

ARTELIA Bâtiment & Industrie



IMPLANTATION EN HAUTE-MARNE D'UNE BLANCHISSERIE INDUSTRIELLE DESTINEE AU SECTEUR NUCLEAIRE

AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE UNIQUE

**ETUDE DE DISPERSION DES EFFLUENTS DANS LA MARNE –
PRE-DIMENSIONNEMENT D'UNE SOLUTION DE PROTECTION**

RAPPORT FINAL – REV.7

**ARTELIA Eau & Environnement
Branche MARITIME**

6 rue de Lorraine

38130 - Echirolles

Tel. : +33 (0) 4 76 33 40 00

Fax : +33 (0) 4 76 33 43 33



DATE : 18 JANVIER 2019 REF : 8 71 3882-R7

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

SOMMAIRE

OBJET DE L'ETUDE	I
SYNTHESE ET CONCLUSIONS	II
1. LOCALISATION DU SITE D'ETUDE	1
2. DONNEES NECESSAIRES	3
2.1. DONNEES DEMANDEES	3
2.2. DONNEES DISPONIBLES	3
2.2.1. LA MARNE	3
2.2.1.1. Données hydrologiques	3
2.2.1.2. Qualité des eaux	9
2.2.2. CRITERES ENVIRONNEMENTAUX	10
2.2.2.1. Usages de l'eau	10
2.2.2.2. Zone de mélange	12
2.2.2.3. Vérification des niveaux de rejets	13
3. EFFLUENTS DE LA LAVERIE	16
3.1. DEBIT	16
3.2. COMPOSITION PHYSICO-CHIMIQUE	16
4. POSITIONNEMENT DU REJET	18
4.1. CALCULS DE DILUTION	18
4.1.1. LOGICIEL MIS EN ŒUVRE	18
4.1.2. DONNEES D'ENTREE	19
4.2. CARACTERISTIQUES DU REJET	19
4.2.1. GENERALITES	19
4.2.2. LES DIFFERENTES TECHNOLOGIES DE REJET	20
4.2.2.1. Rejet par canal à surface libre	20
4.2.2.2. Rejet par conduite immergée sans diffuseur	20
4.2.2.3. Rejet par conduite immergée avec diffuseur	21
4.2.3. PRE-DIMENSIONNEMENT DU REJET	21
4.3. SYNTHESE DES DONNEES RETENUES POUR L'ETUDE	22
4.4. DILUTION : SCENARIOS ETUDIES ET RESULTATS OBTENUS	23
4.4.1. CHOIX DE LA TECHNOLOGIE DE REJET	23
4.4.2. OPTIMISATION DU DEBIT DE REJET	24
4.4.3. SENSIBILITE DES PARAMETRES ETUDIES	24
4.4.4. CONCLUSIONS SUR LES ETUDES DE DILUTION	25
4.5. ÉVALUATION DE L'IMPACT DU REJET SUR LE MILIEU RECEPTEUR	26

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

4.6. RECOMMANDATIONS SUR LE POSITIONNEMENT DU REJET	28
4.7. SCHEMA DE PRINCIPE RETENU POUR LE REJET	28

ANNEXE 1 : LE LOGICIEL CORMIX

TABLEAUX

Tableau 1 – Coordonnées du point envisagé pour le rejet.....	2
Tableau 2 – Stations limnimétriques disponibles	4
Tableau 3 – Banque Hydro : données disponibles.....	5
Tableau 4 – Débits de crue	6
Tableau 5 – Caractéristique du lit de la Marne.....	8
Tableau 6 – Valeurs hydrologiques retenues pour la Marne dans la zone d'étude	8
Tableau 7 – Qualité des eaux de surface : stations disponibles sur la Marne, à l'amont et à l'aval de Joinville.....	9
Tableau 8 – Qualité des eaux de surface : paramètres physico-chimiques mesurés en nature	10
Tableau 9 – Valeurs des limites des classes d'état pour les paramètres physico-chimiques généraux pour les cours d'eau.....	11
Tableau 10 – Normes de qualité environnementales.....	11
Tableau 11 – Valeur guide retenu pour l'évaluation de l'impact environnemental.....	12
Tableau 12 – Composition physico-chimique des effluents et objectif de dilution associé.....	16
Tableau 13 – Choix de la technologie de rejet : scénarios étudiés.....	23
Tableau 14 – Choix de la technologie de rejet : dilution attendue	23
Tableau 15 – Optimisation du débit de rejet : scénarios étudiés	24
Tableau 16 – Optimisation du débit de rejet : dilution attendue	24
Tableau 17 – Sensibilité des paramètres étudiés : scénarios étudiés	25
Tableau 18 – Sensibilité des paramètres étudiés : dilution attendue.....	25
Tableau 19 – Vérification des niveaux de rejet	27

FIGURES

Figure 1. Plan de situation de la Marne à Joinville – Point envisagé pour le rejet (Source Géoportail)	1
Figure 2. Plan de situation du point envisagé pour le rejet (Source Google Earth)	2
Figure 3. Emplacement des stations limnimétriques disponibles.....	4
Figure 4. Profil en long des Grandes Forces hydrauliques	6
Figure 5. Crue centennale : niveaux d'écoulement (source : PPRI)	7

**Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle
destinée au secteur nucléaire**

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

Figure 6. Hypothèses sur le lit de la Marne	8
Figure 7. Qualité des eaux de surface : stations disponibles sur la Marne, à l'amont et à l'aval de Joinville.....	9
Figure 8. Schéma de principe des résultats obtenus par le logiciel CORMIX.....	18
Figure 9. Les différents types habituels de rejet en rivière	19
Figure 10. Conduite immergée	20
Figure 11. Schéma de principe d'une souille.....	21
Figure 12. Exemple de diffuseur.....	21
Figure 13. Schéma de principe retenu pour le rejet	28

oOo

**Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle
destinée au secteur nucléaire**

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

OBJET DE L'ETUDE

ARTELIA Bâtiment & Industrie (ci-après nommé ABI) réalise une étude pour la société UNITECH Services dans le cadre de son projet d'implantation d'une laverie de linge nucléarisée dans le département de la Haute-Marne. Cette laverie va rejeter des effluents liquides contenant des éléments physico-chimiques et des matières en suspension (MES).

ABI souhaite réaliser une étude de dispersion de ces effluents liquides dans la Marne, après filtration et contrôle, ainsi qu'une étude d'implantation du rejet.

Afin de déterminer les caractéristiques finales de l'émissaire de rejet (longueur, positionnement dans le lit de la Marne, ...) permettant une bonne dispersion des effluents dans le milieu récepteur qui réponde aux critères environnementaux, il est nécessaire de réaliser une étude comprenant :

- Recueil et analyse des données existantes (topographie, cotes d'eau, débits de la Marne) ;
- Etude préliminaire afin de positionner le rejet (position, caractéristique, diffuseur, ...) et de déterminer la dilution du rejet d'effluents.

Dans ce cadre, ABI a confié à ARTELIA Eau & Environnement (ci-après nommé AEE) cette étude préliminaire.

Ce rapport présente les résultats de l'étude confiée à AEE.

oOo

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

SYNTHESE ET CONCLUSIONS

ARTELIA Bâtiment & Industrie (ci-après nommé ABI) réalise un projet d'implantation d'une laverie de linge nucléarisée dans le département de la Haute-Marne. Cette laverie va rejeter des effluents liquides contenant des éléments physico-chimiques et des matières en suspension (MES).

ABI a confié à AEE une étude de dispersion de ces effluents liquides dans la Marne, après filtration et contrôle, ainsi qu'une étude d'implantation du rejet.

En l'absence de données précises sur la Marne, des hypothèses de travail ont été prises relatives :

- aux caractéristiques de son lit (forme, largeur, profondeur),
- à la température de l'eau.

Les débits caractéristiques de la Marne sur la zone retenue pour le rejet d'effluents ont été déduits des données disponibles dans la Banque Hydro ; les hauteurs d'eau associées à ces débits sont issues de données historiques et du PPRI.

Les usages de l'eau sont à la base des critères environnementaux à respecter dans le cadre d'une étude de rejet. Pour la présente étude, un objectif de dilution a été associé à chacun des paramètres physico-chimiques rejetés afin de maintenir une eau de bonne qualité de la Marne. Cependant, comme les apports extérieurs ne sont pas connus, les calculs pour l'ensemble des paramètres ont été effectués sur 20% de la classe "bon état" et non sur son intégralité. Sur le site de l'étude, le paramètre le plus contraignant parmi les différents composés physico-chimiques des effluents rejetés est le Phosphore. De plus, respecter la notion de "zone de mélange", sur cette partie de la Marne, conduit à quantifier l'influence du rejet à 200 à 300 m de son point d'entrée dans la Marne.

Les technologies de rejet existantes ont été expliquées afin de retenir le type de rejet qui minimise l'influence des effluents sur le milieu récepteur.

Dix-huit (18) scénarios différents ont été simulés afin de prendre en compte l'ensemble des paramètres qui interviennent dans le pré-dimensionnement du rejet, à savoir :

- pour le milieu récepteur (la Marne) : le débit, la hauteur d'eau et la largeur de la rivière et la température de l'eau ;
- pour le rejet : le débit, la température des effluents, les caractéristiques de la conduite (position, orientation, diamètre, diffuseur, ...).

Le logiciel CORMIX a été mis en œuvre afin de calculer la dilution obtenue pour chaque scénario à différentes distances du point de rejet. Les simulations réalisées ont montré que pour atteindre les critères environnementaux, le rejet des effluents de la blanchisserie doit :

- être réalisé à l'aide d'un diffuseur implanté à l'extrémité de la conduite. Ce diffuseur aura les caractéristiques suivantes : 3 orifices espacés régulièrement, selon la largeur de la rivière, d'un diamètre $\phi = 50\text{mm}$, orientés à 90° par rapport au lit de la Marne ;
- être limité à $15\text{m}^3/\text{h}$, pendant 20h par jour, en débit d'étiage.

En débit moyen (module), le débit de projet de $30\text{m}^3/\text{h}$ pendant 10h permet de respecter les critères environnementaux.

Des écarts de température de 10 à 20°C , entre les effluents et la Marne, permettent une meilleure dilution du rejet dans le milieu récepteur.

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

Les calculs de sensibilité réalisés ont montré que la largeur de la Marne ne modifiait pas les dilutions obtenues à la limite de la zone de mélange.

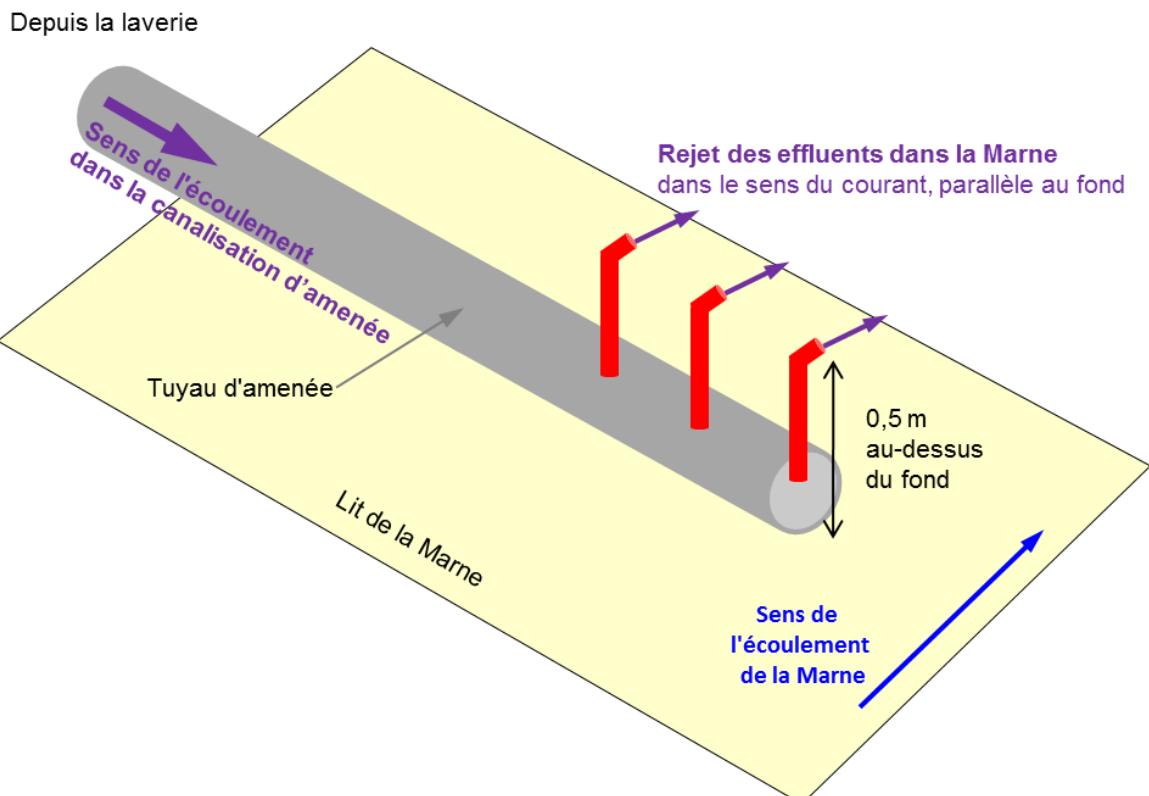
D'autre part, l'évaluation du rejet des effluents de la blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire a été réalisée conformément à l'Annexe 4 du "Guide technique relatif aux modalités de prise en compte des objectifs de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) en police de l'eau IOTA/ICPE". Les résultats obtenus ont montré que la part du flux de l'exploitant / flux admissible Φ est toujours inférieure à 100%, avec un maximum de 25,3% pour le phosphore. Ils sont conformes aux exigences de ce Guide.

