

Tutorial

Application web ELV-EQS

Mathieu Chatelain

1208164-000

Title
Tutorial

Project	Reference	Pages
1208164-000	1208164-000-DSC-0013	19

Mots-clés
Place keywords here

Résumé
Place summary here

Références
(GUID) UNEP-MAP ELV-EQS tool, User Guidance Document, 1208164-000-DSC-0010-v4-r-
UNEP-MAP ELV-EQS tool.docx

Version	Date	Auteur	Initiales Révision	Initiales Approbation	Initiales
1	Mai 2014	Mathieu Chatelain	Claudette Spiteri		

State
final

Table des matières

1	Introduction	7
2	Clauses	7
2.1	Avis de non-responsabilité	7
2.2	Réaction et commentaire du Client	8
3	Tutorial 1 : Rejet d'azote total dans le Golfe du Lion	8
3.1	Définition d'un cas d'étude	8
3.1.1	Description de l'environnement	8
3.1.2	Description du rejet	11
3.1.3	Propriétés de la substance (polluante)	12
3.2	Calcul numérique	14
3.3	Résultats	14
4	Tutorial 2 : Rejet de mercure total dans la baie d'Izmir	16
4.1	Définition du cas d'étude	16
4.1.1	Description de l'environnement	17
4.1.2	Description du rejet	19
4.1.3	Propriétés de la substance (polluante)	20
4.2	Calcul numérique	22
4.3	Résultats	23
5	Références	25

1 Introduction

Le logiciel web-based ELV-EQS a été développé dans le but d'établir une relation entre les standards de qualité environnementale (EQS) pour les eaux réceptrices et les valeurs limites d'émission (ELV) pour une source de rejet unique. A partir d'informations définies par l'utilisateur sur le débit, la substance rejetée, et les eaux réceptrices, le logiciel calcule la dispersion du polluant autour de la source de rejet et compare son ELV avec l'EQS à la limite de la zone de mélange autorisée.

Ce tutorial peut être utilisé pour se familiariser avec la procédure consistant à définir une application spécifique du logiciel ELV-EQS. Ce document guide l'utilisateur à travers les différentes étapes de la mise en place d'un scénario, en utilisant toutes les fonctionnalités du logiciel ELV-EQS.

Deux tutoriaux (appelés aussi "cas d'étude" ci-dessous) ont été sélectionnés à partir des résultats rapportés par l'étude "*Testing of a modelling system to assess the variations of EQSs with ELVs for nitrogen and mercury in Gulf of Lion and Izmir Bay*" (Deltares 2012), et sont décrits dans la suite de ce document.

Le premier cas d'étude (Tutorial 1) concerne l'étude de l'effet d'un rejet d'azote total dans un environnement ouvert tel que la zone côtière au large de Marseille (Golfe du Lion). Le second cas d'étude traite de l'impact d'un rejet de mercure total dans une baie semi-fermée, telle que la baie d'Izmir (Mer Egée).

2 Clauses

2.1 Avis de non-responsabilité

Le Site Internet (situé à l'adresse **[A FAIRE: préciser le lien]**), incluant toute application web offerte, ou fonctionnant à partir de, ou étant part de, et toute information, documentation, donnée contenue sur, ou produite, ou générée par, le site Internet en question (dénommé ci-dessous par l'appellation le "Site Internet"), a été développé par la compagnie Stichting Deltares, établie à Delft aux Pays-Bas ("Deltares") en coopération avec, et spécifiquement pour, le Service des Projets du Bureau des Nations Unies ("UNOPS) et le Plan d'Action du Programme Environnemental Méditerranéen des Nations Unies ("UNEP-MAP"). L'utilisation du Site Internet, pour quelques raisons que ce soit, est toujours à la seule responsabilité et au seul risque de la personne utilisant le Site Internet ("Utilisateur").

L'Utilisateur accepte et convient que:

(i) L'utilisation de ce Site Internet, l'interprétation, l'utilisation des résultats obtenus par l'Utilisateur par le biais du Site Internet, et toute conséquence émanant de l'utilisation des résultats, se font sous la seule responsabilité de l'Utilisateur.

