



ETUDE DIAGNOSTIQUE DU SYSTEME D'ASSAINISSEMENT DE LA COMMUNE DE SAINT LAURENT DE TERREGATTE

Rapport de phase 2 (Nappe BASSE et HAUTE)

411-2019-06 | AVRIL 2021 | v1



4, avenue Charles Tillon
35000 RENNES
christophe.letutour@idee-tech.fr
T : 02.99.23.31.31
F : 02.23.35.07.29

Directeur d'affaire : XHO
Responsable d'affaire : CHT
N° d'affaire : 411_2019_06
Fichier : 411_2019_01_RAP_Ph2-NB et NH-SLDT

Versio n	Date	Etabli par	Vérifié par	Nb pages	Observations / Visa
1	Avril 2021	CLT	CLT	45	

TABLE DES MATIÈRES

1	PRESENTATION DES CAMPAGNES DE MESURES	6
1.1	Description des campagnes de mesures.....	6
1.2	La pluviométrie	8
1.3	Le suivi de la nappe	14
1.4	Approche méthodologique	15
1.4.1	Détermination des apports théoriques	15
	Les apports théoriques sont généralement établis pour :	15
1.4.2	Estimation du taux de rejet.....	15
1.4.3	Estimation des volumes d'eaux usées théoriques totaux	16
1.4.4	Quantification des apports d'eaux claires parasites par temps sec.....	17
1.4.5	Quantification des eaux claires météoriques et de ressuyage	20
1.4.6	Evaluation des taux de collecte et de raccordement	21
2	ANALYSE ET SYNTHESE DES DONNEES DEBITMETRIQUES A LA STATION D'EPURATION EN NAPPE HAUTE ET BASSE.....	22
2.1	Les débits journaliers reçus à la station d'épuration.....	22
2.2	Comparaison avec la capacité nominale des ouvrages	27
2.3	Les débits moyens de temps sec a la station d'épuration en nappe basse et haute..	29
2.4	Les apports d'eaux claires parasites d'infiltration à la station (ecpi)	33
2.5	Les apports d'eaux parasites météoriques à la station d'épuration (ecm)	34
3	LES INSPECTIONS NOCTURNES.....	37
4	LE BILAN DEBIT-POLLUTION – NAPPE BASSE	39
4.1	Rappel	39
4.2	Le bilan du 02-03 décembre 2020	40
5	POURSUITE DE L'ETUDE	43

TABLEAUX

Tableau 1 : répartition des pluies moyennes observées en nappe basse (mm/j).....	10
Tableau 2 : répartition des pluies moyennes observées en nappe haute (mm/j)	10
Tableau 3 : pluviométrie observée en nappe basse (mm/j).....	11
Tableau 4 : pluviométrie observée en nappe haute (mm/j)	12
Tableau 5 : Dotation hydrique /abonné (2019)	15
Tableau 6 : taux de rejet en fonction de la densité de l'habitat	16
Tableau 7 : évaluation de volumes d'eaux usées théoriques à la station d'épuration de Saint Laurent de Terregatte (2019-2020).....	16
Tableau 8 : débits journaliers et précipitations à la station d'épuration Saint Laurent de Terregatte – nappe basse	25
Tableau 9 : débits journaliers et précipitations à la station d'épuration Saint Laurent de Terregatte – nappe haute.....	26
Tableau 10 : débits moyens de temps sec mesurés en nappe basse en entrée de station	29
Tableau 11 : débits moyens de temps sec mesurés en nappe haute en entrée de station .	31
Tableau 12 : détermination des ECPI à la station d'épuration – nappe basse et haute	33
Tableau 13 : pluies retenues pour la détermination des surfaces actives – nappe basse et haute	34
Tableau 14 : détermination des surfaces actives – nappe basse – première approche	35
Tableau 15 : détermination des surfaces actives – nappe haute et basse	35
Tableau 16 : synthèse des résultats – ratios.....	40
Tableau 17 : concentrations mesurées le 02-03 décembre 2020 (mg/l).....	40
Tableau 18 : charges mesurées le 02-03 décembre 2020 (kg)	40
Tableau 19 : rendements mesurés 02-03 décembre 2020 (%).....	40
Tableau 20 : correspondance en Equivalents Habitants - 02-03 décembre 2020	40
Tableau 21 : normes de rejet actuelles et valeurs mesurées le 02-03/2020.	41
Tableau 22 : ratios attendus et valeurs mesurées le 02-03/2020	42
Tableau 23 : investigations complémentaires prévues au marché	43
Tableau 24 : préconisations d'investigations complémentaires	43

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : vue du canal venturi implanté en entrée de station d'épuration.....	6
Figure 2 : localisation du pluviomètre.....	8
Figure 3 : pluviométrie – nappe basse – Saint Laurent de Terregatte.....	9
Figure 4 : pluviométrie – nappe haute – Saint Laurent de Terregatte	9
Figure 5 : piézométrie — Saint Laurent de Terregatte (source : ADES).....	14
Figure 6 : exemple de régression linéaire.....	20
Figure 7 : illustration du phénomène de ressuyage.....	21
Figure 8 : débit et pluviométrie horaire mesurés à la station d'épuration en nappe basse	22
Figure 9 : débit et pluviométrie horaire mesurés à la station d'épuration en nappe haute	23
Figure 10 : débit et pluviométrie journalière mesurés à la station d'épuration en nappe basse ..	24
Figure 11 : débit et pluviométrie journalière mesurés à la station d'épuration en nappe haute...	24
Figure 12 : comparaison des débits d'entrée avec la capacité nominale – nappe basse.....	27
Figure 13 : comparaison des débits d'entrée avec la capacité nominale – nappe haute.....	28
Figure 14 : débits moyens de temps sec à la station d'épuration – nappe basse.....	30
Figure 15 : débits moyens de temps sec à la station d'épuration – nappe haute	32
Figure 16 : régression linéaire – pluies observées en nappe haute et basse	36
Figure 17 : régression linéaire – pluies observées en nappe haute et basse – pluie 03-04/12 écartée.....	36
Figure 18 : répartition des indices linéaires d'infiltration	37
Figure 19 : indices linéaires d'infiltration	38
Figure 20 : programme de phase 3.....	44

1 PRESENTATION DES CAMPAGNES DE MESURES

1.1 DESCRIPTION DES CAMPAGNES DE MESURES

La campagne de mesure de nappe basse s'est déroulée du 04 novembre au 08 décembre 2020. Celle de nappe haute du 02 mars au 07 avril 2021.

Les points équipés par nos soins ont été les suivants :

- 1 point de mesure de débits en entrée de station d'épuration, au niveau du canal venturi à section exponentielle ISMA TYPE I
- 1 pluviomètre.



Figure 1 : vue du canal venturi implanté en entrée de station d'épuration.

Les dimensions du canal venturi ISMA Type 1 sont données ci-après.

	LONGUEUR TOTALE en mm avec		LARGEUR ≥ en mm	PROFONDEUR ≥ en mm
	Canal d'approche LONG	Canal d'approche COURT		
Type I	1700	1240	200	280
Type II	2300	1725	300	330
Type III	3250	2525	350	400
Type IV	4600	3720	500	500
Type V	6700	5620	650	600
Type VI	8650	7550	800	800
Type VII	11500	10040	1000	1000

La conversion hauteur/débit est quant à elle donnée par la formule et le tableau suivants.

$Q = -0,19xh + 672,7xh^2 - 734xh^3 + 11400xh^4$					
Q en m ³ /h h en m					
mm CE	l/s	m ³ /h	mm CE	l/s	m ³ /h
18	0,06	0,21	90	1,57	5,64
20	0,07	0,26	92	1,64	5,92
22	0,09	0,32	94	1,72	6,21
24	0,10	0,38	96	1,81	6,50
26	0,12	0,44	98	1,89	6,80
28	0,14	0,51	100	1,98	7,11
30	0,16	0,59	102	2,07	7,43
32	0,19	0,67	104	2,16	7,76
34	0,21	0,76	106	2,25	8,10
36	0,24	0,85	108	2,35	8,45
38	0,26	0,95	110	2,45	8,81
40	0,29	1,05	112	2,55	9,18
42	0,32	1,16	114	2,66	9,56
44	0,35	1,27	116	2,76	9,95
46	0,39	1,39	118	2,87	10,35
48	0,42	1,52	120	2,99	10,76
50	0,46	1,65	122	3,11	11,18
52	0,50	1,79	124	3,23	11,62
54	0,54	1,93	126	3,35	12,06
56	0,58	2,08	128	3,48	12,52
58	0,62	2,24	130	3,61	12,99
60	0,67	2,40	132	3,74	13,47
62	0,71	2,57	134	3,88	13,96
64	0,76	2,74	136	4,02	14,47
66	0,81	2,92	138	4,16	14,99
68	0,86	3,11	140	4,31	15,52
70	0,92	3,30	142	4,46	16,07
72	0,97	3,51	144	4,62	16,63
74	1,03	3,71	146	4,78	17,21
76	1,09	3,93	148	4,94	17,80
78	1,15	4,15	150	5,11	18,40
80	1,22	4,38	152	5,28	19,02
82	1,28	4,62	154	5,46	19,66
84	1,35	4,86	156	5,64	20,31
86	1,42	5,12	158	5,83	20,97
88	1,49	5,38	160	6,02	21,66
			162	6,21	22,35

1.2 LA PLUVIOMÉTRIE

Un pluviomètre a été installé à la station d'épuration pour la durée des deux campagnes de mesures.

Le choix d'implantation a été arrêté de façon à ne pas être situé à proximité immédiate d'arbres ou de bâtiments pouvant perturber les mesures.



Figure 2 : localisation du pluviomètre

Les graphes suivants présentent la pluviométrie observée en nappe basse et haute.

