialis</i>											1				
AMPHIPODES															3
Gammaridae	2										3				3
<i>Gammarus</i>											3				
BIVALVES															2
Sphaeriidae	2			2											2
<i>Pisidium</i>				2											
GASTEROPODES															1353
Hydrobiidae	2	688	8	82	4	11		107	31	67	4	138	213		1353
<i>Potamopyrgus</i>		688	8	82	4	11		107	31	67	4	138	213		
ACHETES															6
Glossiphoniidae	1								1		5				6
OLIGOCHETES															10
<i>Pisidium</i>	1	2		1	3	1	1			2					
Effectif total															2729
Variété taxinomique															35

RESULTATS / ANALYSE	Evaluation hydrobiologique du Crazius	 IMERYS	 SARL RIVE
----------------------------	--	--	---

Renseignements généraux

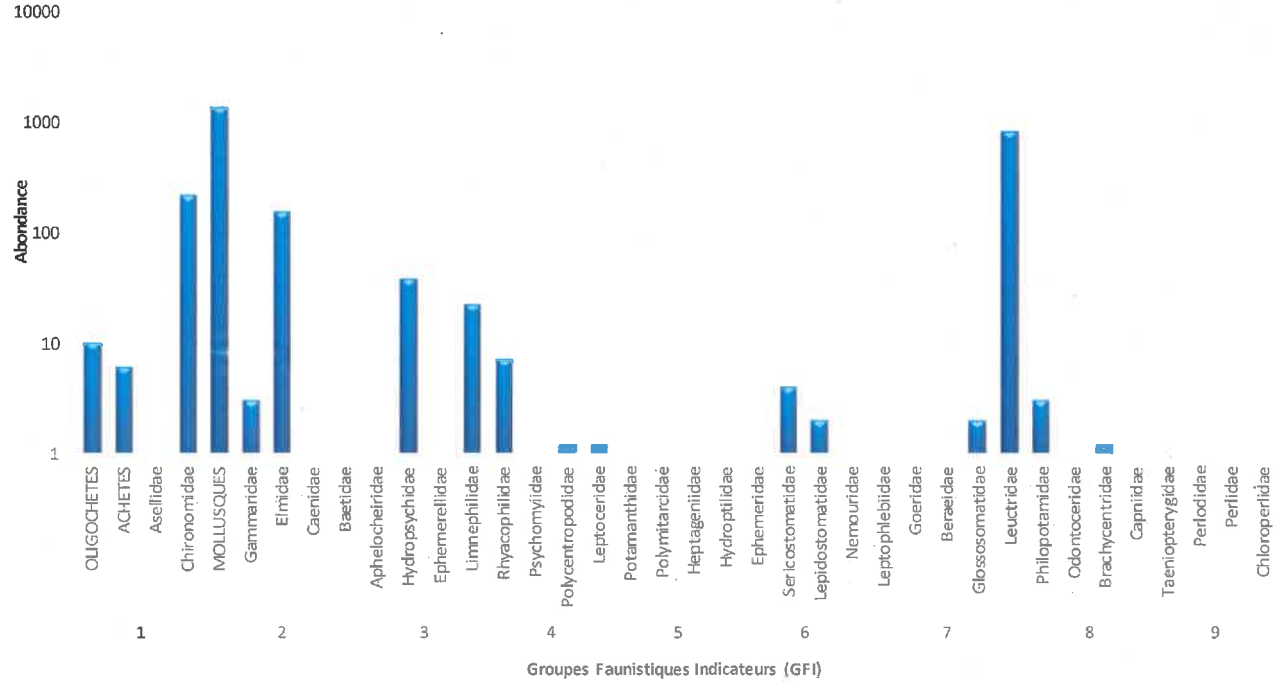
Cours d'eau :	CRAZIUS	Coordonnées du site (Lambert 93) :	Amont : X : 225364 Y : 6805493	Date :	20/07/2022
Réf. Station :	CRA_AV		Aval : X : 225367 Y : 6805449	Heure :	15:30
Commune/Dépt :	GLOMEL / 22			Opérateur :	J. Blémus
Lieu-dit :	Sept-Saints				


Résultats de l'analyse

Score IBG-DCE (/20) (EQR)	15	0,88	Score I2M2 V1.0.6 (EQR)	0,51
Variété IBGN équivalent [phases A,B] :	29		ASPT (EQR brute) I2M2 V1.0.6 :	0,69 6,29
Groupes Faunistique Indicateur (GFI) :	<i>Leuctridae</i> 7		Polyvoltinisme (EQR brute) I2M2 V1.0.6 :	0,76 0,27
Robustesse IBGN équivalent (/20) (EQR) :	13	0,75	Ovoviviparite (EQR brute) I2M2 V1.0.6 :	0,54 0,15
GFI robustesse IBGN équivalent :	<i>Sericostomatidae</i> 6		Diversité Shannon (EQR brute) I2M2 V1.0.6 :	0,11 1,86
Richesse (famille genre) [phases A,B,C] :	31	35	Richesse (EQR brute) I2M2 V1.0.6 :	0,27 35
Equitabilité Pielou (/1) [phases A,B,C] :	0,42		Abondance :	2729
Diversité Shannon (Bits) [phases A,B,C] :	2,18		Diversité maximale (Bits) :	5,13
			Diversité minimale (Bits) :	0,16
Dominance Simpson (/1) [phases A,B,C] :	0,34		Taxon dominant :	49,6% <i>Hydrobiidae</i>
Richesse générique EPT			Taxons dominants	
				
% EPT (famille / genre / individus) :			Indice Habitat (/20)	
35,5% 31,4% 32,5%			16,43	

La station obtient une note équivalent IBGN de **15/20** soit un score EQR de **0.88** correspondant à un état biologique qualifié de « **BON** » selon l'arrêté du 27 juillet 2018. En parallèle, avec un EQR de **0.51**, l'I2M2, en vigueur depuis 2018, qualifie la station comme étant également en « **BON** » état biologique d'après ce même arrêté.

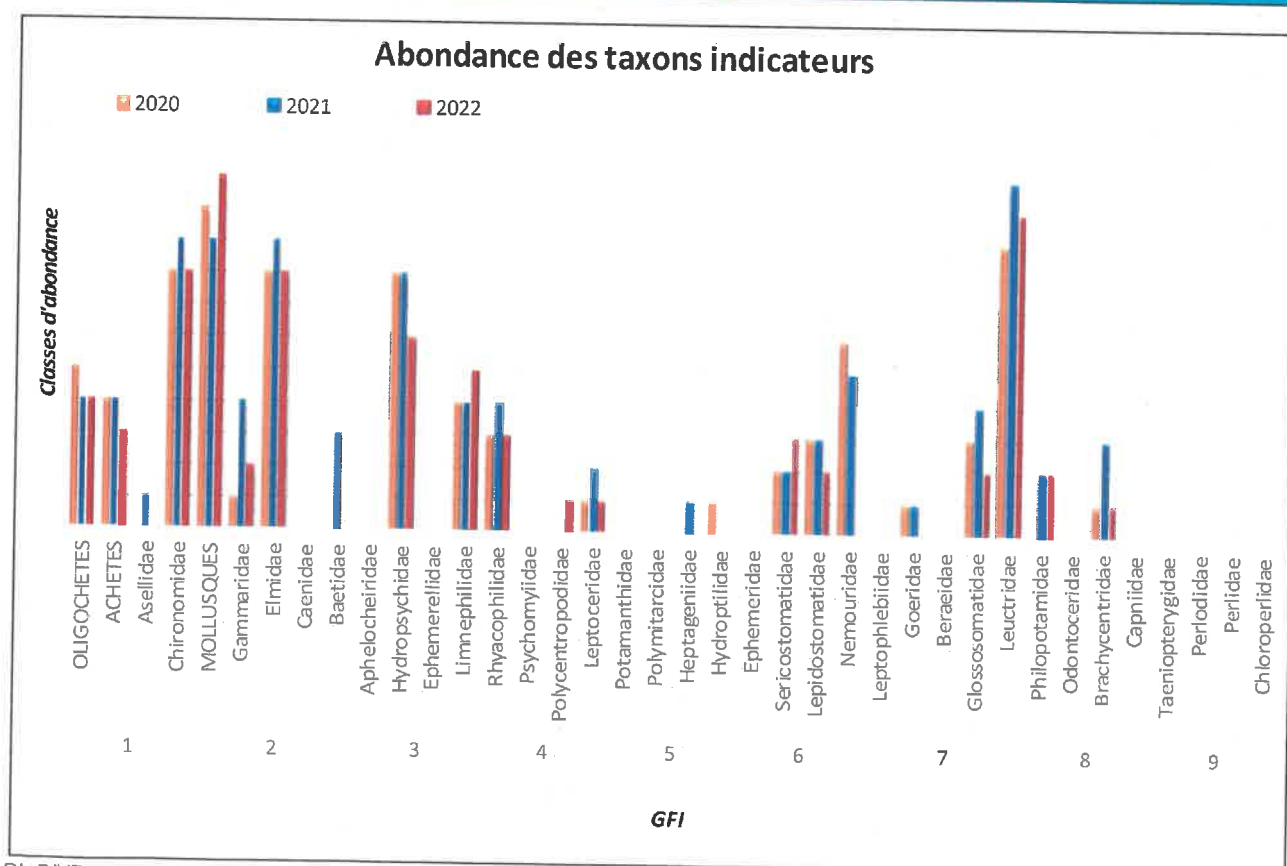
Répartition des taxons indicateurs



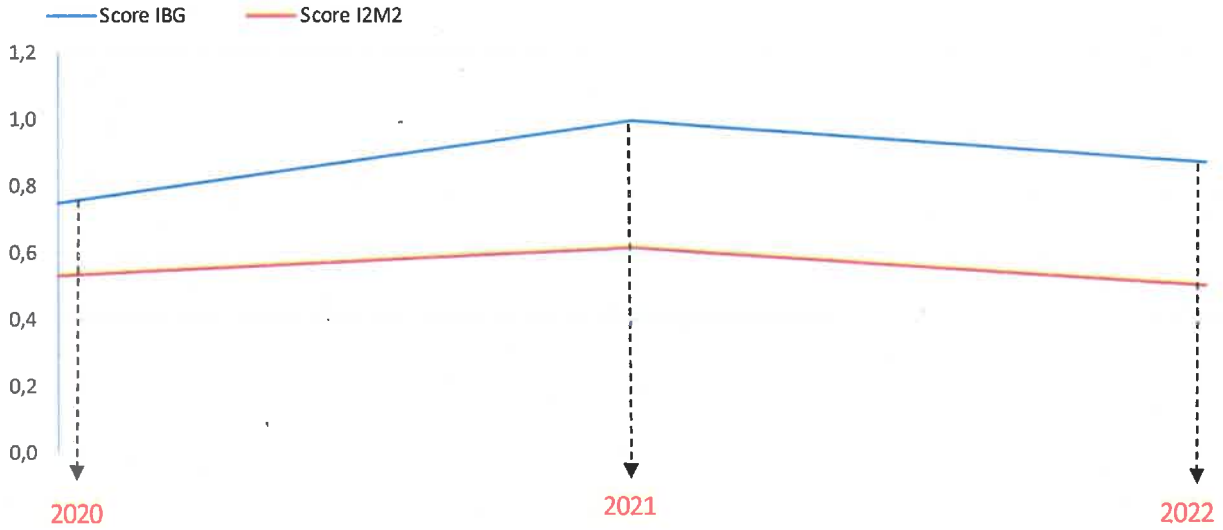
RESULTATS	Suivi hydrobiologique du Crazius	J. Blémus 
------------------	---	---

Rappel des principaux résultats

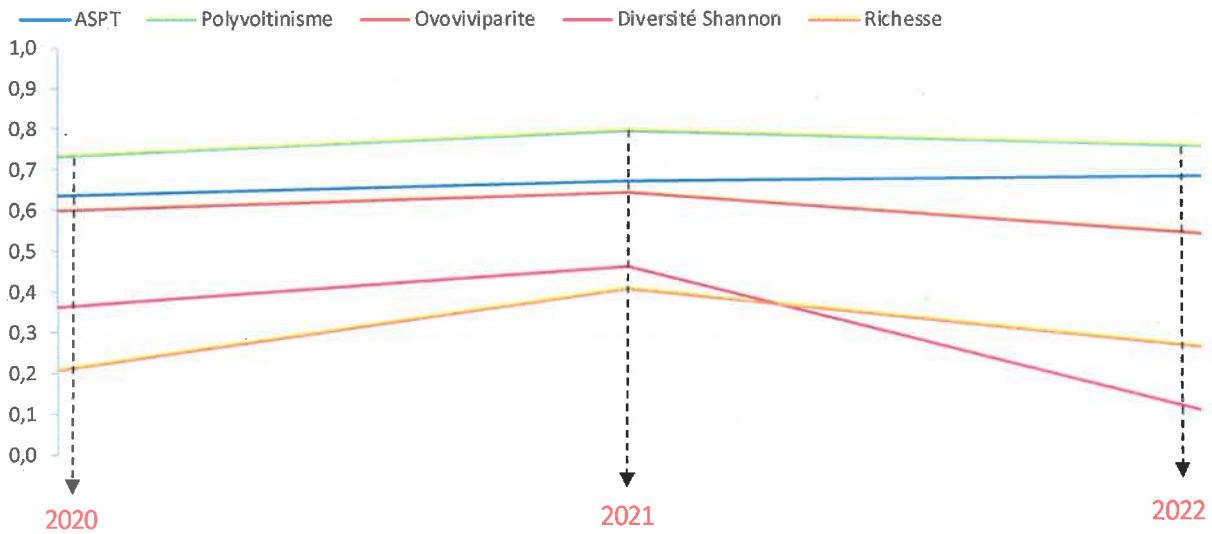
	2020		2021		2022	
Note équivalent IBGN (/20) / (EQR)	13	0,75	17	1,00	15	0,88
Groupe Faunistique Indicateur (GFI)	GFI 7 <i>Leuctridae</i>		GFI 8 <i>Brachycentridae</i>		GFI 7 <i>Leuctridae</i>	
Nombre d'individus du GFI	482		5		807	
Variété IBGN (8 pvts)	24		34		29	
Robustesse IBGN (/20) / (EQR)	13,0	0,75	16,0	0,94	13,0	0,75
Score I2M2 (EQR)	0,53		0,61		0,51	
ASPT (EQR) I2M2 V1.0.6	0,64		0,67		0,69	
Polyvoltinisme (EQR) I2M2 V1.0.6	0,73		0,79		0,76	
Ovoviviparite (EQR) I2M2 V1.0.6	0,60		0,64		0,54	
Diversité Shannon (EQR) I2M2 V1.0.6	0,36		0,46		0,11	
Richesse (EQR) I2M2 V1.0.6	0,20		0,41		0,27	
Variété famille / genre (12 pvts)	29 / 32		35 / 42		31 / 35	
Abondance	2326		3168		2729	
Diversité Shannon (bits)	2,68		2,98		2,18	
Equitabilité Pielou (/1)	0,54		0,55		0,42	
Dominance Simpson (/1)	0,24		0,23		0,34	
EPT famille (nb - %)	12 - 41,4%		14 - 40%		11 - 35,5%	
EPT genre (nb - %)	12 - 37,5%		16 - 38,1%		11 - 31,4%	
EPT individus (nb - %)	819 - 35,2%		1705 - 53,8%		888 - 32,5%	
Taxon dominant	<i>Hydrobiidae</i>		<i>Leuctridae</i>		<i>Hydrobiidae</i>	
% taxon dominant (individus)	42,1%		43,2%		49,6%	
Indice Habitat (/20)	16,10		16,29		16,43	



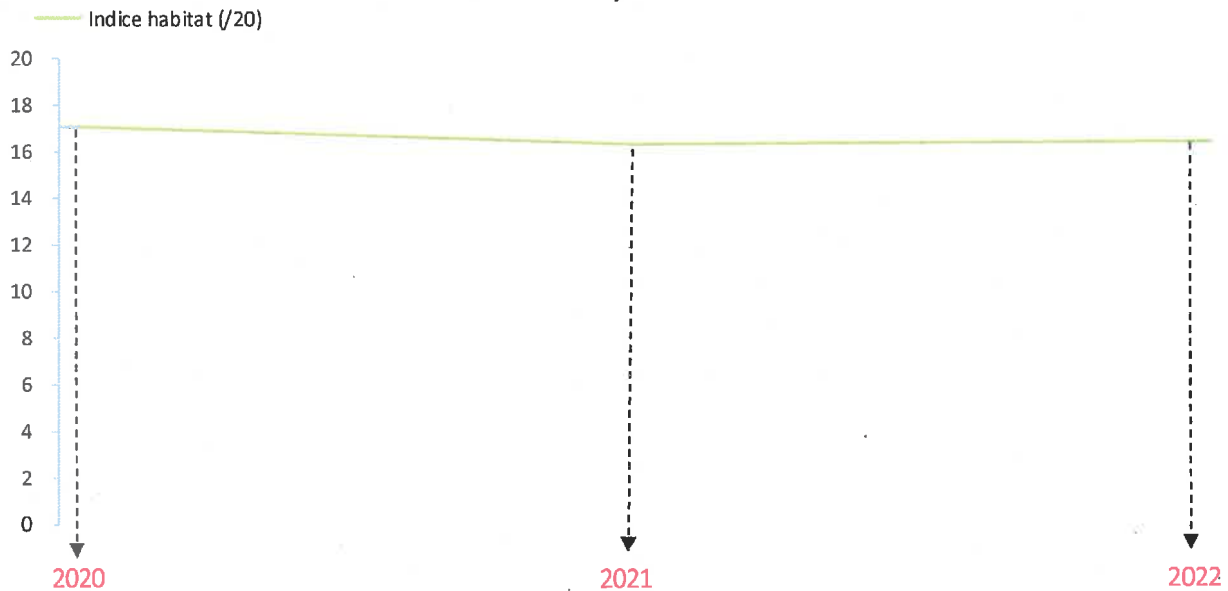
Evolution des résultats indicés (EQR)



Evolution des métriques I2M2 (EQR)



Evolution de la qualité de l'habitat

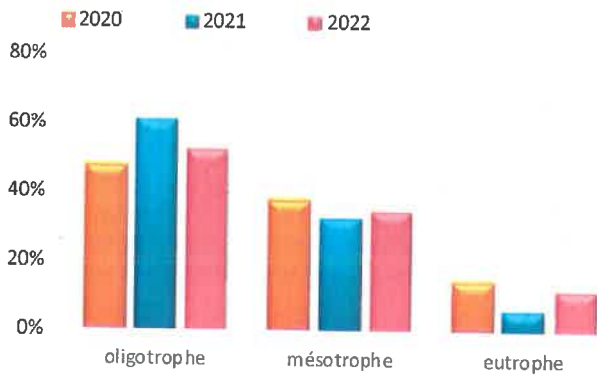




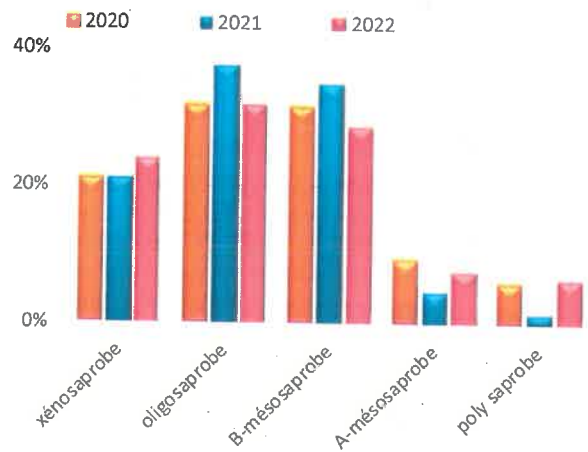
Comparaison des principaux traits écologiques

Ici, seuls les taxons déterminés au genre et dont les traits écologiques sont connus, sont pris en compte pour la réalisation des graphiques.

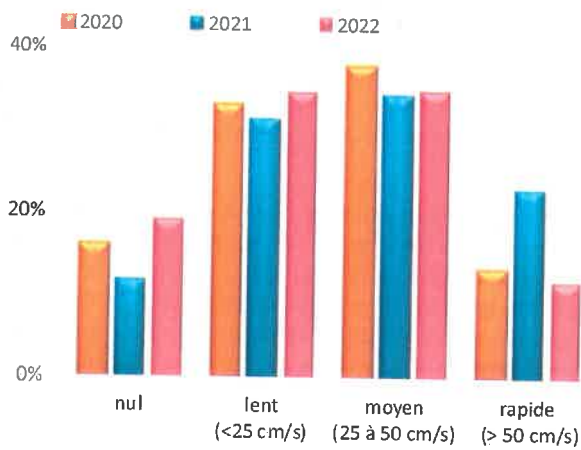
TROPHIE



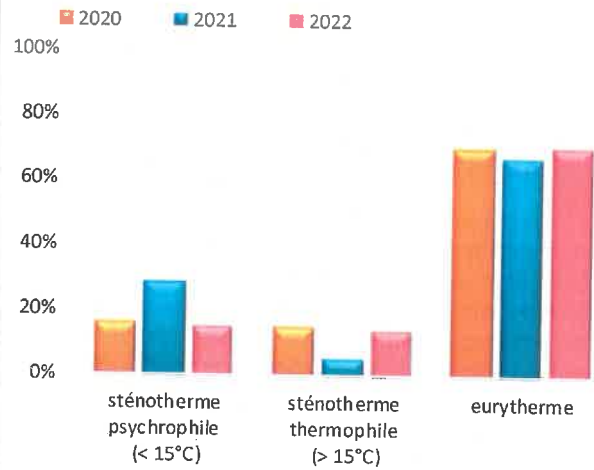
SAPROBIE



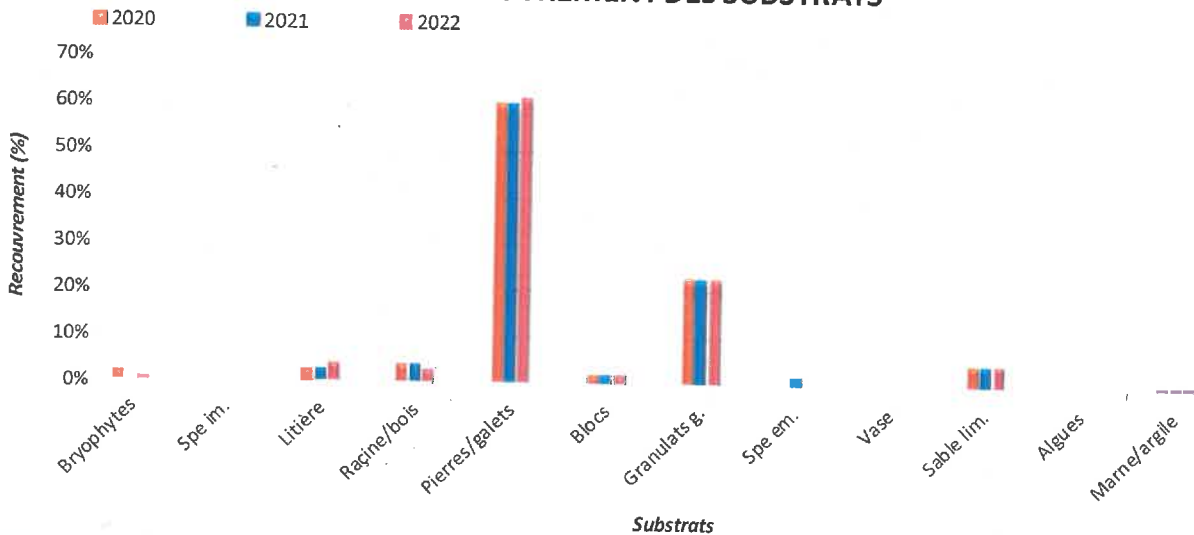
VITESSES D'ECOULEMENT



TEMPERATURE



RECOUVREMENT DES SUBSTRATS



INTERPRETATION	Suivi hydrobiologique du Crazius	J. Blémus 
-----------------------	---	---

L'analyse des peuplements d'invertébrés aquatiques échantillonnés sur Le Crazius en aval du rejet IMERYS et du plan d'eau sur cours situé au droit du Moulin de Crazius (22) nous montre quelques différences notables entre les trois dernières années étudiées.