(ii) UNEP-MAP, UNOPS, et Deltares, ne peuvent être tenus responsable de dommages directs ou indirects, ni d'aucun autre dommage de quelque nature que ce soit, résultant de l'utilisation de ce Site Internet ou de l'impossibilité de l'utiliser pour quelque raison que ce soit. Cela inclut, sans limitation sur les pertes ou dédommagements, en relation directe ou indirecte, les points suivants:

a. tout défaut ou mal fonctionnement du Site Internet,

- b. l'impossibilité temporaire ou permanente d'utiliser le Site Internet, partiellement ou complètement,
- c. toute infraction présumée ou prouvée des droits des tiers à la suite de l'utilisation du Site Internet par l'Utilisateur.

Comme convenu avec le Client, ce document est fourni en deux langues (anglais et français). En cas de litige concernant l'interprétation de ce document, le texte en anglais fait loi.

2.2 Réaction et commentaires du Client

A partir de la date de réception, le Client dispose de 2 semaines pour faire part de sa réaction et de ses commentaires. Si aucun commentaire n'est reçu dans cet intervalle de temps, le document sera considéré comme final. Si des commentaires sont fournis dans le temps imparti de 2 semaines, ceux-ci seront incorporés dans le document, sous réserve qu'ils s'inscrivent raisonnablement dans le cadre du contrat du projet original.

3 Tutorial 1 : Rejet d'azote total dans le Golfe du Lion

Il est possible d'accéder au logiciel ELV-EQS par internet à l'adresse [A FAIRE : préciser le lien].

3.1 Définition d'un cas d'étude

La définition d'un cas d'étude dans le logiciel ELV-EQS se fait en trois étapes. La première étape consiste à décrire l'environnement dans lequel le rejet a lieu (Description de l'environnement). Ensuite, des informations concernant le rejet lui-même sont requises (Description du rejet). Enfin, la dernière étape pour définir un cas d'étude est de décrire la substance (polluante) qui est rejetée et ses limites autorisées dans la zone d'étude (Propriétés de la substance).

3.1.1 Description de l'environnement

Le premier exemple se concentre sur la partie orientale du Golfe du Lion, le long de la côte près de Marseille (Figure 3.1). La zone d'étude est représentée par un environnement "ouvert"¹. Les dimensions de cette zone sont fixées à 5000 m (longueur) x 2000 m (largeur). Pour tenir compte de l'orientation de la côte dans cette partie du Golfe, la grille de calcul est pivotée de 145 degrés dans le sens des aiguilles d'une montre².

¹ Une grille de calcul "ouverte" est composée d'1 frontière fermée et de 3 frontières ouvertes. Une grille de calcul "fermée" est composée d'1 frontière ouverte et de 3 frontières fermées.

² Voir (GUID) pour la description du calcul de l'angle de rotation de la grille de calcul.



Figure 3.1 Schéma de la grille de calcul pour un environnement ouvert dans la baie de Marseille (partie orientale du Golfe du Lion).

A partir des données bathymétriques disponibles (Berné et al. 2004, Deltares 2012), la profondeur d'eau entre la côte et la frontière ouverte au large augmente de 20 à 60 m, ce qui correspond à une pente de 0,02 m/m (i.e. 40 m de profondeur sur une distance horizontale de 2000 m).

Le logiciel ELV-EQS permet un calcul incluant jusqu'à 10 alternatives météorologiques/hydrologiques. Dans ce premier exemple, cependant, une seule alternative de conditions météorologiques et de courants marins est utilisée.

Les conditions de vent prédominantes dans le Golfe sont choisies en fonction des données météorologiques disponibles (voir Deltares 2012), et on suppose que celles-ci se produisent pendant 100% du temps. Ainsi, le vent dominant est choisi en provenance du Nord-Ouest (320 degrés), avec une vitesse moyenne de 5,8 m/s à 10 m au-dessus du sol.