Les recommandations sur le positionnement du rejet des effluents sont les suivantes :

- ⇒ de situer le rejet à une distance suffisante du méandre de la Marne afin que les courants soient le plus parallèles possibles aux rives ;
- ⇒ d'implanter un diffuseur à l'extrémité de la canalisation de rejet, avec un angle de 90° par rapport au fond, qui permet la meilleure dilution possible ;
- ⇒ de limiter le débit en période d'étiage à 15m³/h pendant 20h.

Ces calculs seront à affiner dans la phase suivante du projet en fonction du levé topographique et des mesures en nature réalisées.

Le schéma de principe retenu pour le rejet est présenté sur la figure ci-après :



oOo

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

1. LOCALISATION DU SITE D'ETUDE

Le projet de rejet de la blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire, objet de l'étude, se situe sur la Marne près de la ville de Joinville (Haute-Marne).

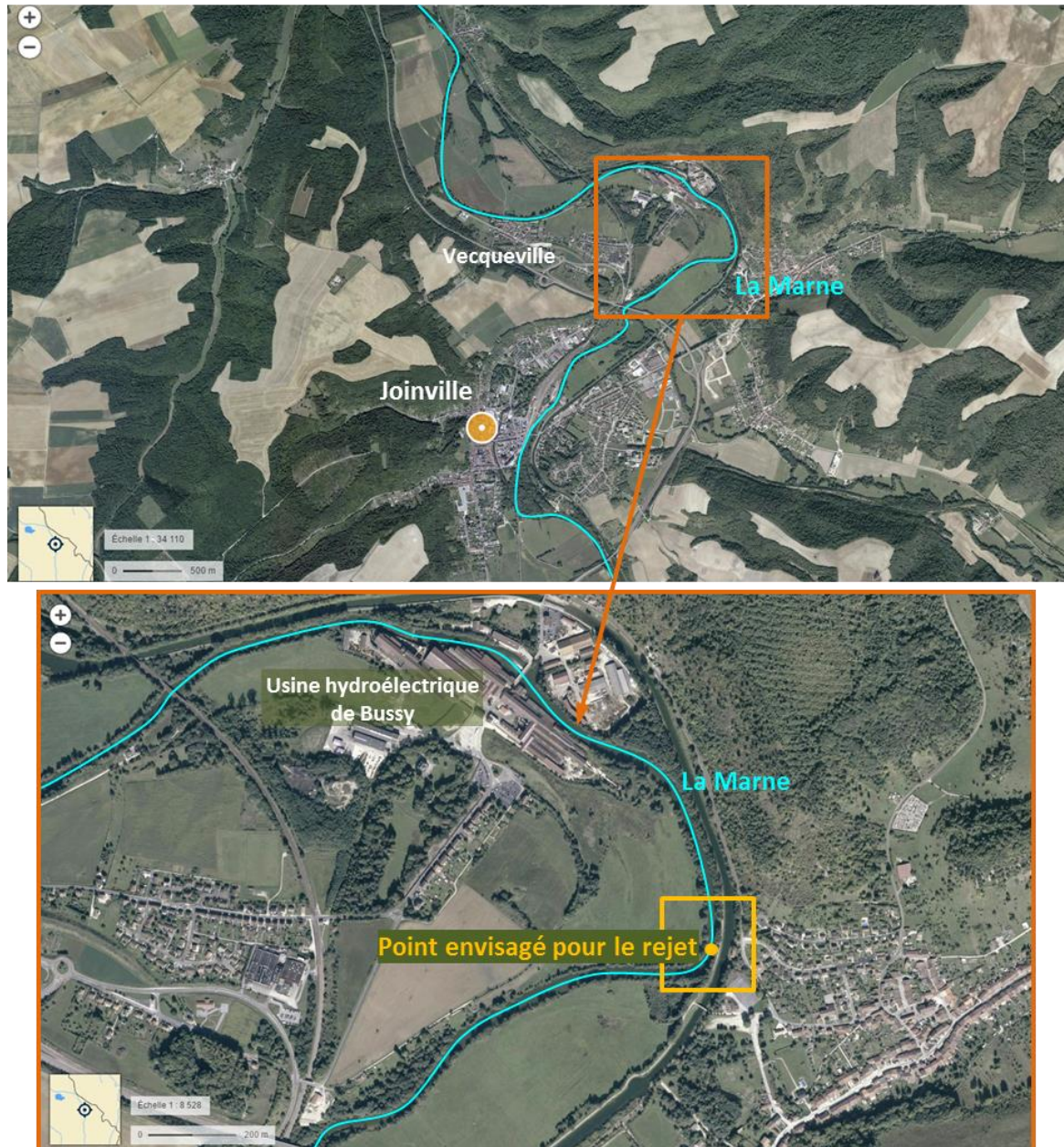


Figure 1. Plan de situation de la Marne à Joinville – Point envisagé pour le rejet
(Source Géoportail)

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

Le point de rejet est envisagé aux coordonnées suivantes, visualisé sur la figure ci-après :

Tableau 1 – Coordonnées du point envisagé pour le rejet

Latitude	48°27'24,58"N
Longitude	5°10'0,39"E

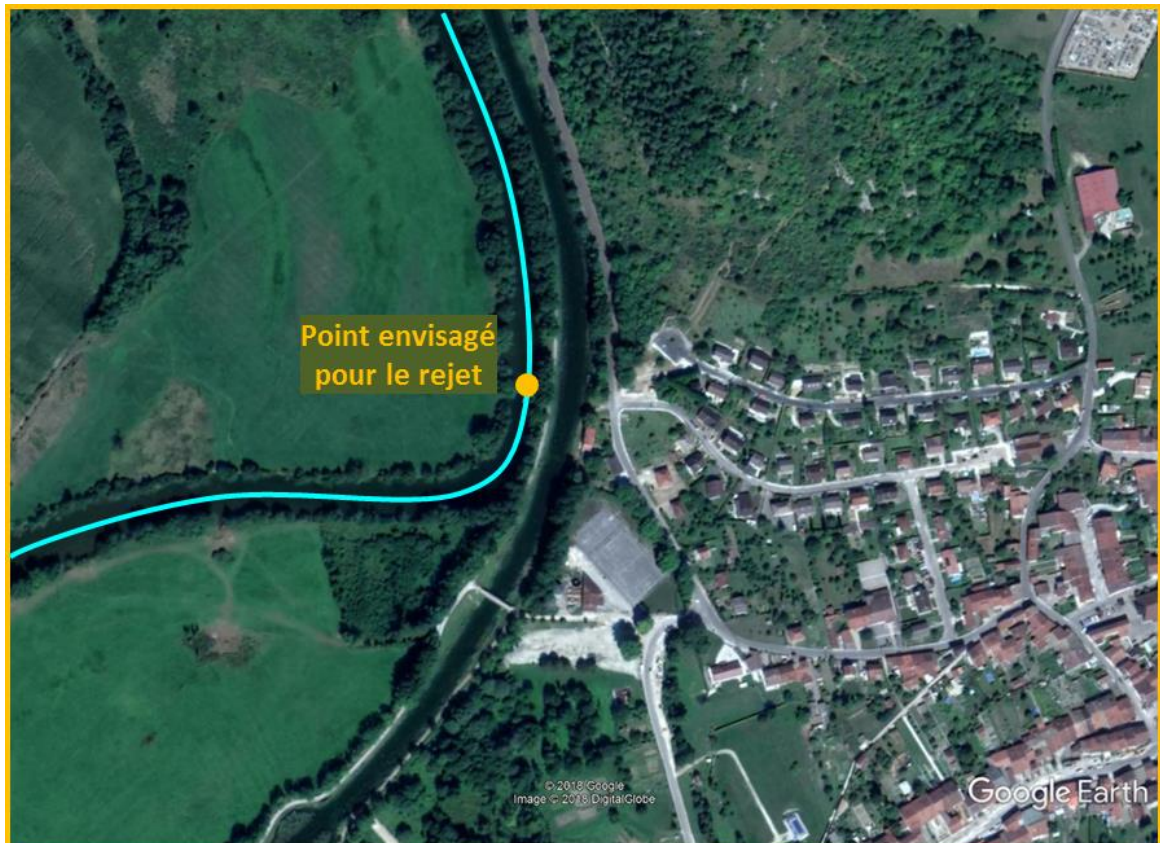


Figure 2. Plan de situation du point envisagé pour le rejet (Source Google Earth)

oOo

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

2. DONNEES NECESSAIRES

2.1. DONNEES DEMANDEES

Les données d'entrée nécessaires à l'étude, attendues de la part d'ABI au démarrage de l'étude, comprenaient :

- Pour la Marne :
 - Les données topo-bathymétriques détaillées sur la zone d'étude,
 - Les débits caractéristiques et les niveaux correspondants,
 - Les informations disponibles sur les évolutions possibles du lit de la rivière, notamment différents levés bathymétriques au cours du temps,
 - La température de l'eau : minimale, moyenne, maximale et les variations saisonnières,
 - Les conditions de navigation ;
- Les données météorologiques locales (notamment la température) ;
- Les caractéristiques des effluents à rejeter (débit, concentration des différents paramètres, température, ...) ainsi que les caractéristiques des MES (granulométrie étendue, vitesse de chute des sédiments, ...) ;
- Les critères environnementaux à respecter, notamment, s'il existe, l'Arrêté Préfectoral autorisant le rejet d'effluents et la localisation des zones d'intérêt ;
- Un plan détaillé de la zone d'étude montrant l'implantation du rejet ainsi que toutes les structures existantes ou en projet, en amont comme à l'aval sur 5 km environ.

L'analyse de l'ensemble de ces données devait permettre de :

- Caractériser le milieu récepteur ;
- Définir les dilutions à atteindre quant à la qualité des eaux ;
- Etablir les conditions caractéristiques de la Marne à prendre en compte pour le calcul du comportement des effluents dans le milieu récepteur.

ABI n'a pas été en mesure de fournir l'intégralité des données demandées.

AEE a donc émis un certain nombre d'hypothèses de travail, précisées dans les chapitres suivants.

2.2. DONNEES DISPONIBLES

2.2.1. La Marne

2.2.1.1. Données hydrologiques

2.2.1.1.1. Objectifs

Les objectifs étaient de déterminer :

- les débits caractéristiques : étiage, crue annuelle et crue de période de retour 5 ans,
- les niveaux d'eau associés à Joinville, dans la zone retenue pour le rejet.

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

2.2.1.1.2. Hydrologie

L'analyse est fondée sur l'exploitation des données de la Banque Hydro^[1] de la DREAL aux stations encadrant la station limnimétrique de Joinville pour laquelle les données ne sont pas disponibles.

Les stations sont les suivantes :

Tableau 2 – Stations limnimétriques disponibles

Station	Code	Superficie	Q _{MNA5}	Module	Débits classés	Q _{Crue}
Marnay-sur-Marne	H5011020	360 km ²	X	X	X	X
Chamont	H5031010	597 km ²				
Condes	H5031020	900 km ²			X	
Mussey-sur-Marne	H5071050	1 870 km ²	X	X	X	X
Joinville	H5071020	1 920 km ²				
Chamouilley	H5071040	2 213 km ²	X	X	X	X
Saint-Dizier	H5071010	2 380 km ²	X	X	X	X

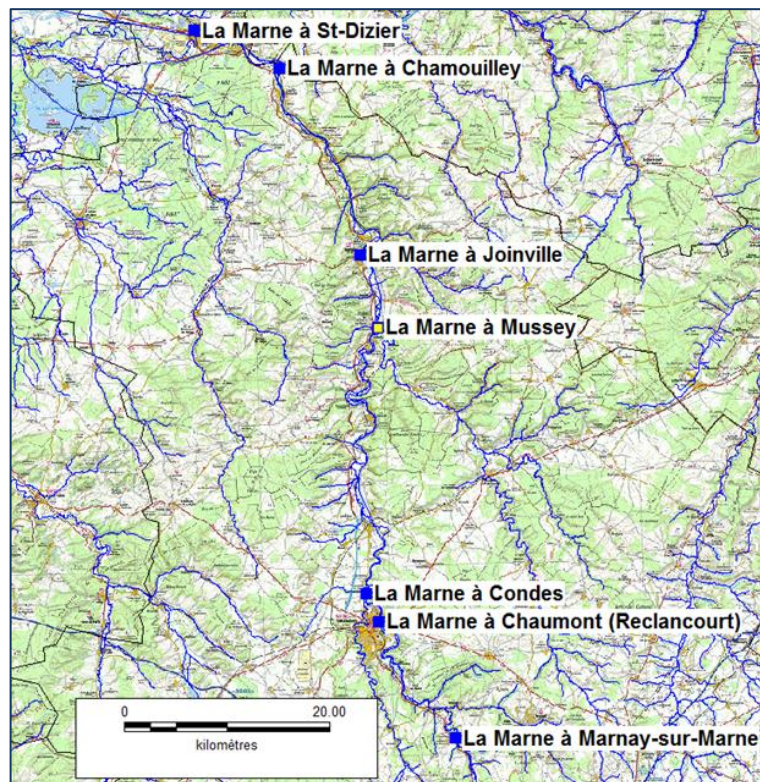


Figure 3. Emplacement des stations limnimétriques disponibles

Le règlement du Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRI^[2]) fournit également des valeurs pour les débits de pointes de crue décennale et centennale.