Classes de qualité IBG-DCE fonction de l'HER et du niveau typologique concernés par la station (arrêté du 27 juillet 2018)

HER1	HER2	CLASSE DE QUALITE BIOLOGIQUE IBG-DCE (EQR)					REFERENCE BIOLOGIQUE	
		TYPLOGIE	TRES BON	BON	MOYEN	MEDIOCRE		MAUVAIS
12 MASSIF ARMORICAIN	Ouest Nord - Est (55 - 59 - 118)	M					17/20	
		P	1>TB>0,937	0,937>BO>0,812	0,812>MO>0,562	0,562>ME>0,312		0,312>MA>0
		TP						

Au regard de la note équivalent IBGN, l'état biologique du Crazius est différent pendant sur les trois dernières années étudiées avec des scores EQR compris entre 0.75 et 1 soit un état biologique « moyen » à « très bon » selon l'arrêté du 27 juillet 2018. En 2020, le groupe faunistique indicateur est le même qu'en 2022 (*Leuctridae* - GF17) mais la variété taxonomique IBGN (niveau d'identification à la famille sur les phases A et B) est beaucoup plus faible en 2020, ce qui explique les différences de score obtenus.

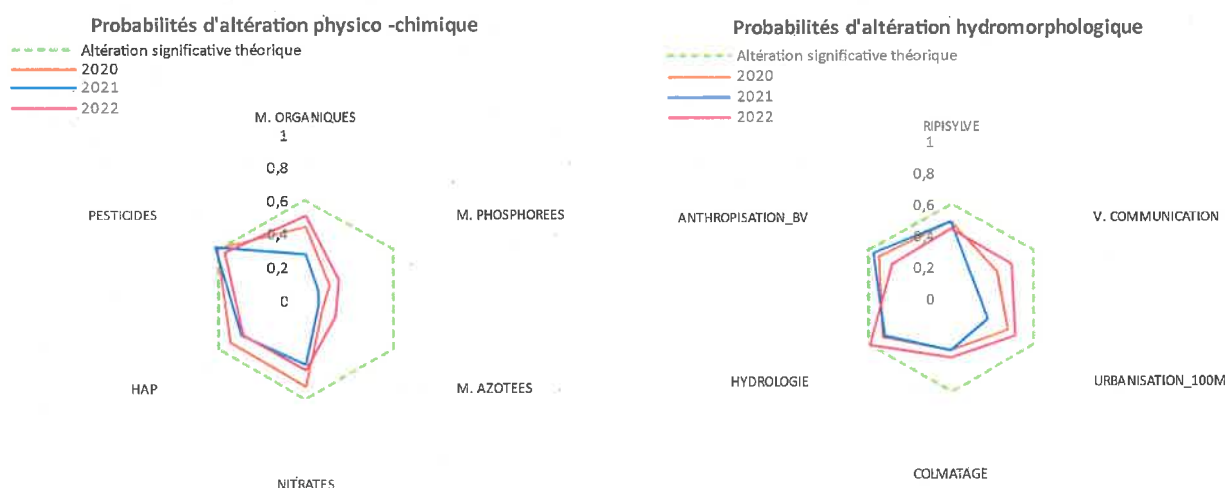
Classes de qualité I2M2 fonction de l'HER et du niveau typologique concernés par la station (arrêté du 27 juillet 2018)

HER1	HER2	CLASSE DE QUALITE BIOLOGIQUE I2M2 (EQR)					
		TYPLOGIE	TRES BON	BON	MOYEN	MEDIOCRE	MAUVAIS
12 MASSIF ARMORICAIN	Général	M					
		P	1>TB>0,665	0,665>BO>0,443	0,443>MO>0,295	0,295>ME>0,148	0,148>MA>0
		TP					

L'I2M2, l'indice en vigueur depuis 2018, révèle une station dans un bon état biologique quelle que soit l'année étudiée d'après l'arrêté du 27 juillet 2018. La richesse taxinomique et la diversité de Shannon restent les métriques les plus discriminantes même si l'année 2021 semble présenter les meilleurs scores et, par conséquent, un meilleur état biologique.

D'après les indices caractérisant la structure du peuplement, la station "CRA_AV" connaît un léger déséquilibre chaque année.

En complément de l'I2M2, un outil prédictif des pressions anthropiques subies par un milieu a été mis au point. Par l'analyse des fréquences d'apparition au sein des peuplements de certaines caractéristiques écologiques, une probabilité d'impact est calculée pour 6 pressions physico-chimiques ou 6 pressions d'ordre hydromorphologique. Les données issues de l'outil diagnostique I2M2 (V1.0.1) sont représentées sous la forme de diagrammes radars présentés ci-après. Le cercle en pointillé indique une probabilité d'impact de 0,6, au-delà de laquelle la pression est considérée comme relativement significative.



Au vu des diagrammes radars ci-dessus représentant les probabilités d'altérations physico-chimiques et hydromorphologiques de la station "CRA_AV" entre 2020 et 2022, nous ne constatons pas de changement notable, la station ne semble pas subir de pression d'ordre morphologique et physico-chimique. D'après l'outil diagnostique de l'I2M2, aucune pression exercée sur le milieu au niveau de cette station n'a été jugée significative sur les trois années (probabilité d'altération <0,6).

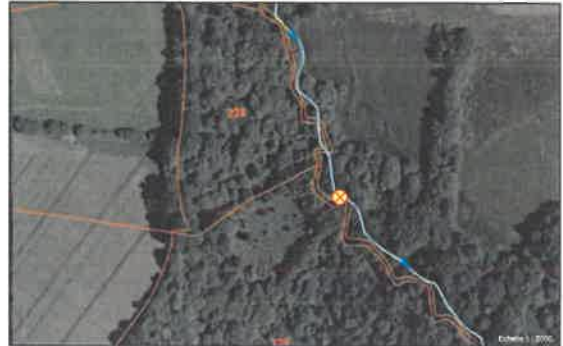
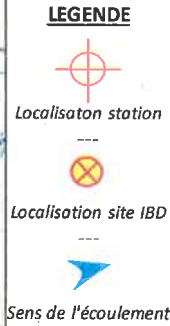
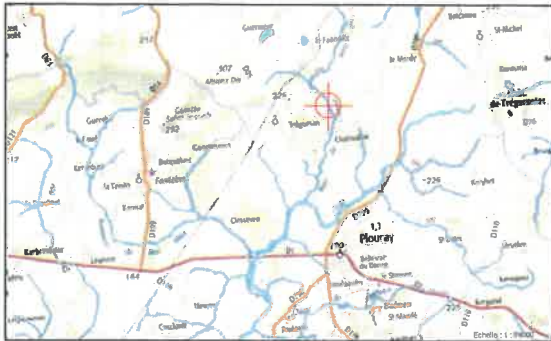
Les caractéristiques habitationnelles de la station sont quelque peu similaires entre 2019, 2020 et 2021, les résultats obtenus sont donc comparables d'un point de vue habitationnel.

3.2. Etude du peuplement diatomique

SITE DE PRELEVEMENT	Evaluation hydrobiologique du Crazius		
---------------------	---------------------------------------	---	---

Renseignements généraux et localisation

Cours d'eau :	CRAZIUS	Coordonnées du site (Lambert 93) :	X :	225367	Date :	21/07/2021
Réf. Station :	CRA_AV		Y :	6805449	Heure :	15:30
Commune/Dépt :	GLOMEL / 22				Opérateur :	J. Blémus
Lieu-dit :	Sept-Saints					



Photographie du site et support de prélèvement

Vue du site de prélèvement



Substrat(s) prélevé(s)



Caractérisation du site de prélèvement

<u>Physico-chimie :</u>	<u>Hydrologie :</u>	<u>Hydromorphologie :</u>	<u>Autres informations :</u>
Température Air (°C) :	29	Régime hydrologique :	Étiage
Température Eau (°C) :	22,1	Stabilité hydrologique :	> 10 jrs.
Oxygène dissous (mg/L) :	7,53	Turbidité relative :	Nulle
Oxygène - saturation (%) :	89,5		
pH (unité pH) :	7,05		
Conductivité (µS/cm) :	1144		
		Largeur plein bord (m) :	3,00
		Largeur mouillée (m) :	2,50
		Hauteur mouillée (m) :	0,25
		Faciès d'écoulement :	Radier
		Vitesse dominante (m/s) :	25 < V < 75
		Substrat dominant :	Pierre
		Colmatage :	Faible
		Dépôts calcaires :	Nulle
		Rec. macrophytes :	Nulle
		Luminosité :	Moyenne

Modalités de prélèvement

Matériel de prélèvement :	Brosse à usage unique	Substrat prélevé (nature / nombre) :	Pierre / 5	Fixateur :	Fixall'his (40%)
---------------------------	-----------------------	--------------------------------------	------------	------------	------------------

LISTE FLORISTIQUE	Evaluation hydrobiologique du Crazius	 
--------------------------	--	---

Renseignements généraux

Cours d'eau :	CRAZIUS	Coordonnées du site (Lambert 93) :	X :	225367	Date :	21/07/2021
Réf. Station :	CRA_AV		Y :	6805449	Heure :	15:30
Commune/Dépt :	GLOMEL / 22				Opérateur 1 :	J. Biémus
Lieu-dit :	Sept-Saints				Opérateur 2 :	C. Cejudo

Liste floristique

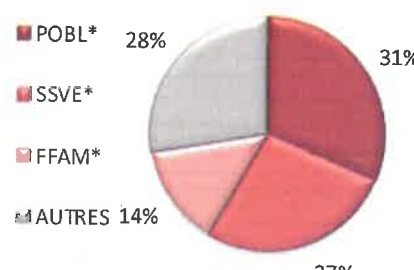
LISTE DES ESPECES	CODE OMNIDIA *	EFFECTIF	
		Nb	%
<i>Platessa oblongella</i> (Østrup) C.E. Wetzel, Lange-Bertalot & Ector	POBL*	127	31,4%
<i>Stausira venter</i> (Ehrenberg) Cleve & Moeller var. <i>venter</i>	SSVE*	110	27,2%
<i>Fragilaria famelica</i> (Kützing) Lange-Bertalot var. <i>famelica</i>	FFAM*	56	13,8%
<i>Gomphonema exilissimum</i> (Grun.) Lange-Bertalot & Reichardt	GEXL*	34	8,4%
<i>Achnanidium minutissimum</i> (Kützing) Czarniecki var. <i>minutissimum</i>	ADMI*	24	5,9%
<i>Stauriforma exiguiformis</i> (Lange-Bertalot) Flower Jones et Round	SEXG*	17	4,2%
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst var. <i>angustatum</i>	GANG*	12	3,0%
<i>Diatomée anormale</i> f. <i>anormale</i>	DEFO*	7	1,7%
<i>GOMPHONEMA</i> C.G. Ehrenberg	GOMP	3	0,7%
<i>Fragilaria acidoclinata</i> Lange-Bertalot & Hofmann	FACD*	2	0,5%
<i>Sellaphora saugerresii</i> (Desm.) C.E. Wetzel & D.G. Mann in Wetzel et al.	SSGE*	2	0,5%
<i>Achnanidium subatomoides</i> (Hustedt) Monnier, Lange-Bertalot et Ector	ADSO*	1	0,2%
<i>Brachysira microcephala</i> (Grunow) Compère	BMIC*	1	0,2%
<i>Caloneis lancettula</i> (Schulz) Lange-Bertalot & Witkowski	CLCT*	1	0,2%
<i>Cyclostephanos dubius</i> (Fricke) Round	CDUB*	1	0,2%
<i>Encyonopsis cesatii</i> (Rabenhorst) Krammer var. <i>cesatii</i>	ECES*	1	0,2%
<i>Encyonopsis subminuta</i> Krammer & Reichardt	ESUM*	1	0,2%
<i>Fragilaria microvaucheriae</i> C.E. Wetzel et Ector	FMIV	1	0,2%
<i>Mayamaea permitis</i> (Hustedt) Bruder & Medlin	MPMI*	1	0,2%
<i>Pinnularia microstauron</i> var. <i>rostrata</i> Krammer	PMRO	1	0,2%
<i>Sellaphora nigri</i> (De Not.) C.E. Wetzel et Ector comb. nov. emend.	SNIG*	1	0,2%
<i>Stauroneis kriegeri</i> Patrick	STKR*	1	0,2%

RESULTATS / ANALYSE	Evaluation hydrobiologique du Crazius	 
----------------------------	--	---

Renseignements généraux

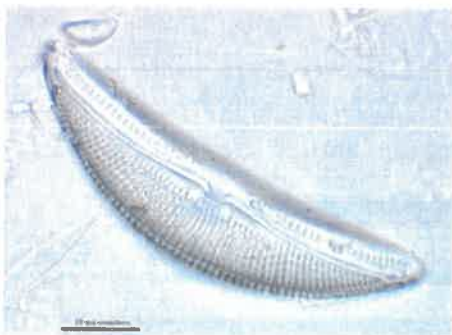
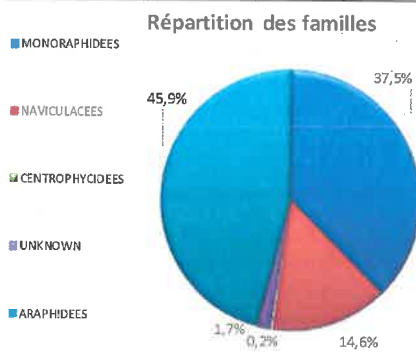
Cours d'eau : CRAZIUS	Coordonnées du site (Lambert 93) : X : 225367	Date : 21/07/2021
Réf. Station : CRA_AV	Y : 6805449	Heure : 15:30
Commune/Dépt : GLOMEL / 22		Opérateur : J. Blémus
Lieu-dit : Sept-Saints		

Résultats

IBD (/20) (EQR)	19		1,10		TAXON DOMINANT		
	IPS (/20)	16		<i>Platessa oblongella</i>			Nb. 127
Abondance (N. diatomées)	405		<p style="text-align: center;"><u>Distribution des taxons dominants</u></p> 				
Richesse famille (N. familles)	5						
Richesse générique (N. genres)	15						
Richesse spécifique (N. espèces)	22						
Diversité Shannon (Bits)	2,78						
Equitabilité Pielou (/1)	0,62						
Dominance Simpson (/1)	0,20						

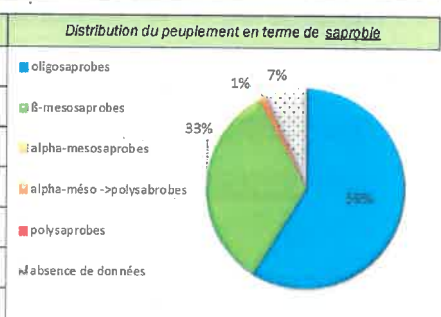
Distribution des familles Analyse des traits écologiques

LISTE DES FAMILLES	CODE	EFFECTIF	
		Nb	%
MONORAPHIDEES	MO	152	37,5%
NAVICULACEES	NA	58	14,6%
CENTROPHYCIDEES	CE	1	0,2%
UNKNOWN	YY	7	1,7%
ARAPHIDEES	AR	186	45,9%

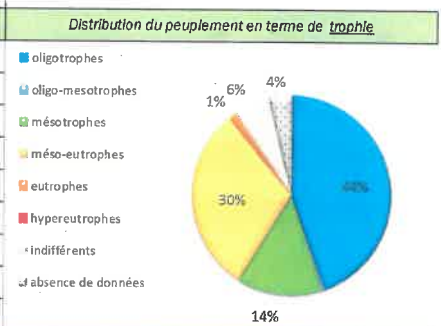


Photographie de Diatomées
(Source : DRIEE - Ile De France)

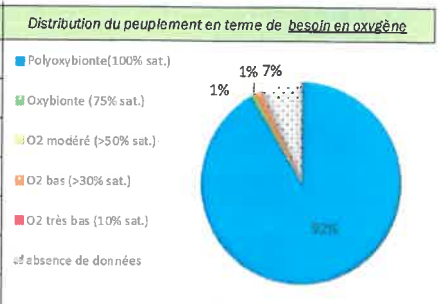
SAPROBIE	Nb	%
oligosaprobies	238	59%
β-mesosaprobies	135	33%
alpha-mesosaprobies	1	0%
alpha-més->polysaprobies	4	1%
polysaprobies	0	0%
absence de données	27	7%
effectif total	405	100%



TROPHIE	Nb	%
oligotrophes	180	44%
oligo-mesotrophes	2	0%
mésotrophes	56	14%
mésio-eutrophes	123	30%
eutrophes	5	1%
hypereutrophes	0	0%
indifférents	24	6%
absence de données	15	4%
effectif total	405	100%



BESOIN EN OXYGENE	Nb	%
Polyoxybionte(100% sat.)	371	92%
Oxybionte (75% sat.)	3	1%
O2 modéré (>50% sat.)	0	0%
O2 bas (>30% sat.)	4	1%
O2 très bas (10% sat.)	0	0%
absence de données	27	7%
effectif total	405	100%



RESULTATS / ANALYSE	Comparaison interannuelle "CRA_AV"	J. Blémus	
----------------------------	---	-----------	---

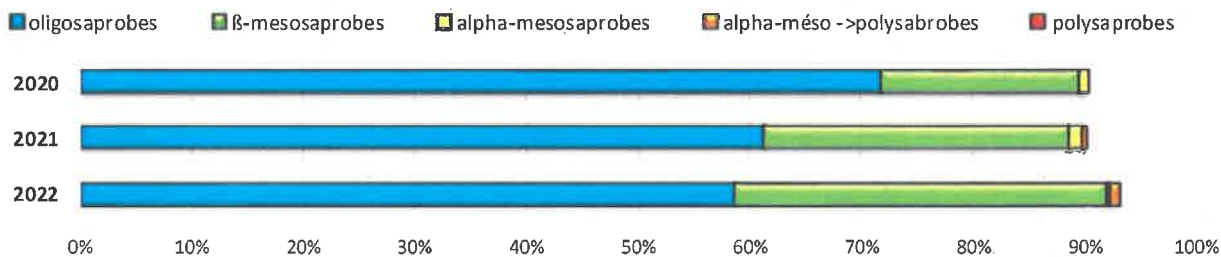
Résultats

<u>Rappel des principaux résultats</u>	2020		2021		2022	
IBD (/20) (EQR)	19,4	1,12	19,0	1,10	19,0	1,10
IPS (/20)	15,1		14,9		16,0	
Abondance (N. individus)	405		406		405	
Richesse (famille / espèce)	6	23	6	38	5	22
Diversité Shanon (bits)	2,88		3,07		2,78	
Equitabilité Piélou (/1)	0,64		0,59		0,62	
Dominance Simpson (/1)	0,22		0,19		0,20	
Famille dominante	MONORAPHIDEES		ARAPHIDEES		ARAPHIDEES	
Code OMNIDIA Nb. - % individus	MO	206 - 50,9%	AR	218 - 53,7%	AR	186 - 45,9%
Espèce dominante	Karayevia oblongella		Platessa oblongella		Platessa oblongella	
Code OMNIDIA Nb. - % individus	KOBG*	158 - 39%	POBL*	113 - 27,8%	POBL*	127 - 31,4%

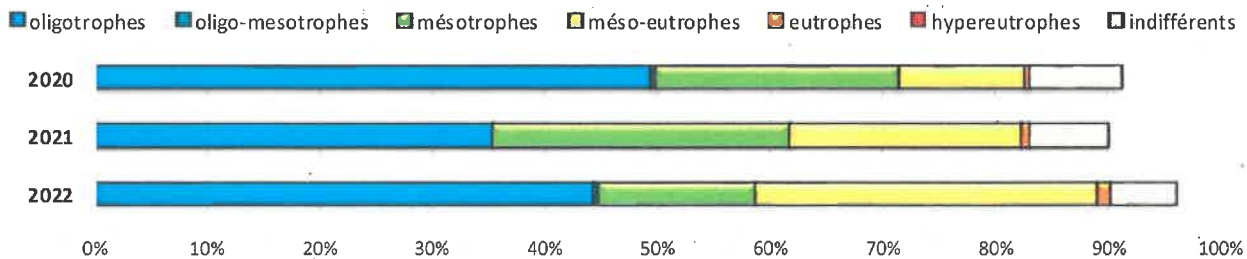
Analyse des traits écologiques

Ici, seuls les taxons dont les traits écologiques sont connus sont pris en compte.