Des mesures de la vitesse du courant au centre de la zone d'étude ont révélé le caractère stagnant de la masse d'eau dans la baie de Marseille (Vousdoukas et al. 2011), avec des vitesses du courant maximum atteignant 0,1 m/s proche du fond. Pour cet exemple, nous utilisons donc une vitesse de courant de 0,05 m/s.

La température de l'eau varie entre 13 et 25 degrés C, et la salinité ambiante atteint 38 ppt dans la baie (Pairaud et al. 2011). Dans cet exemple, la température de l'eau est fixée à 20 degrés C, et la salinité ambiante à 38 ppt (au-dessus de la pycnocline). De plus, peu de données concernant la concentration en matière en suspension sont disponibles. Ainsi, on utilise une valeur de 20 mg/L, comme discuté dans Deltares (2012).

Toutes les valeurs concernant la description de l'environnement sont résumées dans la Table 3.1.

Table 3.1 Propriétés de l'environnement

Nom	Valeur
<i>Zone d'étude</i>	
Type d'environnement	ouvert
Taille du domaine de calcul L1 le long de la côte	5000 m
Taille du domaine de calcul L2 perpendiculaire à la côte	2000 m
Orientation de la zone d'étude par rapport au Nord	145 degrés
Profondeur d'eau proche de la côte	20 m
Pente	0,02 m/m
<i>Alternatives météorologiques/hydrologiques</i>	
Nombre d'alternatives différentes	1
Fréquence d'occurrence	100%
Vitesse du vent à 10 m au-dessus de la surface de l'eau	5,8 m/s
Direction relative du vent par rapport au Nord	320 degrés
Vitesse du courant	0,05 m/s
<i>Caractéristiques de l'eau réceptrice</i>	
Concentration en matière en suspension	20 g/m ³
Salinité (au-dessus de la pycnocline)	38 ppt
Température (au-dessus de la pycnocline)	20 degrés C

Après avoir démarré le logiciel ELV-EQS, l'utilisateur peut entrer les valeurs ci-dessus dans les champs correspondants, comme illustré sur la Figure 3.2.

Environment

Type of environment (open / semi-enclosed)*

Size of simulation domain L1 along the coast [m]*

Size of simulation domain L2 perpendicular to the coast [m]*

Orientation of study area relative to North [degree]*

Water depth near-shore [m]*

Bottom slope [m/m]*

Nr of different meteo / current alternatives*

Frequency of occurrence [%]*

<input type="text" value="100.0"/>	<input type="text"/>				
------------------------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

Wind speed at 10 m above water surface [m/s]*

<input type="text" value="5.8"/>	<input type="text"/>				
----------------------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

Wind direction relative to North [degree]*

<input type="text" value="320"/>	<input type="text"/>				
----------------------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

Current speed [m/s]*

<input type="text" value="0.05"/>	<input type="text"/>				
-----------------------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

Suspended solids concentration [g/m³]*

<input type="text" value="20"/>	<input type="text"/>				
---------------------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

Salinity (above pycnocline) [ppt]*

<input type="text" value="38"/>	<input type="text"/>				
---------------------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

Temperature (above pycnocline) [degree Celsius]*

<input type="text" value="20.0"/>	<input type="text"/>				
-----------------------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

Figure 3.2 Définition des caractéristiques de l'eau réceptrice dans le logiciel ELV/EQS pour le premier cas d'étude.

3.1.2 Description du rejet

La localisation géographique du rejet est choisie le long de la frontière côtière, proche de la ville de Marseille. Elle est choisie au milieu longitudinal de la grille de calcul ($X_1=2500$ m), et 100 m au large de la frontière du domaine ($X_2=100$ m). De plus, le rejet est situé en surface de la colonne d'eau (profondeur=0 m).