[1] : <http://www.hydro.eaufrance.fr/>

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

Les valeurs disponibles dans la Banque Hydro sont reproduites dans le tableau ci-après :

Tableau 3 – Banque Hydro : données disponibles

		Débits (m ³ /s) – Intervalle de confiance 95%			
Station		Marnay-sur-Marne	Chamouilley	Mussey-sur-Marne	Saint-Dizier
période de retour	Biennale	1,150 [1,030 ; 1,290]	4,410 [3,340 ; 5,840]	3,74 [3,070 ; 4,560]	4,580 [3,980 ; 5,260]
	Quinquennale	0,906 [0,781 ; 1,020]	2,890 [1,970 ; 3,780]	2,85 [2,170 ; 3,430]	2,870 [2,410 ; 3,330]
	Décennale	0,799 [0,668 ; 0,906]	2,310 [1,450 ; 3,090]	2,46 [1,770 ; 3,010]	2,250 [1,820 ; 2,650]
	Vicennale	0,722 [0,587 ; 0,830]	1,940 [1,130 ; 2,650]	2,2 [1,490 ; 2,730]	1,840 [1,450 ; 2,220]
	Cinquantennale	0,642 [0,504 ; 0,751]	non communiqué	non communiqué	1,470 [1,110 ; 1,810]

A. QMNA5

Le débit QMNA5 correspond au débit moyen mensuel sec d'occurrence 5 ans^[3], minimum se produisant en moyenne une fois tous les cinq ans. Il caractérise le débit d'étiage typique d'une année sèche. Il est utilisé dans le traitement des dossiers de rejet et de prélèvement en eau en fonction de la sensibilité des milieux concernés ; il sert aussi à l'élaboration des objectifs de qualité de rivière.

En première approximation, le débit QMNA5 est proportionnel à la superficie du bassin versant considéré.

Dans le cadre de la présente étude, le débit d'étiage peut donc être déduit du QMNA5 à Chamouilley et à Mussey-sur-Marne, stations les plus proches, et de la superficie des bassins versants :

$$QMNA5_{JOINVILLE} = 2,85 + \frac{(2,89 - 2,85)}{(2,213 - 1,870)} (1\,920 - 1\,870) = 2,86 \text{ m}^3/\text{s}$$

B. Module

Le module représente l'équivalent en m³/s de la quantité totale d'eau circulant pendant une année moyenne sur un tronçon de rivière. Il permet ainsi de documenter le bilan hydrologique global d'un bassin versant, et également de définir des débits planchers nécessaires au calibrage des débits "réservés" pour la gestion des retenues. Il correspond donc au débit moyen annuel.

Pour l'estimer, deux calculs ont été réalisés par interpolation :

- entre Mussey-sur-Marne et Chamouilley au prorata des superficies : 26,2 m³/s
- des débits spécifiques (débits par km²) entre Mussey-sur-Marne et Chamouilley : 26,2 m³/s

On peut donc estimer le débit moyen annuel à Joinville à 26,2 m³/s.

[2] : http://www.haute-marne.gouv.fr/content/download/5221/36301/file/4_Note_presentation_MARNE_Moyenne_approbationv_v2.pdf

[3] : <http://www.eaufrance.fr/s-informer/observer-et-evaluer/etat-des-milieux/rivieres-et-lacs/hauteurs-et-debits>

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

C. Débits de crue

Les débits de crue varient en général selon la superficie S à la puissance $0,75$ ($S^{0,75}$). Plusieurs calculs ont été effectués, présentés dans le Tableau 4 ci-après :

1. Déduit de Mussey-sur-Marne et Chamouilley dans le rapport des $S^{0,75}$
2. Interpolé entre Mussey-sur-Marne et Chamouilley selon $S^{0,75}$
3. Déduit des valeurs du PPRI en considérant un ajustement selon une loi de Gumbel

Tableau 4 – Débits de crue

Période de retour	Biennale	Quinquennale	Décennale
Formule 1	187	240	281
Formule 2	187	240	281
Formule 3	202	291	350

Le débit décennal retenu dans le PPRI (Formule 3) est plus important que celui déduit des valeurs de la Banque Hydro. Cela provient du fait que le débit décennal à Saint-Dizier est nettement plus fort dans le PPRI que dans la Banque Hydro.

On peut donc considérer un débit de 2 ans de l'ordre de $190 \text{ m}^3/\text{s}$ et un débit de 5 ans entre 240 et $200 \text{ m}^3/\text{s}$.

2.2.1.1.3. Hauteurs d'eau

Le site d'étude est situé dans le méandre à l'aval de Joinville et en amont de l'usine hydroélectrique de Bussy (cf. Figure 1 précédente).

A. Hors période de crue

Le profil en long (cf. Figure 4) des Grandes Forces hydrauliques (planche 19), établi en octobre 1936, montre que le niveau est imposé, à l'époque, par le barrage aval à une cote de 180,80 à 180,90 NGF Orthométrique.

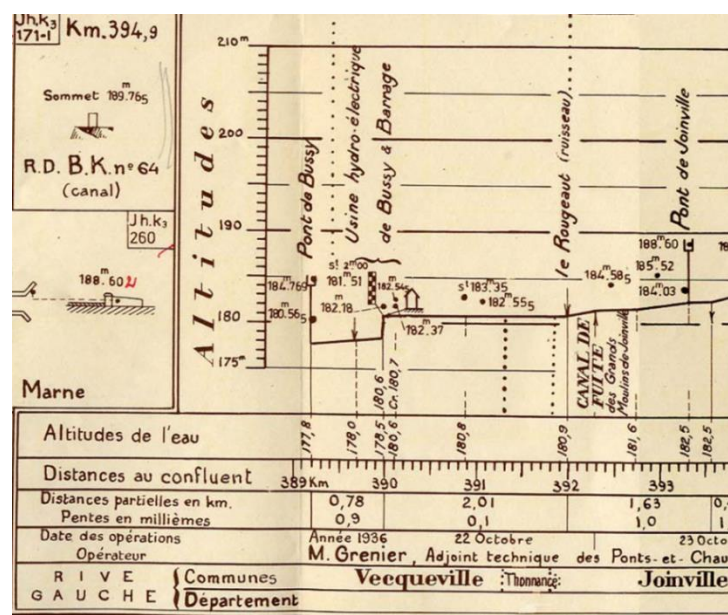


Figure 4. Profil en long des Grandes Forces hydrauliques

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

Il est important de noter que :

- les altitudes des repères (cases croquis et sur le profil en long) sont exprimées dans le système NGF Normal (IGN69),
- les altitudes du profil en long sont exprimées dans le système NGF Lallemand (Orthométrique).

La correspondance est la suivante :

$$Z \text{ (IGN69)} = Z \text{ (Ortho)} + 0,36 \text{ m}$$

En l'absence d'éléments complémentaires, il est possible de considérer que ce niveau est maintenu pour le module, à savoir : 181,5 m IGN69, valeur à l'usine hydro-électrique.

B. Crue centennale

Le PPRI fournit la carte du zonage réglementaire avec indication des niveaux d'écoulement d'une crue centennale (en m IGN69).

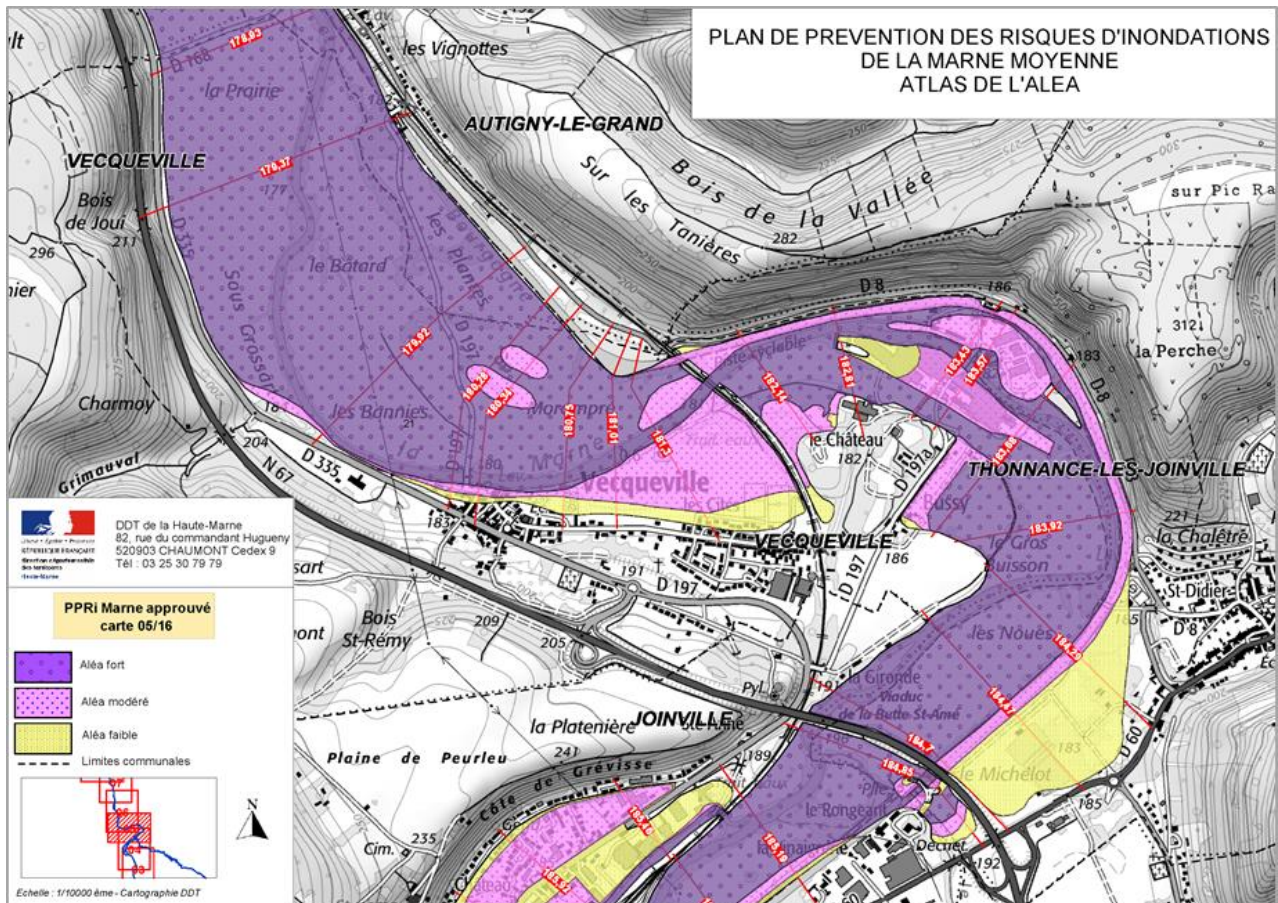


Figure 5. Crue centennale : niveaux d'écoulement (source : PPRI)

Dans la zone retenue pour le rejet, la hauteur d'eau varie entre 184,29 et 183,92m IGN69, donc autour de 184,0 m IGN69, soit 2,5 m de plus que pour le module. Dans cette zone, l'aléa est "fort", c'est-à-dire que la hauteur d'eau sera supérieure à 1 m lors d'un événement centennal.

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

2.2.1.1.4. Caractéristiques du lit

Dans la zone d'étude, le lit de la Marne a une largeur d'environ 20 à 30 m.

En l'absence de données sur sa profondeur et sa forme, il est possible de partir sur des valeurs a priori, à savoir :

- Une forme trapézoïdale du lit,
- Des pentes de talus "naturel".