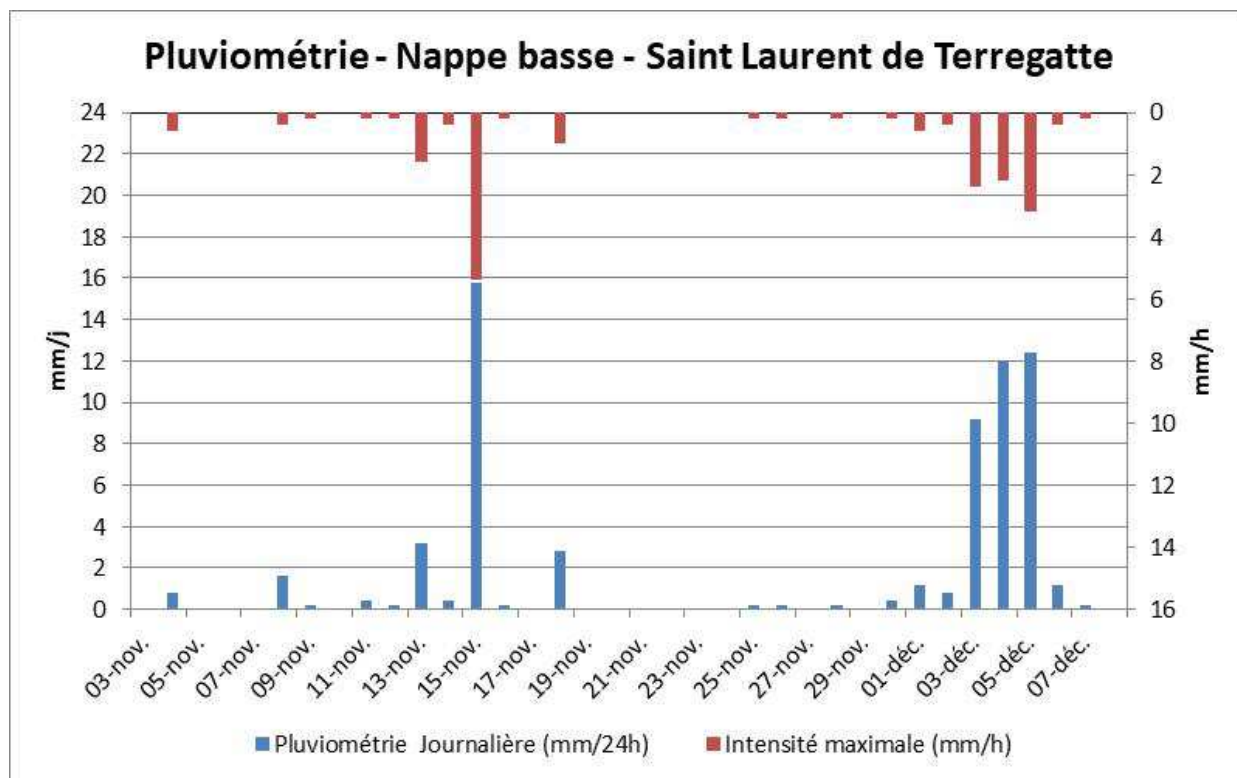


Figure 3 : pluviométrie – nappe basse – Saint Laurent de Terregatte

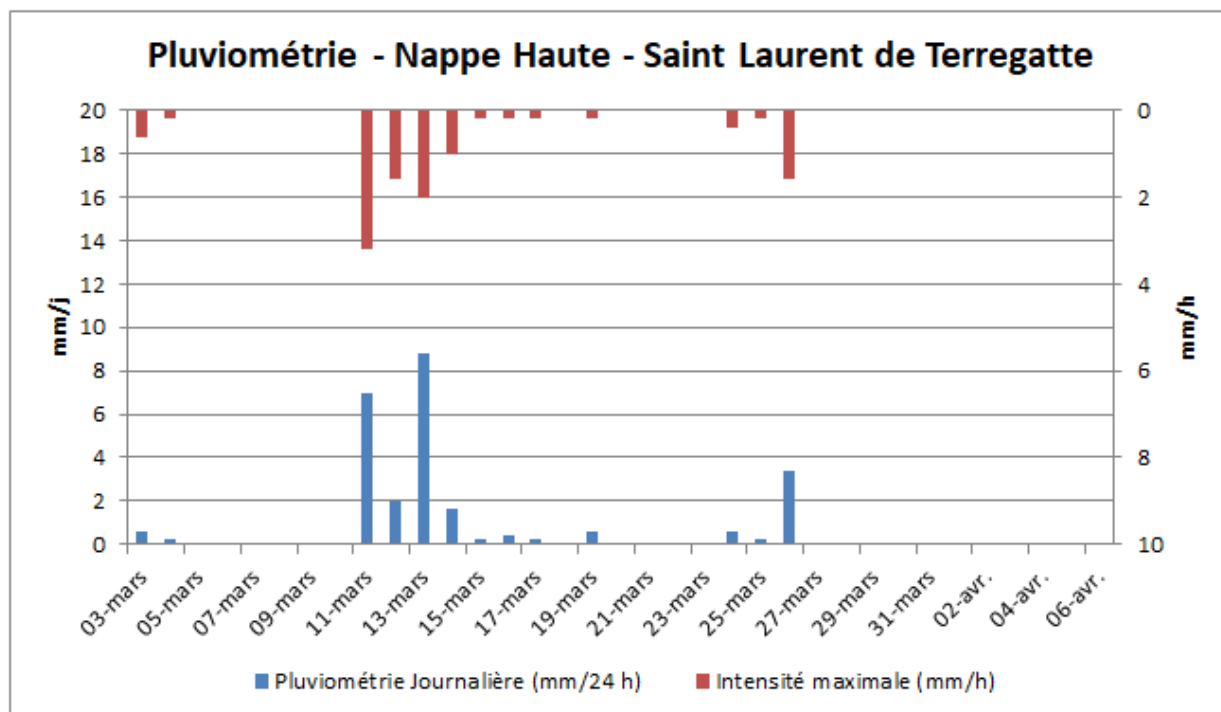


Figure 4 : pluviométrie – nappe haute – Saint Laurent de Terregatte

Tableau 1 : répartition des pluies moyennes observées en nappe basse (mm/j)

Intensité (mm/j)	Nombre de jours	précipitations (mm)	Cumul
0,1 à 0,5	10	2.6	2.6
0,6 à 1	2	1.6	4.2
1,1 à 2	3	4	8.2
2,1 à 4	2	6	14.2
4,1 à 8	0	0	14.2
8,1 à 16	4	49.4	63.6
TOTAL	21		63.6

Tableau 2 : répartition des pluies moyennes observées en nappe haute (mm/j)

Intensité (mm/j)	Nombre de jours	précipitations (mm)	Cumul
0,1 à 0,5	5	1.2	1.2
0,6 à 1	3	1.8	3
1,1 à 2	2	3.6	6.6
2,1 à 4	1	3.4	10
4,1 à 8	1	7	17
8,1 à 16	1	8.8	25.8
TOTAL	13		25.8

Le détail des précipitations journalières est donné par les tableaux suivants.

Tableau 3 : pluviométrie observée en nappe basse (mm/j)

DATE	Pluviométrie Journalière (mm/24h)	Intensité maximale (mm/h)
03-nov	0	0
04-nov	0,8	0,6
05-nov	0	0
06-nov	0	0
07-nov	0,0	0,0
08-nov	1,6	0,4
09-nov	0,2	0,2
10-nov	0,0	0,0
11-nov	0,4	0,2
12-nov	0,2	0,2
13-nov	3,2	1,6
14-nov	0,4	0,4
15-nov	15,8	5,4
16-nov	0,2	0,2
17-nov	0,0	0,0
18-nov	2,8	1,0
19-nov	0,0	0,0
20-nov	0,0	0,0
21-nov	0,0	0,0
22-nov	0,0	0,0
23-nov	0,0	0,0
24-nov	0,0	0,0
25-nov	0,2	0,2
26-nov	0,2	0,2
27-nov	0,0	0,0
28-nov	0,2	0,2
29-nov	0,0	0,0
30-nov	0,4	0,2
01-déc	1,2	0,6
02-déc	0,8	0,4
03-déc	9,2	2,4
04-déc	12,0	2
05-déc	12,4	3,2
06-déc	1,2	0,4
07-déc	0,2	0,2
08-déc	0	0
TOTAL	63,6	

Tableau 4 : pluviométrie observée en nappe haute (mm/j)

DATE	Pluviométrie Journalière (mm/24h)	Intensité maximale (mm/h)
03-mars	0,6	0,6
04-mars	0,2	0,2
05-mars		
06-mars		
07-mars		
08-mars		
09-mars		
10-mars		
11-mars	7,0	3,2
12-mars	2,0	1,6
13-mars	8,8	2,0
14-mars	1,6	1,0
15-mars	0,2	0,2
16-mars	0,4	0,2
17-mars	0,2	0,2
18-mars		
19-mars	0,6	0,2
20-mars		
21-mars		
22-mars		
23-mars		
24-mars	0,6	0,4
25-mars	0,2	0,2
26-mars	3,4	1,6
27-mars		
28-mars		
29-mars		
30-mars		
31-mars		
01-avr		
02-avr		
03-avr		
04-avr		
05-avr		
06-avr		
TOTAL	25.8	

Au cours de la campagne de mesures de nappe basse, la pluviométrie (**63.6 mm**) s'est révélée modérée, avec toutefois quatre pluies significatives dont trois en fin de campagne (15/11, et 03/04 et 05/12).

Au cours de la période considérée, sur 36 journées de mesures, les journées avec précipitations supérieures ou égales à 2 mm/24 h ont seulement été de 6 pour 21 journées avec précipitations ≥ 0.2 mm.

En nappe haute, les précipitations se sont révélées très faibles avec seulement 25.8 mm enregistrés.

Sur les 13 journées pluvieuses relevées, seules 2 pluies journalières ont été supérieures à 6 mm/h

1.3 LE SUIVI DE LA NAPPE

Le graphe suivant présente les résultats du BRGM mesurés au niveau du piézomètre suivi en continu à Saint Laurent de Terregatte.

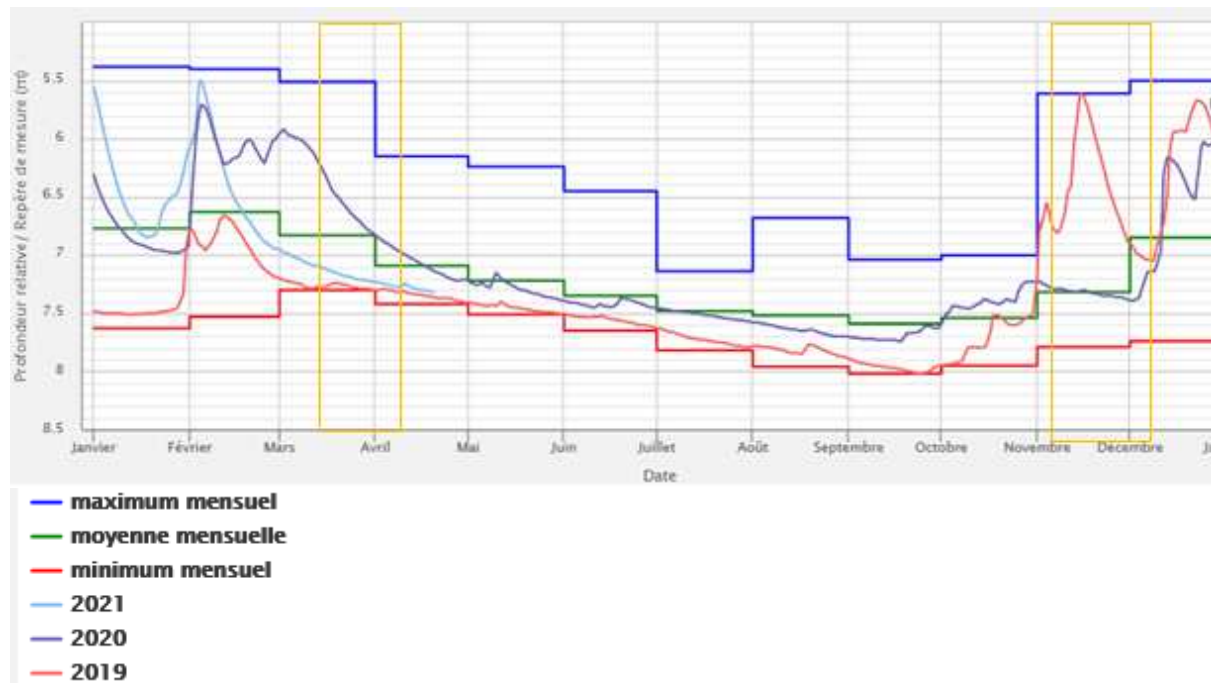


Figure 5 : piézométrie — Saint Laurent de Terregatte (source : ADES)

Le graphe ci-dessus montre qu'entre novembre 2020 et le début décembre 2020 le niveau de la nappe se situait à un niveau moyen pour la saison. Nous l'avons considéré comme un niveau de nappe basse puisqu'équivalent à celui du mois de juin.

Précisons qu'octobre et novembre 2019 avaient par contre été les mois durant lesquels le niveau de la nappe avait été le plus haut depuis 2016 (pour les mois correspondants), atteignant même le niveau le plus haut de l'année. Nous aurions donc tout aussi bien pu escompter un niveau de nappe haute pour cette période

A partir du 08 décembre jusque la fin du mois, le niveau s'est élevé sensiblement, étant similaire à celui observé en 2019 et atteignant le niveau des plus hautes eaux. A Saint Jean Le Thomas c'est d'ailleurs à compter de cette date que le niveau d'eau dans le marais s'est rapidement élevé, avec une mise en charge des réseaux empêchant la réalisation de la campagne de mesures.

A partir du tout début janvier 2021, le niveau de la nappe a rapidement chuté pendant une quinzaine de jours avant de remonter pour dépasser légèrement le niveau de 2020, et de rechuter brusquement à nouveau, ce qui n'avait pas été le cas en 2020, puisque ce dernier était resté supérieur à la moyenne interannuelle sur la période allant de février à avril.

En équipant début mars, le niveau de la nappe se trouvait proche du niveau moyen, mais en la quasi absence de précipitations au cours du mois, il n'a cessé de de s'abaisser.