Dans la suite, on considère un rejet d'eau douce contenant le polluant simulé (azote total). La salinité est donc égale à 0,0 ppt, alors que la température de l'eau du rejet est fixée à 20 degrés C. En outre, on suppose que le rejet ne contient pas de matière en suspension. En supposant un débit de $15 \text{ m}^3/\text{h}$ (i.e. $0.25 \text{ m}^3/\text{s}$), et une charge de 1 g/s pour le polluant simulé, la concentration du polluant est donc de 4 g/m^3 . De plus, on suppose que le rejet se produit à partir d'un tuyau dont le diamètre est de 0,2 m.

Toutes les valeurs concernant la description du rejet sont résumées dans la Table 3.2.

Table 3.2 Propriétés du rejet

Nom	Valeur
Position du rejet le long de la côte (X1)	2500 m
Position du rejet à partir de la côte (X2)	100 m
Position du rejet par rapport à la surface (profondeur)	0,0 m
Débit	15 m ³ /h
Diamètre du tuyau utilisé pour le rejet	0,2 m
Température du rejet	20 degrés C
Salinité du rejet	0,0 ppt
Concentration du polluant dans le rejet	4 g/m ³
Concentration en matière en suspension dans le rejet	0,0 g/m ³

L'utilisateur peut ensuite entrer les valeurs ci-dessus dans les champs correspondants du logiciel ELV-EQS, comme illustré sur la Figure 3.3.

Figure 3.3 Définition des caractéristiques du rejet dans le logiciel ELV-EQS pour le premier cas d'étude.

3.1.3 Propriétés de la substance (polluante)

Dans cet exemple, on s'intéresse à un rejet d'azote total. Pour l'azote, on considère la dénitrification comme un processus qui élimine effectivement de l'azote de l'environnement aquatique (Herbert 1999). A partir des données disponibles (EPA 1985, Deltares 2012), un taux de décroissance de 0,03 j⁻¹ est sélectionné pour ce cas d'étude.

Dans le cas de l'azote, on n'utilise pas de coefficient de partitionnement (=0,0 m³/kg) car les valeurs d'EQS sont généralement exprimées comme "concentration d'azote total" et font référence à la somme des fractions particulières et dissoutes.

En outre, pour des raisons de simplicité, une concentration nulle en azote total (=0,0 g/m³) est supposée pour l'eau réceptrice du rejet.

De plus, la directive-cadre sur l'eau ne formule pas d'EQS pour l'azote au niveau Européen. Dans la suite de ce document, on suppose par conséquent un EQS pour la concentration maximale acceptable en azote total de 10 g/m³, et un EQS pour la concentration annuelle

moyenne en azote total égal à $0,4 \text{ g/m}^3$ (basé sur un jugement d'expert). Les tailles des zones de mélange pour les concentrations maximale et annuelle moyenne acceptables sont choisies identiques et égales à 500 m.

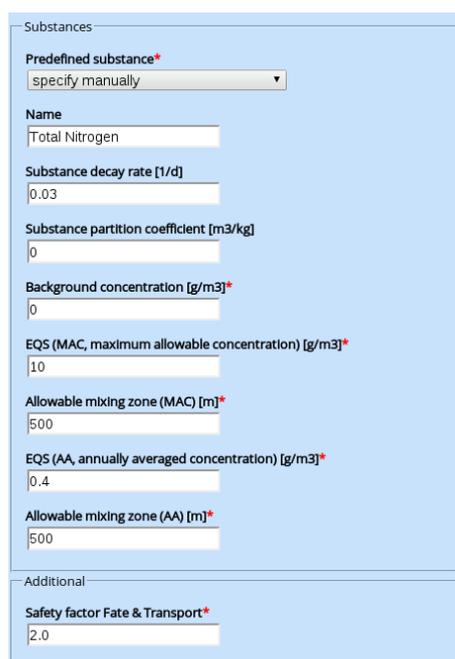
Vu que le logiciel ELV-EQS permet une évaluation rapide et simplifiée, il se doit d'adopter une approche : les simplifications du logiciel ne doivent jamais conduire à autoriser un rejet qui n'aurait pas été autorisé dans une étude plus détaillée. On utilise donc un facteur de sécurité pour le calcul numérique de dispersion du rejet (Deltares 2012). Ici, sa valeur est égale à 2.