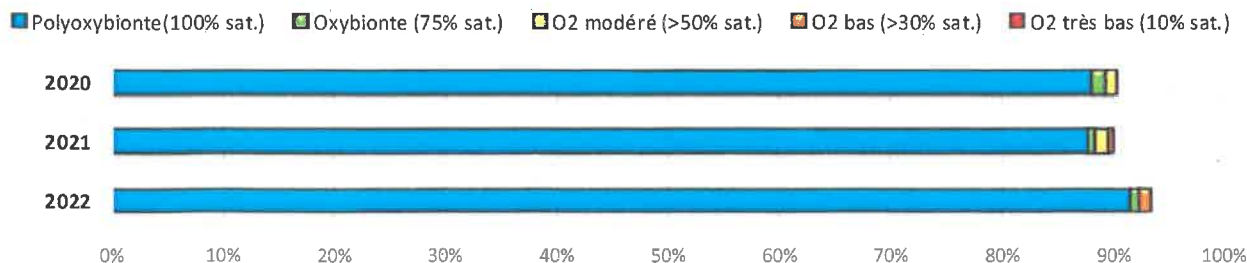
SAPROBIE



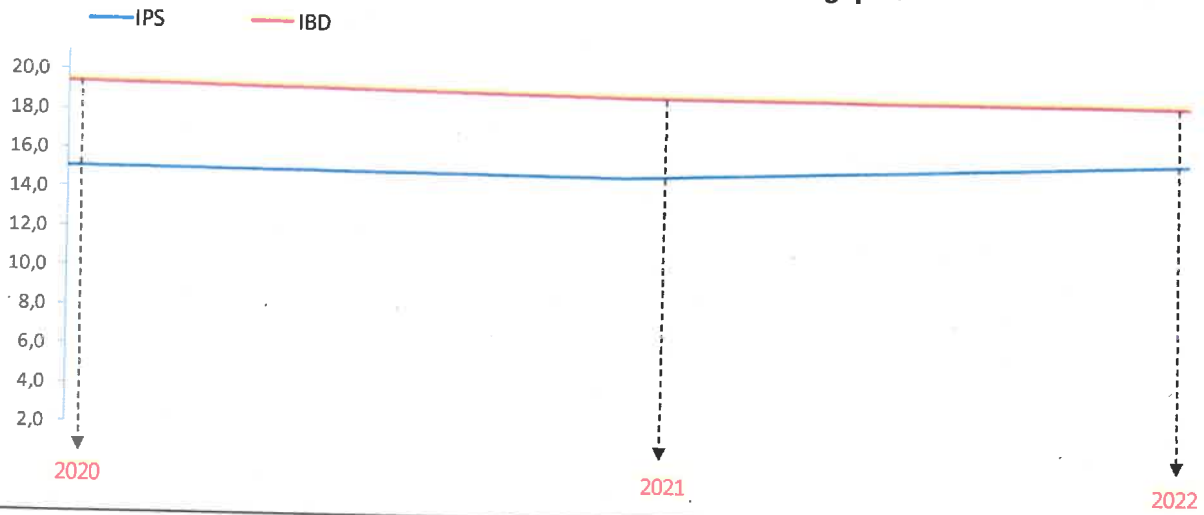
TROPHIE



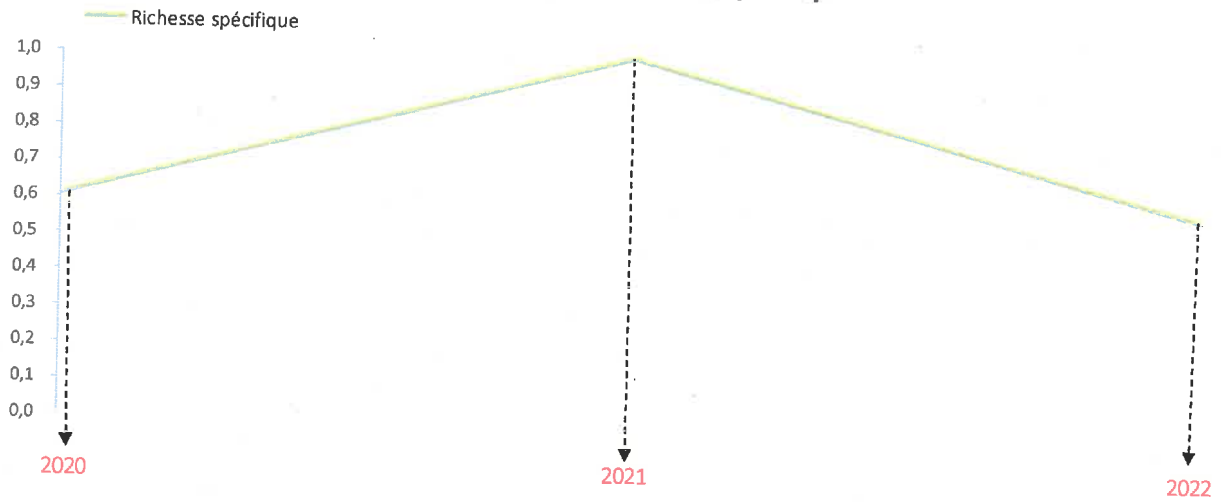
BESOIN EN OXYGENE



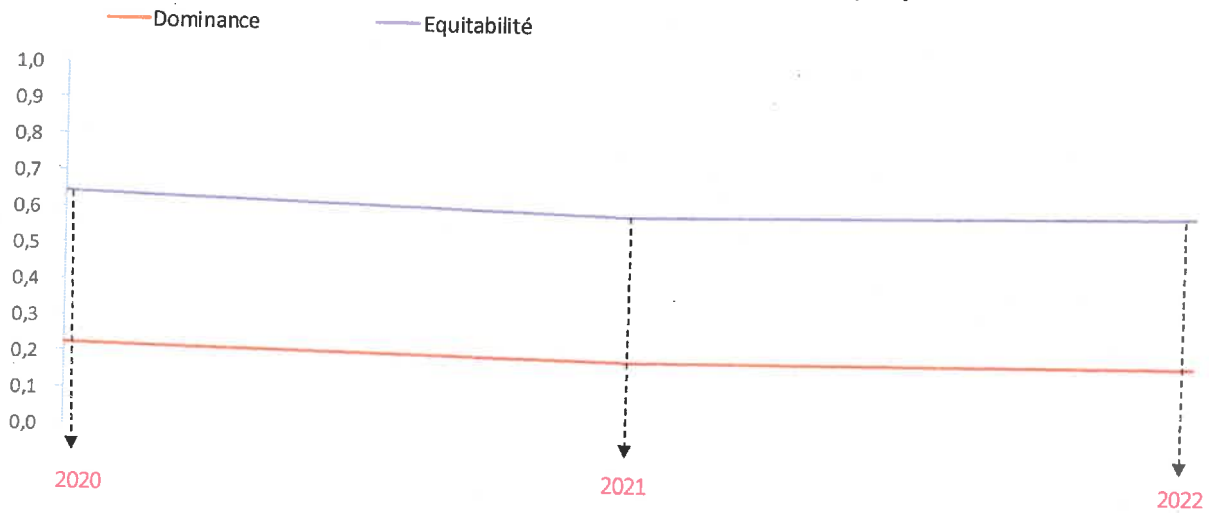
Evolution des scores d'indices biologiques



Evolution de la richesse spécifique



Evolution des indices qualifiant la structure du peuplement



INTERPRETATION**Comparaison interannuelle "CRA_AV"**

J. Blémus



L'analyse des peuplements diatomiques réalisée sur Le Crazius en aval du rejet IMERYS et de la retenue artificielle sur cours située au droit du Moulin de Crazius à Glomel (22) révèle peu de différences entre les trois dernières années étudiées.

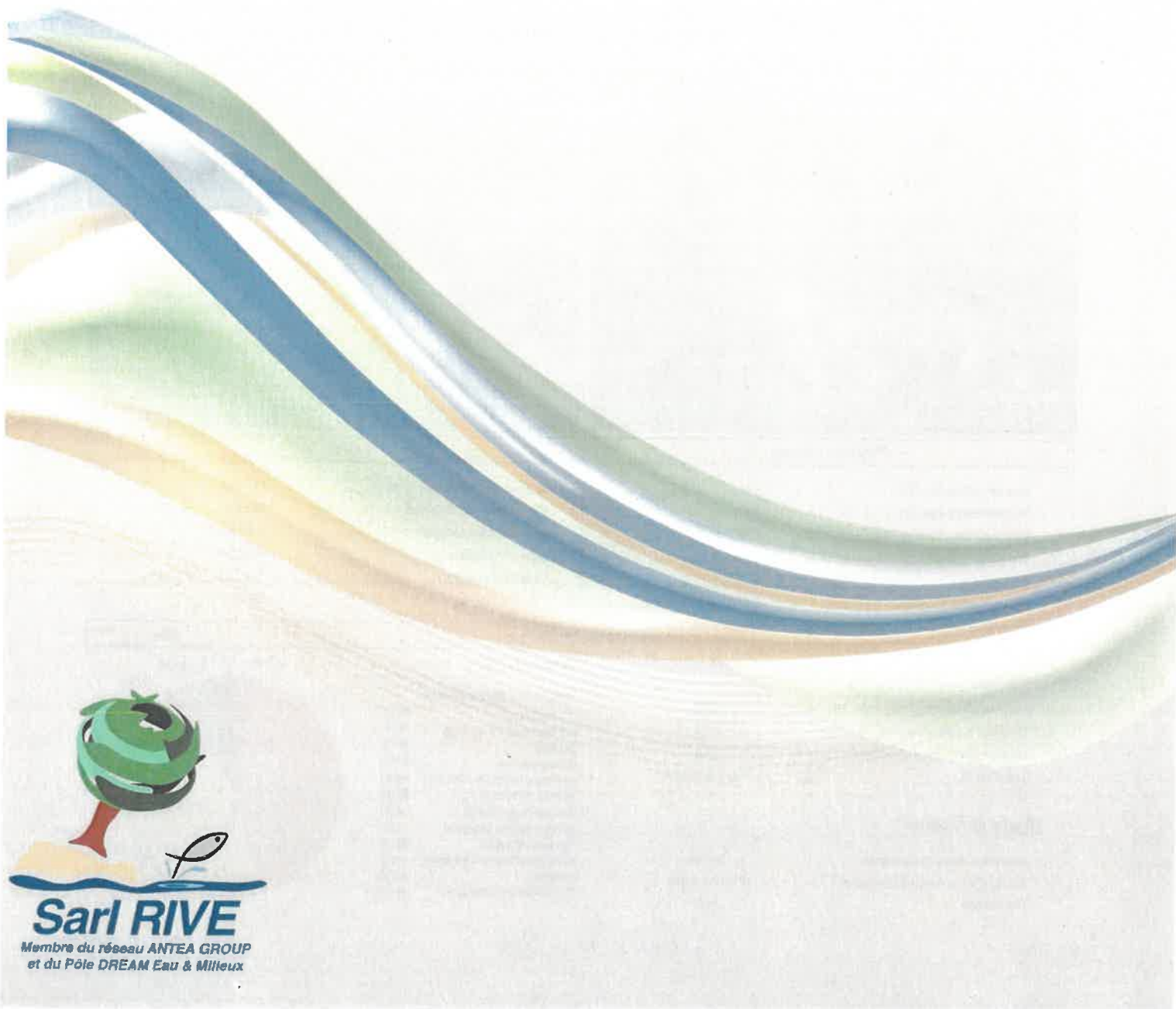
Classes de qualité de l'IBD (arrêté du 27 juillet 2018) :

INDICE	CLASSES DE QUALITE ECOLOGIQUE				
	TRES BON	BON	MOYEN	MEDIOCRE	MAUVAIS
IBD ₂₀₀₇ (EQR)	TB>0,94	0,94>B>0,78	0,78>MO>0,55	0,55>ME>0,30	0,30>MA

Le score EQR de l'IBD est sensiblement le même quelle que soit l'année étudiée et reste au-dessus de la note de référence de cette hydroécocorégion soit 17.4/20. Ce score élevé classe la station en « très bon » état biologique selon l'arrêté du 27 juillet 2018. L'IPS, avec des notes comprises entre 14.9 et 16 est plus discriminant mais il indique également trois années avec un état biologique proche.

Le peuplement relevé en 2021 s'avère être le plus équilibré du fait d'une richesse spécifique plus élevée que les autres années. Le taxon qui domine le peuplement est le même pour les trois années à savoir *Platessa oblongella* que l'on retrouve généralement dans des eaux relativement bien oxygénées ne subissant pas de pollutions organiques ou en nutriments.

4. RESULTATS OBTENUS SUR LA STATION « CRA_RES_AM »

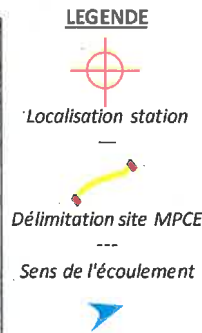
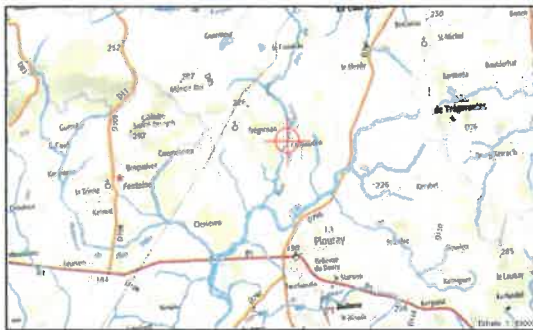


4.1. Etude du peuplement d'invertébrés aquatiques

SITE DE PRELEVEMENT	Evaluation hydrobiologique du Crazius		
----------------------------	--	---	---

Renseignements généraux et localisation

Cours d'eau : CRAZIUS	Coordonnées du site (Lambert 93) : Amont : X : 225310 Y : 6804836	Date : 20/07/2022
Réf. Station : CRA_RES_AM	Aval : X : 225288 Y : 6804794	Heure : 12:30
Commune/Dépt : GLOMEL / 22		Opérateur : J. Blémus
Lieu-dit : Cluzioudon		



Photographies du site de prélèvement

Vue du site de prélèvement depuis l'amont



Vue du site de prélèvement depuis l'aval



Physico-chimie	Hydrologie
-----------------------	-------------------

Température Air (°C) :	24	Régime hydrologique annuel :	Pluvial
Température Eau (°C) :	17,5	Condition hydrologique :	Étiage
Oxygène dissous (mg/l) :	8,93	Stabilité hydrologique :	> 10 jours
Oxygène - saturation (%) :	96,2	Aspect / Couleur :	Incolore
pH (unité pH) :	7,39	Turbidité relative :	Nulle
Conductivité (µS/cm) :	575	Odeur :	Sans

Hydromorphologie

Variables morphométriques :

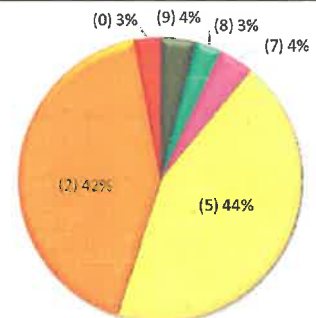
Largeur au miroir moyenne - Lm (m) :	2,25
Hauteur d'eau moyenne - h (m) :	0,20
Largeur plein bord - Lpb (m) :	3,40
Tracé du lit :	Sub-rectiligne

Qualité de l'habitat

Diversité des écoulements :	Faible
Faciès d'écoulement dominant :	Plat / éntique
Colmatage :	Fort

Substrats (%) :

- (Habitabilité) Nature substrat
- (11) Bryophytes
 - (10) Spermaphytes immergés
 - (9) Litière
 - (8) Racines / Bois
 - (7) Pierres, Galets (25 à 250 mm)
 - (6) Blocs (>250 mm)
 - (5) Graviers (2 à 25 mm)
 - (4) Spermaphytes émergents
 - (3) Vases (<0.1 mm)
 - (2) Sables et limons (0.1 à 2 mm)
 - (1) Algues
 - (0) Surfaces uniformes dures



MODALITES PRELEVEMENT	Evaluation hydrobiologique du Crazius		
------------------------------	--	--	--

Renseignements généraux

Cours d'eau :	CRAZIUS	Coordonnées du site (Lambert 93) :	Amont :	X : 225310 Y : 6804836	Date :	20/07/2022
Ref. Station :	CRA_RES_AM		Aval :	X : 225288 Y : 6804794	Heure :	12:30
Commune/Dépt :	GLOMEL / 22	Opérateur : J. Blémus				
Lieu-dit :	Cluzioudon					

Tableau d'échantillonnage

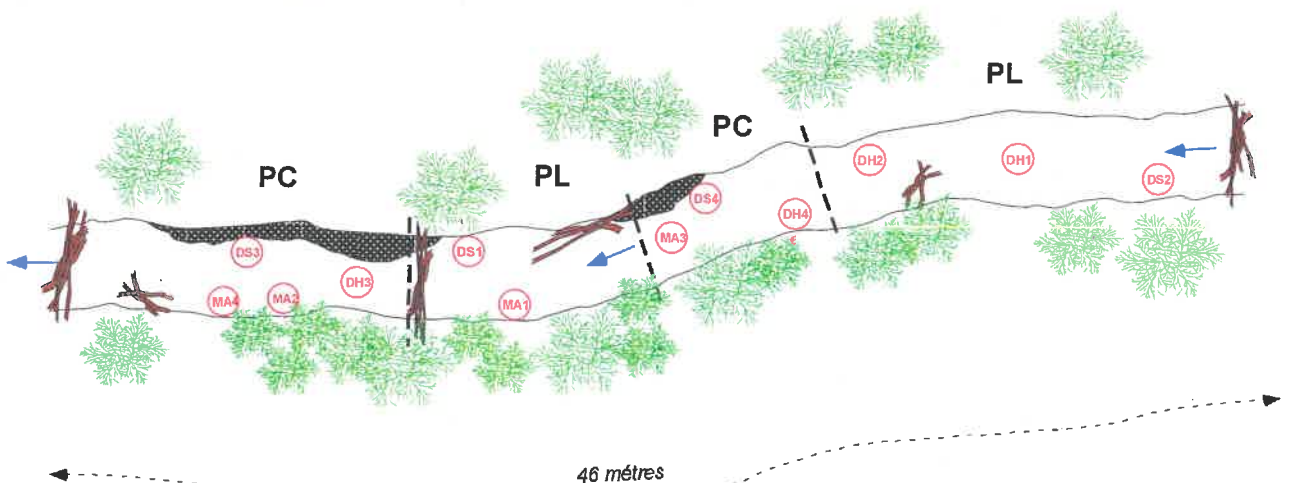
Classe de vitesse			N2	N6	N5	N3	N1
Vitesses superficielles (en cm/s)			V>150	150>V>75	75>V>25	25>V>5	V<5
Supports	% REC	S					
Bryophytes	0,0%	11					
Spermaphytes immergés (hydrophytes)	0,0%	10					
Débris organiques grossiers (litière)	4,0%	9					MA1
Chevelus racinaires libres dans l'eau Supports ligneux	3,0%	8					MA2
Sédiments minéraux de grande taille (25 mm < φ < 250 mm)	4,0%	7					MA3
Blocs facilement déplaçables (φ > 250 mm)	0,0%	6					
Granulats grossiers (gravier) (2.5 mm < φ < 25 mm)	44,0%	5			DH3	DH1 - DS2	DS1,2,4
Spermaphytes émergents (hélrophytes)	0,0%	4					
Sédiments organiques fins (vases) (φ ≤ 0.1 mm)	0,0%	3					
Sédiments minéraux fins (sable & limon) (φ < 2.5 mm)	42,0%	2				DH4	DH2 - DS3
Algues, bactéries et champignons	0,0%	1					
Surfaces uniformes dures	3,0%	0					MA4

Habitats dominants : D1 D2 D3

	PHASE A				PHASE B				PHASE C			
	MA1	MA2	MA3	MA4	DH1	DH2	DH3	DH4	DS1	DS2	DS3	DS4
Surber (S) / Haveneau (H)	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Visibilité (%)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Schema du site de prélèvement

<p><u>Faciès d'écoulement</u></p> <p>R : Radier PL : Plat Lentique PC : Plat Courant P : Profond</p> <p>..... Délimitation faciès</p>	<p><u>Végétation</u></p> <p> Hydrophytes Hélrophytes Ripisylve Roncier</p>	<p><u>Zones hors d'eau</u></p> <p> Banquette de vase Banquette de sable Banquette de pierres</p>	<p><u>Divers éléments</u></p> <p> Bloc Encombre Pont routier Passerelle</p> <p> Echantillon Sens écoulement Longueur du site</p>
---	---	--	---



LISTE FAUNISTIQUE	Evaluation hydrobiologique du Crazius	 IMERYS	 SARL RIVE
--------------------------	--	--	---

Renseignements généraux

Cours d'eau :	CRAZIUS	Coordonnées du site (Lambert 93) :	Amont :	X : 225310	Date :	20/07/2022
Réf. Station :	CRA_RES_AM		Y :	6804836	Heure :	12:30
Commune/Dépt :	GLOMEL / 22	Aval :	X :	225288	Opérateur :	J. Blémus
Lieu-dit :	Cluzoudon		Y :	6804794		

Liste faunistique

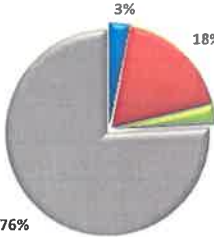
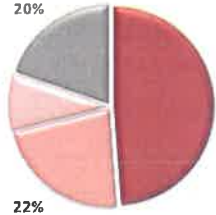
TAXONS ORDRE - Famille - Genre	ECHANTILLONS													Effectif échantillonné
	Phase B				Phase C				Phase A					
	DH1	DH2	DH3	DH4	DS1	DS2	DS3	DS4	MA1	MA2	MA3	MA4		
PLECOPTERES														362
Leuctridae	7	9	2	27	12	64	7	9	117	88	6		21	362
<i>Leuctra</i>		9	2	27	12	64	7	9	117	88	6		21	
TRICHOPTERES														38
Brachycentridae	8									1				1
<i>Brachycentrus</i>										1				
Glossosomatidae	7										2			2
<i>Glossosoma</i>											2			
Hydropsychidae	3	2		2									1	5
<i>Hydropsyche</i>		2		2									1	
Lepidostomatidae	6									1				1
<i>Lepidostoma</i>										1				
Limnephiliidae	3				1	5		1	2	4	5			18
<i>Limnephiliinae. nd</i>					1	5		1	2	4	5			
Sericostomatidae	6			1		4	1		2		2	1		11
<i>Sericostoma</i>				1		4	1		2		2	1		
EPHEMEROPTERES														1
Ephemeridae	6												1	1
<i>Ephemera</i>													1	
COLEOPTERES														137
Curculionidae											1			1
Dytiscidae											1			1
<i>Colymbetinae</i>											1			
Elmidae	2	13	1	10	5	10		3	24	3		2	2	73
<i>Dupophilus</i>					1	2			3			2		
<i>Elmis</i>		1		2				2					1	
<i>Limnius</i>		7	1	4	4	7		1	12	3				
<i>Oulimnius</i>		5		4		1			9				1	
Gyrinidae	1													1
<i>Orectochilus</i>		1												
Haliplidae											1			1
<i>Haliplus</i>											1			
Helodidae											1			1
<i>Helodes</i>											1			
Helophoridae											1			1
<i>Helophorus</i>											1			
Hydraenidae		12		15				3	4	4	20		2	56
<i>Hydraena</i>		12		15				3	4	4	20		2	
Hydrophilidae											2			2
<i>Hydrophilidae. nd</i>											2			
DIPTERES														125
Athericidae							1				1			2
Ceratopogonidae							1							1
Chironomidae	1	2	23	1	2	18	15	8	10	10				89
Limoniidae		8		10	5	2			2			1		28
Simuliidae				3										3
Tabanidae			1							1				2
ODONATES														6
Calopterygidae											3			3
<i>Calopteryx</i>											3			
Cordulegasteridae						1			1			1		3
<i>Cordulegaster</i>						1			1			1		
LEPIDOPTERES														1
Pyralidae						1								1
AMPHIPODES														149
Gammaridae	2	3			1	6	1		4	77	55	1	1	149
<i>Gammaridae. nd</i>										7	13			
<i>Gammarus</i>		3			1	6	1		4	70	42	1	1	
BIVALVES														1
Sphaeriidae	2						1							1
<i>Pisidium</i>							1							
GASTEROPODES														796
Hydrobiidae	2	213	5	70	44	6	58	42		34	160	4	160	796
<i>Potamopygus</i>		213	5	70	44	6	58	42		34	160	4	160	
ACHETES														6
Glossiphoniidae	1							1	3			2		6
OLIGOCHETES														7
<i>Glossiphoniidae</i>	1			1	1		1	2	1	1				
Effectif total														1629
Variété taxinomique														33

RESULTATS / ANALYSE	Evaluation hydrobiologique du Crazius	 IMERYS	 SARL RIVE
----------------------------	--	--	---

Renseignements généraux

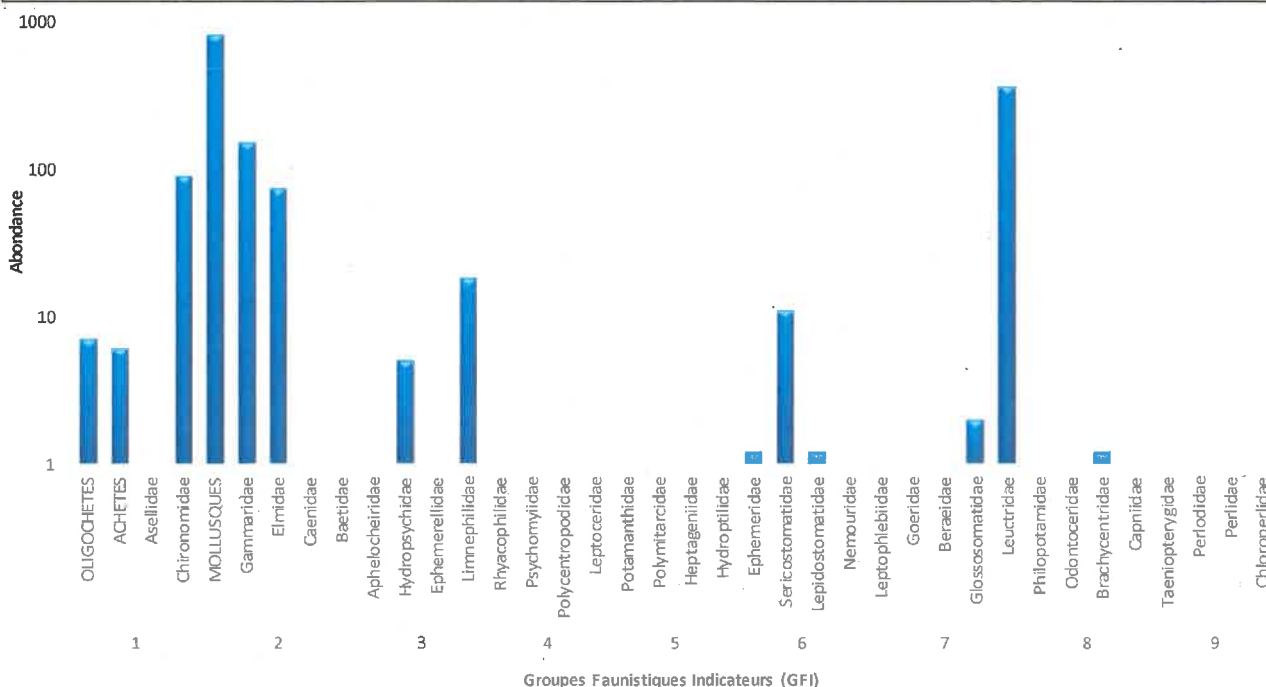
Cours d'eau :	CRAZIUS	Coordonnées du site (Lambert 93) :	Amont :	X : 225310	Date :	20/07/2022	
Ref. Station :	CRA_RES_AM		Y : 6804836	Aval :	X : 225288	Heure :	12:30
Commune/Dépt :	GLOMEL / 22		Y : 6804794			Opérateur :	J. Biémus
Lieu-dit :	Cluzioudon						

Résultats de l'analyse

Score IBG-DCE (/20) (EQR)	14	0,81	Score I2M2 V1.0.6 (EQR)	0,37
Variété IBGN équivalent [phases A,B,C] :	28		ASPT (EQR brute) I2M2 V1.0.6 :	0,30 5,21
Groupe Faunistique Indicateur (GFI) :	<i>Leuctridae</i> 7		Polyvoltinisme (EQR brute) I2M2 V1.0.6 :	0,62 0,30
Robustesse IBGN équivalent (/20) (EQR) :	13	0,75	Ovoviviparite (EQR brute) I2M2 V1.0.6 :	0,35 0,20
GFI robustesse IBGN équivalent :	<i>Sericostomatidae</i> 6		Diversité Shannon (EQR brute) I2M2 V1.0.6 :	0,25 2,26
Richesse (famille genre) [phases A,B,C] :	31	33	Richesse (EQR brute) I2M2 V1.0.6 :	0,24 34
Equitabilité Pielou (/1) [phases A,B,C] :	0,50		Abondance :	1629
Diversité Shannon (Bits) [phases A,B,C] :	2,51		Diversité maximale (Bits) :	5,04
Dominance Simpson (/1) [phases A,B,C] :	0,30		Diversité minimale (Bits) :	0,24
			Taxon dominant :	48,9% <i>Hydrobiidae</i>
Richesse générique EPT		Taxons dominants		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Pléocoptères ■ Trichoptères ■ Ephéméroptères ■ Autres taxons 		<ul style="list-style-type: none"> ■ Hydrobiidae ■ Leuctridae ■ Gammaridae ■ Autres taxons 		
% EPT (famille / genre / individus) :		25,8% 24,2% 24,6%	Indice Habitat (/20)	13,66

La station obtient une note équivalent IBGN de **14/20** soit un score EQR de **0.81** correspondant à un état biologique qualifié de « **BON** » selon l'arrêté du 27 juillet 2018. En parallèle, avec un EQR de **0,37**, l'I2M2, en vigueur depuis 2018, qualifie la station comme étant dans un état biologique « **MOYEN** » d'après ce même arrêté.