1.4 APPROCHE METHODOLOGIQUE

1.4.1 Détermination des apports théoriques

Les apports théoriques sont généralement établis pour :

- Les postes,
- Les points de mesures en réseau,
- Les surverses et déversoirs d'orage,
- La station d'épuration.

La dotation hydrique par abonné est définie en fonction du bassin de collecte d'eaux usées déterminée pour la campagne de mesure.

Compte tenu du linéaire de réseau de la commune de Saint Laurent de Terregatte un seul bassin de collecte a été retenu.

- Station d'épuration

Bassin de collecte	Nombre d'abonnés	Consommation annuelle	Volume AEP	Volume AEP	Volume AEP	Volume AEP
			par jour (m ³)	par abonné/an (m ³)	par abonné/jour (l/j)	par habitant/jour (l/j) (*)
BC1	88	5 837	16	66.3	182	76
Total	88	5 837	16	66.3	182	76

Tableau 5 : Dotation hydrique /abonné (2019)

(*) Sur la base de 646 habitants en 2017 et 271 résidences principales

1.4.2 Estimation du taux de rejet

Le taux de rejet représente, pour les habitations raccordées au réseau d'assainissement EU, la fraction d'eau réellement rejetée au réseau.

Ce taux estimatif est différent selon que l'on est en présence **d'un habitat dispersé** ou **d'un habitat aggloméré**.

Les taux de rejet sont basés sur la densité de l'habitat.

Le tableau ci-dessous précise les taux de rejet habituellement retenus.

Densité de l'habitat (habitants à l'ha urbanisé)	Coefficient de Rejet /consommation initiale
0 < d < 20	0.70
20 < d < 60	0.80
60 < d < 150	0.90
150 < d < 300	0.95

Tableau 6 : taux de rejet en fonction de la densité de l'habitat

Le taux de rejet retenu sur l'aire d'étude est de **0.8**.

1.4.3 Estimation des volumes d'eaux usées théoriques totaux

Les consommations en eau potable, affectées du coefficient de rejet retenu, fournissent une approche des volumes d'eaux usées théoriques rejetés au réseau d'assainissement et dirigés vers la station d'épuration.

Bassin de collecte	Consommation annuelle	Coefficient de rejet	Volume d'eaux usées théoriques	
	m3/an		m3/an	m3/jour
BC1	5 837	0.8	4 670	12.8
Total	5 837	0.8	4 670	12.8

Tableau 7 : évaluation de volumes d'eaux usées théoriques à la station d'épuration de Saint Laurent de Terregatte (2019-2020)

Il est difficile d'appréhender précisément les débits théoriques dans la mesure où :

- L'activité des restaurants, etc... varie entre journées de semaine et week-end,
- La problématique COVID19 a réduit sensiblement les activités de restauration en 2020,
- 13 % des logements (47/362) sont des résidences secondaires qui peuvent n'être occupées qu'un, voire deux mois l'été mais parfois également aux autres périodes de vacances, et/ou éventuellement être louées,
- Le rythme des établissements scolaires est lié aux périodes de vacances, tout comme le taux d'occupation des résidences principale. Toutefois, avec le COVID 19, les rythmes scolaires ont été perturbés.

1.4.4 Quantification des apports d'eaux claires parasites par temps sec

Différentes méthodes d'approche peuvent être utilisées sommairement décrites ci-après.

☞ Comparaison des débits théoriques avec les débits mesurés

Cette première approche consiste à effectuer une comparaison entre les débits moyens journaliers mesurés par temps sec (nappes hautes et basses) au niveau de chaque point de mesure et bassins de collecte avec les débits théoriques déterminés à partir des consommations en eau potable.

☞ Méthode du débit minimum nocturne

Selon cette méthode, le volume d'apports parasites permanents (m^3/j) = débit minimum nocturne mesuré **x 24 h** (m^3/h) corrigé par un facteur **n** habituellement pris égal à **0,9** afin de tenir compte du débit subsistant d'eaux usées.

☞ Méthode du rapport nyctéméral

Le rapport nyctéméral est défini par :

$$n = \text{débit moyen horaire nocturne} / \text{débit moyen horaire diurne}$$

Au niveau des bassins de collecte qui ne connaissent pas d'activité industrielle, le rapport nyctéméral est en général inférieur à 0.25. Globalement on retiendra que vers 2 h du matin, le débit d'eaux claires parasites représente environ **90 %** du débit total.

Dans le cas contraire cette méthode n'est pas appropriée.

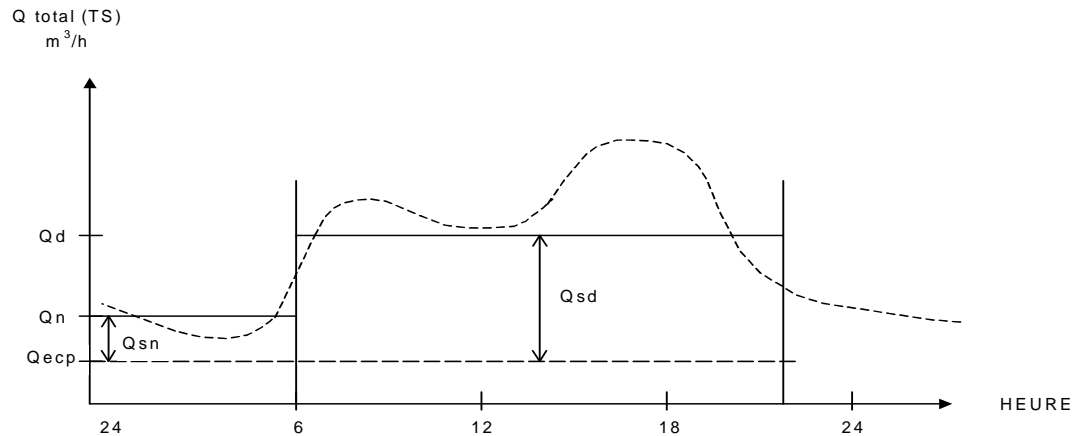
La valeur « n » dépend du choix des périodes diurnes et nocturnes (à adapter au cas par cas) et dont la durée totale est d'une journée (24 h).

Si le débit moyen horaire nocturne ne baisse pas dans des proportions équivalentes à la baisse de l'activité humaine (basée sur un cycle biologique en relation avec l'alternance du jour et de la nuit), il en résulte en général une forte probabilité d'infiltration d'eaux parasites dans les réseaux.

Ce rapport « n » est d'autant plus élevé que le volume d'eaux parasites est important.

Le plus souvent, on constate que la période nocturne, qui fait suite à la baisse de l'activité humaine s'étend sur 8h (de 22 h à 6 h, d'une manière générale). La période diurne s'étend par conséquent sur 16h (de 6 h à 22 h).

Le graphique ci-dessous figure la relation qui lie le rapport nycthéméral à la fraction d'eaux parasites qui transitent dans un réseau d'assainissement.



avec :

- n° : coefficient du rapport nycthéméral d'un réseau en l'absence d'eaux claires parasites
- n : coefficient du rapport nycthéméral mesuré
- Q_n : débit nocturne moyen horaire mesuré
- Q_d : débit diurne moyen horaire mesuré
- Q_{sn} : débit sanitaire moyen horaire nocturne
- Q_{sd} : débit sanitaire moyen horaire diurne
- Q_{ecp} : débit d'eaux claires parasites

Sans rentrer dans le détail des calculs, qui permettent d'aboutir à cette dernière, le volume d'eaux claires parasites est déterminé à partir de la formule suivante :

$$V_{ecpp}/V_t = 4n-1/2 + n, \text{ avec } Q_n/Q_d = n$$

☞ *Méthode moyenne des débits nocturnes*

Cette quatrième méthode complète et corrige les deux précédentes pour ce qui concerne la détermination des apports d'eaux parasites lorsque l'on est en présence de postes de refoulement notamment :

- Le DMN indique un apport d'eaux parasites journalier nul si sur une heure aucun déclenchement de pompe n'est observé, ce qui n'est pas systématique (exemple : volume de marnage important pouvant entraîner un faible nombre de démarrages et un décalage dans le temps des pompages).
- Le rapport nyctéméral n'est pas toujours approprié, notamment lorsque l'on est en présence d'apports nocturnes importants d'eaux usées (industriels par exemple).

☞ Méthode de la dilution

Cette autre méthode est généralement mise en œuvre à partir des analyses en DCO, DBO5 et NTK. Elle n'a pas été utilisée dans le cas présent.

Au final, les résultats obtenus par les différentes méthodes de calcul sont comparés et le débit d'eaux claires parasites permanentes (ECPI) établi par point de mesures et bassin de collecte.

1.4.5 Quantification des eaux claires météoriques et de ressuyage

Eaux claires météoriques et surfaces actives

En fonction des débits moyens de temps sec déterminés précédemment (semaine et week-end), les surdébits liés aux événements pluvieux peuvent être mesurés.

Lorsque l'on est en présence de défauts de raccordements en réseau « eaux usées », pour chaque événement pluvieux enregistré correspond un volume ruisselé. Les sur débits mesurés (exprimés en m³), sont à rattacher à la pluviométrie (exprimée en mm), et aux surfaces actives (m²).

La pente de la droite obtenue par régression linéaire sur l'ensemble des valeurs de Surdébits retenus et des pluies correspondantes pour chaque point de mesure correspond à la valeur de la surface active retenue.

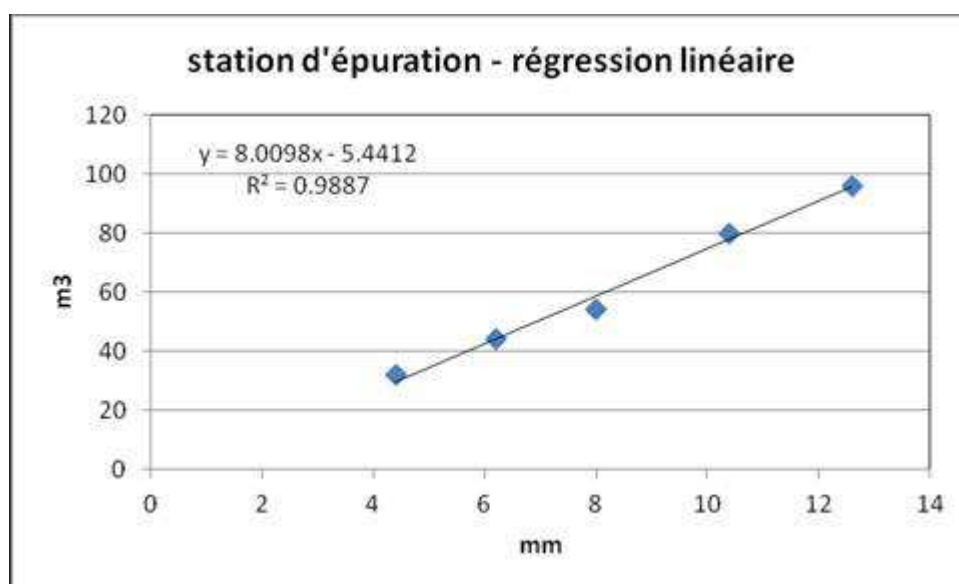


Figure 6 : exemple de régression linéaire

Eaux parasites issues du ressuyage

Ce type d'apport est assez difficile à cerner puisqu'il se rencontre en général après d'importants événements pluvieux et peut coïncider avec une remontée du niveau de la nappe.

D'une manière générale, les surdébits correspondent à un phénomène de drainage des sols perméables par des défauts au niveau des collecteurs, regards de visite, boîtes de branchements.

Ce phénomène de drainage, plus ou moins lent et marqué, peut perdurer sur plusieurs journées, voire plusieurs semaines. IL n'a pas été observé durant les deux campagnes de mesures.