La figure suivante présente les hypothèses retenues pour la suite de l'étude, regroupées dans le tableau ci-après :

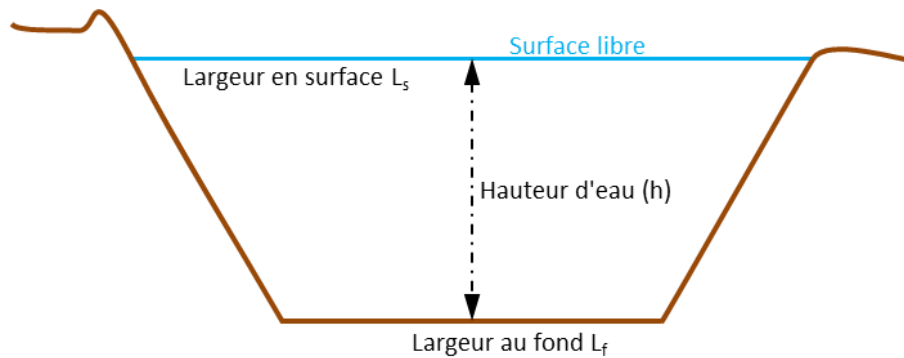


Figure 6. Hypothèses sur le lit de la Marne

Tableau 5 – Caractéristique du lit de la Marne

	Largeur en surface (L_s)	Largeur au fond (L_f)	Hauteur (h)	Surface	Débit	Courant
Hypothèse 1	20 m	15 m	2 m	35 m ²	25 m ³	0,71 m/s
Hypothèse 2			3 m	52,5 m ²		0,48 m/s
Hypothèse 3	30 m	25 m	2 m	55 m ²		0,45 m/s
Hypothèse 4			3 m	82,5 m ²		0,30 m/s
Hypothèse 5	20 m	15 m	2 m	35 m ²	2,5 m ³	0,07 m/s

Les hypothèses 1 à 4 correspondent au module ; l'hypothèse 5 correspond à un débit d'étiage.

Ces hypothèses laissent envisager des courants moyens autour de 0,50 m/s avec un minima de l'ordre de 0,10 m/s.

2.2.1.1.5. Conclusions sur les données hydrologiques de la Marne

En l'absence de données précises, les valeurs suivantes ont été retenues pour la présente étude :

Tableau 6 – Valeurs hydrologiques retenues pour la Marne dans la zone d'étude

	Etiage	Module	Crue 5 ans
Débit	2,5 m ³ /s	25 m ³ /s	250 m ³ /s
Hauteur d'eau	1 m	2 à 3 m	4 m
Courant	0,20 m/s	0,40 à 0,80 m/s	4,5 m/s

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

2.2.1.2. Qualité des eaux

L'Agence de l'eau Seine-Normandie ^[4] a indiqué, dans le SDAGE 2016-2021 ^[5], que le secteur d'étude est en objectif de bon état écologique et chimique. Cette agence met à disposition ses données de suivi de qualité des eaux superficielles ^[6] sur son site internet.

Les stations disponibles sur la Marne, à l'amont et à l'aval de Joinville, sont reportées dans le tableau suivant et visualisées sur la Figure 7 ci-après.

Tableau 7 – Qualité des eaux de surface : stations disponibles sur la Marne, à l'amont et à l'aval de Joinville

Code station	Nom de la station	Coordonnées planimétriques (RGF93 / Lambert 93)	Code INSEE
3087000	La Marne à Gudmont-Villiers	858 641,00 / 6 806 669,00	52 230
3088410	La Marne à Vecqueville	858 219,00 / 6 819 829,00	52 512

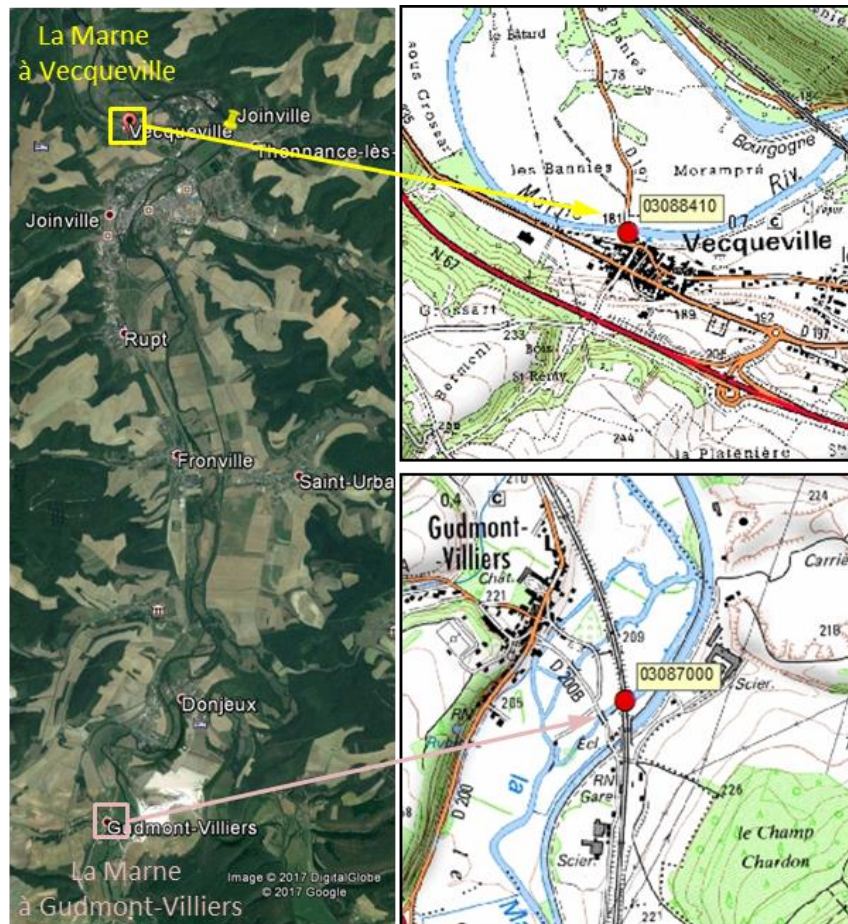


Figure 7. Qualité des eaux de surface : stations disponibles sur la Marne, à l'amont et à l'aval de Joinville

[4] : <http://www.eau-seine-normandie.fr/>

[5] : <http://fr.calameo.com/read/004001913fabcc1d3ba4b>

[6] : <http://qualiteau.eau-seine-normandie.fr/>

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

Le tableau suivant indique les valeurs mesurées pour les paramètres des éléments physico-chimiques généraux ; seuls ceux présents dans le rejet d'effluents sont présentés :

Tableau 8 – Qualité des eaux de surface : paramètres physico-chimiques mesurés en nature

Paramètre	Norme	Limite de quantification	Concentration mesurée sur la Marne à	
			Gudmont-Villiers	Vecqueville
MES (mg/l)	50	2	17,66	5,50
DCO (mg/l)	7	5	8,16	6,39
DBO5 (mg/l)	6	0,5	1,21	0,95
Chlorures (mg/l)	100	0,5	15,47	11,54
Calcium (mg/l)	1 000	0,01	89,01	91,34
Baryum (mg/l)	0,058	0,1	10,26	non disponible
Nickel (mg/l)	0,02	0,2	1,73	0,77
Cuivre (mg/l)	0,0014	0,15	1,06	0,95
Plomb (mg/l)	0,0072	0,1	0,33	0,29
Zinc (mg/l)	0,0078	0,9	4,47	3,48
Manganèse (mg/l)	0,05	0,05	2,71	non disponible
Fer (mg/l)	0,30	1,0	24,08	non disponible
Antimoine (mg/l)	0,113	0,05	0,07	non disponible
Azote (mg/l)	0,30	0,5	0,53	0,38
Aluminium (mg/l)	0,20	1,0	11,51	non disponible
Phosphore (mg/l)	0,20	0,01	0,05	0,03
Chloroforme (µg/l)	30	0,5	0,50	0,50
Bromodichlorométhane (µg/l)	60	non disponible		
Toluène (µg/l)	700	0,5	0,78	1,00

2.2.2. Critères environnementaux

2.2.2.1. Usages de l'eau

Les usages de l'eau sont à la base des critères environnementaux à respecter dans le cadre d'une étude de rejet.

Le bon état des eaux est l'objectif à atteindre pour répondre à la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE ^[7], mise à jour en 2016). Pour les eaux de surface, le bon état s'évalue à partir de deux ensembles d'éléments différents : caractéristiques chimiques de l'eau d'une part, fonctionnement écologique de l'autre. Ainsi, on dira qu'une masse d'eau de surface est en bon état au sens de la directive cadre sur l'eau si elle est à la fois en bon état chimique et en bon état écologique (classes "bon" ou "très bon").

L'objectif de bon état chimique consiste à respecter des seuils de concentration (les normes de qualités environnementales) pour les 41 substances visées par la directive cadre sur l'eau (notamment certains métaux, pesticides, hydrocarbures, solvants, ...).

Le bon état écologique correspond au respect de valeurs de référence pour des paramètres biologiques et des paramètres physico-chimiques qui ont un impact sur la biologie. Concernant la

[7] : http://www.eaufrance.fr/IMG/pdf/guide_reee-esc_mise_a_jour_2016_0.pdf

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

biologie, on s'intéresse aux organismes aquatiques présents dans la masse d'eau considérée : algues, invertébrés (insectes, mollusques, crustacés, ...) et poissons. Pour la physico-chimie, les paramètres pris en compte sont notamment l'acidité de l'eau, la quantité d'oxygène dissous, la salinité et la concentration en nutriments (azote et phosphore).

Le tableau ci-après indique les valeurs des limites de classe pour les paramètres des éléments physico-chimiques généraux. Seuls les éléments présents dans le rejet d'effluents sont présentés. Les limites de classe sont prises en compte de la manière suivante :

]valeur de la limite de classe supérieure (exclue), valeur de la limite de inférieure (inclue)]

Tableau 9 – Valeurs des limites des classes d'état pour les paramètres physico-chimiques généraux pour les cours d'eau

	Limite des classes d'état			
	Très bon / Bon	Bon / Moyen	Moyen / Médiocre	Médiocre / Mauvais
Conductivité us/cm@25C w	*	*	*	*
DCO (mg/l)	5	7	10	15
DBO ₅ (mg/l)	3	6	10	25
Azote (mg/) : NO ₂ -	0,1	0,3	0,5	1
Phosphore total (mg P/l)	0,05	0,2	0,5	1

* : les connaissances actuelles ne permettent pas de fixer des valeurs seuils fiables pour cette limite

Le tableau ci-après présente les polluants spécifiques de l'état écologique et de l'état chimique et les Normes de Qualité Environnementales (NQE^[8]) correspondantes :

- NQE-MA : Normes de qualité environnementales en moyenne annuelle
- NQE-CMA : Normes de qualité environnementales en concentration maximale admissible

Les NQE-CMA seront prises en compte comme objectifs ; à défaut, les NQE-MA seront retenus.

Tableau 10 – Normes de qualité environnementales

Paramètre	NQE-CMA	NQE-MA	Paramètre	NQE-CMA	NQE-MA
MES (mg/l)	25	50	Plomb (mg/l)	7,2.10 ⁻³	
Nickel (mg/l)	2,0.10 ⁻²		Zinc* (mg/l)	7,8.10 ⁻³	
Cuivre (mg/l)	1,4.10 ⁻³				

* : pour une dureté supérieure à 24 µg CaCO₃/l

[8] : <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2015/7/27/DEVL1513989A/jo/texte>

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

Enfin, pour les paramètres non réglementés par arrêté, d'autres valeurs guide sont disponibles au niveau mondial :

Tableau 11 – Valeur guide retenu pour l'évaluation de l'impact environnemental

Paramètre	Valeur guide	Paramètre	Valeur guide
Chlorures* (mg/l)	100	Calcium* (mg/l)	1000
Sulfures* (mg/l)	0,5	Baryum** (mg/l)	$5,8 \cdot 10^{-2}$
Fluorures** (mg/l)	0,37	Antimoine** (mg/l)	0,113
Manganèse*** (mg/l)	0,05	Chloroforme*** (µg/l)	300
Fer*** (mg/l)	0,3	Bromodichlorométhane*** (µg/l)	60
Aluminium*** (mg/l)	0,2	Toluène*** (µg/l)	700

* : Valeur du Conseil Canadien des Ministres de l'Environnement (CCME) pour l'irrigation^[9]

** : Normes de qualité environnementale provisoire (NQE_p) issues de la circulaire DCE/23 du 7/05/2007^[10]

*** : Normes de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS)^[11]

Il n'existe pas de normes et/ou de valeur guide pour les paramètres suivants : Magnésium, Strontium et Sodium.

2.2.2.2. Zone de mélange

La notion de "zone de mélange" a été introduite dans l'Article 22 de l'Arrêté du 02/02/98^[12] :

"Zone de mélange" : zone adjacente au point de rejet où les concentrations d'un ou plusieurs polluants peuvent dépasser les normes de qualité environnementales. Cette zone est proportionnée et limitée à la proximité du point de rejet et ne compromet pas le respect des normes de qualité environnementales sur le reste de la masse d'eau.

Cette notion a été affinée avec la définition de la longueur d'une zone de mélange, précisée dans l'Article 17 de l'Arrêté ministériel du 25 janvier 2010^[13] :

"La longueur d'une zone de mélange est proportionnée à la largeur de la masse d'eau et ne peut dépasser :

- dix fois la largeur du cours d'eau au droit du point de rejet ;
- dix pour cent de la longueur de la masse d'eau dans laquelle s'effectue le rejet ;
- un kilomètre."