Les valeurs décrivant les caractéristiques de la substance rejetée sont résumées dans la Table 3.3.

Table 3.3 Propriétés de la substance du rejet

Nom	Valeur
Nom de la substance	Azote total
Taux de décroissance de la substance	$0,03 \text{ d}^{-1}$
Taux de partitionnement de la substance	$0,0 \text{ m}^3/\text{kg}$
Concentration de l'eau réceptrice	$0,0 \text{ g/m}^3$
EQS-MAC (concentration maximale autorisée)	10 g/m^3
Zone de mélange autorisée MAC	500 m
EQS-AA (concentration moyenne annuelle)	$0,4 \text{ g/m}^3$
Zone de mélange autorisée AA	500 m
Facteur de sécurité pour le calcul de dispersion	2

L'utilisateur peut ensuite entrer les valeurs détaillées ci-dessus dans les champs correspondants du logiciel ELV-EQS, comme illustré sur la Figure 3.4.



Substances

Predefined substance*
specify manually

Name
Total Nitrogen

Substance decay rate [1/d]
0.03

Substance partition coefficient [m³/kg]
0

Background concentration [g/m³]*
0

EQS (MAC, maximum allowable concentration) [g/m³]*
10

Allowable mixing zone (MAC) [m]*
500

EQS (AA, annually averaged concentration) [g/m³]*
0.4

Allowable mixing zone (AA) [m]*
500

Additional

Safety factor Fate & Transport*
2.0

Figure 3.4 Définition des propriétés de la substance du rejet dans le logiciel ELV-EQS pour le premier cas d'étude.

Il est également possible de sélectionner une substance prédéfinie dans la liste du menu déroulant correspondant. Dans ce cas, le nom, le taux de décroissance ("decay rate") et le coefficient de partition de la substance n'ont pas besoin d'être renseignés.

3.2 Calcul numérique

A ce point, si l'utilisateur désire sauvegarder les données d'entrée, il peut utiliser le bouton "Save" (Sauvegarder) pour enregistrer toutes les données dans un fichier texte. Plus tard, l'utilisateur peut importer ces mêmes données dans les champs du logiciel ELV-EQS en sélectionnant le fichier texte à l'aide du bouton "Browse" (Parcourir), puis en important les données à l'aide du bouton "Load" (Importer), comme illustré sur la Figure 3.5.



Figure 3.5 Importer les données d'entrée à partir d'un scénario sauvegardé. Cliquer sur "Choose File" (Choisir un fichier) pour parcourir les dossiers. Une fois le fichier sélectionné, le nom du fichier apparaît à droite du bouton. Cliquer sur "Load" (Importer) pour importer les données du fichier texte dans les champs correspondants du logiciel ELV-EQS.

Lorsque toutes les informations fournies au logiciel ELV-EQS sont correctes, le cas d'étude peut être soumis au noyau computationnel, qui affichera ensuite les résultats du calcul numérique.

Pour ce faire, cliquer sur le bouton "Submit" (Soumettre) au pied de la page, comme illustré sur la Figure 3.6.



Figure 3.6 Soumettre le cas d'étude au noyau computationnel pour obtenir les résultats.

3.3 Résultats

Une fois que le cas d'étude a été soumis au noyau computationnel et que la simulation numérique est terminée, le logiciel ELV-EQS affiche une page contenant les résultats (Figure 3.7). Ceux-ci sont présentés dans un tableau qui donne les concentrations maximale et annuelle moyenne du polluant étudié (ici, l'azote total) en fonction de la distance à la source (de 0 à 2000 m).