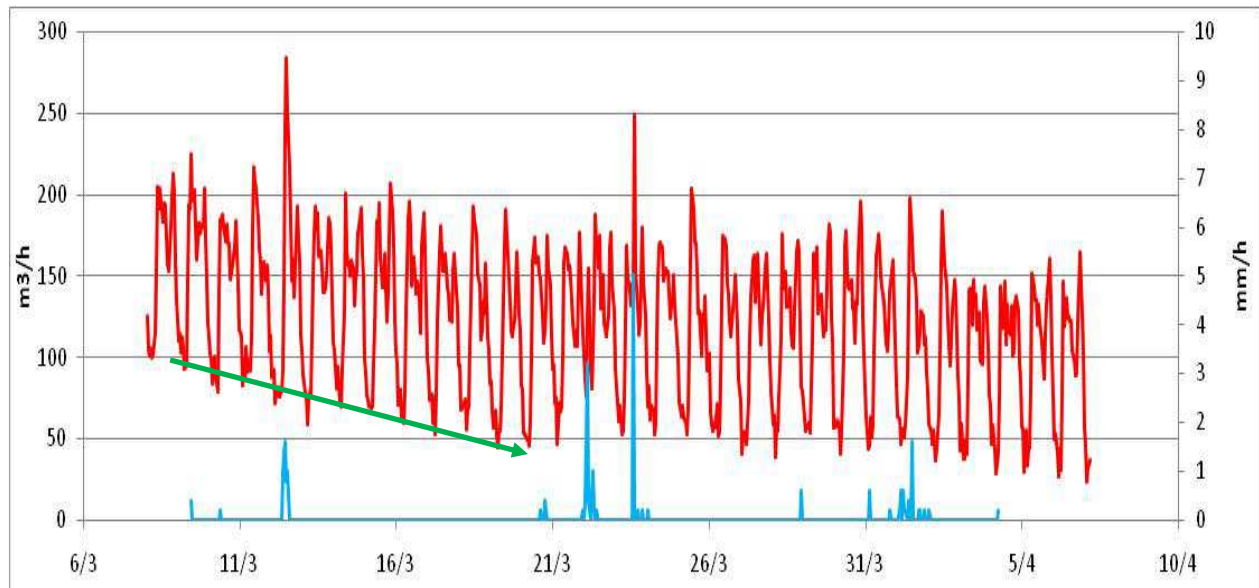


Figure 7 : illustration du phénomène de ressuyage

1.4.6 Evaluation des taux de collecte et de raccordement

✓ Taux de collecte

Il s'agit du rapport de la quantité de matières polluantes captée par le réseau à la quantité de matières polluantes générée dans la zone desservie par le réseau.

La quantité de matières polluantes captée est celle parvenant aux ouvrages de traitement à laquelle se rajoutent les boues de curage et de nettoyage des ouvrages de collecte.

Par ailleurs, l'annexe II de l'arrêté du 22 décembre 1994 sur la surveillance demande à la collectivité de déterminer chaque année son taux de collecte, qui doit être transmis dans le cadre de l'auto-surveillance.

✓ Taux de raccordement

Il s'agit du rapport de la population raccordée effectivement au réseau à la population desservie par celui-ci.

2 ANALYSE ET SYNTHÈSE DES DONNÉES DÉBITMÉTRIQUES A LA STATION D'ÉPURATION EN NAPPE HAUTE ET BASSE

2.1 LES DÉBITS JOURNALIERS REÇUS A LA STATION D'ÉPURATION

Les graphiques suivants présentent les débits mesurés à la station d'épuration en nappe basse et haute (04/11 au 07/12/2020 et 03/03 AU 06/04/2021).

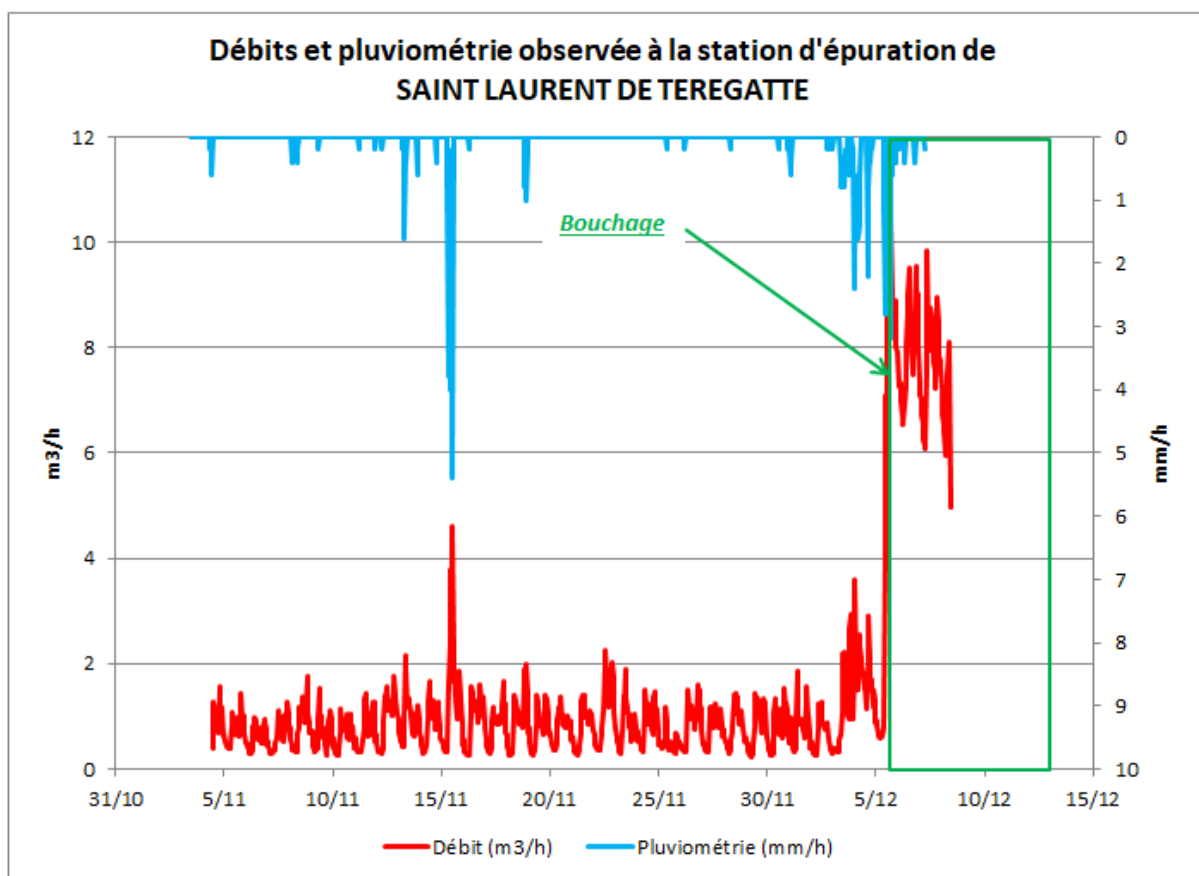


Figure 8 : débit et pluviométrie horaire mesurés à la station d'épuration en nappe basse

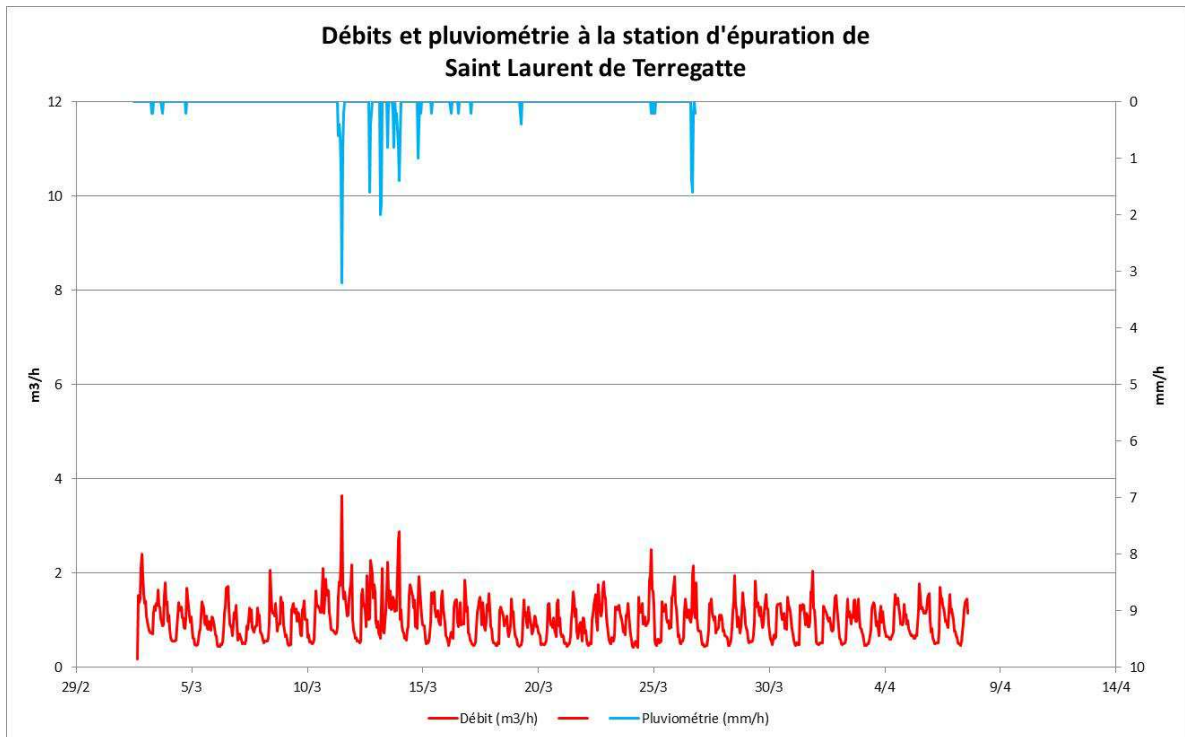


Figure 9 : débit et pluviométrie horaire mesurés à la station d'épuration en nappe haute

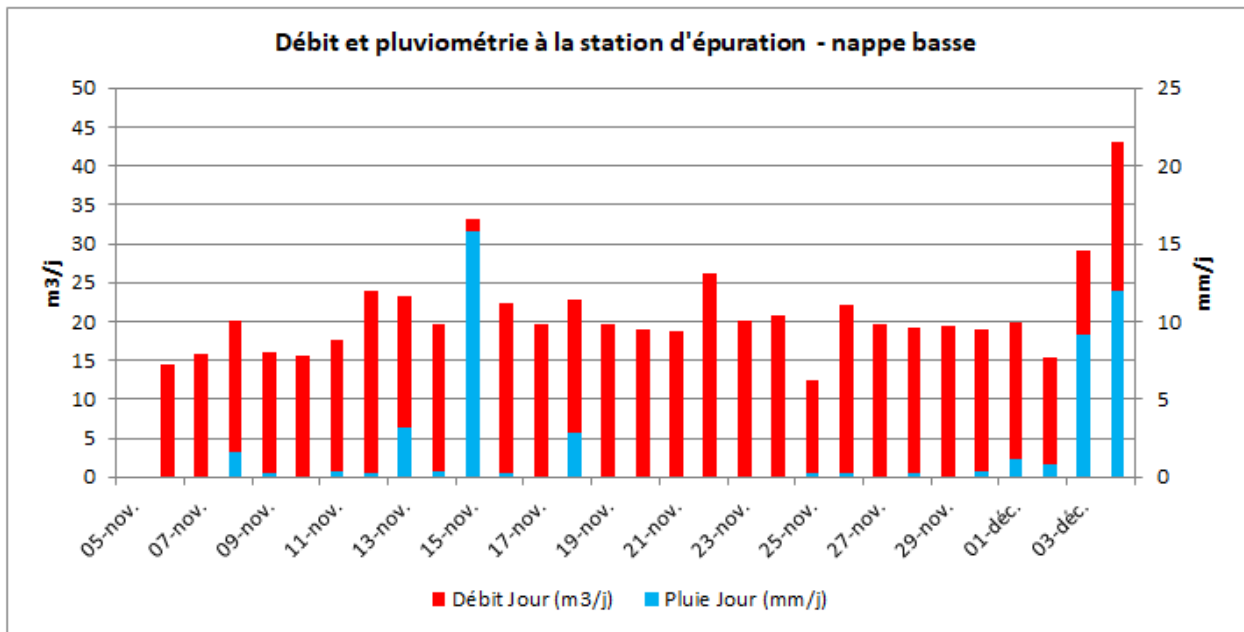


Figure 10 : débit et pluviométrie journalière mesurés à la station d'épuration en nappe basse