[9] : http://www.ccme.ca/files/Resources/fr_ceqg/ssd/rqec_pn_1041.pdf

[10] : http://www.bulletin-officiel.developpement-durable.gouv.fr/fiches/exboenvireco/200715/eat_20070015_0100_0017.pdf

[11] : <http://www.lenntech.fr/applications/potable/normes/normes-oms-eau-potable.htm>

[12] : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000005625281>

[13] : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000021865356>

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

Dans le cadre de la présente étude, la longueur de la zone de mélange ne doit donc pas dépasser la distance la plus courte entre :

- dix fois la largeur du cours d'eau au droit du point de rejet, **soit de 200 à 300 m** ;
- dix pour cent de la longueur de la masse d'eau dans laquelle s'effectue le rejet, **soit 2,31 km** qui correspond à 10% de 22,31 km^[14] pour "La Marne du confluent du Rognon (exclu) au confluent du Ruisseau de Chevillon (inclus)", code "FRHR106B" ;
- **un kilomètre.**

Cette notion de "zone de mélange" conduit à limiter l'influence du rejet entre 200 et 300 m de son point d'entrée dans la Marne, distance la plus limitante parmi les trois précédentes.

L'analyse de la qualité des eaux de la Marne sera donc réalisée à la limite des 200 à 300 m à l'aval du point de rejet, selon la largeur réelle de la rivière au niveau du point de rejet.

L'objectif de la présente étude est donc de définir le type de rejet qui permettra de respecter les critères de qualité des eaux à la limite de la zone de mélange.

2.2.2.3. Vérification des niveaux de rejets

Le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (MEDDE) a publié le "Guide technique relatif aux modalités de prise en compte des objectifs de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) en police de l'eau IOTA/ICPE", en novembre 2012 avec une mise à jour en décembre 2015. L'Annexe de ce guide porte sur le "dimensionnement des rejets ponctuels de substances dangereuses dans les eaux superficielles pour les ICPE".

L'objectif est de préciser la méthodologie permettant de vérifier la compatibilité d'un rejet ponctuel dans les eaux superficielles avec les objectifs de la DCE qui s'appliquent aux substances dangereuses, en fonction de leur classification. Le cas échéant, elle précise les règles de dimensionnement d'une valeur limite d'émission et d'une zone de mélange adaptées. Elle vise la mise en conformité des ICPE existantes et les nouveaux projets.

Dans ce cadre, des formules permettent de vérifier la compatibilité des rejets en micropolluants avec les objectifs d'état (respect de la qualité des milieux et du principe de non-détérioration).

2.2.2.3.1. Données d'entrée

Les données nécessaires pour réaliser ces vérifications sont les suivantes :

- Débit d'étiage de référence ou QMNA5 ;
- Module - débits moyens mensuels interannuels ;
- Normes de qualité environnementale en moyenne annuelle NQE (MA) ou valeur guide environnementale VGE ;
- Concentrations dans le milieu récepteur ;
- Valeur Limite d'Emission VLE si existante ;
- Concentration dans l'effluent ;

[14] : http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/xls/etat_objectifs_SDAGE_2009_rivieres_canaux_cle6f981e.xls

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

- Débit de l'effluent journalier maximal autorisé (Q_{max}) ;
- Débit journalier moyen mensuel autorisé et valeur limite instantanée. Le cas échéant :

$$Q_{max} > 1/10 Q_{moyen\ mensuel}$$

2.2.2.3.2. Vérification des niveaux de rejet

A. Principes de base

Le principe de base consiste à calculer la concentration dans le milieu après rejet, avec les paramètres suivants :

- C_{amont} : concentration mesurée (en période d'étiage si possible) ou à défaut estimée, en amont du rejet
- Q_{amont} : débit à l'amont immédiat du rejet = débit d'étiage quinquennal sec QMNA5 et module interannuel, en l'absence d'activité anthropique
- LQ : limite de quantification
- $C_{contributeur}$: concentration du rejet de l'ICPE
- $Q_{contributeur}$: débit max et débit moyen journalier
- C_{aval} : concentration calculée en aval du rejet (formule ci-après)

$$C_{aval} = C_{amont} \times \frac{Q_{amont}}{Q_{aval}} + C_{contributeur} \times \frac{Q_{contributeur}}{Q_{aval}}$$

- Q_{aval} : débit en aval immédiat du rejet = somme des débits amont, industriel et collectivité

$$Q_{aval} = Q_{amont} + Q_{contributeur}$$

B. Évaluation de l'impact du rejet sur le milieu récepteur

- Si la concentration amont (C_{amont}) dans le cours d'eau est supérieure à la limite de quantification (LQ), comparer la concentration aval (C_{aval}) avec la NQE-MA
- Si la concentration amont dans le cours d'eau est inférieure à la limite de quantification :
 - prendre $C_{amont} = LQ/2$ pour calculer C_{aval}
 - comparer C_{aval} avec la NQE-MA

Au final sur la base des commentaires :

$$C_{aval} = C_{contributeur} \times \frac{Q_{contributeur}}{Q_{contributeur} + Q_{aval}}$$

- Le facteur retenu égal à 0,8 dans les formules proposées ci-après vise à avoir un facteur de sécurité étant donné les hypothèses faites :
 1. Étape 1 : Impact en situation sévère (rejet maximal en situation d'étiage)
 - Q_{amont} : QMNA5
 - Flux contributeur : Flux max ($C_{max\ contributeur} \times Q_{max\ contributeur}$)
 - ⇒ Si $C_{aval}/NQE-MA$ est inférieur ou égal à 0,8, le rejet est considéré acceptable par le milieu
 - ⇒ Sinon, Étape 2

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

2. Étape 2 : Impact du rejet moyen en situation d'étiage

Q_{amont} : QMNA5

Flux contributeur : Flux moyen ($C_{\text{moyenne contributeur}} \times Q_{\text{moyen contributeur}}$)

⇒ Si $C_{\text{aval}}/NQE\text{-MA}$ est inférieur ou égal à 0,8, le rejet est considéré acceptable par le milieu

⇒ Sinon, Etape 3

3. Étape 3 : Impact moyenné

Q_{amont} : débits moyens mensuels interannuels

Flux contributeur : Flux moyen ($C_{\text{moyenne contributeur}} \times Q_{\text{moyen contributeur}}$)

⇒ Si $C_{\text{aval}}/NQE\text{-MA}$ est inférieur ou égal à 0,8, le rejet apparaît comme acceptable

Les informations nécessaires peuvent être fournies en remplissant un tableau tel que ci-après. Ces informations sont fournies pour le présent rejet dans le Tableau 19 au paragraphe 4.5 :

Paramètres	Caractéristique du milieu et des pressions				Caractéristiques du rejet de l'exploitant			Évaluation de l'impact sur le milieu		
	Débit (étiage ou interannuel suivant le cas)	NQE	Flux admissible Φ	Flux cumulés de l'ensemble des contributeurs sur la masse d'eau (si disponible) Ω	Débit max	Concentration max ou VLE	Flux max journalier λ	Concentration ajoutée au milieu	Part en % du flux de l'exploitant par rapport au flux admissible : $\lambda * 100 / \Phi$	Part de l'exploitant % par rapport aux flux cumulés : $\lambda * 100 / \Omega$
Substance A										
Substance B										

oOo

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

3. EFFLUENTS DE LA LAVERIE

Les caractéristiques du rejet des effluents sont décrites ci-après.

3.1. DEBIT

Le débit cible est de 30 m³/h pendant 10 h/jour.

Cependant, si ce débit ne permet pas de satisfaire aux critères environnementaux, il pourrait être réduit jusqu'à permettre d'évacuer 300 m³ par jour, soit 12,5m³/h.

3.2. COMPOSITION PHYSICO-CHEMIQUE

Les paramètres physico-chimiques présents dans les effluents sont reproduits dans le tableau suivant avec leur concentration ainsi que l'objectif de dilution associé (concentration rejetée par rapport à la concentration à atteindre dans l'environnement). Seuls les paramètres rejetés qui ont une concentration "cible" pour l'environnement sont reportés.

Au vu du positionnement du rejet, la masse d'eau retenue est FRHR106B (la Marne du confluent du Rognon (exclu) au confluent du ruisseau de Chevillon). Ce secteur est en objectif bon état écologique et chimique dans le SDAGE 2016-2021. Comme les apports extérieurs (pollutions diffuses d'origine agricole, assainissements urbains et industriels, ...) ne sont pas connus, les calculs pour l'ensemble des paramètres ont été effectués sur 20% de la classe "bon état" et non sur son intégralité afin :

- de tenir compte d'éventuels autres rejets dans la Marne
- que le rejet ne décline pas l'état écologique et chimique du cours d'eau.

Tableau 12 – Composition physico-chimique des effluents et objectif de dilution associé

Paramètre	Concentration	Norme	Objectif de dilution des effluents selon l'état de la Marne / eau de classe "bon état"		
			100%	25%	20%
MES (mg/l)	8,40	50	0	1	1
DCO (mg/l)	112,50	7	16	64	80
DBO5 (mg/l)	13,18	6	2	9	11
Chlorures (mg/l)	100	100	0	1	1
Fluorures (mg/l)	0,10	0,37	0	1	1
Sulfures (mg/l)	31,65	0,50	63	253	317
Calcium (mg/l)	28,60	1 000	0	0	0
Baryum (mg/l)	0,02	0,058	0	2	2
Nickel (mg/l)	0,01	0,02	1	3	4
Cuivre (mg/l)	0,04	0,0014	26	102	128
Plomb (mg/l)	0,01	0,0072	2	8	10
Zinc (mg/l)	0,25	0,0078	32	128	161
Manganèse (mg/l)	0,02	0,05	0	2	2
Fer (mg/l)	1,26	0,30	4	17	21

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

Tableau 12 – Composition physico-chimique des effluents et objectif de dilution associé

Paramètre	Concentration	Norme	Objectif de dilution des effluents selon l'état de la Marne / eau de classe "bon état"		
			100%	25%	20%
Antimoine (mg/l)	0,11	0,113	1	4	5
Azote (mg/l)	0,29	0,30	1	4	5
Aluminium (mg/l)	0,12	0,20	1	2	3
Phosphore (mg/l)	15,17	0,20	76	303	379
Chloroforme (µg/l)	13,00	30	0	0	0
Bromodichlorométhane (µg/l)	2,00	60	0	0	0
Toluène (µg/l)	1,50	700	0	0	0

Le paramètre le plus contraignant pour les composés physico-chimiques des effluents correspond donc au Phosphore qui nécessite un facteur de dilution de 303, respectivement 379, pour une eau correspondant à 25% de la classe "bon état", respectivement 20%.

oOo

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

4. POSITIONNEMENT DU REJET

4.1. CALCULS DE DILUTION

4.1.1. Logiciel mis en œuvre

Compte tenu des nombreux paramètres qui interviennent dans la détermination des caractéristiques d'un rejet, le logiciel simplifié CORMIX (voir description en Annexe A) a été mis en œuvre afin d'effectuer cette analyse.

Ce modèle calcule la dilution d'un fluide émis, sous forme de jet (ou de panache), dans un fluide récepteur de densité différente. Le milieu récepteur peut être immobile ou soumis à des courants ambiants. Il est aussi possible de tenir compte de stratifications thermiques et salines et donc densimétriques des eaux marines.

Ce programme intègre les équations de continuité, de quantité de mouvement et de flux de flottabilité, en supposant une répartition asymétrique gaussienne des vitesses et concentrations moyennes.

En présence d'un courant ambiant, ce programme tient compte d'une force de traînée exercée par l'écoulement du milieu récepteur sur le jet et d'une loi d'entraînement d'eau modifiée. Les conditions initiales sont prises à la sortie de la zone d'établissement de l'écoulement (zone de transition) et les équations sont résolues par une méthode classique de résolution des équations différentielles.

Ce programme permet d'étudier un panache thermique (eau chaude ou froide), un jet chargé en polluant (MES, bactéries, matières organiques, nutriments,...). Les résultats permettent de quantifier l'influence du rejet en termes de qualité d'eau.

Les conditions de dispersion des effluents sont alors étudiées en fonction :

- des conditions de rejet (concentration, débit, ...),
- des caractéristiques du milieu récepteur, la Marne, dans la zone de l'étude.

Le logiciel CORMIX permet d'obtenir une dilution à différentes distances du rejet, selon l'axe du courant. Les résultats obtenus sont moyennés sur toute la hauteur de la colonne d'eau. Le logiciel CORMIX ne permet pas de carte de présentation des résultats.

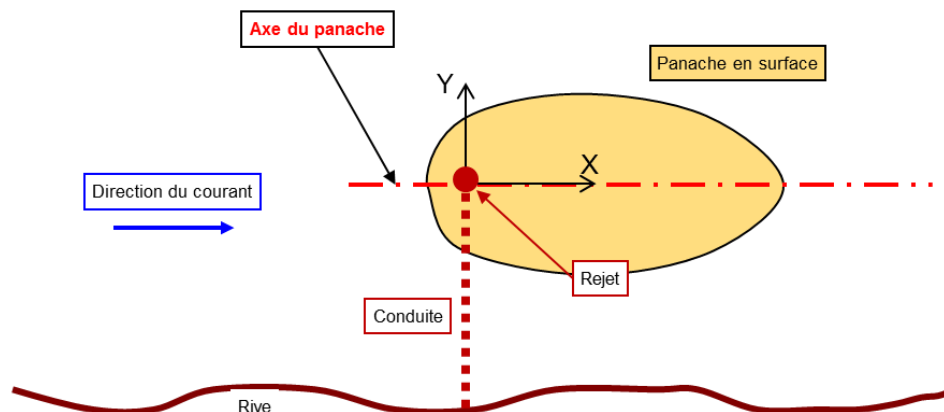


Figure 8. Schéma de principe des résultats obtenus par le logiciel CORMIX

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

4.1.2. Données d'entrée

Les données nécessaires pour la réalisation d'un calcul à l'aide du logiciel CORMIX sont les suivantes :

- Caractéristiques du milieu récepteur : courants ou débit, hauteur d'eau, densité ou température ;
- Effluent : débit, concentration, densité ou température ;
- Rejet : caractéristiques de la conduite.