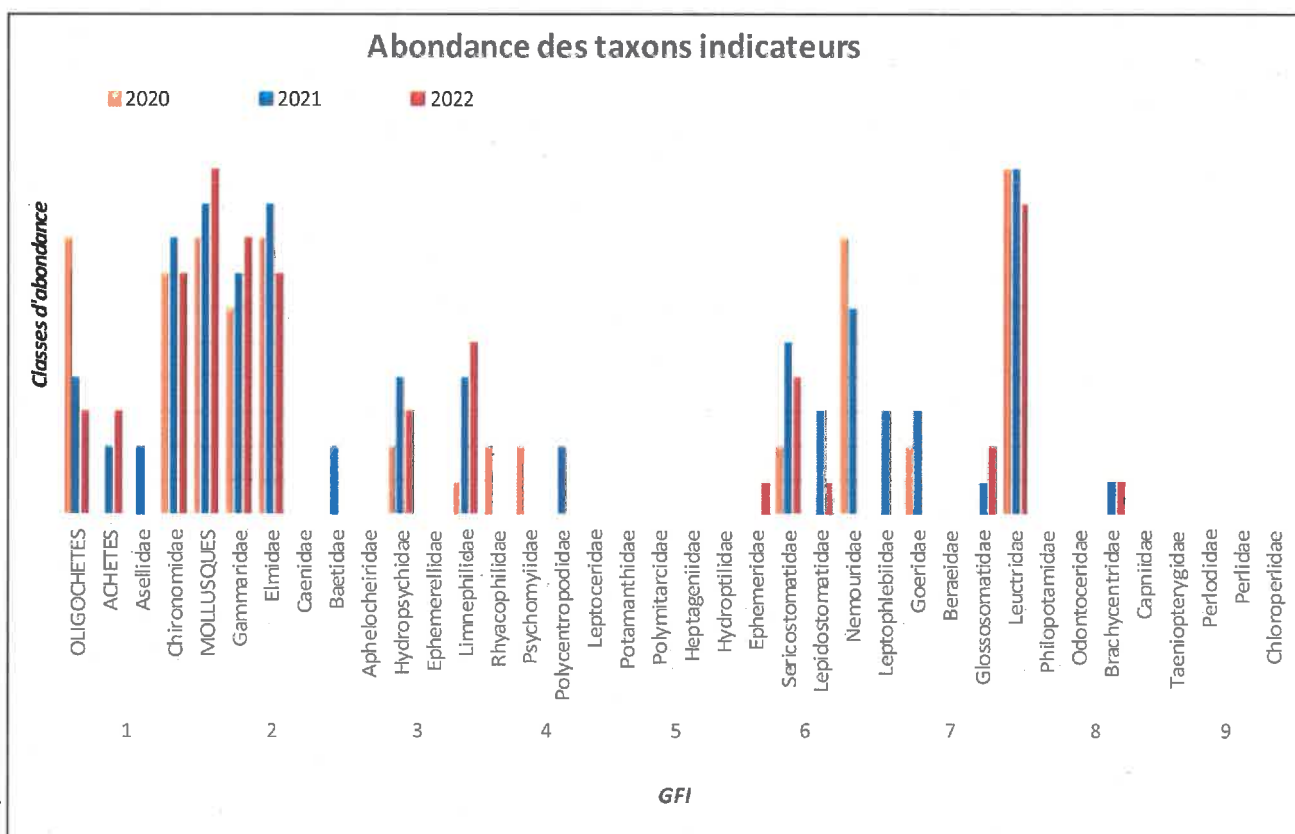
Répartition des taxons indicateurs



RESULTATS	Comparaison interannuelle "CRA_RES_AM"	J. Blémus	
------------------	---	-----------	---

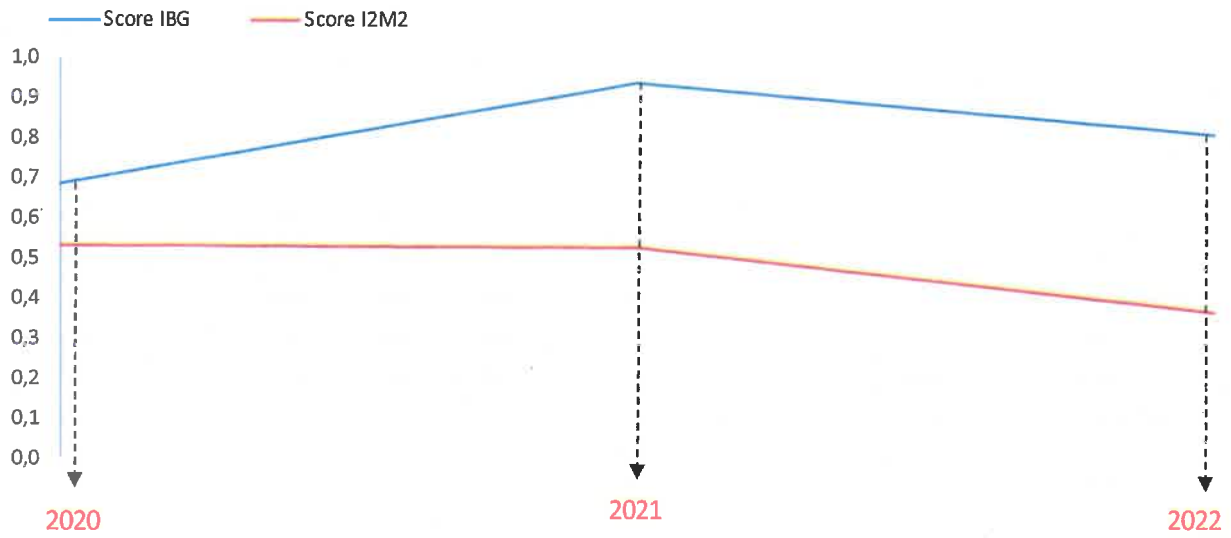
Rappel des principaux résultats

	2020		2021		2022	
Note équivalent IBGN (/20) / (EQR)	12	0,69	16	0,94	14	0,81
Groupe Faunistique Indicateur (GFI)	GFI 7 <i>Leuctridae</i>		GFI 7 <i>Leuctridae</i>		GFI 7 <i>Leuctridae</i>	
Nombre d'individus du GFI	711		814		362	
Variété IBGN (8 pvts)	20		33		28	
Robustesse IBGN (/20) / (EQR)	11	0,63	15	0,88	13	0,75
Score I2M2 (EQR)	0,53		0,53		0,37	
ASPT (EQR) I2M2 V1.0.6	0,70		0,47		0,30	
Polyvoltinisme (EQR) I2M2 V1.0.6	0,67		0,66		0,62	
Ovoviviparite (EQR) I2M2 V1.0.6	0,59		0,52		0,35	
Diversité Shannon (EQR) I2M2 V1.0.6	0,46		0,59		0,25	
Richesse (EQR) I2M2 V1.0.6	0,10		0,37		0,24	
Variété famille / genre (12 pvts)	24 / 27		37 / 40		31 / 33	
Abondance	1786		2321		1629	
Diversité Shannon (bits)	2,95		3,14		2,51	
Equitabilité Pielou (/1)	0,62		0,59		0,50	
Dominance Simpson (/1)	0,20		0,19		0,30	
EPT famille (nb - %)	8 - 33,3%		12 - 32,4%		8 - 25,8%	
EPT genre (nb - %)	8 - 29,6%		12 - 30%		8 - 24,2%	
EPT individus (nb - %)	856 - 47,9%		916 - 39,5%		401 - 24,6%	
Taxon dominant	<i>Leuctridae</i>		<i>Leuctridae</i>		<i>Hydrobiidae</i>	
% taxon dominant (individus)	39,8%		35,1%		48,9%	
Indice Habitat (/20)	13,66		13,66		13,66	

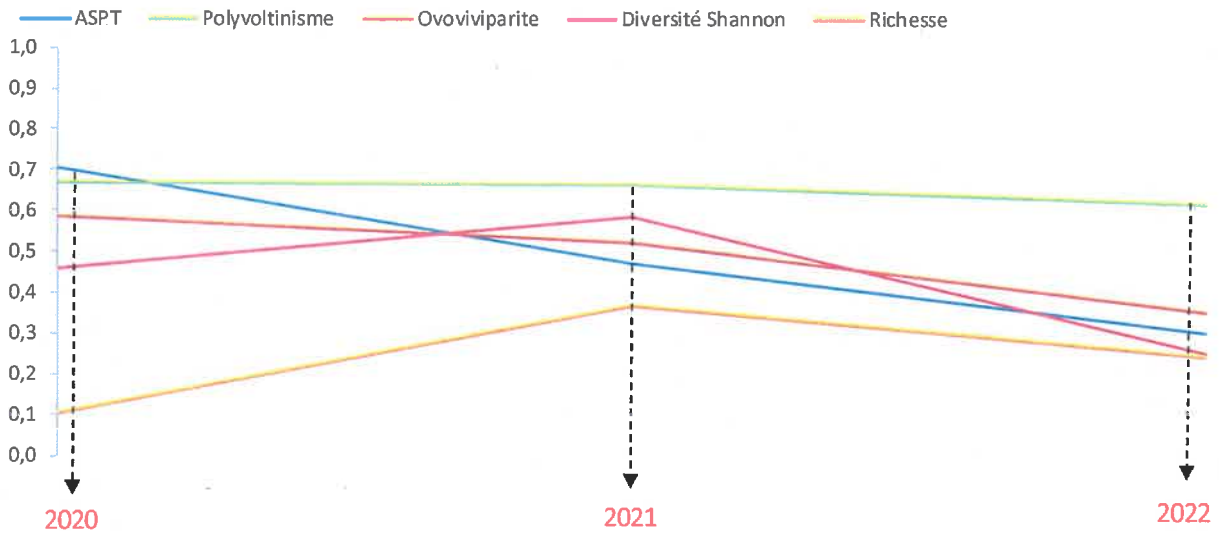




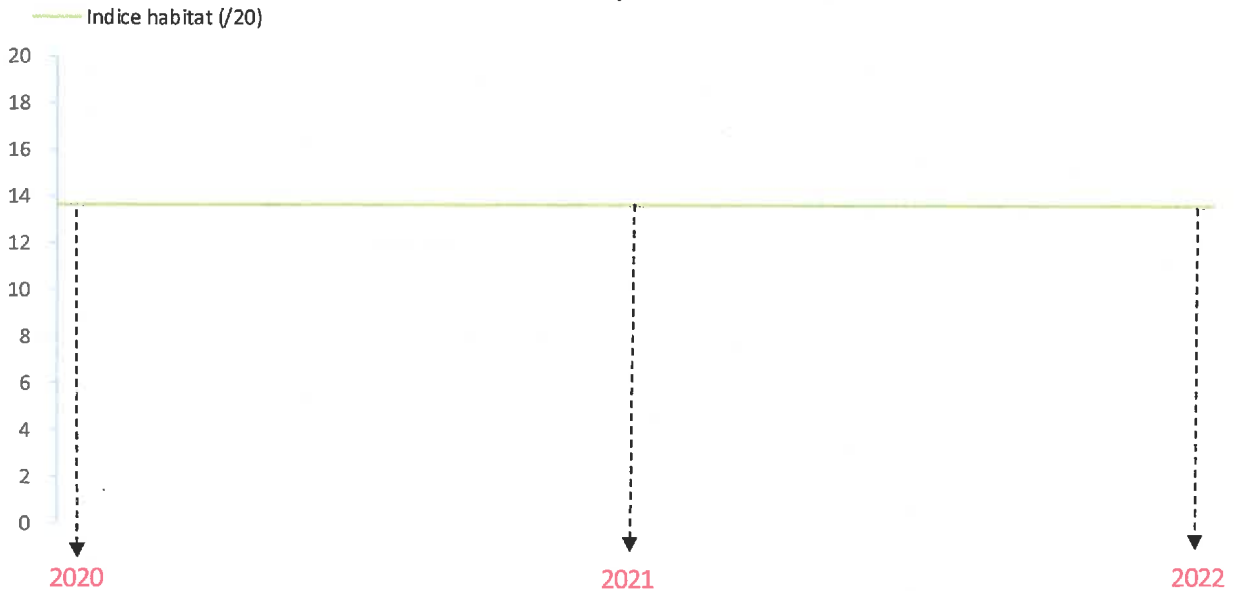
Evolution des résultats indicés (EQR)



Evolution des métriques I2M2 (EQR)

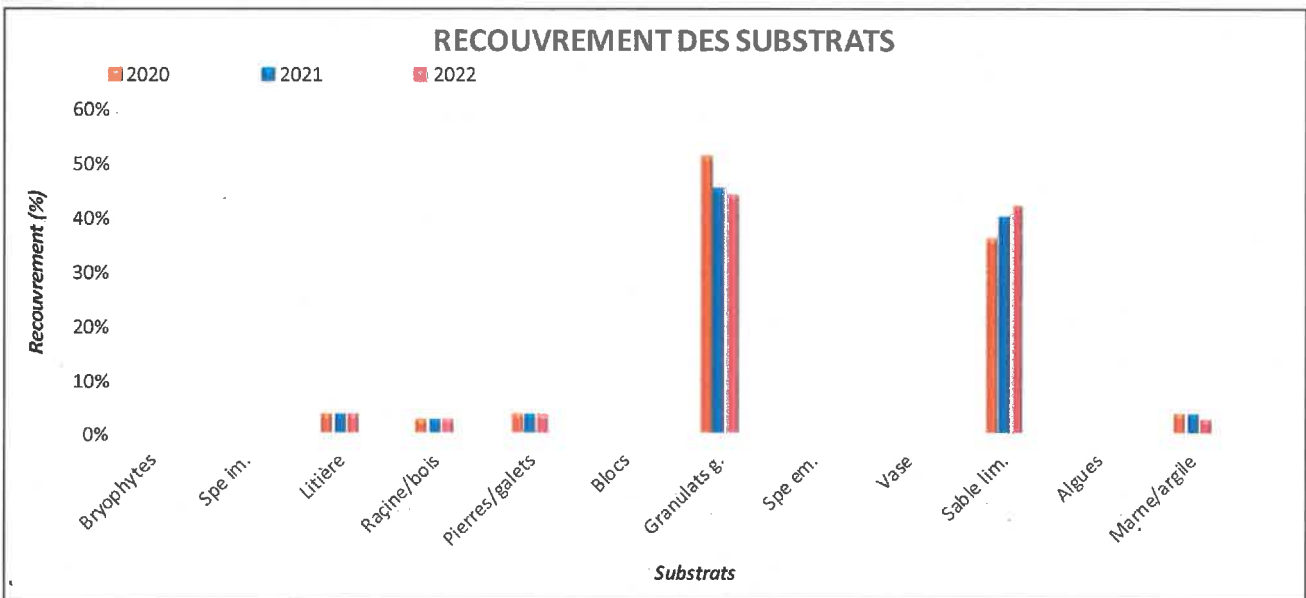
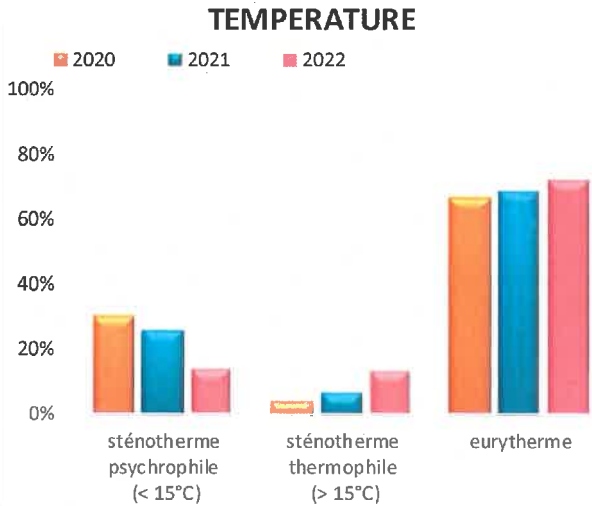
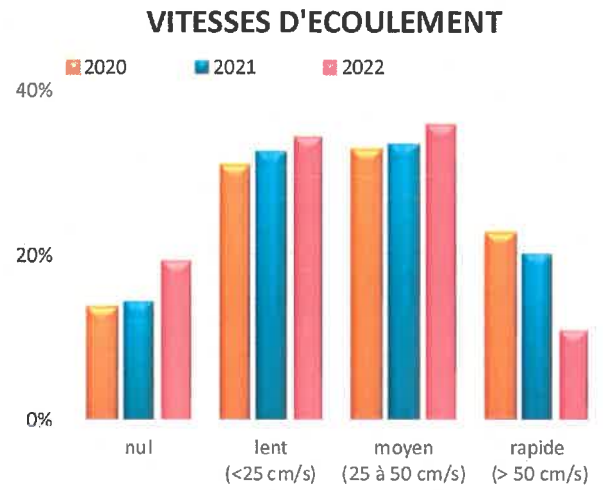
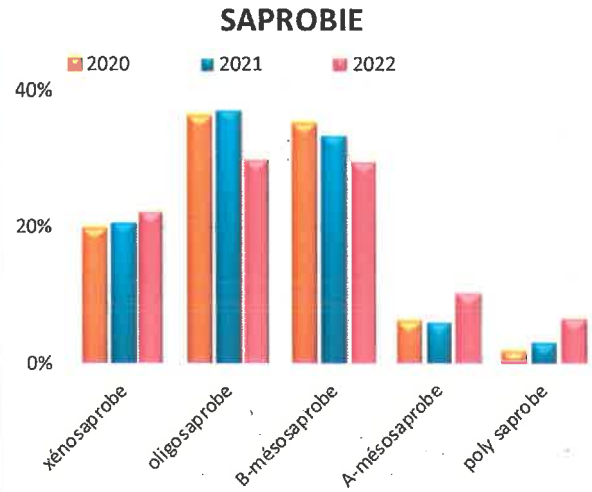
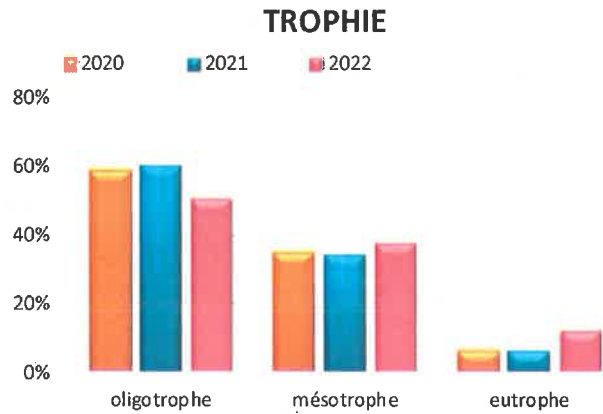


Evolution de la qualité de l'habitat



Comparaison des principaux traits écologiques

Ici, seuls les taxons déterminés au genre et dont les traits écologiques sont connus, sont pris en compte pour la réalisation des graphiques.



INTERPRETATION	Comparaison interannuelle "CRA_RES_AM"	J. Blémus 
-----------------------	---	---

L'analyse des peuplements d'invertébrés aquatiques échantillonnés sur Le Crazius en amont de la réserve naturelle des Landes de Lan Bern à Glomel (22) nous montre quelques différences notables entre les trois années étudiées.

Classes de qualité IBG-DCE fonction de l'HER et du niveau typologique concernés par la station (arrêté du 27 juillet 2018)

HER1	HER2	CLASSE DE QUALITE BIOLOGIQUE IBG-DCE (EQR)					REFERENCE BIOLOGIQUE	
		TYPLOGIE	TRES BON	BON	MOYEN	MEDIOCRE		MALVAIS
12 MASSIF ARMORICAIN	Ouest Nord - Est (55 - 59 - 118)	M	1>TB>0,937	0,937>BO>0,812	0,812>MO>0,562	0,562>ME>0,312	0,312>MA>0	17/20
		P						
		TP						

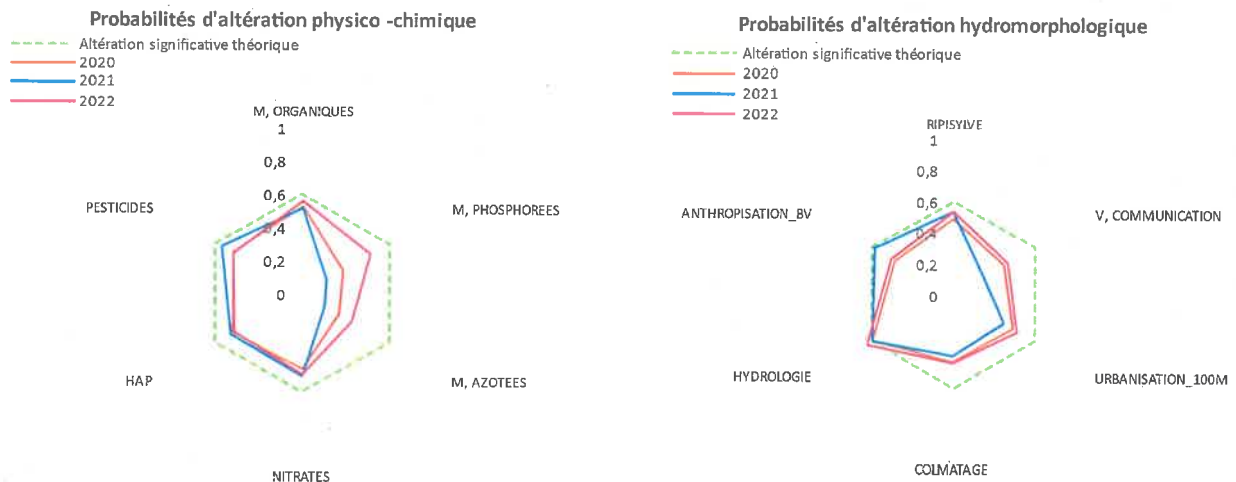
Au regard de la note équivalent IBGN, l'état biologique du Crazius diffère chaque année avec un score plus faible en 2020 qui reflète un état biologique qualifié de « moyen » selon l'arrêté du 27 juillet 2018. Le groupe faunistique indicateur est le même quelle que soit l'année étudiée (*Leuctridae* - GF17). La variété taxonomique IBGN (niveau d'identification à la famille sur les phases A et B) est plus importante en 2021 ce qui explique les écarts entre les scores.