Distance from pipe [m]	Maximum concentration [g/m ³]	Mean concentration [g/m ³]
0.	8.000000E+00	8.000000E+00
10.	5.040323E-01	5.040323E-01
20.	3.140580E-01	3.140580E-01
30.	2.593109E-01	2.593109E-01
40.	2.148747E-01	2.148747E-01
50.	1.908351E-01	1.908351E-01
60.	1.695346E-01	1.695346E-01
70.	1.546641E-01	1.546641E-01
80.	1.417384E-01	1.417384E-01
90.	1.329522E-01	1.329522E-01
100.	2.630253E-03	2.630253E-03
200.	1.841183E-03	1.841183E-03
300.	1.347679E-03	1.347679E-03
400.	1.028226E-03	1.028226E-03
500.	8.139774E-04	8.139774E-04
600.	6.651040E-04	6.651040E-04
700.	5.580405E-04	5.580405E-04
800.	4.785105E-04	4.785105E-04
900.	4.189385E-04	4.189385E-04
1000.	3.832673E-04	3.832673E-04
1200.	3.251345E-04	3.251345E-04
1400.	2.803598E-04	2.803598E-04
1600.	2.450458E-04	2.450458E-04
1800.	2.165140E-04	2.165140E-04
2000.	1.938384E-04	1.938384E-04

Figure 3.7 Page de résultats montrant les concentrations maximale et annuelle moyenne calculées en fonction de la distance depuis la source du rejet.

En plus, l'EQS, la taille de la zone de mélange, la concentration à la limite de la zone de mélange, et un contrôle de conformité sont résumés dans un tableau pour les concentrations maximale et annuelle moyenne du polluant étudié (Figure 3.8). Cela fournit une vision d'ensemble à l'utilisateur, et permet une estimation rapide du statut du rejet (autorisé ou non), et le cas échéant, de juger pour quelle(s) raison(s) le rejet n'est pas autorisé.

description	Maximum concentration [g/m ³]	Mean concentration [g/m ³]
EQS	1.000000E+01	4.000000E-01
defined mixing zone	5.000000E+02	5.000000E+02
concentration at edge of defined mixing zone	8.139774E-04	8.139774E-04
discharge permitted?	YES	YES

Figure 3.8 Tableau résumant les principaux forçages et résultats du contrôle de conformité.

Pour ce premier exemple, la conformité avec l'EQS pour les concentrations maximale (10 mg/L) et annuelle moyenne (0,4 mg/L) en azote total est respectée à la limite des zones respectives autorisées pour le mélange (500 m). Les concentrations maximale et annuelle moyenne sont égales dans ce cas, car seul une alternative météorologique/hydrologique est utilisé pour le calcul. Le rejet est, par conséquent, autorisé.

4 Tutorial 2 : Rejet de mercure total dans la baie d'Izmir

Il est possible d'accéder au logiciel ELV-EQS par internet à l'adresse [A FAIRE : préciser le lien].

4.1 Définition du cas d'étude

La définition d'un cas d'étude dans le logiciel ELV-EQS se fait en trois étapes. La première étape consiste à décrire l'environnement dans lequel le rejet a lieu (Description de

l'environnement). Ensuite, des informations concernant le rejet lui-même sont requises (Description du rejet). Enfin, la dernière étape pour définir un cas d'étude est de décrire la substance (polluante) qui est rejetée et ses limites autorisées dans la zone d'étude (Propriétés de la substance).

4.1.1 Description de l'environnement

Le second exemple se concentre sur la baie d'Izmir, qui se situe dans la partie orientale de la mer Egée (Figure 4.1). La zone d'étude est représentée par un environnement "fermé"³. Les dimensions de cette zone sont fixées à 2000 m (longueur) x 5000 m (largeur). Pour tenir compte de l'orientation de la côte dans cette partie du Golfe, la grille de calcul est pivotée de 150 degrés dans le sens des aiguilles d'une montre⁴.