4.2. CARACTERISTIQUES DU REJET

4.2.1. Généralités

Un rejet est soumis à différentes contraintes et doit satisfaire à un certain nombre de critères liés :

- aux normes de rejet à respecter,
- aux conditions hydrauliques,
- etc.

Les contraintes liées aux normes à satisfaire sont, le plus souvent, à l'origine de la détermination des caractéristiques des ouvrages, notamment en ce qui concerne l'implantation relative, la longueur totale,....

Les phénomènes qui interviennent dans le mélange et l'évolution d'un panache issu d'un ouvrage de rejet sont nombreux. On peut évoquer en particulier :

- la turbulence induite par la vitesse du jet à la sortie de l'émissaire ou de l'orifice du diffuseur,
- la force de flottabilité,
- la turbulence due au balayage du panache par la vitesse d'écoulement du milieu ambiant,
- la convection et la diffusion turbulente.

Plusieurs technologies de rejet sont disponibles, il faut donc choisir celle qui minimise l'impact sur le milieu. Trois types de rejets sont habituellement utilisés (cf. figure ci-après) :

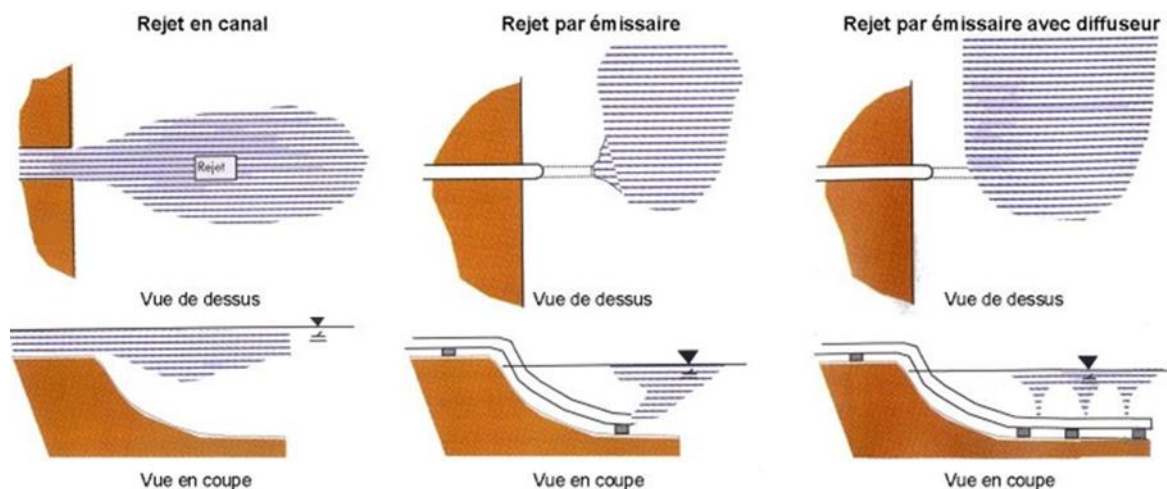


Figure 9. Les différents types habituels de rejet en rivière

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

- Le rejet en canal depuis la rive ;
- L'émissaire simple : une canalisation amène les effluents en profondeur. Le rejet s'effectue directement dans le milieu ambiant à l'extrémité de l'émissaire ;
- L'émissaire avec diffuseur : une canalisation amène le rejet en profondeur où il est dispersé à travers de multiples orifices pour améliorer les performances d'un émissaire simple.

4.2.2. Les différentes technologies de rejet

4.2.2.1. Rejet par canal à surface libre

Il s'agit en général d'un ouvrage important, généralement protégé sur ses bords. Ce type d'ouvrage est adapté dans les cas suivants :

- fort débit de rivière,
- débit important du rejet (de l'ordre de plusieurs dizaines à la centaine de m^3/s),
- contraintes opérationnelles : facilité de maintenance.

Les principales contraintes de ce type d'ouvrage sont énumérées ci-après :

- guère adapté à une pente des fonds importante,
- une berge à falaises présente des inconvénients forts,
- possibilité de sédimentation dans le canal \Rightarrow éventuel dragage d'entretien,
- ne convient pas à une zone de forte navigation,
- dilution lente,
- impact visuel très fort,

4.2.2.2. Rejet par conduite immergée sans diffuseur

L'intérêt primordial de ce type de rejet est qu'il n'y a que peu d'influence sur le milieu naturel d'un point de vue sédimentologique. La conduite est ensouillée puis posée au fond.

La figure suivante présente l'ensouillement de ce type d'ouvrage :

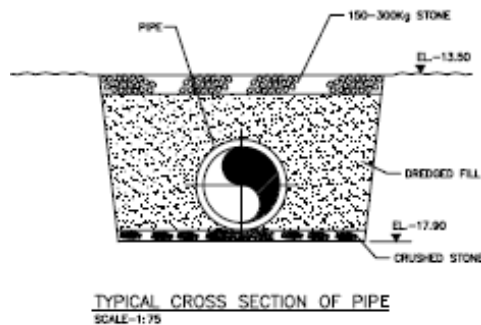


Figure 10. Conduite immergée

Le creusement d'une souille est la technique généralement utilisée pour la pose de ce type d'ouvrage. En effet, le creusement de la souille vise à approfondir les fonds temporairement sur une tranchée d'une largeur plusieurs fois supérieure à la canalisation afin d'enterrer la conduite (voir figure ci-après).

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

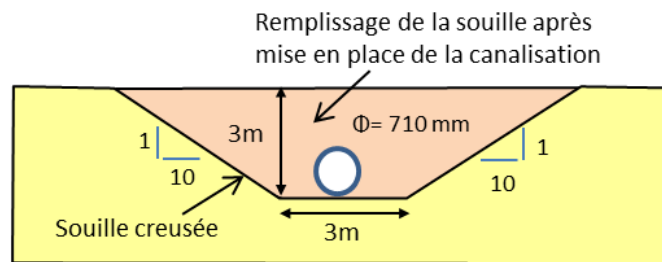


Figure 11. Schéma de principe d'une souille

Les matériaux en place extraits sont temporairement placés sur un site de dépôt, dont une partie sera réutilisée pour le remblaiement de la souille.

Les avantages d'une telle conduite de rejet sont les suivants :

- le débit peut être faible (de quelques l/s à quelques dizaines de m³/s),
- adaptée à des fonds relativement plats afin de minimiser les déroctages,
- les profondeurs de rejets peuvent aller de la rive à plusieurs dizaines de mètres,
- faible impact sur le milieu naturel,
- compatible avec les zones de navigation,
- la dispersion du panache d'effluents peut se trouver éloignée de la rive.

Les principales contraintes de ce type d'ouvrage sont énumérées ci-après :

- l'installation d'une conduite sur des fonds rocheux peut nécessiter des opérations de modification des fonds,
- la maintenance est difficile.

4.2.2.3. Rejet par conduite immergée avec diffuseur

Comme dans le cas, précédent, la conduite est ensouillée puis posée au fond ; elle est munie d'un diffuseur à son extrémité, comme visualisé sur la figure suivante :

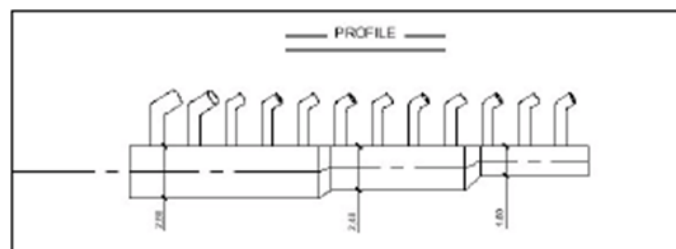


Figure 12. Exemple de diffuseur

L'intérêt d'un diffuseur est d'augmenter le mélange des effluents dans le milieu récepteur.

4.2.3. Pré-dimensionnement du rejet

Vu le faible débit des effluents, une conduite est préférable à un canal à surface libre. Cependant, la conduite peut être soit sur la rive, soit immergée. Trois types de rejet ont donc été étudiés, du plus simple au plus complexe, afin respecter les critères environnementaux :

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

- Conduite au niveau de la rive, positionnée à 0,5 m sous la surface, avec un angle de rejet (σ) entre la conduite et le courant de 20° et de 45° ;
- Conduite posée sur le fond, avec un orifice situé à 0,5 m au-dessus du fond et un angle d'éjection de 45° vers le haut ;
- Conduite posée sur le fond munie d'un diffuseur à son extrémité.

Afin de maintenir un auto-curage de la conduite, la vitesse d'écoulement doit être supérieure à 0,5 m/s. Ces contraintes ont conduits à envisager deux diamètres pour la conduite de rejet :

- $\phi = 100$ mm pour une vitesse d'éjection de 1,06 m/s,
- $\phi = 50$ mm pour une vitesse d'éjection de 2,12 m/s.

4.3. SYNTHÈSE DES DONNÉES RETENUES POUR L'ÉTUDE

L'analyse des données disponibles a conduit aux valeurs suivantes :

- La Marne :
 - Débits :
 - QMNA5 (étiage) : 2,5m³/s
 - Module (moyen annuel) : 25,0m³/s
 - Largeur de la rivière : 20m ou 30m
 - Hauteur d'eau : 2 ou 3m
 - Température de l'eau :
 - Minimale : autour de 10°C
 - Moyenne : autour de 20°C
- Le rejet :
 - Débit de rejet (horaire) : 30m³/h pendant 10 heures pouvant être étendu à 12,5m³/h pendant 24 heures
 - Température du rejet :
 - Minimale : autour de 10°C
 - Moyenne : autour de 20°C
 - Maximale : autour de 30°C
 - Position de la conduite :
 - sur la rive avec un angle σ de 20° ou de 45°
 - au fond
 - Diamètre de la conduite : $\phi = 50$ mm ou 100mm
 - Diffuseur :
 - 3 orifices espacés régulièrement selon la largeur de la rivière :
 - de 3,75m si la largeur au fond de la Marne est de 15 m, le 1^{er} et le 3^{ème} à 3,75 m de la rive
 - de 6,25m si la largeur au fond de la Marne est de 25 m, le 1^{er} et le 3^{ème} à 6,25 m de la rive

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

- d'un diamètre $\phi = 50\text{mm}$ ou 30mm
- orientés à 45° ou 90° par rapport au lit de la Marne.

4.4. DILUTION : SCENARIOS ETUDIÉS ET RESULTATS OBTENUS

4.4.1. Choix de la technologie de rejet

Le tableau suivant résume les scénarios étudiés afin de définir la technologie de rejet :

Tableau 13 – Choix de la technologie de rejet : scénarios étudiés

Scénario	La Marne			Le rejet			
	Débit	Largeur	Hauteur	Débit	Position	Diamètre	Delta température
n°1	QMNA5 (2,5m ³ /s)	20 m	2 m	30m ³ /h	sur la rive – $\sigma = 20^\circ$	100mm	0°C
n°2	QMNA5	20 m	2 m	30m ³ /h	sur la rive – $\sigma = 45^\circ$	100mm	0°C
n°3	QMNA5	20 m	2 m	30m ³ /h	conduite à +0,5m / fond, 45°	100mm	0°C
n°4	QMNA5	20 m	2 m	30m ³ /h	conduite à +0,5m / fond, 90°	100mm	0°C
n°5	QMNA5	20 m	2 m	30m ³ /h	conduite à +0,5m / fond, 90°	50mm	0°C
n°6	QMNA5	20 m	2 m	30m ³ /h	diffuseur 3 orifices, 45°	50mm	0°C
n°7	QMNA5	20 m	2 m	30m ³ /h	diffuseur 3 orifices, 90°	50mm	0°C
n°8	QMNA5	20 m	2 m	30m ³ /h	diffuseur 3 orifices, 90°	30mm	0°C

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau ci-après :

Tableau 14 – Choix de la technologie de rejet : dilution attendue

Scénario	Distance au rejet (m)			
	50	100	200	300
n°1	64	69	79	89
n°2	88	92	100	108
n°3	60	-	-	-
n°4	33	64	116	142
n°5	35	65	116	142
n°6	187	196	213	229
n°7	180	189	206	223
n°8	180	189	206	223

Ces résultats montrent que seule l'implantation d'un diffuseur permet d'obtenir des dilutions approchant les critères environnementaux lors du débit d'étiage (scénario 7 et scénario 8).

Cependant, le débit est encore trop élevé pour atteindre la valeur cible de dilution (379 pour le Phosphore, voir Tableau 12).