Classes de qualité I2M2 fonction de l'HER et du niveau typologique concernés par la station (arrêté du 27 juillet 2018)

HER1	HER2	CLASSE DE QUALITE BIOLOGIQUE I2M2 (EQR)					
		TYPLOGIE	TRES BON	BON	MOYEN	MEDIOCRE	MALVAIS
12 MASSIF ARMORICAIN	Général	M	1>TB>0,665	0,665>BO>0,443	0,443>MO>0,295	0,295>ME>0,148	0,148>MA>0
		P					
		TP					

L'I2M2, l'indice en vigueur depuis 2018, révélait une station classée en « bon » état biologique pour 2020 et 2021 mais nous constatons une chute du score indiciel en 2022 avec déclassement du cours d'eau dans un état biologique « moyen » d'après l'arrêté du 27 juillet 2018. La station échantillonnée en 2019 obtient un score I2M2 plus faible que les deux années suivantes. Le relevé 2022 se caractérise par une abondance marquée des *Hydrobiidae* (Gastéropodes) qui représente presque la moitié des individus inventoriés. Par conséquent, le relevé 2022 est moins diversifié que celui des deux autres années, la métrique « diversité de Shannon » est l'une des métriques les plus discriminantes avec « l'ovoviviparité ». Les fortes températures du printemps et de l'été 2022 ont contribué à l'augmentation de la température de l'eau du Crazius constituant ainsi un milieu favorable au développement de ce taxon.

En complément de l'I2M2, un outil prédictif des pressions anthropiques subies par un milieu a été mis au point. Par l'analyse des fréquences d'apparition au sein des peuplements de certaines caractéristiques écologiques, une probabilité d'impact est calculée pour 6 pressions physico-chimiques ou 6 pressions d'ordre hydromorphologique. Les données issues de l'outil diagnostique I2M2 (V1.0.1) sont représentées sous la forme de diagrammes radars présentés ci-après. Le cercle en pointillé indique une probabilité d'impact de 0,6, au-delà de laquelle la pression est considérée comme relativement significative.



Au vu des diagrammes radars ci-dessus représentant les probabilités d'altérations physico-chimiques et hydromorphologiques de la station "CRA_RES_AM", la station ne semble pas subir de pression d'ordre morphologique et physico-chimique significative.

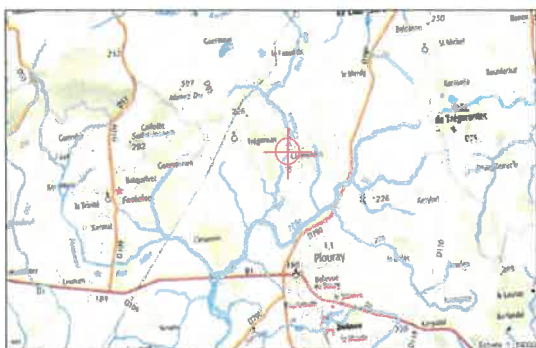
Les caractéristiques habitationnelles de la station sont quelque peu similaires entre 2020, 2021 et 2022, les résultats obtenus sont donc comparables d'un point de vue de l'habitat. L'indice habitat calculé qualifie la station comme étant peu favorable à l'accueil d'un peuplement d'invertébrés aquatiques diversifié (forte dominance de sédiments minéraux fins peu biogènes).

4.2. Etude du peuplement diatomique

SITE DE PRELEVEMENT	Evaluation hydrobiologique du Crazius		
----------------------------	--	---	---

Renseignements généraux et localisation

Cours d'eau :	CRAZIUS	Coordonnées du site (Lambert 93) :	X :	225372	Date :	20/07/2022
Réf. Station :	CRA_RES_AM		Y :	6804994	Heure :	12:30
Commune/Dépt :	GLOMEL / 22		Opérateur :	J. Blémus		
Lieu-dit :	Cluzioudon					



LEGENDE

-  Localisation station
-  Localisation site IBD
-  Sens de l'écoulement



Photographie du site et support de prélèvement

Vue du site de prélèvement



Substrat(s) prélevé(s)



Caractérisation du site de prélèvement

<u>Physico-chimie :</u>	<u>Hydrologie :</u>	<u>Hydromorphologie :</u>	<u>Autres informations :</u>
Température Air (°C) : 24	Régime hydrologique : Étiage	Largeur plein bord (m) : 3,40	Colmatage : Faible
Température Eau (°C) : 17,5		Largeur mouillée (m) : 2,25	Dépôts calcaires : Nulle
Oxygène dissous (mg/L) : 8,93	Stabilité hydrologique : > 10 jrs	Hauteur mouillée (m) : 0,15	Rec. macrophytes : Nulle
Oxygène - saturation (%) : 96,2		Faciès d'écoulement : Radier	Luminosité : Moyenne
pH (unité pH) : 7,39	Turbidité relative : Nulle	Vitesse dominante (m/s) : 25 < v < 75	
Conductivité (µS/cm) : 575		Substrat dominant : Pierre	

Modalités de prélèvement

Matériel de prélèvement :	Brosse à usage unique	Substrat prélevé (nature / nombre) :	Pierre / 5	Fixateur :	Fixall'his (40%)
----------------------------------	-----------------------	---	------------	-------------------	------------------

LISTE FLORISTIQUE	Evaluation hydrobiologique du Crazius	 
--------------------------	--	---

Renseignements généraux

Cours d'eau :	CRAZIUS	Coordonnées du site (Lambert 93) :	X :	225372	Date :	20/07/2022
Réf. Station :	CRA_RES_AM		Y :	6804994	Heure :	12:30
Commune/Dépt :	GLOMEL / 22				Opérateur 1 :	J. Blémus
Lieu-dit :	Cluzioudon				Opérateur 2 :	C. Cejudo

Liste floristique

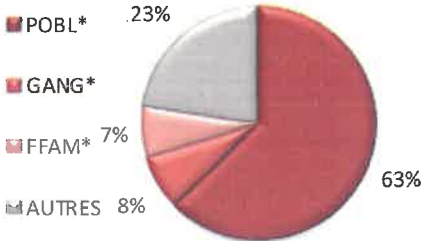
LISTE DES ESPECES	CODE OMNIDIA *	EFFECTIF	
		Nb	%
<i>Platessa oblongella</i> (Østrup) C.E. Wetzel, Lange-Bertalot & Ector	POBL*	255	62,7%
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst var. <i>angustatum</i>	GANG*	31	7,6%
<i>Fragilaria famelica</i> (Kützing) Lange-Bertalot var. <i>famelica</i>	FFAM*	29	7,1%
<i>Stauronema venter</i> (Ehrenberg) Cleve & Moeller var. <i>venter</i>	SSVE*	25	6,1%
<i>Gomphonema exilissimum</i> (Grun.) Lange-Bertalot & Reichardt	GEXL*	20	4,9%
<i>Stauronema exiguum</i> (Lange-Bertalot) Flower Jones et Round	SEXG*	15	3,7%
<i>Brachysira microcephala</i> (Grunow) Compère	BMIC*	3	0,7%
<i>Diatomée anormale</i> f. <i>anormale</i>	DEFO*	3	0,7%
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith var. <i>palea</i>	NPAL*	3	0,7%
<i>Encyonopsis cesatii</i> (Rabenhorst) Krammer var. <i>cesatii</i>	ECES*	2	0,5%
<i>Eunotia exigua</i> (Brébisson ex Kützing) Rabenhorst var. <i>exigua</i>	EEXI*	2	0,5%
<i>Gomphonema lagenula</i> Kützing	GLGN*	2	0,5%
<i>Navicula gregaria</i> Donkin var. <i>gregaria</i>	NGRE*	2	0,5%
<i>Nitzschia lacuum</i> Lange-Bertalot	NILA*	2	0,5%
<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W.M.Smith var. <i>linearis</i>	NLIN*	2	0,5%
<i>Stauronema kriegeri</i> Patrick	STKR*	2	0,5%
<i>Achnanthes catenatum</i> (Bily & Marvan) Lange-Bertalot	ADCT*	1	0,2%
<i>COCCONEIS</i> C.G. Ehrenberg	COCO	1	0,2%
<i>Fragilaria acidoclinata</i> Lange-Bertalot & Hofmann	FACD*	1	0,2%
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing var. <i>cryptocephala</i>	NCRY*	1	0,2%
<i>Navicula escambia</i> (Patrick) Metzeltin & Lange-Bertalot	NESC*	1	0,2%
<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg var. <i>lanceolata</i>	NLAN*	1	0,2%
<i>Navicula veneta</i> Kützing	NVEN*	1	0,2%
<i>Nitzschia archibaldii</i> Lange-Bertalot	NIAR*	1	0,2%
<i>Placoneis clementispronina</i> Lange-Bertalot & Wojtal	PDMT*	1	0,2%

RESULTATS / ANALYSE	Evaluation hydrobiologique du Crazius	 
----------------------------	--	---

Renseignements généraux

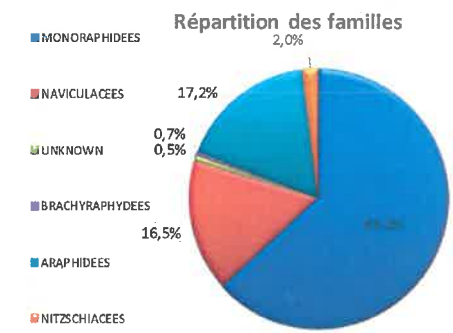
Cours d'eau : CRAZIUS	Coordonnées du site X : 225372	Date : 20/07/2022
Réf. Station : CRA_RES_AM	Coordonnées du site Y : 6804994	Heure : 12:30
Commune/Dépt : GLOMEL / 22		Opérateur : J. Blémus
Lieu-dit : Cluzoudon		

Résultats

IBD (/20) (EQR)	20		TAXON DOMINANT		
	20	1,16	<i>Platessa oblongella</i>		
IPS (/20)	16,2		Nb.	POBL*	%
			255		63%
Abondance (N. diatomées)	407		Distribution des taxons dominants		
Richesse famille (N. familles)	6				
Richesse générique (N. genres)	15				
Richesse spécifique (N. espèces)	25				
Diversité Shannon (Bits)	2,23				
Equitabilité Pielou (/1)	0,48				
Dominance Simpson (/1)	0,41				

Distribution des familles **Analyse des traits écologiques**

LISTE DES FAMILLES	CODE	EFFECTIF	
		Nb.	%
MONORAPHIDEES	MO	257	63,1%
NAVICULACEES	NA	67	16,5%
UNKNOWN	YY	3	0,7%
BRACHYRAPHYDEES	BR	2	0,5%
ARAPHIDEES	AR	70	17,2%
NITZSCHIACEES	NI	8	2,0%

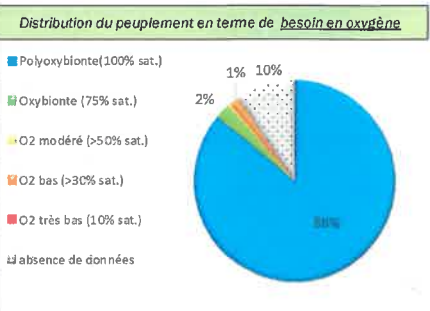
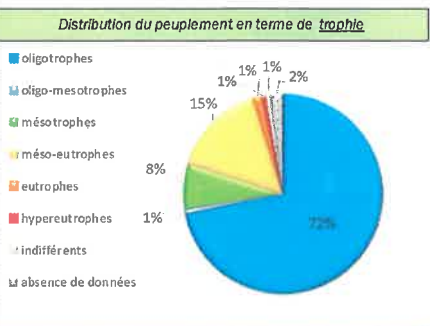
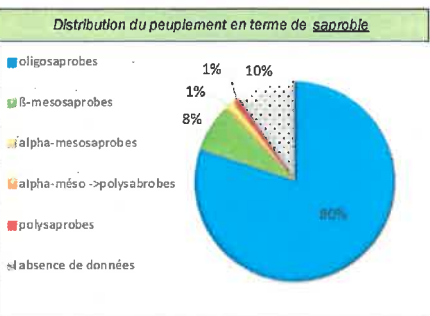


Photographie de Diatomées
(Source : DRIEE - Ile De France)

SAPROBIE	Nb.	%
oligosaprobies	326	80%
β-mesosaprobies	32	8%
alpha-mesosaprobies	6	1%
alpha-méso → polysaprobies	1	0%
polysaprobies	3	1%
absence de données	39	10%
effectif total	407	100%

TROPHIE	Nb.	%
oligotrophes	292	72%
oligo-mesotrophes	3	1%
mésotrophes	31	8%
méso-eutrophes	61	15%
eutrophes	6	1%
hypereutrophes	3	1%
indifférents	3	1%
absence de données	8	2%
effectif total	407	100%

BESOIN EN OXYGENE	Nb.	%
Polyoxybionte (100% sat.)	350	86%
Oxybionte (75% sat.)	10	2%
O2 modéré (>50% sat.)	2	0%
O2 bas (>30% sat.)	6	1%
O2 très bas (10% sat.)	0	0%
absence de données	39	10%
effectif total	407	100%



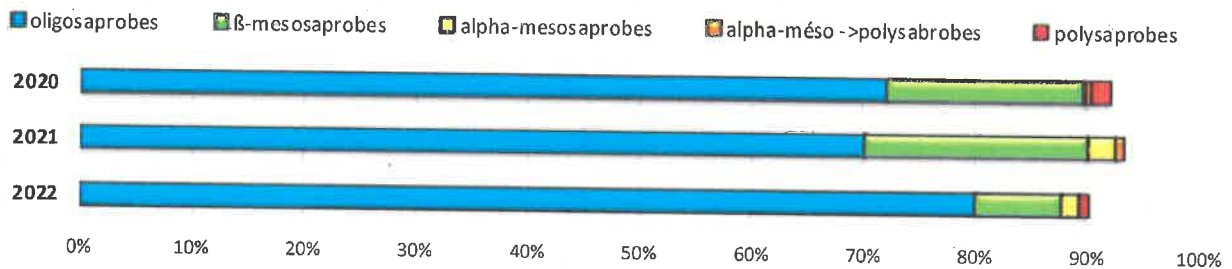
RESULTATS / ANALYSE	Comparaison interannuelle "CRA_RES_AM"	<i>J. Blémus</i>
----------------------------	---	------------------

Résultats

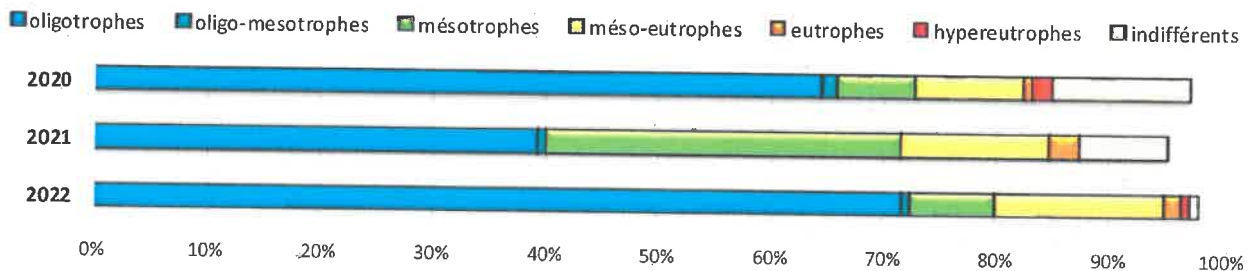
Rappel des principaux résultats

	2020		2021		2022	
IBD (/20) (EQR)	19,9	1,15	19,7	1,14	20,0	1,16
IPS (/20)	15,7		15,3		16,2	
Abondance (N. individus)	403		410		407	
Richesse (famille / espèce)	6	16	8	37	6	25
Diversité Shanon (bits)	2,10		2,97		2,23	
Equitabilité Piélou (/1)	0,53		0,57		0,48	
Dominance Simpson (/1)	0,41		0,23		0,41	
Famille dominante	<i>MONORAPHIDEES</i>		<i>ARAPHIDEES</i>		<i>MONORAPHIDEES</i>	
Code OMNIDIA Nb. - % individus	MO	304 - 75,4%	AR	179 - 43,7%	MO	257 - 63,1%
Espèce dominante	<i>Karayevia oblongella</i>		<i>Platessa oblongella</i>		<i>Platessa oblongella</i>	
Code OMNIDIA Nb. - % individus	KOBG*	252 - 62,5%	POBL*	143 - 34,9%	POBL*	255 - 62,7%

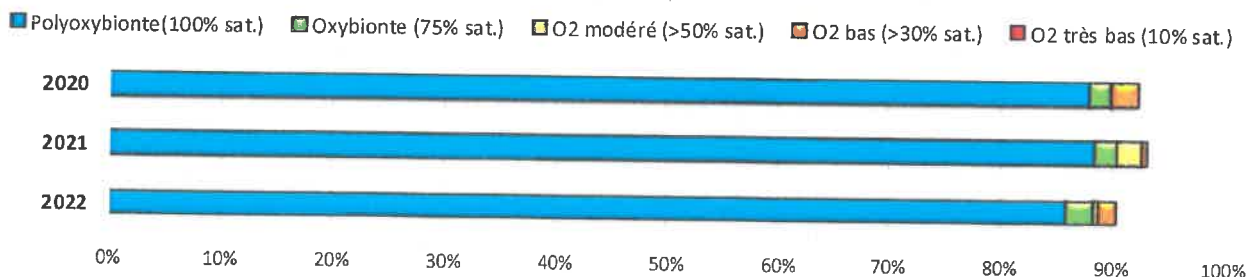
SAPROBIE



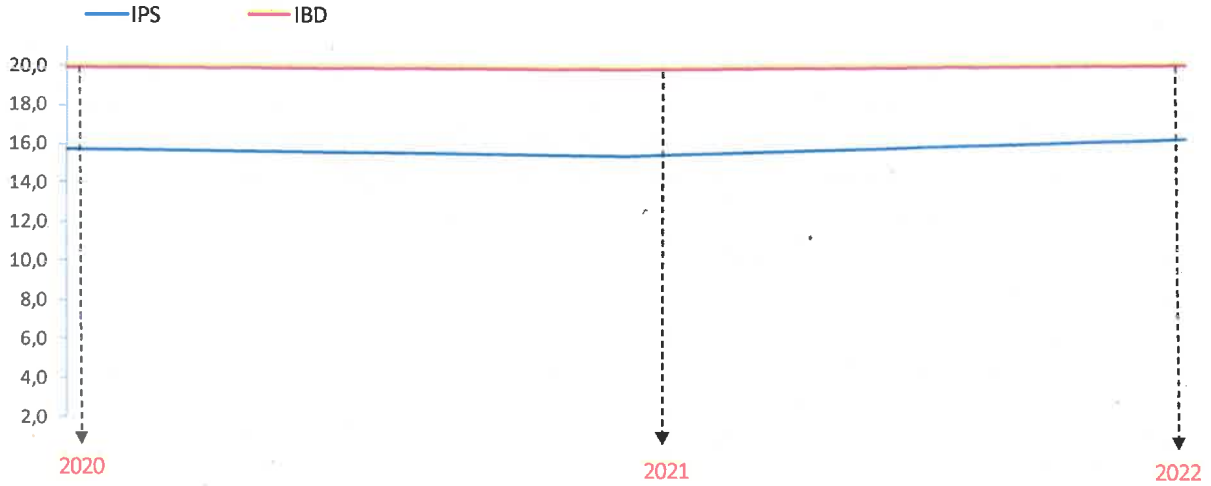
TROPHIE



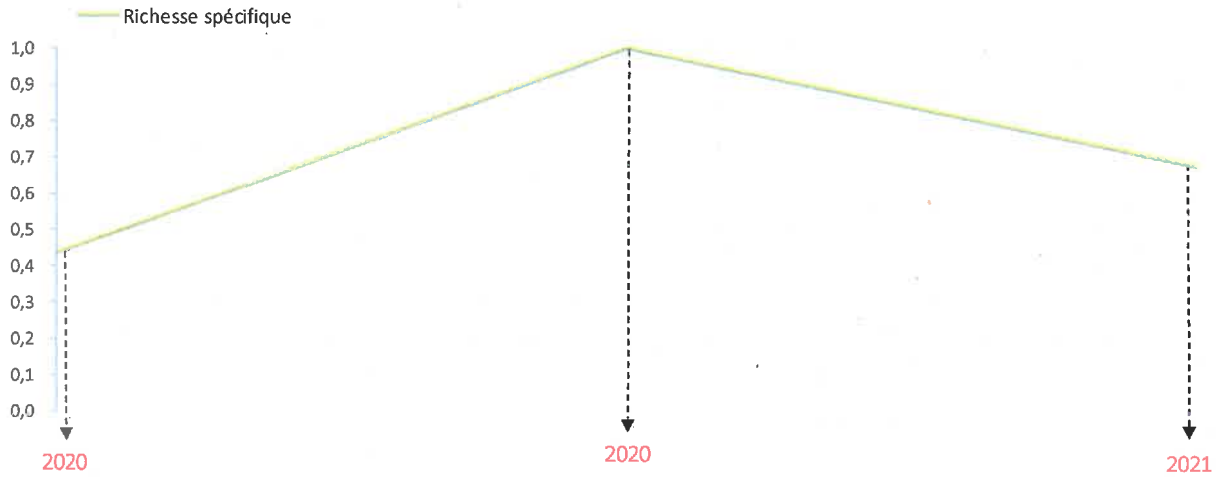
BESOIN EN OXYGENE



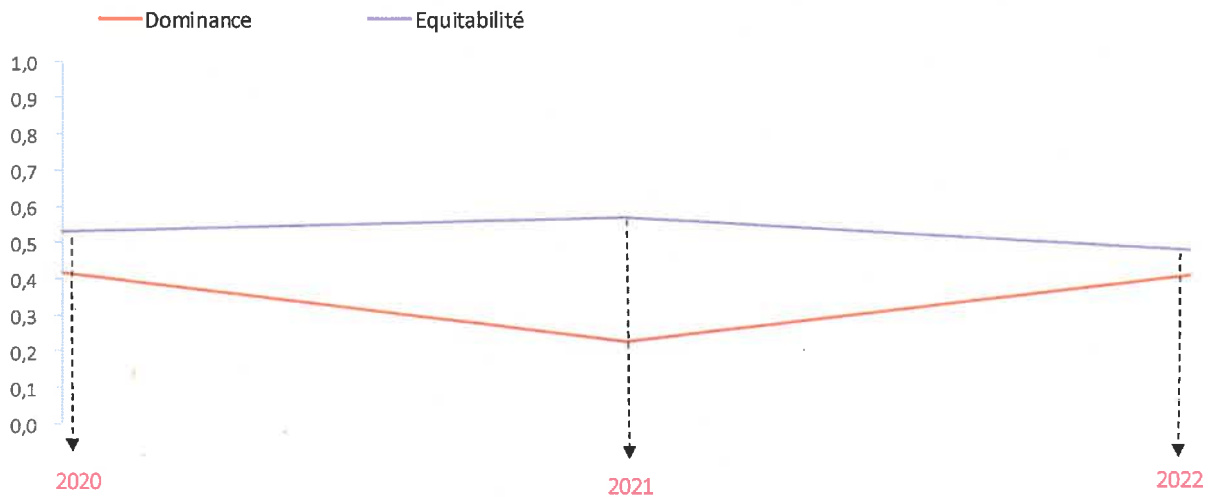
Evolution des scores d'indices biologiques



Evolution de la richesse spécifique



Evolution des indices qualifiant la structure du peuplement



INTERPRETATION**Comparaison interannuelle "CRA_RES_AM"**

J. Blémus



L'analyse des peuplements diatomiques réalisée sur Le Crazius en amont de la réserve naturelle des Landes de Lan Bern soit à plus d'un kilomètre du rejet IMERYS révèle peu de différences entre les trois dernières années étudiées.