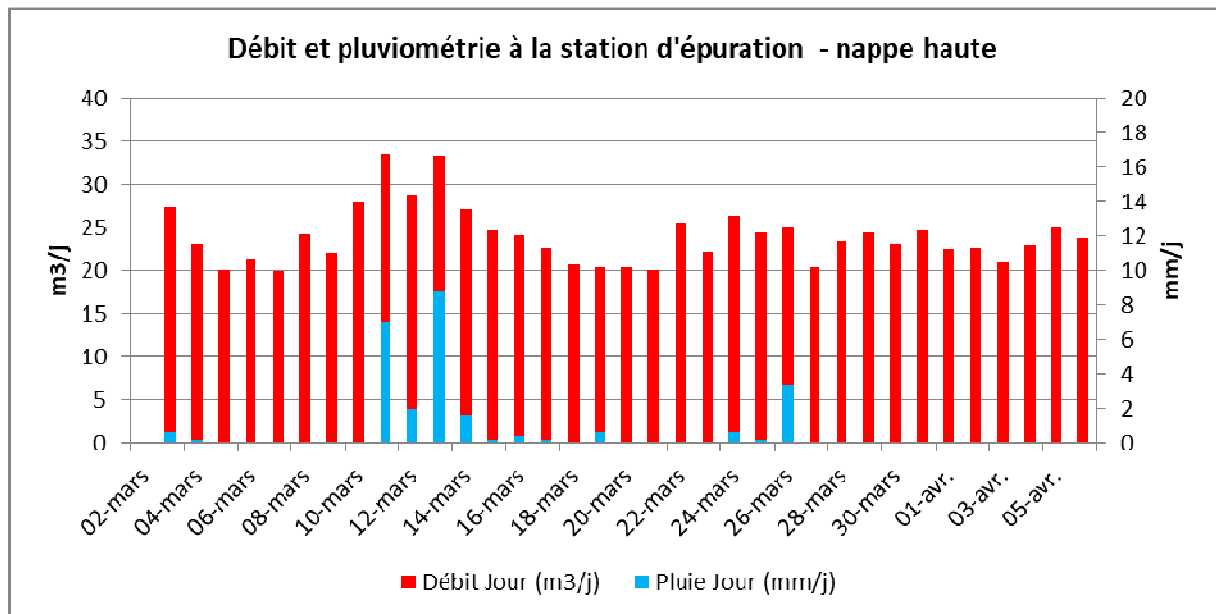


Figure 11 : débit et pluviométrie journalière mesurés à la station d'épuration en nappe haute

Tableau 8 : débits journaliers et précipitations à la station d'épuration Saint Laurent de Terregatte – nappe basse

Date	Débit Jour (m ³ /j)	Pluie Jour (mm/j)
05-nov	17,2	0
06-nov	14,4	0
07-nov	15,9	0
08-nov	20,0	1,6
09-nov	16,1	0,2
10-nov	15,7	0,0
11-nov	17,6	0,4
12-nov	24,0	0,2
13-nov	23,3	3,2
14-nov	19,6	0,4
15-nov	33,1	15,8
16-nov	22,4	0,2
17-nov	19,7	0,0
18-nov	22,8	2,8
19-nov	19,6	0,0
20-nov	18,9	0,0
21-nov	18,8	0,0
22-nov	26,2	0,0
23-nov	20,2	0,0
24-nov	20,7	0,0
25-nov	12,5	0,2
26-nov	22,1	0,2
27-nov	19,7	0,0
28-nov	19,3	0,2
29-nov	19,4	0,0
30-nov	19,0	0,4
01-déc	19,8	1,2
02-déc	15,3	0,8
03-déc	29,2	9,2
04-déc	43,0	12,0
05-déc	bouchage	12.4
06-déc	bouchage	1.2
07-déc	bouchage	0.2

Durant la campagne de mesures, le débit moyen reçu a été de **21 m³/j**. Par temps sec, ce dernier était de **19 m³/j**.

Tableau 9 : débits journaliers et précipitations à la station d'épuration Saint Laurent de Terregatte – nappe haute

Date	Débit Jour (m ³ /j)	Pluie Jour (mm/j)
03-mars	27,4	0,6
04-mars	23,1	0,2
05-mars	20,1	0
06-mars	21,2	0
07-mars	19,9	0
08-mars	24,2	0
09-mars	22,1	0
10-mars	28,0	0
11-mars	33,5	7,0
12-mars	28,6	2,0
13-mars	33,3	8,8
14-mars	27,1	1,6
15-mars	24,6	0,2
16-mars	24,1	0,4
17-mars	22,7	0,2
18-mars	20,7	0
19-mars	20,3	0,6
20-mars	20,4	0
21-mars	20,1	0
22-mars	25,5	0
23-mars	22,2	0
24-mars	26,4	0,6
25-mars	24,3	0,2
26-mars	24,9	3,4
27-mars	20,4	0
28-mars	23,4	0
29-mars	24,4	0
30-mars	23,1	0
31-mars	24,6	0
01-avr	22,5	0
02-avr	22,6	0
03-avr	20,9	0
04-avr	23,0	0
05-avr	25,1	0
06-avr	23,8	0

Durant la campagne de mesures, le débit moyen reçu a été de **24 m³/j**. Par temps sec, ce dernier était de **23 m³/j**, soit un débit journalier légèrement plus élevé qu'en nappe basse.

2.2 COMPARAISON AVEC LA CAPACITE NOMINALE DES OUVRAGES

Les graphiques suivants proposent une comparaison entre les débits journaliers mesurés en entrée de station en nappe basse et haute avec la capacité nominale des ouvrages.

En moyenne, en nappe basse (21 m³/j), les débits mesurés en entrée de station ont représenté de l'ordre de **70 %** de la capacité nominale de la station d'épuration (30 m³/j).

Notons toutefois que deux dépassements de la capacité nominale (33.1 m³/j le 15/11 et 43 m³/j le 04/12, soit respectivement 110 % et 143 % été observés lors des deux évènements pluvieux les plus importants (15.8 mm/24h et 21.2 mm/36h).

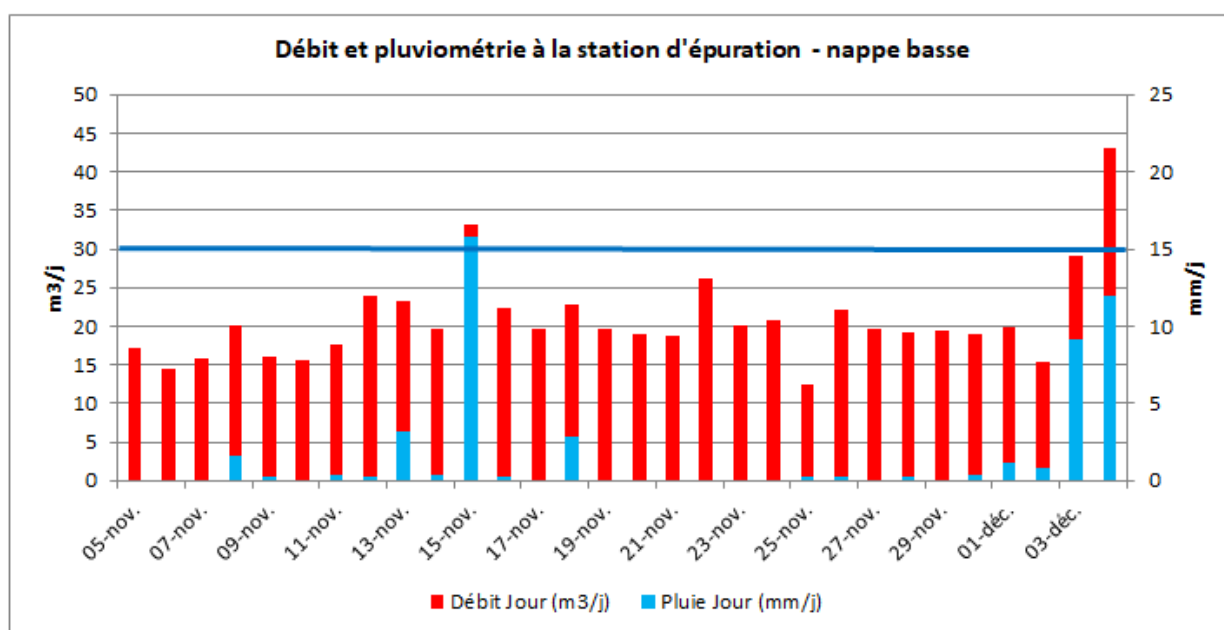


Figure 12 : comparaison des débits d'entrée avec la capacité nominale – nappe basse

En nappe haute, le débit moyen de 24 m³/j représentait 80 % de la capacité nominale.

Les deux légers dépassements de la capacité nominale observés en nappe haute correspondent aux deux pluies les plus importantes relevées.

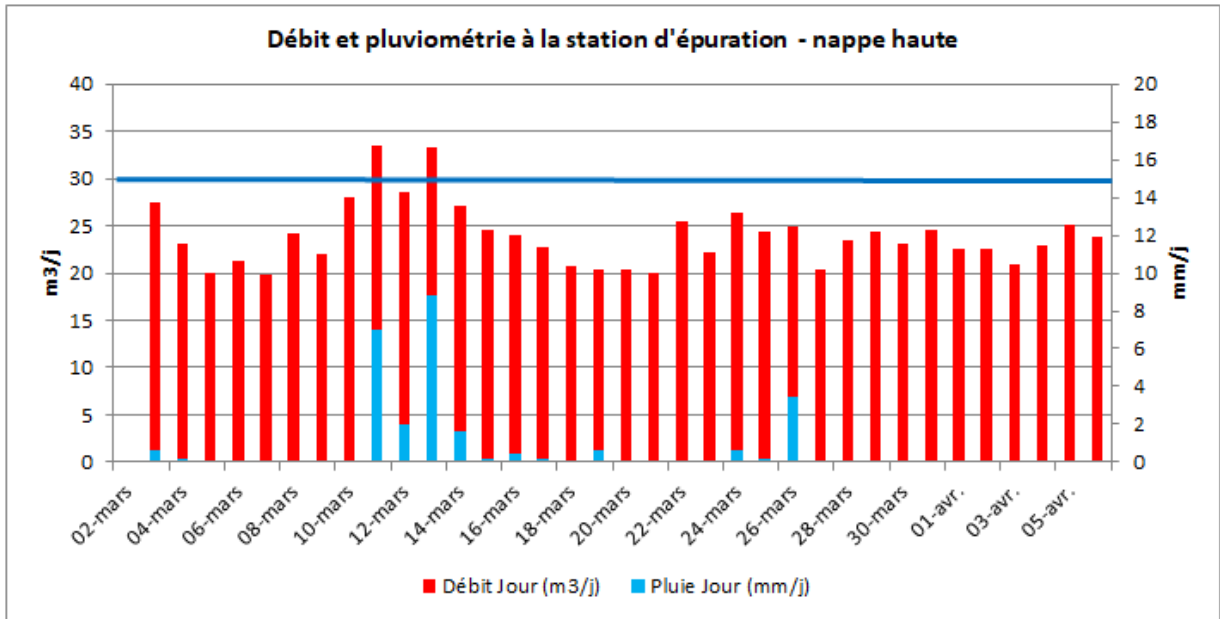


Figure 13 : comparaison des débits d'entrée avec la capacité nominale – nappe haute

2.3 LES DEBITS MOYENS DE TEMPS SEC A LA STATION D'EPURATION EN NAPPE BASSE ET HAUTE

Le tableau et le graphe suivants présentent les débits moyens de temps sec observés en nappe basse à la station d'épuration.