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

4.4.2. Optimisation du débit de rejet

Le tableau suivant résume les scénarios étudiés afin d'optimiser le débit de rejet :

Tableau 15 – Optimisation du débit de rejet : scénarios étudiés

Scénario	La Marne			Le rejet			
	Débit	Largeur	Hauteur	Débit	Position	Diamètre	Delta température
n°9	QMNA5	20 m	2 m	20m ³ /h	diffuseur 3 orifices, 90°	50mm	0°C
n°10	QMNA5	20 m	2 m	10m ³ /h	diffuseur 3 orifices, 90°	50mm	0°C
n°11	QMNA5	20 m	2 m	15m ³ /h	diffuseur 3 orifices, 90°	50mm	0°C

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau ci-après :

Tableau 16 – Optimisation du débit de rejet : dilution attendue

Scénario	Distance au rejet (m)			
	50	100	200	300
n°9	266	280	306	330
n°10	532	560	612	660
n°11	355	373	408	440

Ces résultats montrent que, en débit d'étiage, un débit maximum de 15m³/h (scénario 11) permet de respecter les critères environnementaux, avec un diffuseur à l'extrémité de la conduite de rejet. Ce débit nécessite un fonctionnement pendant 20h par jour.

4.4.3. Sensibilité des paramètres étudiés

Les critères environnementaux doivent aussi être respectés lorsque les paramètres suivants varient :

- La Marne :
 - Débit moyen annuel (module) : 25,0m³/s
 - Largeur de la rivière : 30m
 - Hauteur d'eau : 2, 3 ou 4m
- Température de l'eau différente de celle du rejet avec un écart en température autour de 10 et 20°C.

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

Le tableau ci-après présente les scénarios étudiés afin de vérifier le respect des critères environnementaux selon les paramètres étudiés :

Tableau 17 – Sensibilité des paramètres étudiés : scénarios étudiés

Scénario	La Marne			Le rejet			
	Débit	Largeur	Hauteur	Débit	Position	Diamètre	Delta température
n°12	Module (25,0m ³ /s)	20 m	2 m	15m ³ /h	diffuseur 3 orifices, 90°	50mm	0°C
n°13	Module (25,0m ³ /s)	20 m	2 m	30m ³ /h	diffuseur 3 orifices, 90°	50mm	0°C
n°14	QMNA5	20 m	3 m	15m ³ /h	diffuseur 3 orifices, 90°	50mm	0°C
n°15	QMNA5	30 m	3 m	15m ³ /h	diffuseur 3 orifices, 90°	50mm	0°C
n°16	QMNA5	30 m	4 m	15m ³ /h	diffuseur 3 orifices, 90°	50mm	0°C
n°17	QMNA5	20 m	2 m	15m ³ /h	diffuseur 3 orifices, 90°	50mm	10°C
n°18	QMNA5	20 m	2 m	15m ³ /h	diffuseur 3 orifices, 90°	50mm	20°C

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau ci-après :

Tableau 18 – Sensibilité des paramètres étudiés : dilution attendue

Scénario	Distance au rejet (m)			
	50	100	200	300
n°12	3071	3193	3433	3650
n°13	1554	1616	1737	1847
n°14	365	400	462	516
n°15	251	283	338	385
n°16	261	314	398	457
n°17	396	434	462	490
n°18	413	417	423	428

Ces résultats des calculs de dilution montrent que :

- En débit moyen (module), le débit de projet de 30m³/h pendant 10h permet de respecter les critères environnementaux, de même que le débit optimisé de 15m³/h pendant 20h ;
- Une rivière présentant une hauteur d'eau de 3m, pour une largeur de 20m, permet aussi de respecter les critères environnementaux. Cependant pour une largeur de la Marne de 30m, le niveau d'eau doit être d'environ 4m pour atteindre une dilution suffisante ;
- Des écarts de température de 10 à 20°C, entre les effluents et la Marne, permettent une meilleure dilution du rejet dans le milieu récepteur.

4.4.4. Conclusions sur les études de dilution

Les simulations réalisées ont montré que pour atteindre les critères environnementaux, le rejet des effluents de la blanchisserie doit :

- être réalisé à l'aide d'un diffuseur implanté à l'extrémité de la conduite. Ce diffuseur aura les caractéristiques suivantes :
 - 3 orifices espacés régulièrement selon la largeur de la rivière :

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

- de 3,75m si la largeur au fond de la Marne est de 15 m, le 1^{er} et le 3^{ème} à 3,75 m de la rive
- de 6,25m si la largeur au fond de la Marne est de 25 m, le 1^{er} et le 3^{ème} à 6,25 m de la rive
- d'un diamètre $\phi = 50\text{mm}$
- orientés à 90° par rapport au lit de la Marne
- être limité à 15m³/h, pendant 20h par jour, en débit d'étiage.

En débit moyen (module), le débit de projet de 30m³/h pendant 10h permet de respecter les critères environnementaux.

Des écarts de température de 10 à 20°C, entre les effluents et la Marne, permettent une meilleure dilution du rejet dans le milieu récepteur.

4.5. ÉVALUATION DE L'IMPACT DU REJET SUR LE MILIEU RECEPTEUR

Les informations nécessaires à l'évaluation du rejet des effluents de la blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire sont reproduites dans le Tableau 19 ci-après. Les valeurs sont définies et/ou ont été calculées comme suit :

- $Q_{\text{amont}} = 2,5 \text{ m}^3/\text{s}$: débit d'étiage
- $Q_{\text{contributeur}} = 30\text{m}^3/\text{h}$
- NQE-MA : valeurs extraites des Tableau 9, Tableau 10 et Tableau 11 précédents
- Flux admissible $\Phi = \text{NQE-MA} \times Q_{\text{amont}}$
- Flux cumulés sur l'ensemble de la masse d'eau $\Omega = (20\% \times \text{NQE-MA}) \times Q_{\text{amont}}$
- $C_{\text{contributeur}}$: valeurs extraites du Tableau 12 précédent
- Flux $\lambda = C_{\text{contributeur}} \times Q_{\text{contributeur}}$
- Concentration ajoutée = $C_{\text{contributeur}} \times Q_{\text{contributeur}} / Q_{\text{amont}}$
- Part (%) du flux de l'exploitant / flux admissible $\Phi = 100 \times \lambda / \Phi$
- Part (%) du flux de l'exploitant / flux cumulés $\Omega = 100 \times \lambda / \Omega$

Les résultats obtenus pour l'évaluation de l'impact du rejet montrent que la part du flux de l'exploitant / flux admissible Φ est toujours inférieure à 100%, avec un maximum de 25,3% pour le phosphore. Ils sont conformes aux exigences de ce Guide.

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne - Pré-dimensionnement d'une solution de protection

RAPPORT FINAL – REV.7

Tableau 19 – Vérification des niveaux de rejet

	Milieu récepteur			Rejet		Evaluation de l'impact (en débit d'étiage)		
	NQE-MA (mg/l)	Flux Φ (mg/s)	Flux Ω (mg/s)	C _{contributeur} (mg/l)	Flux λ (mg/s)	Concentration ajoutée (mg/l)	Part (%) flux de l'exploitant / flux Φ	Part (%) flux de l'exploitant / flux Ω
MES	50	0,125	2,50E-02	8,40	7,00E-05	2.80E-02	0,06	0,28
DCO	7	1,75E-02	3,50E-03	112,50	9,38E-04	3.75E-01	5,36	26,79
DBO5	6	1,50E-02	3,00E-03	13,18	1,10E-04	4.39E-02	0,73	3,66
Chlorures	100	0,250	5,00E-02	100,00	8,33E-04	3.33E-01	0,33	1,67
Fluorures	0,37	9,25E-04	1,85E-04	0,10	8,33E-07	3.33E-04	0,09	0,45
Sulfures	0,5	1,25E-03	2,50E-04	31,65	2,64E-04	1.06E-01	21,10	105,50
Calcium	1 000	2,500	0,500	28,60	2,38E-04	9.53E-02	0,01	0,05
Baryum	0,058	1,45E-04	2,90E-05	0,02	1,94E-07	7.78E-05	0,13	0,67
Nickel	0,02	5,00E-05	1,00E-05	0,01	1,21E-07	4.83E-05	0,24	1,21
Cuivre	0,0014	3,50E-06	7,00E-07	0,04	2,99E-07	1.19E-04	8,53	42,66
Plomb	0,0072	1,80E-05	3,60E-06	0,01	1,17E-07	4.67E-05	0,65	3,24
Zinc	0,0078	1,95E-05	3,90E-06	0,25	2,09E-06	8.35E-04	10,71	53,53
Manganèse	0,05	1,25E-04	2,50E-05	0,02	1,79E-07	7.17E-05	0,14	0,72
Fer	0,30	7,50E-04	1,50E-04	1,26	1,05E-05	4.19E-03	1,40	6,99
Antimoine	0,113	2,83E-04	5,65E-05	0,11	8,78E-07	3.51E-04	0,31	1,55
Azote	0,30	7,50E-04	1,50E-04	0,29	2,44E-06	9.78E-04	0,33	1,63
Aluminium	0,20	5,00E-04	1,00E-04	0,12	9,58E-07	3.83E-04	0,19	0,96
Phosphore	0,20	5,00E-04	1,00E-04	15,17	1,26E-04	5.06E-02	25,28	126,39
Chloroforme	30.10 ⁻³	7,50E-02	1,50E-02	13,00	1,08E-04	4.33E-02	0,14	0,72
Bromodichlorométhane	60.10 ⁻³	0,150	3,00E-02	2,00	1,67E-05	6.67E-03	0,01	0,06
Toluène	700.10 ⁻³	1,750	0,350	1,50	1,25E-05	5.00E-03	0,00	0,00

Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire

Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

4.6. RECOMMANDATIONS SUR LE POSITIONNEMENT DU REJET

Les recommandations sur le positionnement du rejet des effluents sont :

- ⇒ de situer le rejet à une distance suffisante du méandre de la Marne afin que les courants soient le plus parallèles possibles aux rives ;
- ⇒ d'implanter un diffuseur à l'extrémité de la canalisation de rejet, avec un angle de 90° par rapport au fond, qui permet la meilleure dilution possible ;
- ⇒ de limiter le débit en période d'étiage à 15m³/h pendant 20h.

Ces calculs seront à affiner dans la phase suivante du projet en fonction du levé topographique et des mesures en nature réalisées

4.7. SCHEMA DE PRINCIPE RETENU POUR LE REJET

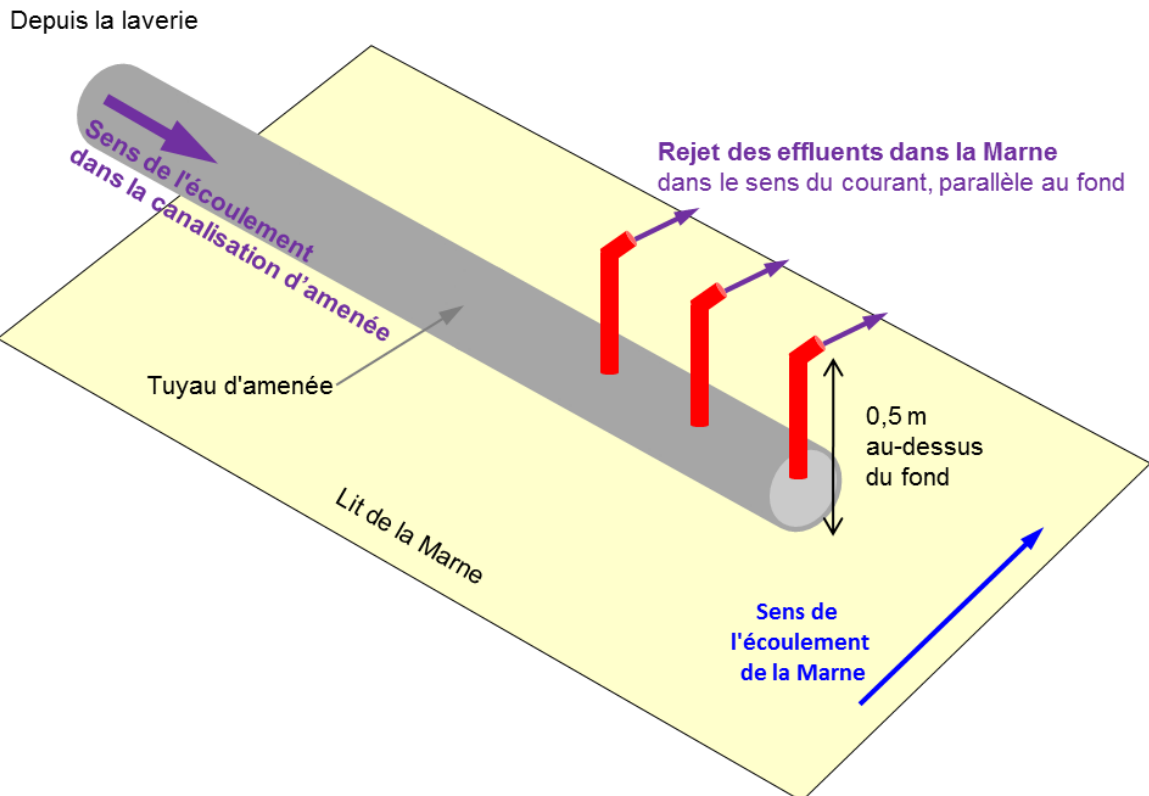


Figure 13. Schéma de principe retenu pour le rejet

oOo

**Implantation en Haute-Marne d'une blanchisserie industrielle
destinée au secteur nucléaire**

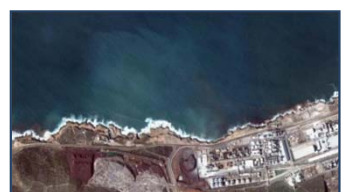
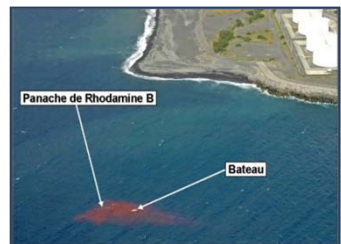
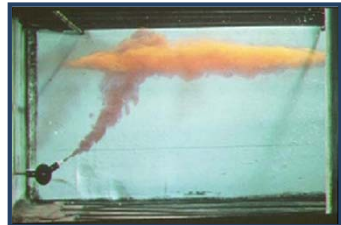
Etude de dispersion des effluents dans la Marne
Pré-dimensionnement d'une solution de protection
RAPPORT FINAL – REV.7

ANNEXE 1 : LE LOGICIEL CORMIX



Logiciel CORMIX

Calcul de transport, diffusion et dilution d'un effluent



ARTELIA

Domaine d'application

Calcul de l'effet de jet et de la dilution dans le champ proche, ainsi que des ordres de grandeur de la dilution dans le champ lointain.