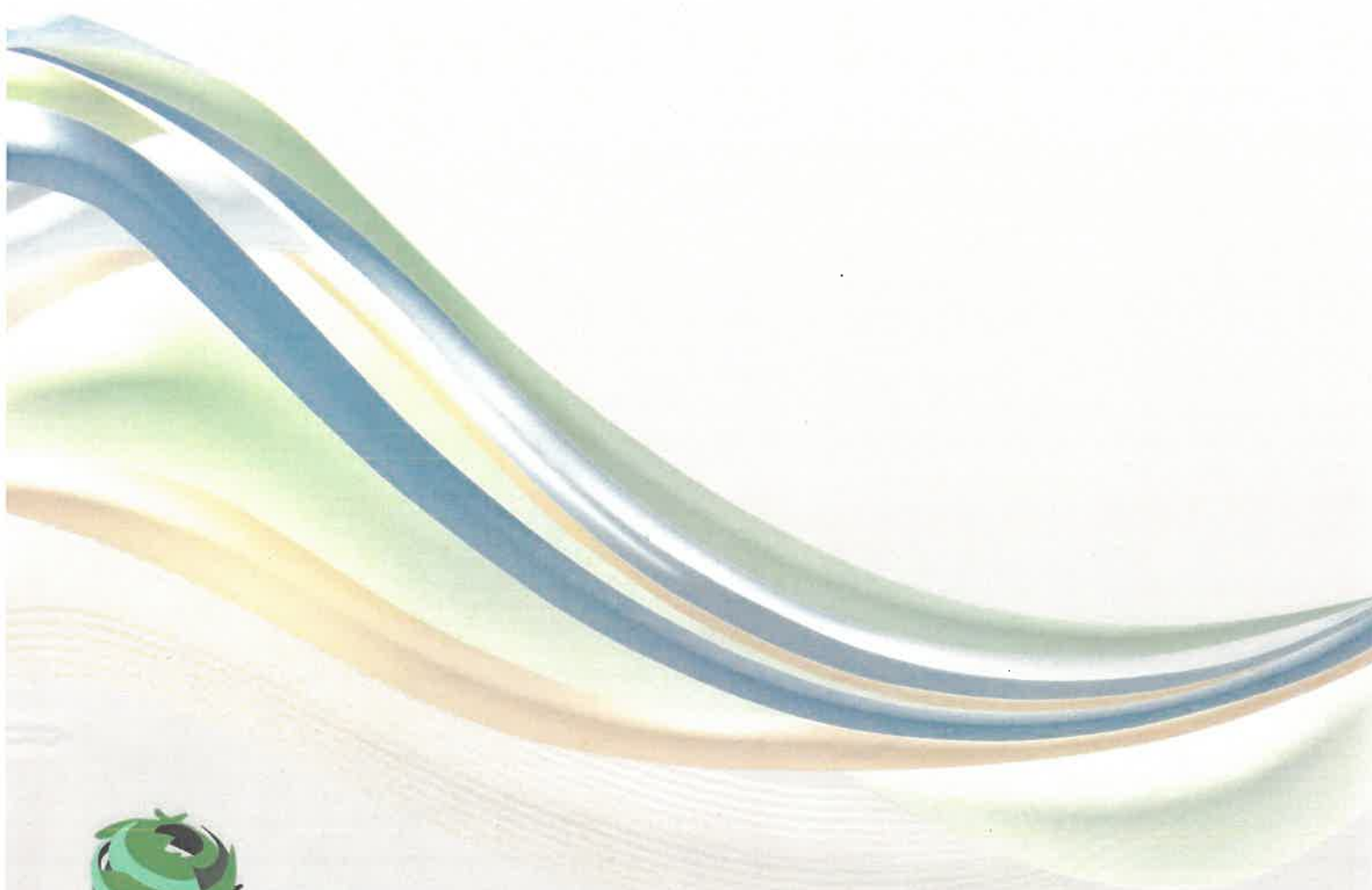
Classes de qualité de l'IBD (arrêté du 27 juillet 2018) :

INDICE	CLASSES DE QUALITE ECOLOGIQUE				
	TRES BON	BON	MOYEN	MEDIOCRE	MAUVAIS
IBD ₂₀₀₇ (EQR)	TB>0,94	0,94>B>0,78	0,78>MO>0,55	0,55>ME>0,30	0,30>MA

Le score EQR de l'IBD est sensiblement le même quelle que soit l'année étudiée et reste au-dessus de la note de référence de cette hydroécocorégion soit 17.4/20. Ce score élevé classe la station en « très bon » état biologique selon l'arrêté du 27 juillet 2018. L'IPS, avec des notes comprises entre 15.3 et 16.2 est plus discriminant, mais il suit la même tendance que l'IBD.

Le peuplement relevé en 2021 s'avère être le plus équilibré du fait d'une richesse spécifique plus élevée que les autres années et une dominance moins marquée par *Platessa oblongella*. Le taxon qui domine le peuplement est le même pour les trois années à savoir *Platessa oblongella* (= *Karayevia oblongella*) que l'on retrouve généralement dans des eaux relativement bien oxygénées ne subissant pas de pollutions organiques ou en nutriments.

5. RESULTATS OBTENUS SUR LA STATION « CRA_RES_AV »



5.1. Etude du peuplement d'invertébrés aquatiques

SITE DE PRELEVEMENT	Evaluation hydrobiologique du Crazius		
----------------------------	--	--	--

Renseignements généraux et localisation

Cours d'eau : ELLE	Coordonnées du site (Lambert 93) : Amont : X : 224786 Y : 6803578	Date : 20/07/2022
Réf. Station : CRA_RES_AV	Aval : X : 224756 Y : 6803565	Heure : 10:30
Commune/Dépt : GLOMEL / 22		Opérateur : J. Blémus
Lieu-dit : Magoar		

LEGENDE

Localisation station

Délimitation site MPCE

Sens de l'écoulement

Photographies du site de prélèvement



Physico-chimie		Hydrologie	
Température Air (°C) :	21	Régime hydrologique annuel :	Pluvial
Température Eau (°C) :	17,7	Condition hydrologique :	Étiage
Oxygène dissous (mg/l) :	8,58	Stabilité hydrologique :	> 10 jours
Oxygène - saturation (%) :	94,1	Aspect / Couleur :	Incolore
pH (unité pH) :	7,49	Turbidité relative :	Nulle
Conductivité (µS/cm) :	504	Odeur :	Sans

Hydromorphologie

<p><u>Variables morphométriques :</u></p> <p>Largeur au miroir moyenne - Lm (m) : 2,30</p> <p>Hauteur d'eau moyenne - h (m) : 0,20</p> <p>Largeur plein bord - Lpb (m) : 3,80</p> <p>Tracé du lit : Sub-rectiligne</p> <p><u>Qualité de l'habitat</u></p> <p>Diversité des écoulements : Moyenne</p> <p>Faciès d'écoulement dominant : Plat lentique</p> <p>Colmatage : Fort</p>	<p><u>Substrats (%) :</u></p> <p>(Habitabilité) Nature substrat</p> <ul style="list-style-type: none"> (11) Bryophytes (10) Spermaphytes immergés (9) Litière (8) Racines / Bois (7) Pierres, Galets (25 à 250 mm) (6) Blocs (>250 mm) (5) Graviers (2 à 25 mm) (4) Spermaphytes émergents (3) Vases (<0.1 mm) (2) Sables et limons (0.1 à 2 mm) (1) Algues (0) Surfaces uniformes dures 	
--	--	--

MODALITES PRELEVEMENT	Evaluation hydrobiologique du Crazius		
------------------------------	--	--	--

Renseignements généraux

Cours d'eau :	CRAZIUS	Coordonnées du site (Lambert 93) :	Amont :	X : 224786	Date :	20/07/2022
Réf. Station :	CRA_RES_AV		Aval :	Y : 6803578	Heure :	10:30
Commune/Dépt :	GLOMEL / 22		X : 224756	Opérateur :	J. Blémus	
Lieu-dit :	Magoar		Y : 6803565			

Tableau d'échantillonnage

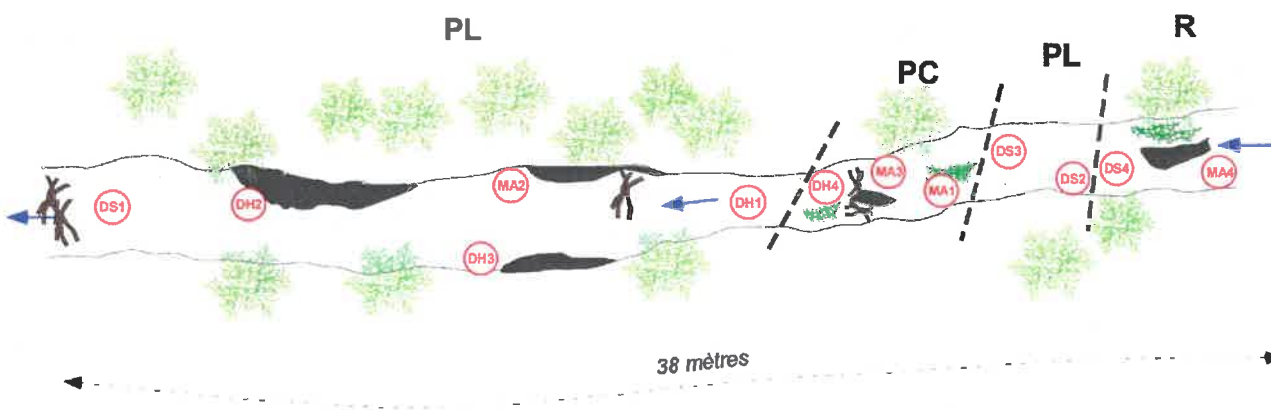
Classe de vitesse			N2	N6	N5	N3	N1
Vitesse superficielles (en cm/s)			V > 150	150 > V > 75	75 > V > 25	25 > V > 5	V < 5
Supports	% REC	S					
Bryophytes	0,0%	11					
Spermaphytes immergés (hydrophytes)	3,0%	10				MA1	
Débris organiques grossiers (litière)	4,0%	9					MA2
Chevelus racinaires libres dans l'eau Supports ligneux	2,0%	8				MA3	
Sédiments minéraux de grande taille (25 mm < φ < 250 mm)	4,0%	7			MA4		
Blocs facilement déplaçables (φ > 250 mm)	0,0%	6					
Granulats grossiers (graviers) (2.5 mm < φ < 25 mm)	29,0%	5			DS4	DH1	DH3
Spermaphytes émergents (hélophytes)	0,0%	4					
Sédiments organiques fins (vases) (φ ≤ 0.1 mm)	0,0%	3					
Sédiments minéraux fins (sable & limon) - (φ < 2.5 mm)	57,0%	2				DH4 - DS2	DH2 - DS1, DS3
Algues, bactéries et champignons	0,0%	1					
Surfaces uniformes dures	3,0%	0					

Habitats dominants : D1 D2 D3

	PHASE A				PHASE B				PHASE C			
	MA1	MA2	MA3	MA4	DH1	DH2	DH3	DH4	DS1	DS2	DS3	DS4
Surber (S) / Haveneau (H)	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Visibilité (%)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Schema du site de prélèvement

<u>Faciès d'écoulement</u>	<u>Végétation</u>	<u>Zones hors d'eau</u>	<u>Divers éléments</u>
R : Radier	Hydrophytes	Banquette de vase	Bloc
PL : Plat Lentique	Hélophytes	Banquette de sable	Encombre
PC : Plat Courant	Ripisylve	Banquette de pierres	Pont routier
P : Profond	Roncier		Passerelle
..... Délimitation faciès			Echantillon
			Sens écoulement
			Longueur du site



Etude d'impact de la société IMERYS à Glomel sur Le Crazius



LISTE FAUNISTIQUE	Evaluation hydrobiologique du Crazius		
--------------------------	--	--	--

Renseignements généraux

Cours d'eau :	CRAZIUS	Coordonnées Amont :	X : 224786	Date :	20/07/2022
Réf. Station :	CRA_RES_AV	du site	Y : 6803578	Heure :	10:30
Commune/Dépt :	GLOMEL / 22	(Lambert 93) :	X : 224756	Opérateur :	J. Blémus
Lieu-dit :	Magoar	Aval :	Y : 6803565		

Liste faunistique

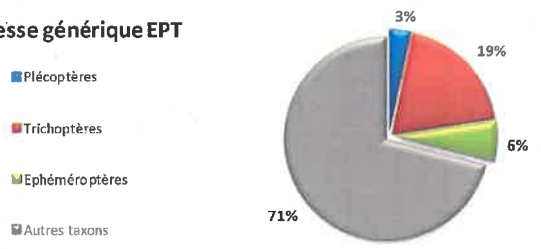
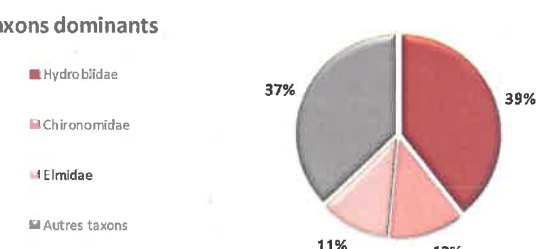
TAXONS ORDRE - Famille - Genre	CF	ECHANTILLONS												Effectif échantillonné
		Phase B				Phase C				Phase A				
		DH1	DH2	DH3	DH4	DS1	DS2	DS3	DS4	MA1	MA2	MA3	MA4	
PLECOPTERES													116	
Leuctridae	7	4		46	3		11	4	9	5	10	13	11	116
<i>Leuctra</i>		4		46	3		11	4	9	5	10	13	11	
TRICHOPTERES													62	
Glossosomatidae	7						1						2	3
<i>Glossosoma</i>							1						2	
Goeridae	7			1			1		1					3
<i>Goeridae. nd</i>				1			1		1					
Hydropsychidae	3	11			1		1		7				27	47
<i>Hydropsyche</i>		11			1		1		7				27	
Lepidostomatidae	6									1				1
<i>Lepidostoma</i>										1				
Limnephilidae	3			1							3	1	1	6
<i>Limnephilinae. nd</i>				1							3	1	1	
Sericostomatidae	6			1			1							2
<i>Sericostoma</i>				1			1							
EPHEMEROPTERES													5	
Baetidae	2												3	3
<i>Baetis</i>													3	
Ephemerellidae	3									1			1	2
<i>Seratella (Ephemerella)</i>										1			1	
HETEROPTERES													14	
Gerridae						1	1	1		2			3	8
Veliidae									1	5				6
COLEOPTERES													234	
Dytiscidae													1	1
<i>Dytiscinae</i>													1	
Elmidae	2	6	1	11	4		12	2	21	15	5	3	51	131
<i>Dupophilus</i>				4			2		3	2	1		10	
<i>Elmis</i>					2				1				6	
<i>Limnius</i>		4	1	7	1		10	2	14	4	2	2	22	
<i>Oulimnius</i>		2			1				3	9	2		13	
Hydraenidae	4			2					16	37		7	34	100
<i>Hydraena</i>		4		2					16	37		7	34	
Hydrophilidae										1		1		2
<i>Hydrophilidae. nd</i>										1		1		
DIPTERES													217	
Athericidae							1							1
Ceratopogonidae					1									1
Chironomidae	1	3	18	15	4		23	67		2	5	3		140
Limoniidae		5				1			3	2			4	15
Simuliidae		15			3					2			40	60
ODONATES													16	
Calopterygidae				1					1	2		1		5
<i>Calopteryx</i>				1					1	2		1		
Cordulegasteridae		2	1	4				1			1		1	10
<i>Cordulegaster</i>		2	1	4				1			1		1	
Gomphidae				1										1
<i>Onychogomphus</i>				1										
AMPHIPODES													28	
Gammaridae	2	1									6	6	15	28
<i>Gammaridae. nd</i>													4	
<i>Gammarus</i>		1									6	6	11	
BIVALVES													1	
Sphaeriidae	2							1						1
<i>Pisidium</i>								1						
GASTEROPODES													453	
Hydrobiidae	2	32	22	39		168	12	3	11	12	67	37	50	453
<i>Potamopyrgus</i>		32	22	39		168	12	3	11	12	67	37	50	
OLIGOCHETES	1		1					1	1				1	4
HYDRACARIENS										1				1
Effectif total														1151
Variété taxinomique														31.

RESULTATS / ANALYSE	Evaluation hydrobiologique du Crazius	 IMERYS	 SARL RIVE
----------------------------	--	--	---

Renseignements généraux

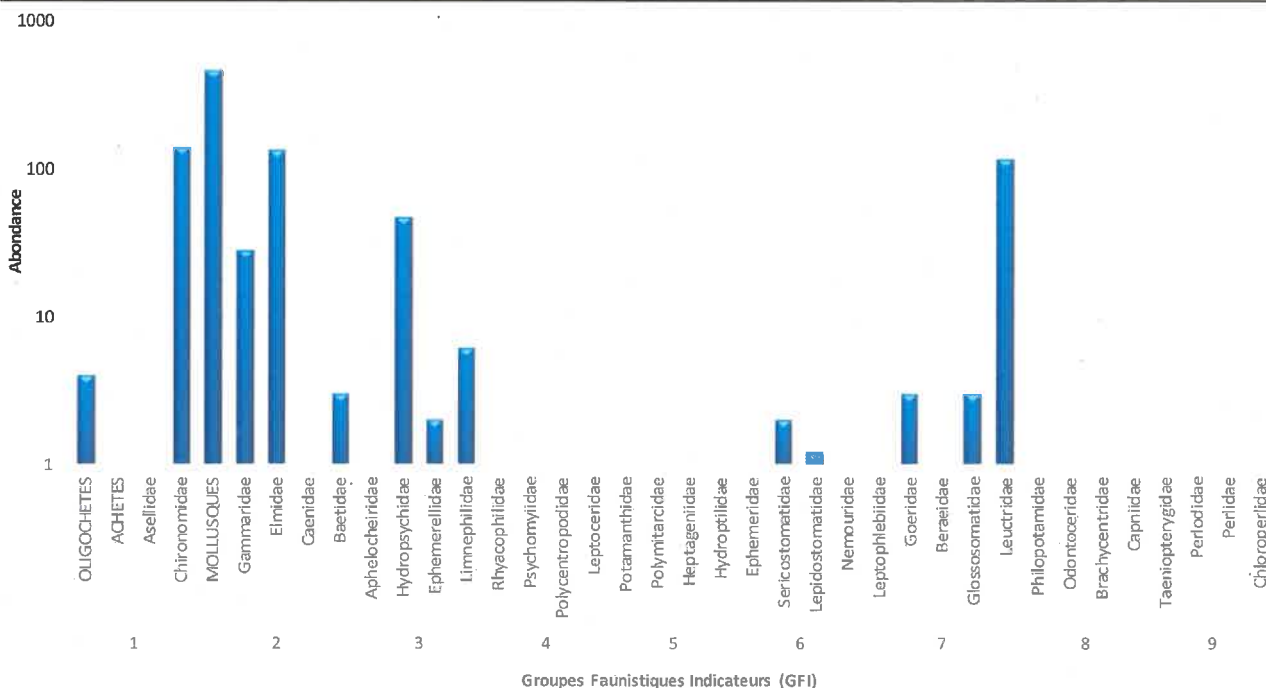
Cours d'eau :	CRAZIUS	Coordonnées du site (Lambert 93) :	Amont :	X : 224786	Date :	20/07/2022
Réf. Station :	CRA_RES_AV		Y :	6803578	Heure :	10:30
Commune/Dépt :	GLOMEL / 22		Aval :	X : 224756	Opérateur :	J. Blémus
Lieu-dit :	Magoar		Y :	6803565		

Résultats de l'analyse

Score IBG-DCE (/20) (EQR)	14	0,81	Score I2M2 V1.0.6 (EQR)	0,51	
Variété IBGN équivalent [phases A,B] :	26		ASPT (EQR brute) I2M2 V1.0.6 :	0,58 6,00	
Groupe Faunistique Indicateur (GFI) :	<i>Leuctridae</i> 7		Polyvoltinisme (EQR brute) I2M2 V1.0.6 :	0,53 0,33	
Robustesse IBGN équivalent (/20) (EQR) :	10	0,56	Ovoviviparite (EQR brute) I2M2 V1.0.6 :	0,55 0,15	
GFI robustesse IBGN équivalent :	<i>Hydropsychidae</i> 3		Diversité Shannon (EQR brute) I2M2 V1.0.6 :	0,63 3,35	
Richesse (famille genre) [phases A,B,C] :	28	31	Richesse (EQR brute) I2M2 V1.0.6 :	0,18 31	
Equitabilité Pielou (/1) [phases A,B,C] :	0,64		Abondance :	1151	
Diversité Shannon (Bits) [phases A,B,C] :	3,15		Diversité maximale (Bits) :	4,95	
			Diversité minimale (Bits) :	0,30	
Dominance Simpson (/1) [phases A,B,C] :	0,20		Taxon dominant :	39,4% <i>Hydrobiidae</i>	
Richesse générique EPT			Taxons dominants		
% EPT (famille / genre / individus) :	32,1%	29,0%	15,9%	Indice Habitat (/20)	12,65

La station obtient une note équivalent IBGN de **14/20** soit un score EQR de **0.81** correspondant à un état biologique qualifié de « **BON** » selon l'arrêté du 27 juillet 2018. En parallèle, avec un EQR de **0.51**, l'I2M2, en vigueur depuis 2018, qualifie la station comme étant également dans un « **BON** » état biologique d'après ce même arrêté.