Tableau 10 : débits moyens de temps sec mesurés en nappe basse en entrée de station

heure	débit moyen de temps sec (m3/h)		
	semaine	week-end	moyenne
1,0	0,6	0,6	0,6
2,0	0,4	0,4	0,4
3,0	0,4	0,4	0,4
4,0	0,3	0,3	0,3
5,0	0,3	0,3	0,3
6,0	0,3	0,3	0,3
7,0	0,4	0,3	0,4
8,0	1,0	0,4	0,8
9,0	1,3	0,6	1,1
10,0	1,1	0,8	1,0
11,0	1,1	1,3	1,1
12,0	1,0	1,4	1,1
13,0	0,9	1,3	1,0
14,0	0,9	1,2	1,0
15,0	1,0	1,1	1,0
16,0	0,7	0,9	0,8
17,0	0,8	0,8	0,8
18,0	0,7	0,8	0,7
19,0	1,2	1,2	1,2
20,0	1,1	1,3	1,2
21,0	1,0	1,1	1,1
22,0	1,0	1,1	1,0
23,0	0,7	0,7	0,7
24,0	0,6	0,7	0,6
Moyenne	0.8	0.8	0.8
Mini	0.3	0.3	0.3
Maxi	1.3	1.4	1.3
Total	18.6	19.5	18.9

Pour déterminer les débits moyens horaires sur 7 jours, ces derniers ont été affinés de la façon suivante.

$$(Q_{\text{moyen semaine}} \times 5 + Q_{\text{moyen week-end}} \times 2) / 7$$

Le $Q_{\text{moyen week-end}}$ inclue les jours fériés.

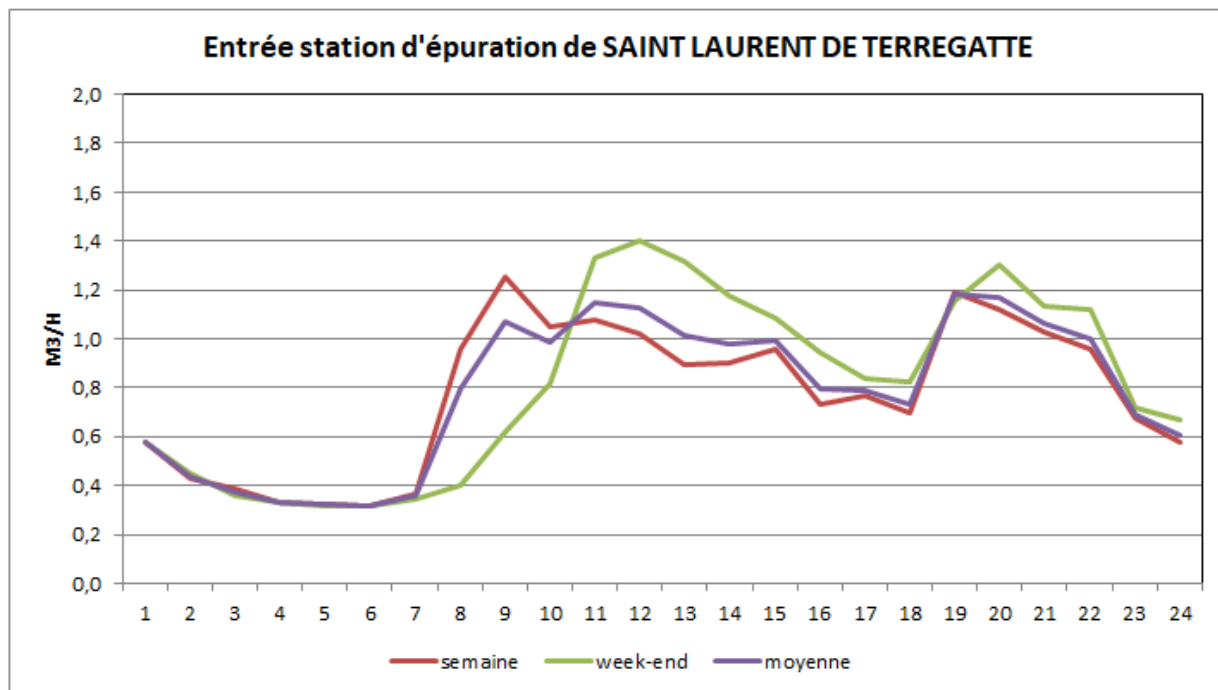


Figure 14 : débits moyens de temps sec à la station d'épuration – nappe basse

Le tableau et le graphe ci-dessus font apparaître :

- des débits similaires le week-end et la semaine,
- un décalage sensible (de l'ordre de 2 heures) des pointes de débit (plus marquées) entre journées de semaine et de week-end (jours de repos).
- un débit résiduel de l'ordre de 0.3-0.4 m3/h en période nocturne alors que ce dernier devrait théoriquement tendre vers 0 m3/h.

Le tableau et le graphe suivants présentent les débits moyens de temps sec observés en nappe haute à la station d'épuration.

Tableau 11 : débits moyens de temps sec mesurés en nappe haute en entrée de station

heure	débit moyen de temps sec (m3/h)		
	semaine	week-end	moyenne
1,0	0,7	0,7	0,7
2,0	0,6	0,6	0,6
3,0	0,5	0,5	0,5
4,0	0,5	0,5	0,5
5,0	0,6	0,5	0,5
6,0	0,5	0,5	0,5
7,0	0,6	0,5	0,6
8,0	1,1	0,6	1,0
9,0	1,3	0,8	1,2
10,0	1,3	1,2	1,2
11,0	1,3	1,3	1,3
12,0	1,2	1,5	1,3
13,0	1,1	1,3	1,1
14,0	1,1	1,1	1,1
15,0	1,2	1,0	1,1
16,0	1,0	0,9	1,0
17,0	0,9	0,8	0,9
18,0	0,9	0,8	0,9
19,0	1,4	1,0	1,3
20,0	1,4	1,3	1,4
21,0	1,4	1,0	1,3
22,0	1,2	1,2	1,2
23,0	1,0	0,9	1,0
24,0	0,8	0,8	0,8
Moyenne	1,0	0,9	1,0
Mini	0,5	0,5	0,5
Maxi	1,4	1,5	1,4
Total	23.7	21.2	23

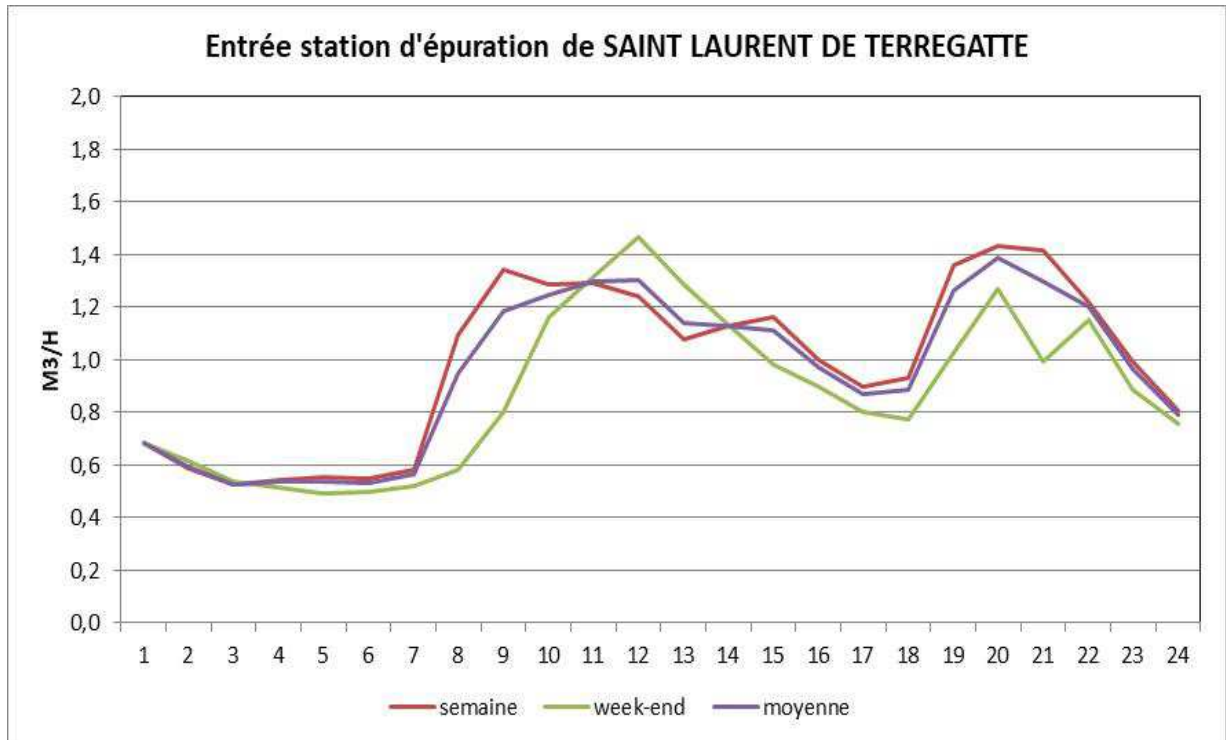


Figure 15 : débits moyens de temps sec à la station d'épuration – nappe haute

Le tableau et le graphe ci-dessus font globalement apparaître les mêmes constats qu'en nappe basse :

- des débits similaires la semaine et le week-end,
- un décalage sensible (de l'ordre de 2 heures) des pointes de débit (plus marquées le midi en week-end) entre journées de semaine et de week-end (jours de repos).
- un débit résiduel de l'ordre de 0.5-0.6 m3/h en période nocturne alors que ce dernier devrait théoriquement tendre vers 0 m3/h. Pour rappel, il était légèrement plus faible en nappe basse.

2.4 LES APPORTS D'EAUX CLAIRES PARASITES D'INFILTRATION A LA STATION (ECPI)

Le tableau suivant synthétise les différentes méthodes pour la détermination des apports d'infiltration en périodes de nappe basse et haute.

Tableau 12 : détermination des ECPI à la station d'épuration – nappe basse et haute

		NAPPE BASSE			NAPPE HAUTE		
		Semaine	Week-end	Moyenne	Semaine	Week-end	Moyenne
Débit moyen mesuré par temps sec (m3/j)		18.6	19.5	18.9	23.7	21.2	23
Débit théorique (m3/j)				12.8			13
Débit ECPI (m3/j)				6.1			10
Méthode du DMN 24 x Qmini	Q mini (m3/h)	0.3	0.3	0.3	0,5	0,5	0,5
	Coefficient (*)	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
	m3/j	7	7	7	11	11	11
Méthode du rapport nyctéméral	Vn	3.3	3.1	3.2	4,8	4,4	4,7
	Vd	15.3	16.4	15.7	19	17	18
	n	0.4	0.4	0.4	0.6	0.5	0.6
	m3/j	6	4	5	10	9	10
Méthode de la moyenne des débits minimums (4h consécutives)	m3/j	7	7	7	12	11	11
Débit ECPI RETENU (m3/j)		7	7	7	11	11	11

(*) Coefficient : correction par un facteur **n** habituellement pris égal à **0,9** afin de tenir compte du débit subsistant d'eaux usées

En nappe basse, les apports de nappe ont représenté **en moyenne** 7 m³/j à la station d'épuration, ce qui correspond à :

- 24% de la capacité nominale,
- 38 % du débit moyen de temps sec.

En nappe haute, les apports de nappe ont représenté **en moyenne** 11 m³/j à la station d'épuration, ce qui correspond à :

- 37% de la capacité nominale,
- 48% du débit moyen de temps sec.

Cet apport est légèrement supérieur à celui de nappe basse.

2.5 LES APPORTS D'EAUX PARASITES METEORIQUES A LA STATION D'EPURATION (ECM)

Comme évoqué au chapitre 1.3.1, la pluviométrie s'est révélée modérée durant la campagne de mesures de nappe basse avec deux pluies significatives et exploitables.

Lorsque l'on est en présence de défauts de raccordements en réseau « eaux usées », ou lorsqu'il existe des réseaux unitaires, pour chaque événement pluvieux enregistré correspond un volume ruisselé.

Rappel : à Saint Laurent de Terregatte, le réseau est de type séparatif en intégralité.

Les sur débits mesurés (exprimés en m³), sont à rattacher à la pluviométrie (exprimée en m), et aux surfaces actives (m²).