Description

Ce programme calcule la dilution d'un fluide émis, sous forme de jet (ou de panache), dans un fluide récepteur de densité différente. Le milieu récepteur peut être immobile ou soumis à des courants ambiants. Il est aussi possible de tenir compte de stratifications thermiques et salines, et donc densimétriques, des eaux marines.

Ce programme intègre les équations de continuité, de quantité de mouvement et de flux de flottabilité, en supposant une répartition asymétrique gaussienne des vitesses et concentrations moyennes.

En présence d'un courant ambiant, ce programme tient compte d'une force de traînée exercée par l'écoulement du milieu récepteur sur le jet et d'une loi d'entraînement d'eau modifiée. Les conditions initiales sont prises à la sortie de la zone d'établissement de l'écoulement (zone de transition) et les équations sont résolues par une méthode classique de résolution des équations différentielles.

Les données nécessaires au calcul comprennent :

- le levé bathymétrique,
- les caractéristiques des ouvrages de rejet (type, dimension, présence d'orifice, ...),
- les conditions du milieu récepteur.

Ce programme permet d'étudier un panache thermique (eau chaude ou froide), un jet chargé en polluant (MES, bactéries, matières organiques, nutriments,...).

Les résultats permettent de quantifier l'influence du rejet en terme de qualité d'eau.

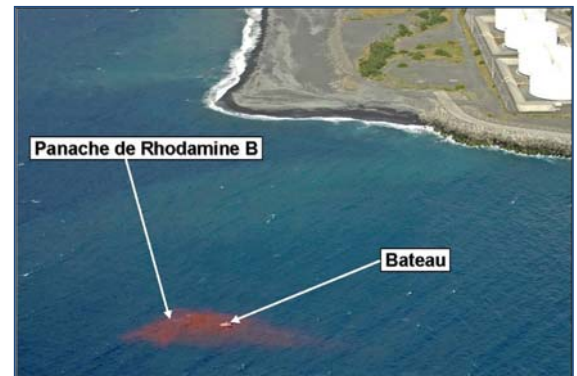
Références

Gerhard H. Jirka, Robert L. Doneker, and Steven W. Hinton, 1996, "User's manual for CORMIX: a hydrodynamic mixing zone model and decision support system for pollutant discharges into surface waters".

Le logiciel CORMIX a été développé par l'Université de Cornell, USA. Il est actualisé par l'Office of Science and Technology, U.S. Environmental Protection Agency.



Rejet de station d'épuration au large de Saint-Denis (île de la Réunion)



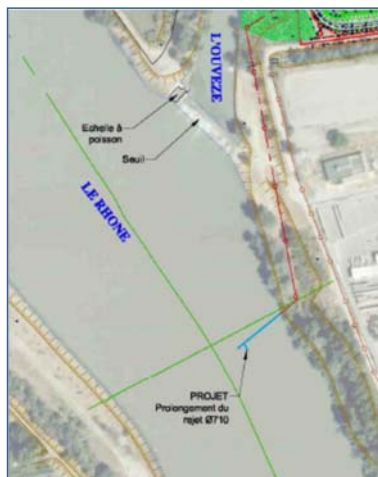
Lâcher de rhodamine au large du Port (île de la Réunion)

2010

ONE (Maroc) – SAFI : Installation de deux centrales thermiques comprenant déjà des ouvrages de prise et de rejet en mer pour le refroidissement des installations de l'OCP. Le projet prévoit également l'implantation d'un nouveau port. Définition du plan masse général des ouvrages prenant en compte

- les ouvrages de prise d'eau et de rejet des futures centrales thermiques,
- les ouvrages de prise d'eau et de rejet des de l'OCP préalablement déplacés,
- différents scénarios d'implantation du nouveau port.

EURENCO (France) – SORGUES sur RHÔNE : Prolongement d'un émissaire de rejet d'effluents dans le Rhône afin d'améliorer la dilution des effluents.



Projet de prolongation d'un effluent dans le Rhône

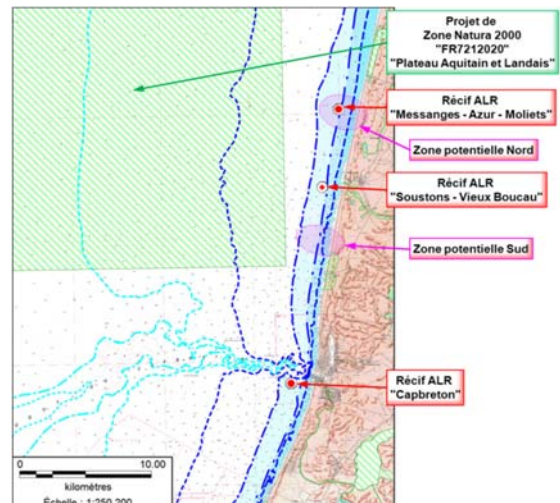
2011 – 2012

CEA (France) – Centre de Marcoule : Définition des caractéristiques d'un rejet de la Station de Traitement des Effluents liquides (STEL) dans le lit principal du Rhône.

EDF (France) – Les Landes : stockage souterrain de gaz en cavités salines dans le Sud-Ouest - Définition des caractéristiques principales et positionnement de la prise d'eau et du rejet en mer de saumure afin de :

- limiter la zone d'augmentation de la saumure,
- protéger les récifs artificiels existants, la future zone Natura 2000 en mer et les plages de la zone d'influence de la saumure.

Deux zones de rejets potentiels ont été étudiées : au Nord au large de Messanges, au Sud au large de Soustons.



Situation des récifs ALR et de la zone Natura 2000 en mer au large de la zone d'étude

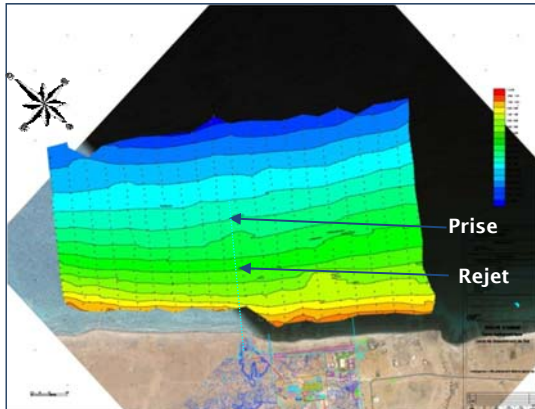
2008

La SNET (France) – LE HAVRE : rejet thermique dans les bassins à niveaux constants. Définition des caractéristiques principales du rejet. Positionnement des rejets futurs. Analyse du transport et de la diffusion du panache thermique de rejet.

VILLE DE ROQUEBRUNE/ARGENS (France) – STATION D'EPURATION DE "LA GAILLARDE" : influence du rejet des effluents pour le débit futur de la STEP par l'émissaire actuel sur le milieu marin récepteur.

OTV (Oman) – USINE DE DESSALEMENT : définition des caractéristiques du diffuseur à l'extrémité de la conduite de rejet, pré-positionnement de l'émissaire et analyse de la dilution du panache de saumure.

DUNKERQUE (France) – TERMINAL LNG : définition des caractéristiques du diffuseur de la conduite de rejet des eaux de réchauffement, préalablement aux calculs de dispersion avec TELEMAT 3D.



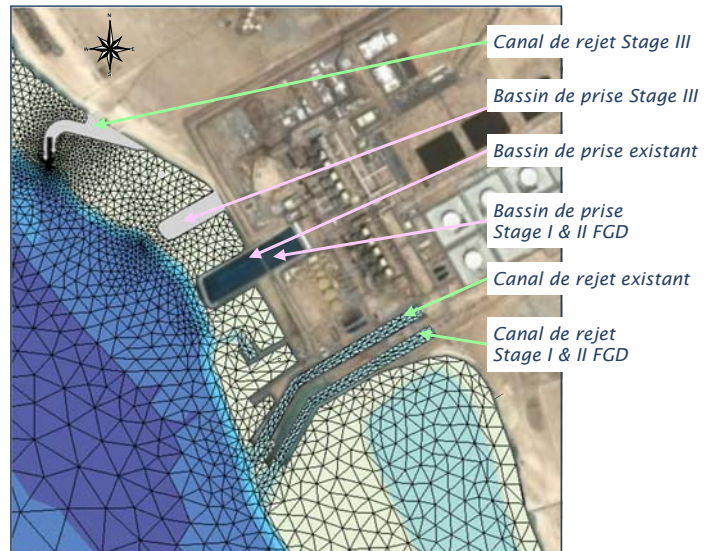
Projet d'une usine de dessalement à Sur (Sultanat d'Oman)

2009

Gaz de Normandie (France) – LE HAVRE : Réalisation d'un terminal méthanier à l'intérieur du port d'Antifer - Définition des caractéristiques principales et positionnement du rejet en mer d'eau froide et des composés chlorés.

ALSTOM (Arabie Saoudite) – Extension d'une centrale thermique. Etude de définition du canal du rejet en mer d'eau chaude par émissaire ou par canal à surface libre.

IBERDROLA (Algérie) – Wilaya d'Annaba : Réalisation d'un rejet d'eau chaude pour une centrale thermique.



Projet d'extension d'une centrale thermique à Shoaiba (Arabie Saoudite)

2003 - 2005

VILLE DE SAINT-BENOIT (La Réunion) – STATION D'EPURATION : définition des caractéristiques et positionnement de l'émissaire de rejet en mer.

IMM (Uruguay) – MONTEVIDEO : étude de préfaisabilité de l'émissaire en mer de Punta Lobos.

VILLE DE JONAGE (France) – STATION D'EPURATION : définition des caractéristiques, positionnement de la conduite fluviale de rejet et analyse de la dilution des effluents.

VILLE DE SAINTE-ROSE (La Réunion) – STATION D'EPURATION : définition des caractéristiques, positionnement de l'émissaire de rejet en mer et analyse de la dilution des effluents.

AMENDIS (Maroc) – STATION D'EPURATION DE TANGER : étude de différents sites de rejet. Définition des caractéristiques et positionnement des différents émissaires de rejet en mer et analyse de la dilution des effluents selon les sites.

AMENDIS (Maroc) – STATION D'EPURATION DE TETOUAN : étude de différents sites de rejet. Définition des caractéristiques et positionnement des différents émissaires de rejet en mer et analyse de la dilution des effluents selon les sites retenus.

REDAL (Maroc) – STATIONS D'EPURATION DE RABAT ET DE SALE : étude de différents sites de rejet. Définition des caractéristiques et positionnement des différents émissaires de rejet en mer et analyse de la dilution des effluents.

Ouvrage de rejet à la côte (Qatar)



2006 - 2007

ELISAL (Angola) – REVISION DU SCHEMA DIRECTEUR DE L'ASSAINISSEMENT DE LUANDA : définition des ouvrages de rejets en mer selon l'emplacement des futures stations d'épuration et analyse de la dilution des effluents.

VILLE DE SAINT-ANDRE (La Réunion) – STATION D'EPURATION : définition des caractéristiques, positionnement de l'émissaire de rejet en mer et analyse de la dilution des effluents.

MILLENNIUM INORGANIC CHEMICALS (France) – USINE DU HODE : définition des caractéristiques de l'émissaire et du diffuseur.

TECHNIP (Iran) – TERMINAL D'EXPORTATION DE LNG A TOMBAK (South Pars) : définition des caractéristiques, positionnement des émissaires de rejet en mer et analyse du transport et de la diffusion du panache thermique de rejet.

VILLE DE SAINTE-ROSE (La Réunion) – STATION D'EPURATION : définition des caractéristiques, positionnement de l'émissaire de rejet en mer et analyse de la dilution des effluents.



Projet d'émissaires de rejet d'effluents (Angola)