Répartition des taxons indicateurs

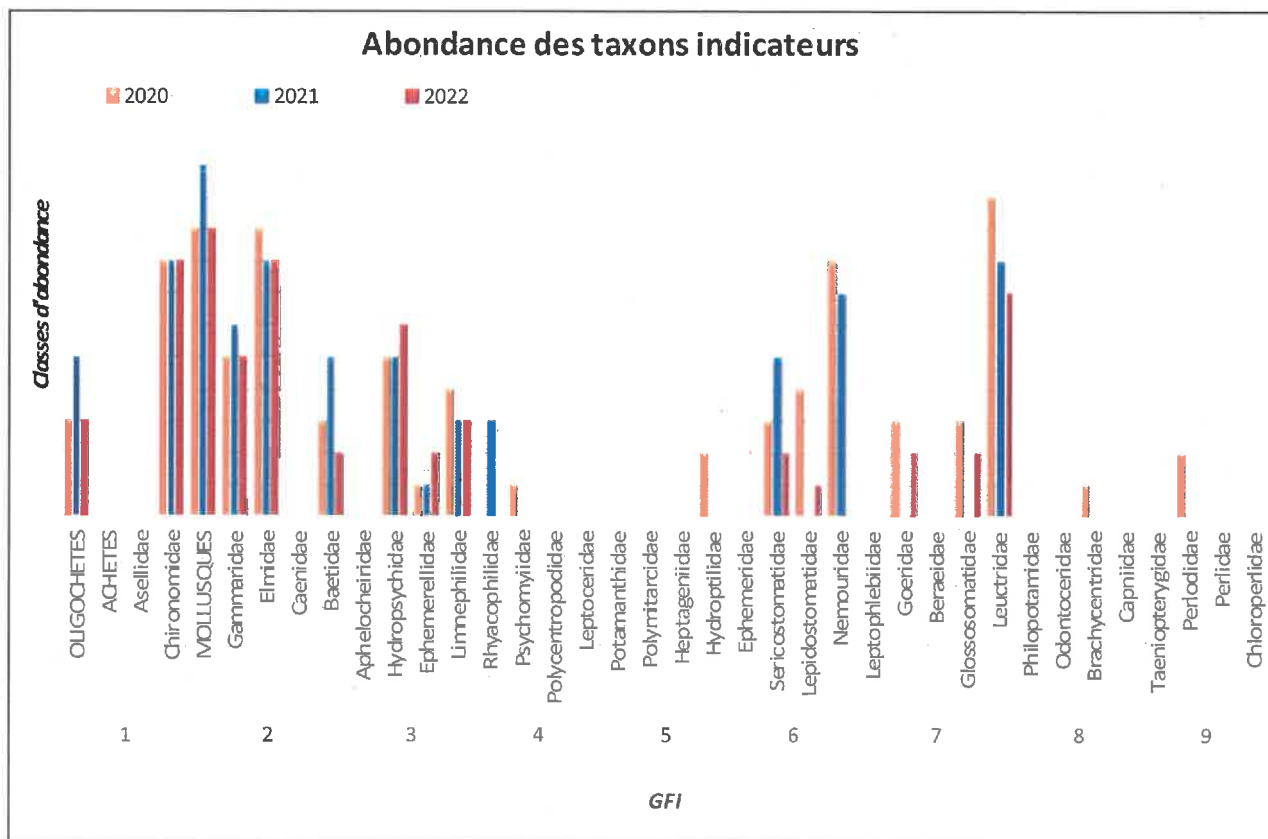


RESULTATS	Comparaison interannuelle "CRA_RES_AV"	J. Blémus 
------------------	---	---

Rapport des principaux résultats

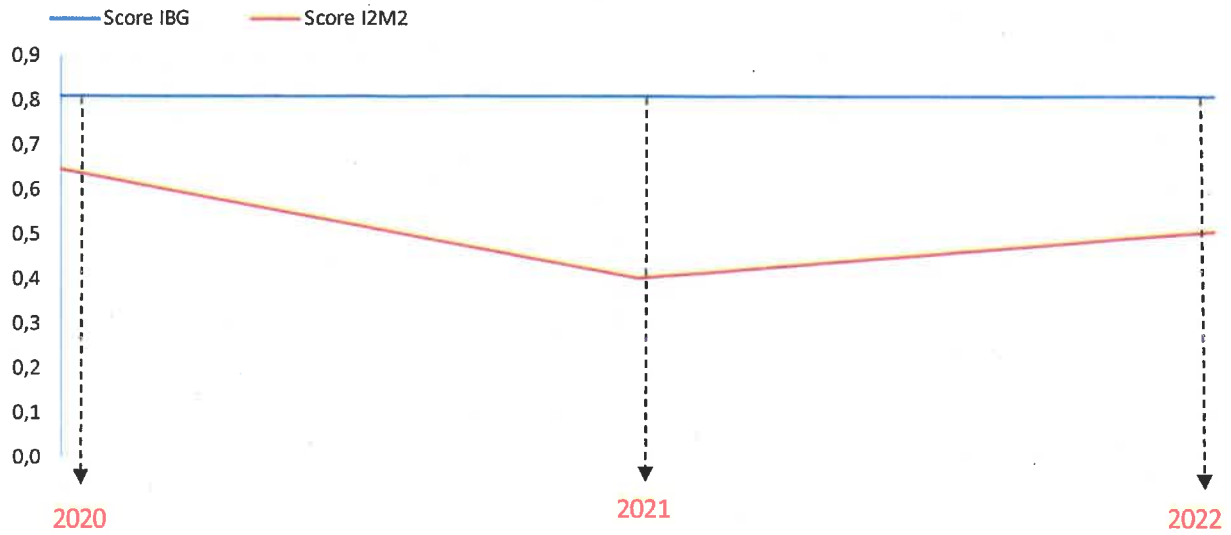
	2020		2021		2022	
Note équivalent IBGN (/20) / (EQR)	14	0,81	13	0,81	14	0,81
Groupe Faunistique Indicateur (GFI)	GFI 7 <i>Leuctridae</i>		GFI 7 <i>Leuctridae</i>		GFI 7 <i>Leuctridae</i>	
Nombre d'individus du GFI	515		177		116	
Variété IBGN (8 pvts)	27		22		26	
Robustesse IBGN (/20) / (EQR)	13,0	0,75	12,0	0,69	10,0	0,56
Score I2M2 (EQR)	0,65		0,40		0,51	
ASPT (EQR) I2M2 V1.0.6	0,86		0,41		0,58	
Polyvoltinisme (EQR) I2M2 V1.0.6	0,75		0,54		0,53	
Ovoviviparite (EQR) I2M2 V1.0.6	0,67		0,51		0,55	
Diversité Shannon (EQR) I2M2 V1.0.6	0,57		0,28		0,63	
Richesse (EQR) I2M2 V1.0.6	0,24		0,18		0,18	
Variété famille / genre (12 pvts)	29 / 34		26 / 31		28 / 31	
Abondance	2022		2286		1151	
Diversité Shannon (bits)	3,28		2,78		3,15	
Equitabilité Pielou (/1)	0,65		0,56		0,64	
Dominance Simpson (/1)	0,16		0,30		0,20	
EPT famille (nb - %)	14 - 48,3%		8 - 30,8%		9 - 32,1%	
EPT genre (nb - %)	15 - 44,1%		10 - 32,3%		9 - 29%	
EPT individus (nb - %)	820 - 40,6%		316 - 13,8%		183 - 15,9%	
Taxon dominant	<i>Leuctridae</i>		<i>Hydrobiidae</i>		<i>Hydrobiidae</i>	
% taxon dominant (individus)	25,5%		52,8%		39,4%	
Indice Habitat (/20)	12,65		12,65		12,65	

Abondance des taxons indicateurs

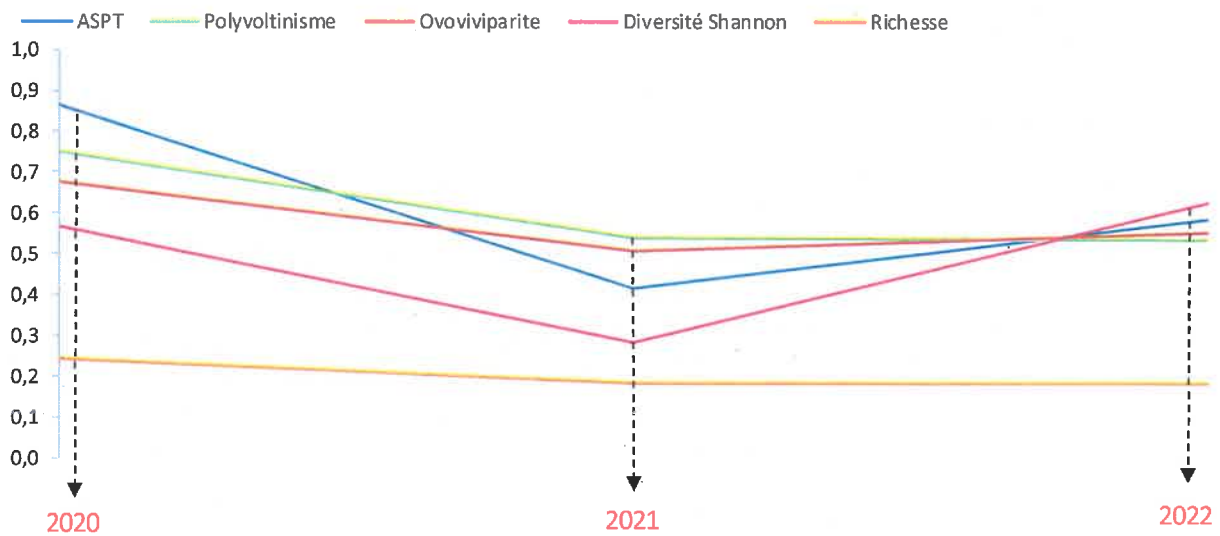




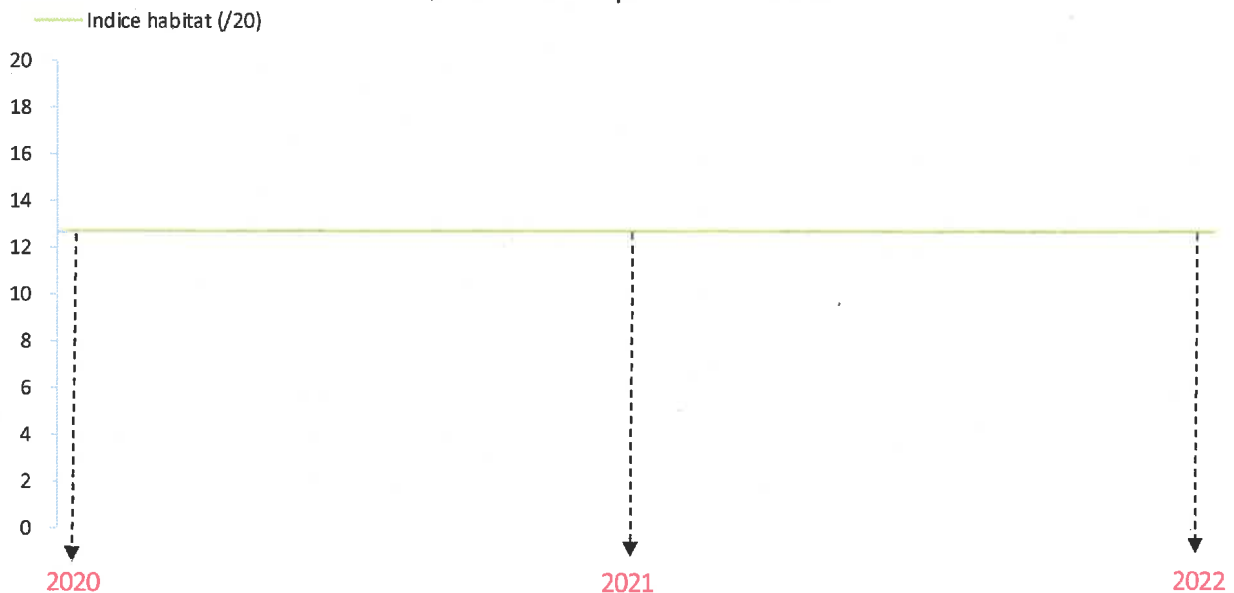
Evolution des résultats indicés (EQR)



Evolution des métriques I2M2 (EQR)



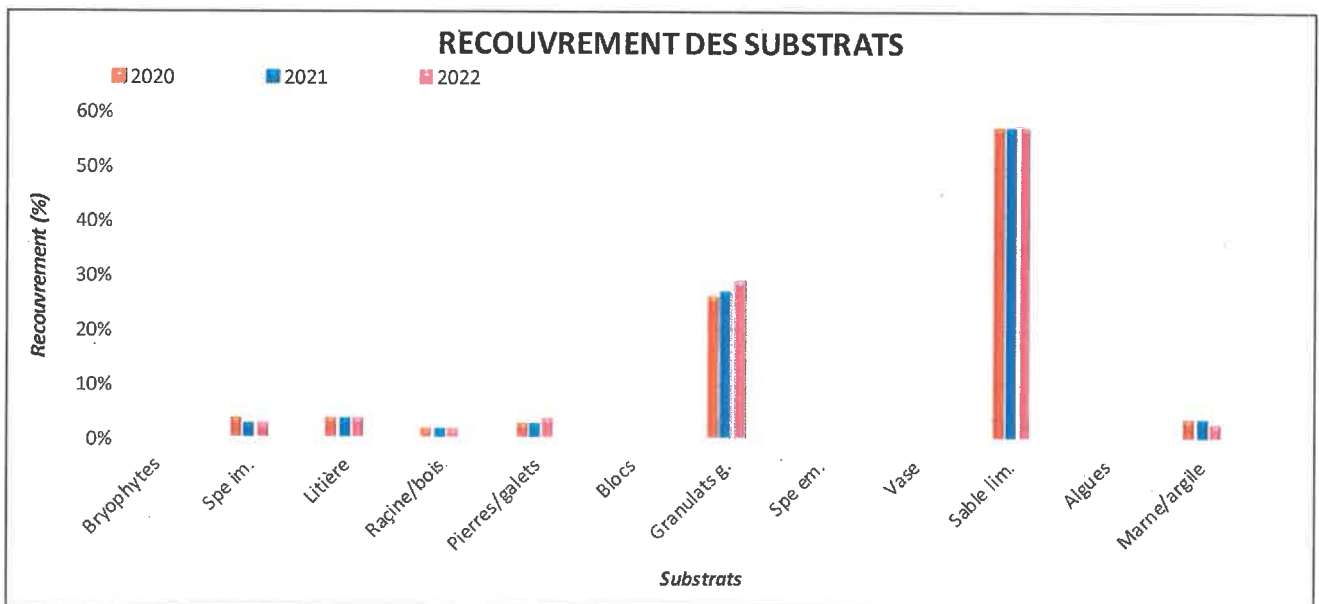
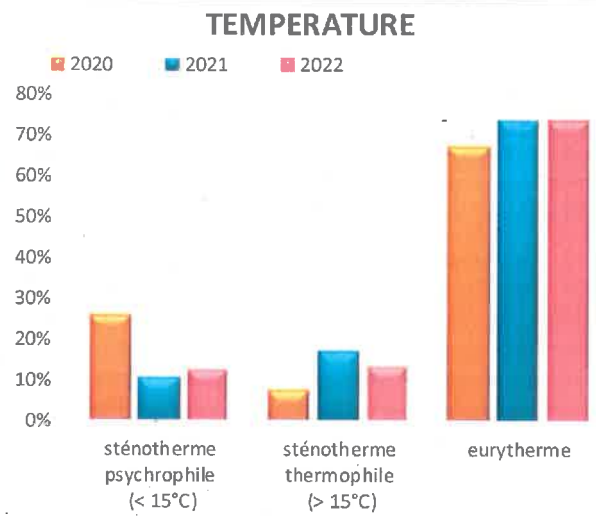
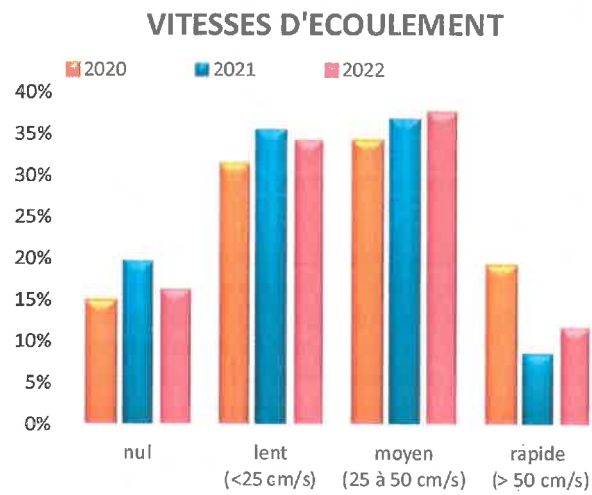
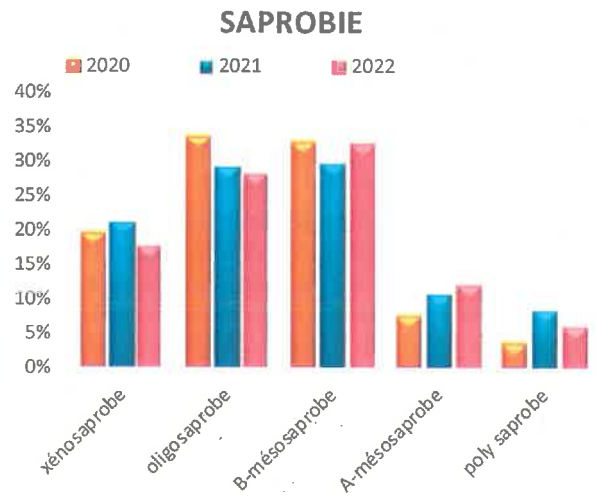
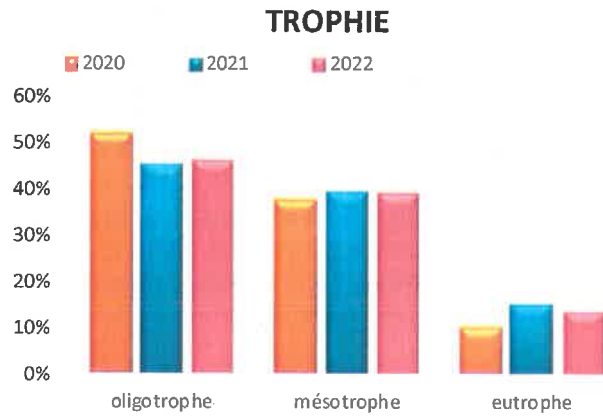
Evolution de la qualité de l'habitat





Comparaison des principaux traits écologiques

Ici, seuls les taxons déterminés au genre et dont les traits écologiques sont connus, sont pris en compte pour la réalisation des graphiques.



INTERPRETATION	Comparaison interannuelle "CRA_RES_AV"	J. Blémus	
-----------------------	---	-----------	---

L'analyse des peuplements d'invertébrés aquatiques échantillonnés sur Le Crazius en aval de la réserve naturelle des Landes de Lan Bern à Glomel (22) nous montre des différences notables entre les trois années étudiées.

Classes de qualité IBG-DCE fonction de l'HER et du niveau typologique concernés par la station (arrêté du 27 juillet 2018)

HER1	HER2	TYPOLOGIE	CLASSE DE QUALITE BIOLOGIQUE IBG-DCE (EQR)					REFERENCE BIOLOGIQUE
			TRES BON	BON	MOYEN	MEDIOCRE	MAUVAIS	
12 MASSIF ARMORICAIN	Ouest Nord - Est (55 - 59 - 118)	M	1>TB>0,937	0,937>BO>0,812	0,812>MO>0,562	0,562>ME>0,312	0,312>MA>0	17/20
		P						
		TP						

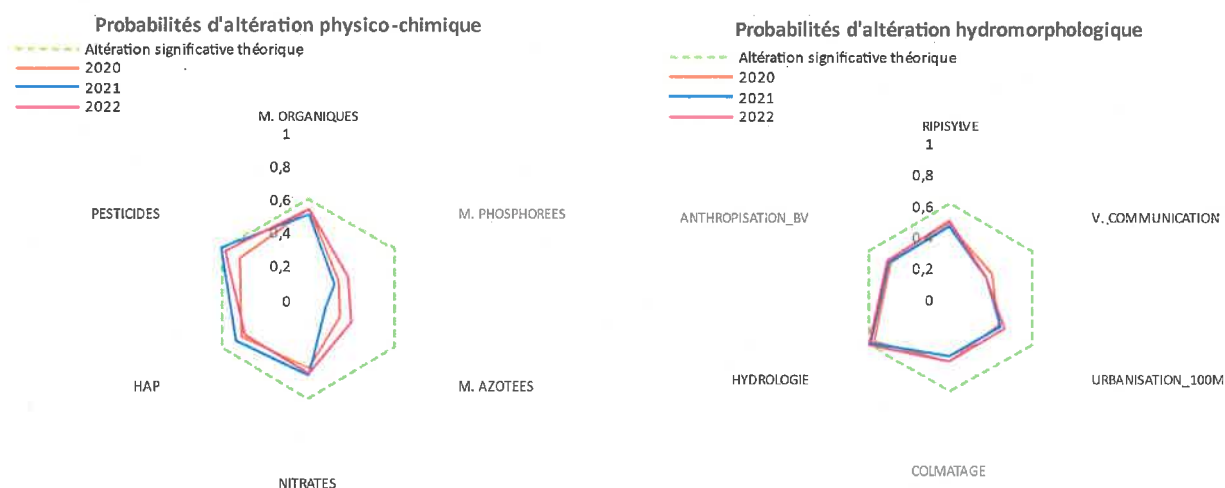
Au regard de la note équivalent IBGN, l'état biologique du Crazius diffère chaque année avec un score plus faible en 2021 qui reflète un état biologique qualifié de « moyen » d'après l'arrêté du 27 juillet 2018. Le groupe faunistique indicateur est le même quelle que soit l'année étudiée (*Leuctridae* - GF17). Malgré une richesse taxinomique totale proche chaque année, la variété IBGN (niveau d'identification à la famille sur les phases A et B) est plus faible en 2021, ce qui explique cet écart de score.

Classes de qualité I2M2 fonction de l'HER et du niveau typologique concernés par la station (arrêté du 27 juillet 2018)

HER1	HER2	TYPOLOGIE	CLASSE DE QUALITE BIOLOGIQUE I2M2 (EQR)				
			TRES BON	BON	MOYEN	MEDIOCRE	MAUVAIS
12 MASSIF ARMORICAIN	Général	M	1>TB>0,565	0,665>BO>0,443	0,443>MO>0,295	0,295>ME>0,148	0,148>MA>0
		P					
		TP					

L'I2M2, l'indice en vigueur depuis 2018, révèle, au même titre que l'IBG-DCE, une station classée dans un état biologique « moyen » pour l'année 2021 d'après l'arrêté du 27 juillet 2018. L'année 2021 est jugée comme étant la plus discriminante. Le relevée 2021 se caractérise par un peuplement moins diversifié que les deux autres années, marqué par une forte proportion des *Hydrobiidae* (Gastéropodes) et un faible nombre de taxons pollu-sensibles au sens du BMWP score. Notons que la famille des *Brachycentridae* (Trichoptères) et *Perlodidae* (Plécoptères) sont absentes des inventaires réalisés en 2021 et 2022.

En complément de l'I2M2, un outil prédictif des pressions anthropiques subies par un milieu a été mis au point. Par l'analyse des fréquences d'apparition au sein des peuplements de certaines caractéristiques écologiques, une probabilité d'impact est calculée pour 6 pressions physico-chimiques ou 6 pressions d'ordre hydromorphologique. Les données issues de l'outil diagnostique I2M2 (V1.0.1) sont représentées sous la forme de diagrammes radars présentés ci-après. Le cercle en pointillé indique une probabilité d'impact de 0,6, au-delà de laquelle la pression est considérée comme relativement significative.



Au vu des diagrammes radars ci-dessus représentant les probabilités d'altérations physico-chimiques et hydromorphologiques de la station "CRA_RES_AV", nous ne constatons pas de changement notable, la station ne semble pas subir de pression d'ordre morphologique et physico-chimique importante. D'après l'outil diagnostique de l'I2M2, aucune pression exercée sur le milieu au niveau de cette station n'a été jugée réellement significative sur les trois années (probabilité d'altération <0,6).

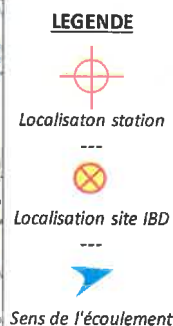
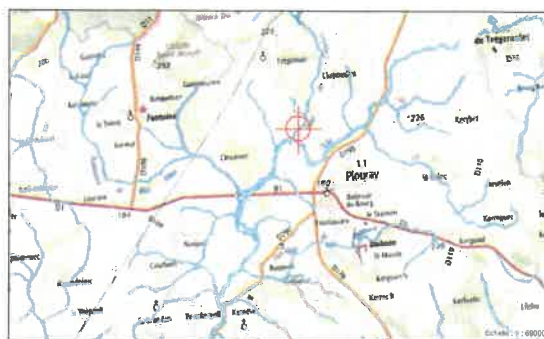
Les caractéristiques habitationnelles sont comparables puisque nous constatons peu d'évolution morphologique au fil du temps. L'indice habitat calculé qualifie la station comme étant moyennement favorable à l'accueil et au maintien des peuplements d'invertébrés aquatiques quelle que soit l'année étudiée. Les sédiments minéraux fins (peu biogènes) recouvrent majoritairement la station.