La pente de la droite obtenue par régression linéaire sur l'ensemble des valeurs de surdébits retenus et des pluies correspondantes pour chaque point de mesure correspond alors à la valeur de la surface active retenue.

Tableau 13 : pluies retenues pour la détermination des surfaces actives – nappe basse et haute

Date	Tranche horaire	Précipitations enregistrées (mm)	Intensité moyenne (mm/h)	Intensité maximum (mm/h)
15/11	07h-12h	15.8	2.6	5.4
03-04/12	09h-07h	17.4	0.8	2.4
13/11	05h-09h	2.8	0.5	1.6
18/11	20h-23h	2.6	0.7	1
11-mars	08h-14h	7,0	1.0	3.2
12-mars	17h-19h	2,0	1.0	1.6
13-mars	04h-07h	3,8	1.9	2
13-14/03/2021	22h-01h	2,4	0.9	1.4
14-mars	19h-21h	1,4	0.7	1
26-mars	15h-19h	3,4	0.7	1.6

Dans le cadre de la campagne de nappe basse, seuls les deux évènements pluviométriques totalisant plus de 15 mm de précipitations avaient été retenus dans un premier temps.

Tableau 14 : détermination des surfaces actives – nappe basse – première approche

Date	Tranche horaire	QTP (m3)	Pluie (mm)	QTS (m3)	Surdébites (m3)	SA (m ²)
15 novembre	07h-14h	18,6	15,8	7,4	11,2	706
03-04-décembre	09h-09h	45,2	17,4	18,6	26,6	1529
Moyenne						1118

Pour ces deux pluies, la surface active **moyenne** mesurée s'établissait à **1 120 m²** avec un mini à **710 m²** (15.8 mm) et un maxi à **1 529 m²** (17.4 mm).

Il est possible toutefois que lors de la pluie du 03-04 décembre, le canal de mesures ait été déjà partiellement bouché.

En intégrant toutes les pluies exploitables au cours des deux campagnes de mesures, les résultats obtenus sont les suivants.

Tableau 15 : détermination des surfaces actives – nappe haute et basse

Date	Tranche horaire	QTP (m3)	Pluie (mm)	QTS (m3)	Surdébites (m3)	SA (m ²)
15 novembre	07h-14h	18,6	15,8	7,4	11,2	706
03-04-décembre	09h-09h	45,2	17,4	18,6	26,6	1529
13 novembre	05h-09h	5,8	2,6	3,3	2,5	962
18 novembre	20h-23h	6,7	4,5	2,8	3,9	867
11-mars	08h-14h	14,2	7,0	8,9	5,3	757
12-mars	17h-19h	5,3	2,0	3,7	1,6	800
13-mars	04h-07h	4,8	3,8	2,6	2,2	579
13-14/03/2021	22h-01h	7,8	2,4	4,4	3,4	1417
14-mars	19h-21h	5,0	1,4	3,8	1,2	857
26-mars	15h-19h	7,5	3,4	5,0	2,5	735
Moyenne						921

Pour une pluie de 10 mm, la surface active correspondante est de **1 085 m²**

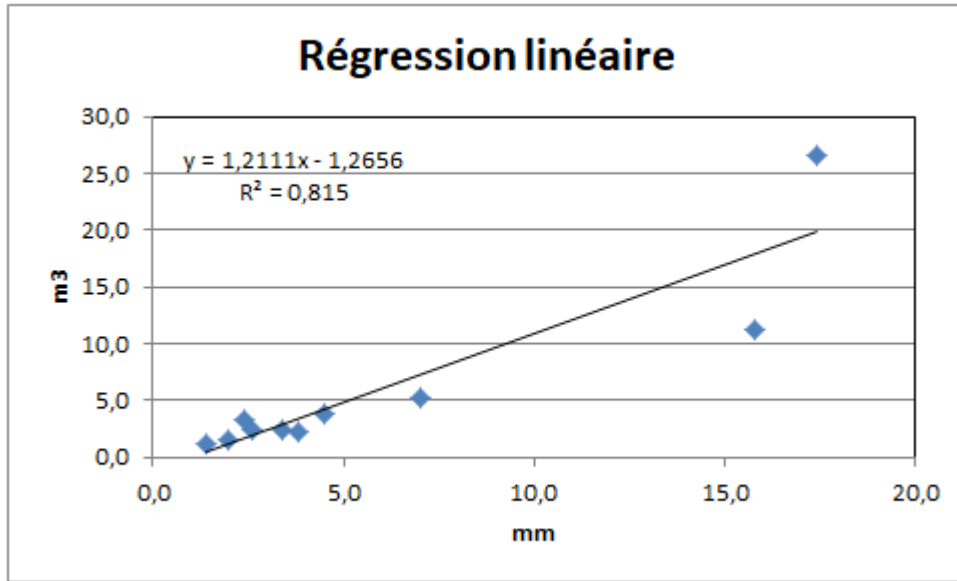


Figure 16 : régression linéaire – pluies observées en nappe haute et basse

Si l'on écarte la pluie du 03-04/12/2020 pour laquelle un bouchage du canal venturi n'est pas à écarter, on obtient alors la courbe suivante.

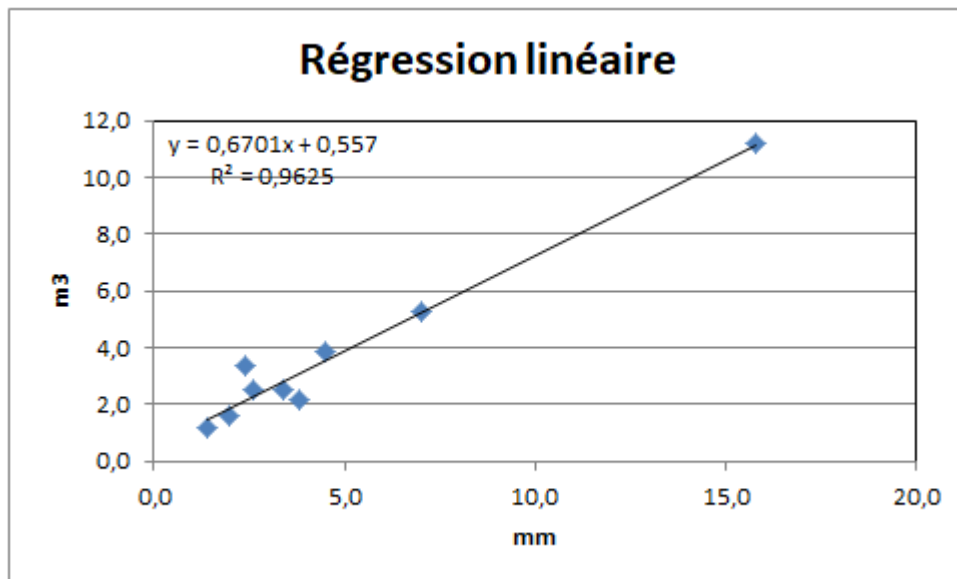


Figure 17 : régression linéaire – pluies observées en nappe haute et basse – pluie 03-04/12 écartée

Pour une pluie de 10 mm, la surface active correspondante s'abaisse alors à **730 m²**.

3 LES INSPECTIONS NOCTURNES

Une inspection nocturne des réseaux a été réalisée dans la nuit du 11 au 12 mars 2021. Les résultats mesurés sont figurés ci-après.

Lors de notre relève au niveau du canal venturi, le débit était de 0.26 /s, soit 0.95 m³/h aux alentours de minuit.

Les débits les plus faibles, observés en fin de nuit n'étaient plus que de 0.15 l/s, soit un apport de nappe de 11.5 m³/j (après application d'un coefficient de 0.9) correspondant à la valeur moyenne observée durant la campagne de mesures.

Le synoptique ci-après présente les indices linéaires d'infiltrations observés au cours de la campagne de mesures.

D'une manière générale, les apports sont faibles sur la majeure partie des tronçons, comme le montre le graphe ci-dessous.

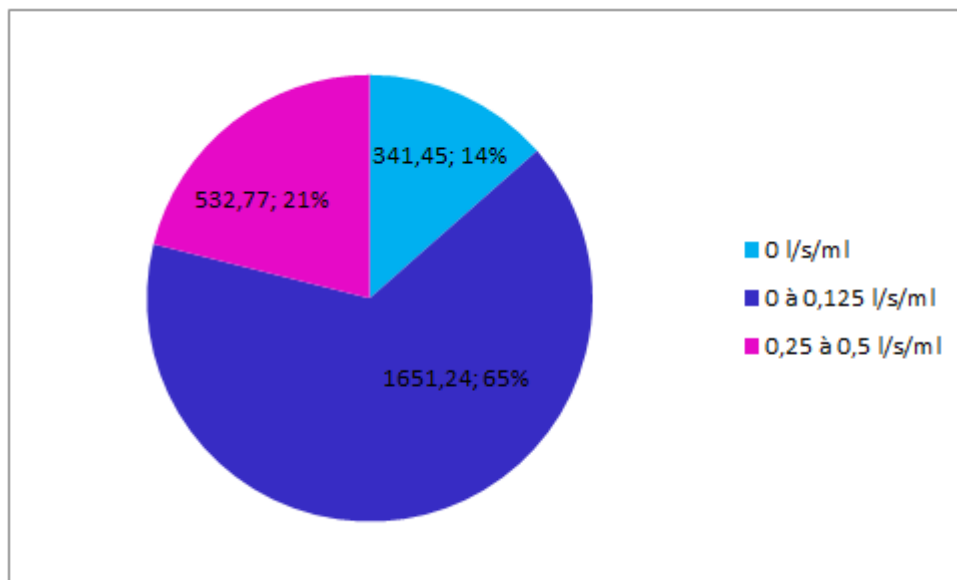


Figure 18 : répartition des indices linéaires d'infiltration

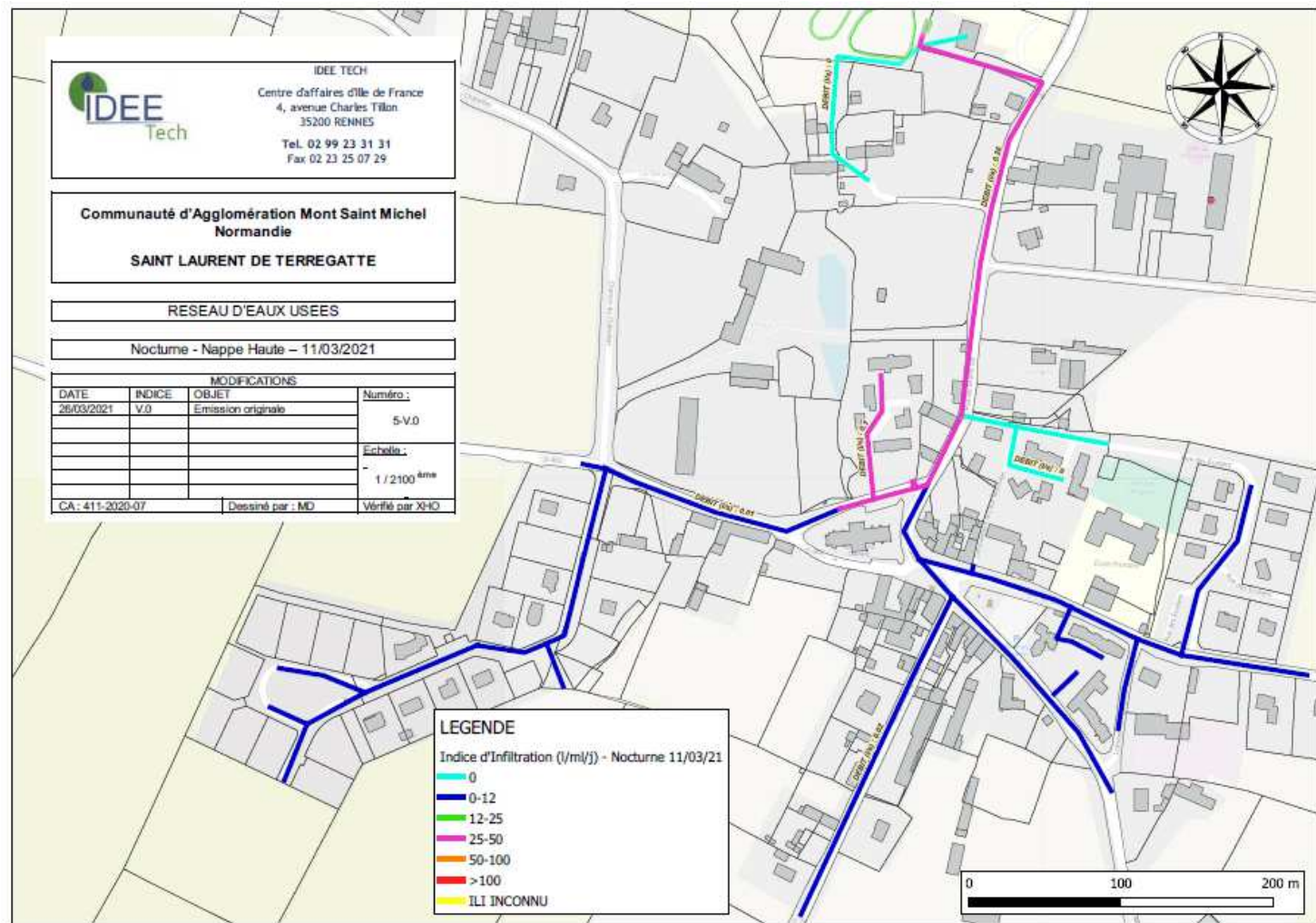


Figure 19 : indices linéaires d'infiltration

4 LE BILAN DEBIT-POLLUTION – NAPPE BASSE

Le bilan "débit-pollution" ci-après vient compléter les données présentées dans le rapport de phase 1.

4.1 RAPPEL

Capacité nominale :

- 30 m³/j,
- 12 kg/j de DBO₅.

Les données de base concernant les normes de rejet à respecter sont présentées ci-après :

		DBO5f	DCOf	MES
mg/l	24 h	35	200	
Rdt %	24 h	60	60	50

On considère les fourchettes suivantes pour la teneur de différents polluants classiques présents dans les eaux usées domestiques :

DBO₅ : de 250 à 500 mg d'O₂/l
DCO : de 600 à 1200 mg d'O₂/l
NTK : de 50 à 110 mg/l
Pt : de 15 à 30 mg/l

Les concentrations, lorsqu'elles s'écartent notablement de ces valeurs traduisent généralement la présence d'eaux claires parasites (concentrations faibles), ou la présence d'eaux résiduaire non domestiques (DCO élevée par exemple).

Les ratios mesurés sont indiqués dans le tableau suivant et sont jugés représentatifs d'eaux usées d'origine domestique. Notons toutefois un déséquilibre en faveur des matières azotées.

Tableau 16 : synthèse des résultats – ratios

	Rapport DBO5/NTK/PT	Rapport DCO/DBO ₅
- Valeur attendue	100/22/5	2 à 2.5
- Valeur minimale à respecter	100/5/1	-

4.2 LE BILAN DU 02-03 DECEMBRE 2020

Tableau 17 : concentrations mesurées le 02-03 décembre 2020 (mg/l)

	DCO Mg/l d'O ₂	DBO5 Mg/l d'O ₂	MES Mg/l	NTK Mg/l de N	NH ₄ Mg/l de N	PT Mg/l de P
Entrée	602	290	240	125	97,3	0,18
Sortie	126	15	41	32	28	6.45

En entrée de station d'épuration, les concentrations mesurées se situent dans la fourchette basse en termes de concentrations.

Tableau 18 : charges mesurées le 02-03 décembre 2020 (kg)

Q=15.3 m ³ /j	DCO	DBO5	MES	NTK	NH ₄	PT
mg/l	602	290	240	125	97,3	7,2
kg	9,2	4,4	3,7	1,9	1,5	0,11

Pluie = 0.8 mm

Tableau 19 : rendements mesurés 02-03 décembre 2020 (%)

	DCO	DBO5	MES	NTK	NH ₄	Pt
Rendement	79,1	94,8	82,9	74,4	71,2	10,4

Tableau 20 : correspondance en Equivalents Habitants - 02-03 décembre 2020

	Débit	DCO	DBO5	MES	NTK	NH ₄	Pt
	150 l/j/EH	120 g/j/EH	60 g/j/EH	90 g/j/EH	15 g/j/EH	10 g/j/EH	4 g/j/EH
Entrée	102	77	74	41	128	149	28

Les charges mesurées le 02-03/12/2020 apparaissent plus faibles que celles observées en 2018.

Rappel des charges organiques et nombre d'équivalents habitants mesurés en 2018 :

Charge polluante entrante (en kg/j)

Date	Débit (m ³ /j)	Pluvio (mm)	MES	DBO5	DCO	NTK	N-NO2	N-NO3	N-NH4	NGL	Pt	pH
27/03	81	6,8	7,9	6,3	15	2	0	0,5	1,2	2,6	0,2	7,7

- La valeur signalée en rouge correspond à un dépassement de la capacité nominale hydraulique de la station.

Charge polluante entrante exprimée en Équivalent-Habitant

Débit	MES	DBO5	DCO	NTK	Pt
537	88	105	124	134	45

La charge organique entrante en 2018 était de 6.3 kg DBO₅/jour à la station d'épuration (105 EH) soit **52.5%** de la capacité nominale organique de la station. Lors de notre bilan, elle a été mesurée à 4.4 kg de DBO₅/jour, soit une charge sensiblement plus faible.

Pour ce qui concerne la correspondance en EH, elle est du même ordre de grandeur pour le paramètre NTK, mais plus faible pour tous les autres paramètres.

Les normes de rejet à respecter et les valeurs mesurées sont présentées dans le tableau ci-dessous (arrêté ministériel du 21 juillet 2015 – lagunage < 2 000 EH). Aucun dépassement n'a été observé le jour du bilan (au droit de la surverse vers le ruisseau).

			DBO5f	DCOf	MES
Normes	mg/l	24 h	35	200	
	Rdt %	24 h	60	60	50
Bilan du	mg/l	24 h	15	200	41
	Rdt %	24 h	94.8	79.1	82.9

Tableau 21 : normes de rejet actuelles et valeurs mesurées le 02-03/2020.

	Rapport DBO5/NTK/PT	Rapport DCO/DBO ₅
- Valeur attendue	100/22/5	2 à 2.5
- Valeur minimale à respecter	100/5/1	-
- 02-03/12/2020	100/43/2	2

Tableau 22 : ratios attendus et valeurs mesurées le 02-03/2020

5 POURSUITE DE L'ETUDE

La poursuite de l'étude va consister en la réalisation d'investigations complémentaires :

Les quantités prévues au marché sont les suivantes :

Tableau 23 : investigations complémentaires prévues au marché

Prestations prévues au marché	quantité	unité
Visite caméra avec hydrocurage préalable, fourniture du DVD et du rapport d'inspection - canalisation de diamètre 200 mm à 300 mm avec dépôt < 15%	0,8	Km
Tests à la fumée	2	Km
Réalisation d'enquêtes de conformité des branchements en domaine privé et établissement de certificats de conformité le cas échéant	15	Forfait
Réalisation de projet de réhabilitation des branchements non conforme	2	Forfait

Les investigations que nous préconisons sont les suivantes :

Tableau 24 : préconisations d'investigations complémentaires

Prestations prévues au marché	quantité	Objectifs
Visite caméra avec hydrocurage préalable, fourniture du DVD et du rapport d'inspection - canalisation de diamètre 200 mm à 300 mm avec dépôt < 15%	800 ml	450 ml (tronçons en indice 25-50 l/ml/j)
Tests à la fumée	2000 ml	2000 ml (80 % du linéaire total des réseaux)
Réalisation d'enquêtes de conformité des branchements en domaine privé et établissement de certificats de conformité le cas échéant	15	Recherche des eaux usées (eaux vannes) dont la présence a été constatée dans le réseau pluvial en provenance de la rue du Mont Validation des tests fumigènes positifs
Réalisation de projet de réhabilitation des branchements non conforme	2	

Le synoptique ci-après présente le programme de phase 3 spécifique à la commune de Saint Laurent de Terregatte.

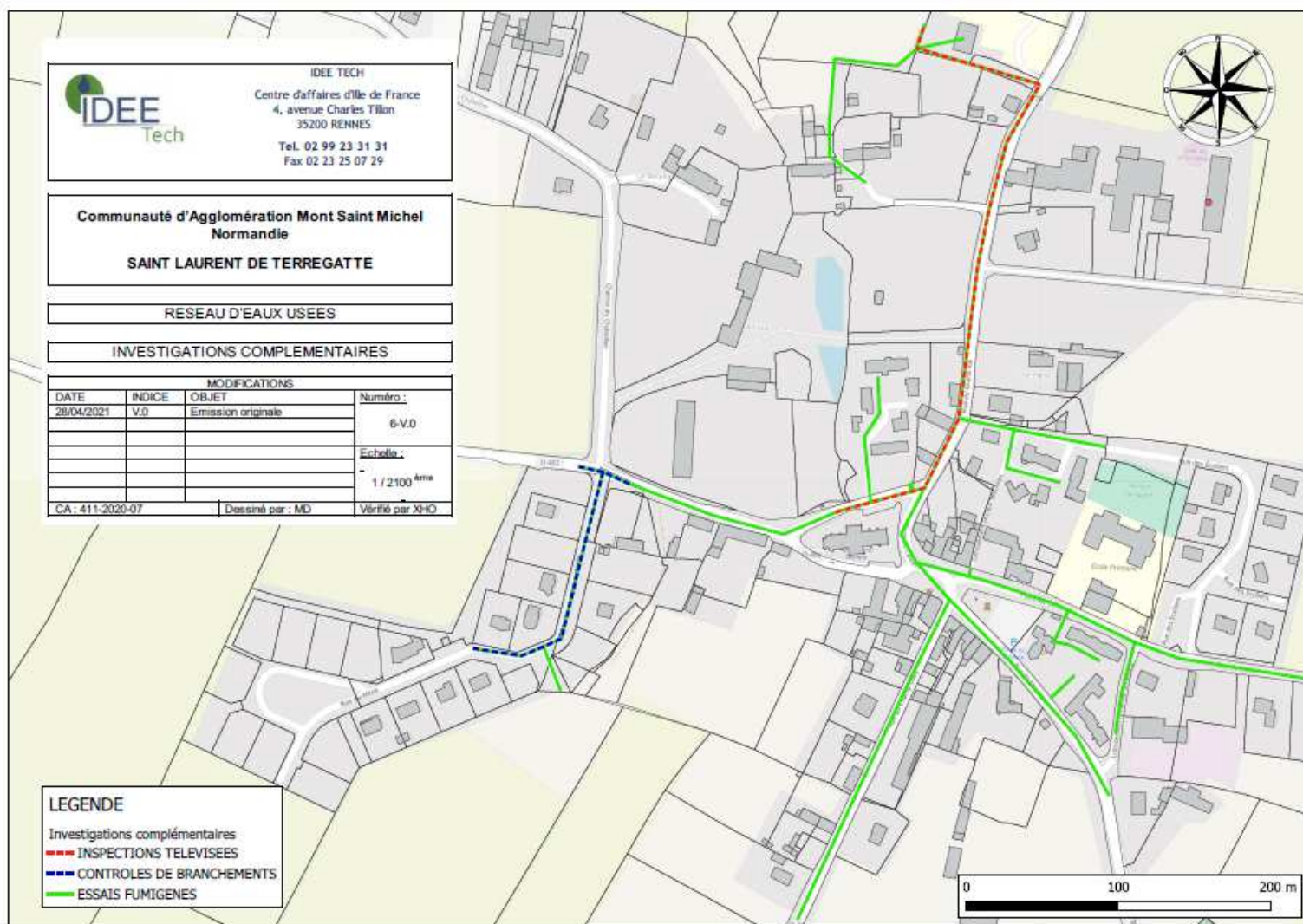


Figure 20 : programme de phase 3