5.2. Etude du peuplement diatomique

SITE DE PRELEVEMENT	Evaluation hydrobiologique du Crazius		
---------------------	---------------------------------------	---	---

Renseignements généraux et localisation

Cours d'eau :	CRAZIUS	Coordonnées du site (Lambert 93) :	X :	224786	Date :	20/07/2022	
Réf. Station :	CRA_RES_AV		Y :	6803578	Heure :	10:30	
Commune/Dépt :	GLOMEL / 22		Opérateur :				J. Blémus
Lieu-dit :	Magoar						



Photographie du site et support de prélèvement

Vue du site de prélèvement



Substrat(s) prélevé(s)



Caractérisation du site de prélèvement

<u>Physico-chimie :</u>	<u>Hydrologie :</u>	<u>Hydromorphologie :</u>	<u>Autres informations :</u>
Température Air (°C) :	21	Régime hydrologique :	Étiage
Température Eau (°C) :	17,7	Stabilité hydrologique :	> 10 jrs
Oxygène dissous (mg/L) :	8,58	Turbidité relative :	Nulle
Oxygène - saturation (%) :	94,1		
pH (unité pH) :	7,49		
Conductivité (µS/cm) :	504		
		Largeur plein bord (m) :	3,50
		Largeur mouillée (m) :	2,00
		Hauteur mouillée (m) :	0,10
		Faciès d'écoulement :	Radier
		Vitesse dominante (m/s) :	25<V<75
		Substrat dominant :	Pierre
		Colmatage :	Faible
		Dépôts calcaires :	Nulle
		Rec. macrophytes :	Moyen
		Luminosité :	Moyenne

Modalités de prélèvement

Matériel de prélèvement :	Brosse à usage unique	Substrat prélevé (nature / nombre) :	Pierre / 5	Fixateur :	Fixall'his (40%)
---------------------------	-----------------------	--------------------------------------	------------	------------	------------------

LISTE FLORISTIQUE

Evaluation hydrobiologique du Crazius



Renseignements généraux

Cours d'eau :	CRAZIUS	Coordonnées du site (Lambert 93) :	X :	224786	Date :	20/07/2022
Réf. Station :	CRA_RES_AV		Y :	6803578	Heure :	10:30
Commune/Dépt :	GLOMEL / 22			Opérateur 1 :	J. Blémus	
Lieu-dit :	Magoar			Opérateur 2 :	C. Cejudo	

Liste floristique

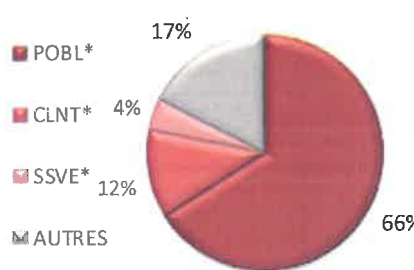
LISTE DES ESPECES	CODE OMNIDIA *	EFFECTIF	
		Nb	%
<i>Platessa oblongella</i> (Østrup) C.E. Wetzel, Lange-Bertalot & Ector	POBL*	268	66,0%
<i>Cocconeis lineata</i> Ehrenberg	CLNT*	49	12,1%
<i>Stausosira venter</i> (Ehrenberg) Cleve & Moeller var. <i>venter</i>	SSVE*	18	4,4%
<i>Achnanthis minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki var. <i>minutissimum</i>	ADMI*	9	2,2%
<i>Fragilaria famelica</i> (Kützing) Lange-Bertalot var. <i>famelica</i>	FFAM*	8	2,0%
<i>Stauroforma exiguiformis</i> (Lange-Bertalot) Flower Jones et Round	SEXG*	8	2,0%
<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg var. <i>lanceolata</i>	NLAN*	5	1,2%
<i>Chamaepinnularia evanida</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	CHEV*	3	0,7%
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst var. <i>angustatum</i>	GANG*	3	0,7%
<i>Nitzschia rectiformis</i> Hustedt	NRFO	3	0,7%
<i>Sellaphora nigri</i> (De Not.) C.E. Wetzel et Ector comb. nov. emend.	SNIG*	3	0,7%
<i>Chamaepinnularia obsoleta</i> (Hustedt) C.E. Wetzel et Ector	CHOB	2	0,5%
<i>Encyonema minutiforme</i> Krammer var. <i>minutiforme</i>	ENMF	2	0,5%
<i>Fragilaria microvaucheriae</i> C.E. Wetzel et Ector	FMIV	2	0,5%
<i>GOMPHONEMA</i> C.G. Ehrenberg	GOMP	2	0,5%
<i>Stauroneis kriegeri</i> Patrick	STKR*	2	0,5%
<i>STAUROSIRA</i> (C.G. Ehrenberg) D.M. Williams & F.E. Round	STRS	2	0,5%
<i>Tryblionella debilis</i> Arnott ex O'Meara var. <i>debilis</i>	TDEB*	2	0,5%
<i>Ctenophora pulchella</i> (Ralfs ex Kütz.) Williams et Round var. <i>pulchella</i>	CTPU*	1	0,2%
<i>Encyonema neogratile</i> Krammer var. <i>neogratile</i>	ENNG*	1	0,2%
<i>Eunotia implicata</i> Nörpel Lange-Bertalot & Alles	EIMP*	1	0,2%
<i>Eunotia minor</i> (Kützing) Grunow in Van Heurck	EMIN*	1	0,2%
<i>Eunotia subarcuatoides</i> Alles Nörpel & Lange-Bertalot in Alles et al.	ESUB*	1	0,2%
<i>Eunotia tenella</i> (Grunow in Van Heurck) Hustedt in Schmidt & al var. <i>tenella</i>	ETEN*	1	0,2%
<i>Fragilariforma bicapitata</i> (A.Mayer) Williams & Round	FFBI*	1	0,2%
<i>Gomphonema exilissimum</i> (Grun.) Lange-Bertalot & Reichardt	GEXL*	1	0,2%
<i>Hippodonta capitata</i> (Ehr.) Lange-Bertalot, Metzeltin et Witkowski	HCAP*	1	0,2%
<i>Mayamaea permitis</i> (Hustedt) Bruder & Medlin	MPMI*	1	0,2%
<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W.M. Smith var. <i>linearis</i>	NLIN*	1	0,2%
<i>Pinnularia schoenfelderi</i> Krammer	PSHO*	1	0,2%
<i>Platessa oblongella</i> (Østrup) C.E. Wetzel, Lange-Bertalot & Ector f. <i>anormale</i>	POGT*	1	0,2%
<i>Skabitschewskia peragalloi</i> (Brun et Héribaud) Kulikovskiy et Lange-Bertalot	SPRG*	1	0,2%
<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i> Krammer et Lange-Bertalot	SBKU*	1	0,2%

RESULTATS / ANALYSE	Evaluation hydrobiologique du Crazius	 
---------------------	--	---

Renseignements généraux

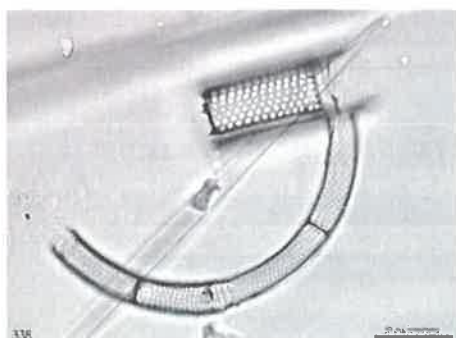
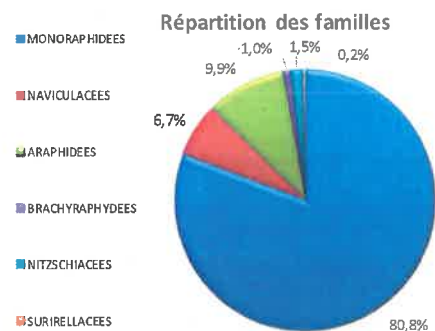
Cours d'eau : CRAZIUS	Coordonnées du site (Lambert 93) : X : 224786	Date : 20/07/2022
Réf. Station : CRA_RES_AV	Y : 6803578	Heure : 10:30
Commune/Dépt : GLOMEL / 22		Opérateur : J. Blémus
Lieu-dit : Magoar		

Résultats

IBD (/20) (EQR)	20	1,16	TAXON DOMINANT						
IPS (/20)	16,7		<i>Platessa oblongella</i>						
			<table border="1"> <tr> <th>Nb.</th> <th>POBL*</th> <th>%</th> </tr> <tr> <td>268</td> <td></td> <td>66%</td> </tr> </table>	Nb.	POBL*	%	268		66%
Nb.	POBL*	%							
268		66%							
Abondance (N. diatomées)	406		<p style="text-align: center;">Distribution des taxons dominants</p> 						
Richesse famille (N. familles)	6								
Richesse générique (N. genres)	22								
Richesse spécifique (N. espèces)	33								
Diversité Shannon (Bits)	2,18								
Equitabilité Piélou (/1)	0,43								
Dominance Simpson (/1)	0,45								

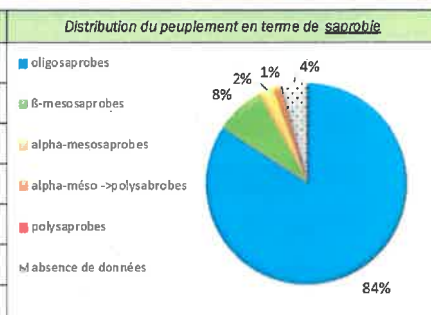
Distribution des familles Analyse des traits écologiques

LISTE DES FAMILLES	CODE	EFFECTIF	
		Nb	%
MONORAPHIDEES	MO	328	80,8%
NAVICULACEES	NA	27	6,7%
ARAPHIDEES	AR	40	9,9%
BRACHYRAPHYDEES	BR	4	1,0%
NITZSCHIACEES	NI	6	1,5%
SURIPELLACEES	SU	1	0,2%

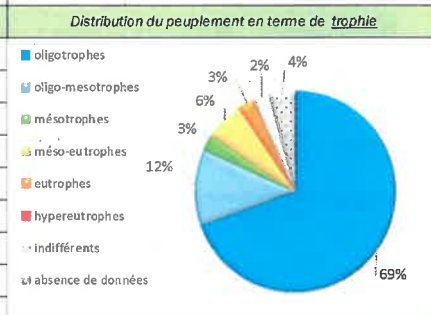


Photographie de Diatomées.
(Source : DRIEE - Ile De France)

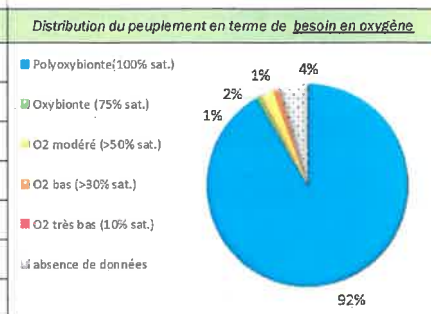
SAPROBIE	Nb	%
oligosaprobies	342	84%
β-mesosaprobies	33	8%
alpha-mesosaprobies	10	2%
alpha-méso -> polysaprobies	4	1%
polysaprobies	0	0%
absence de données	17	4%
effectif total	406	100%



TROPHIE	Nb	%
oligotrophes	282	69%
oligo-mesotrophes	50	12%
mésotrophes	11	3%
méso-eutrophes	25	6%
eutrophes	11	3%
hypereutrophes	0	0%
indifférents	10	2%
absence de données	17	4%
effectif total	406	100%



BESOIN EN OXYGENE	Nb	%
Polyoxybionte(100% sat.)	372	92%
Oxybionte (75% sat.)	3	1%
O2 modéré (>50% sat.)	9	2%
O2 bas (>30% sat.)	4	1%
O2 très bas (10% sat.)	0	0%
absence de données	18	4%
effectif total	406	100%



RESULTATS / ANALYSE	Comparaison interannuelle "CRA_RES_AV"	J. Blémus	
----------------------------	---	-----------	---

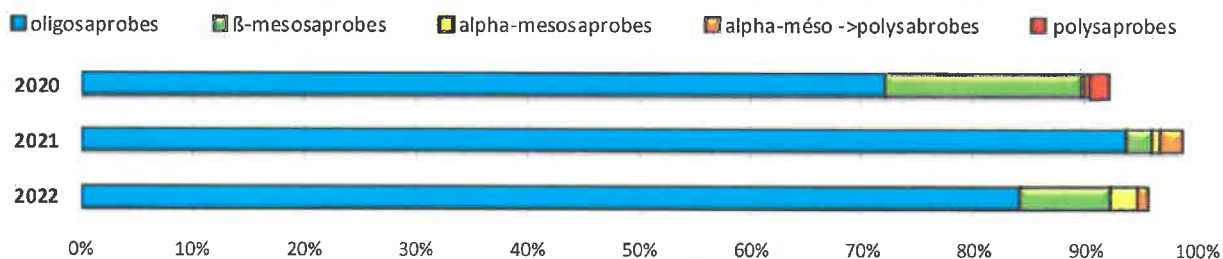
Résultats

<u>Rappel des principaux résultats</u>	2020		2021		2022	
IBD (/20) (EQR)	19,9	1,15	20,0	1,16	20,0	1,16
IPS (/20)	15,7		16,7		16,7	
Abondance (N. individus)	403		406		406	
Richesse (famille / espèce)	6	16	5	15	6	33
Diversité Shanon (bits)	2,10		0,69		2,18	
Equitabilité Pielou (/1)	0,53		0,18		0,43	
Dominance Simpson (/1)	0,41		0,84		0,45	
Famille dominante	<i>MONORAPHIDEES</i>		<i>MONORAPHIDEES</i>		<i>MONORAPHIDEES</i>	
Code OMNIDIA Nb. - % individus	MO	304 - 75,4%	MO	385 - 94,8%	MO	328 - 80,8%
Espèce dominante	<i>Karayevia oblongella</i>		<i>Platessa oblongella</i>		<i>Platessa oblongella</i>	
Code OMNIDIA Nb. - % individus	KOBG*	252 - 62,5%	POBL*	373 - 91,9%	POBL*	268 - 66%

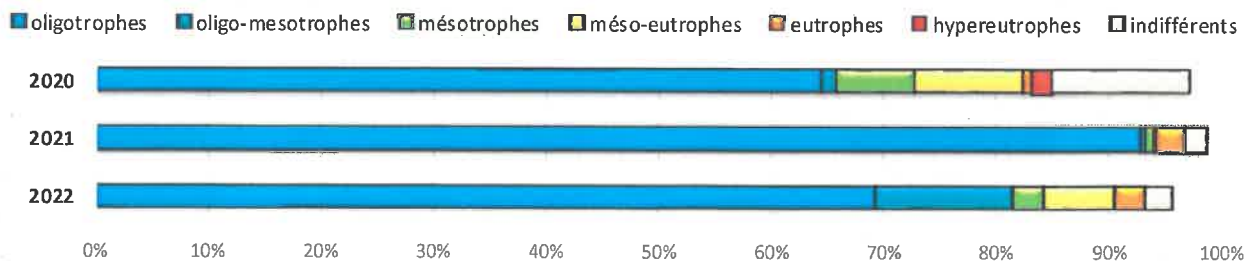
Analyse des traits écologiques

Ici, seuls les taxons dont les traits écologiques sont connus sont pris en compte.

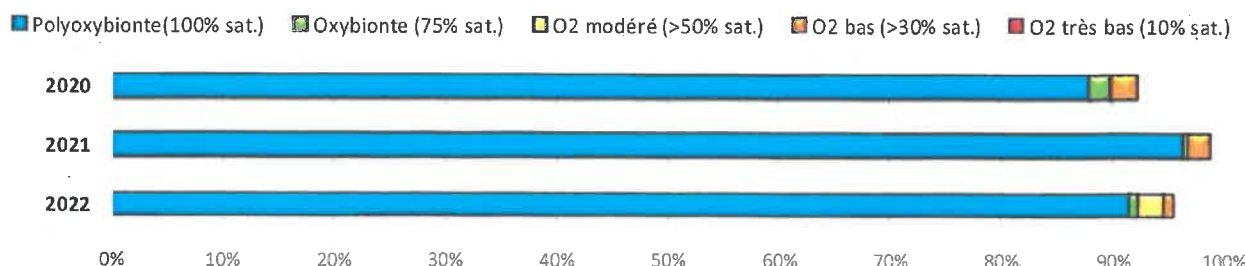
SAPROBIE



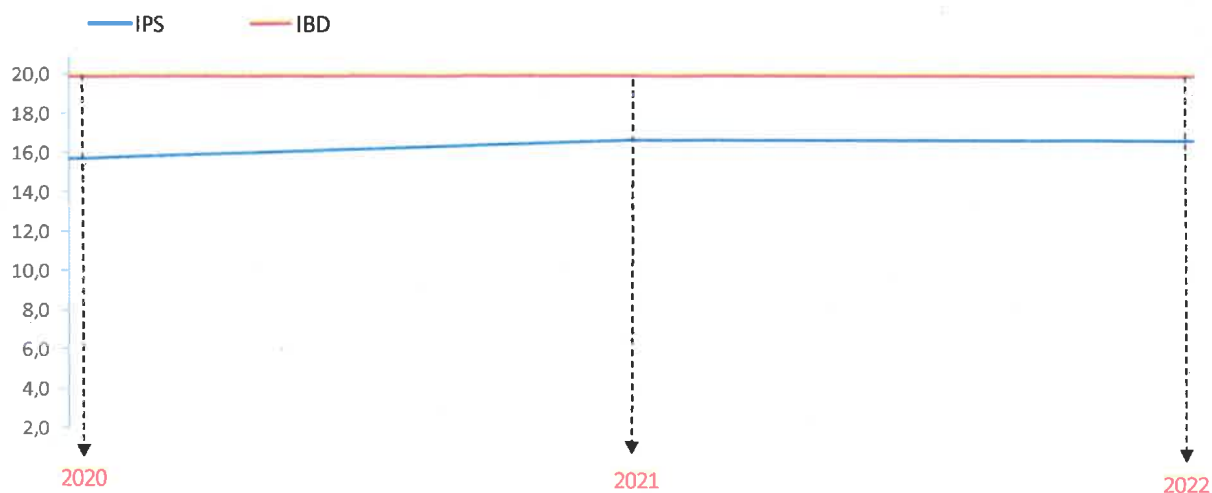
TROPHIE



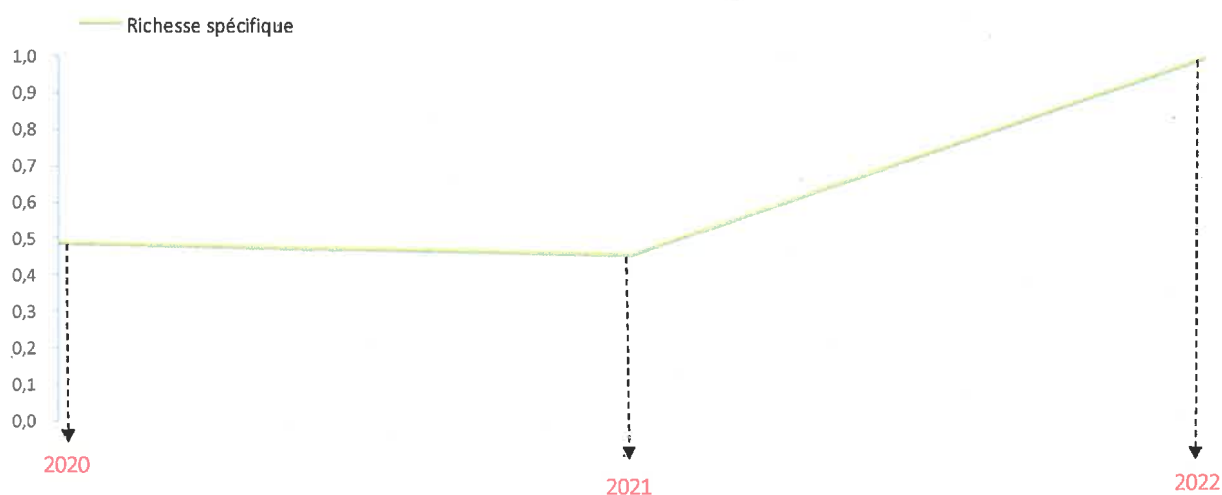
BESOIN EN OXYGENE



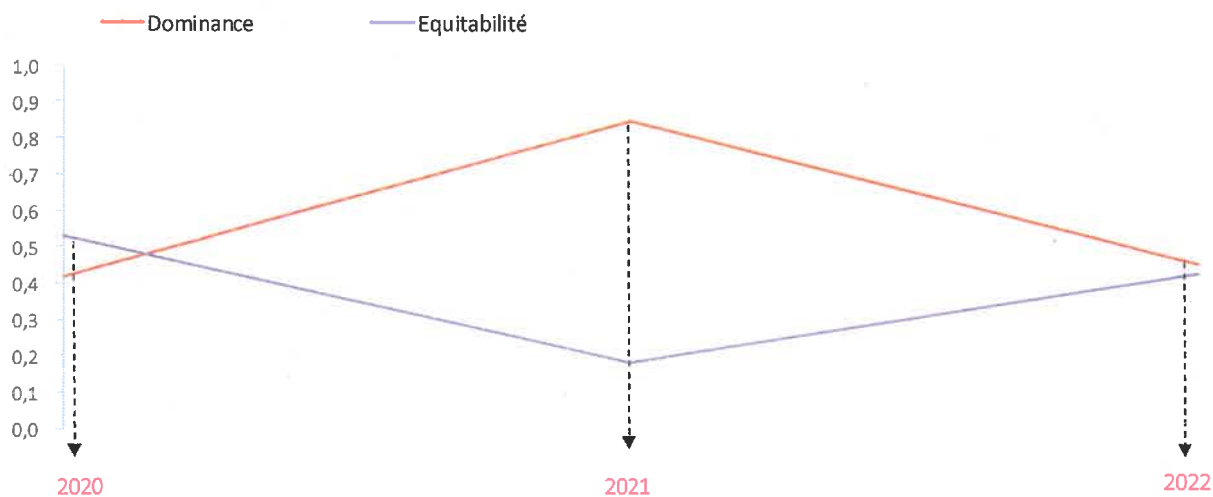
Evolution des scores d'indices biologiques



Evolution de la richesse spécifique



Evolution des indices qualifiant la structure du peuplement



L'analyse des peuplements diatomiques réalisée sur Le Crazius en aval de la réserve naturelle des Landes de Lan Bern soit à plus de 2.5 kilomètres du rejet IMERYS révèle peu de différences entre les trois dernières années étudiées.

Classes de qualité de l'IBD (arrêté du 27 juillet 2018) :

INDICE	CLASSES DE QUALITE ECOLOGIQUE				
	TRES BON	BON	MOYEN	MEDIOCRE	MAUVAIS
IBD ₂₀₀₇ (EQR)	TB>0,94	0,94>B>0,78	0,78>MO>0,55	0,55>ME>0,30	0,30>MA

Le score EQR de l'IBD est sensiblement le même quelle que soit l'année étudiée et reste au-dessus de la note de référence de cette hydroécocorégion soit 17.4/20. Ce score élevé classe la station en « très bon » état biologique selon l'arrêté du 27 juillet 2018. L'IPS, avec des notes comprises entre 15.7 et 16.7 est plus discriminant, mais il suit la même tendance que l'IBD.

Le peuplement relevé en 2021 s'avère être moins équilibré du fait d'une dominance plus marquée par *Platessa oblongella* qui représente presque 95% du peuplement. Cette station présente une richesse spécifique relativement faible. Le taxon qui domine le peuplement est le même pour les trois années à savoir *Platessa oblongella* (= *Karayevia oblongella*) que l'on retrouve généralement dans des eaux relativement bien oxygénées ne subissant pas de pollutions organiques ou en nutriments.