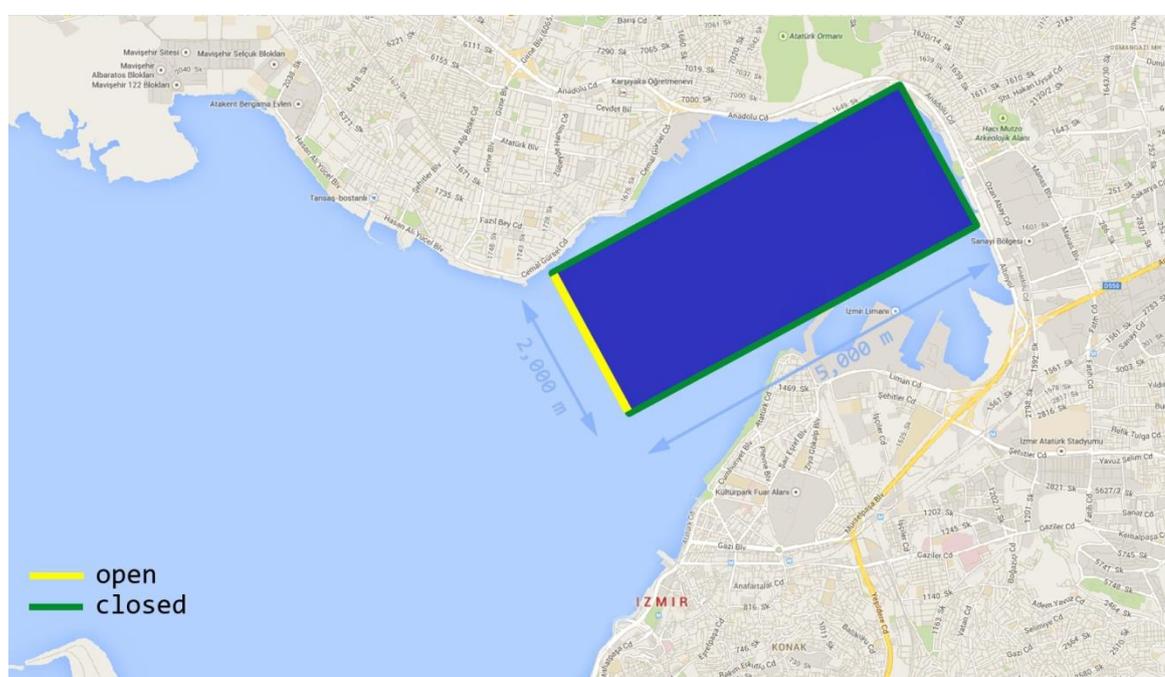


Figure 4.1 Schéma de la grille de calcul pour un environnement fermé dans la baie d'Izmir (partie orientale de la mer Egée).

A partir des données bathymétriques disponibles (base de donnée SRTM-30, SIO 2011, Becker et al. 2009), la profondeur d'eau entre la côte et la frontière ouverte au large augmente de 3 à 15 m, ce qui correspond à une pente de 0,0024 m/m (i.e. 12 m de profondeur sur une distance horizontale de 5000 m).

Le logiciel ELV-EQS permet un calcul incluant jusqu'à 10 alternatives météorologiques/hydrologiques. Dans ce second exemple, deux alternatives de conditions météorologiques et de courants marins sont utilisées.

Les deux conditions de vent prédominantes dans la Baie sont choisies en fonction des données météorologiques disponibles (Sayin 2003, Deltares 2012), et on suppose que celles-

³ Une grille de calcul "ouverte" est composée d'1 frontière fermée et de 3 frontières ouvertes. Une grille de calcul "fermée" est composée d'1 frontière ouverte et de 3 frontières fermées.

⁴ Voir (GUID) pour la description du calcul de l'angle de rotation de la grille de calcul.

ci se produisent pendant 45% et 55% du temps, respectivement. La première condition de vent est caractérisée par un vent en provenance du Nord (360 degrés) avec une vitesse moyenne de 3 m/s à 10 m au-dessus du sol. La seconde condition de vent est définie par un vent en provenance du Sud (180 degrés), avec une vitesse moyenne de 3,5 m/s à 10 m au-dessus du sol.

La vitesse du courant dans la zone d'étude est dérivée des différentes conditions de vent. Pour cet exemple, on utilise une vitesse de courant de -0,05 m/s et de 0,02 m/s pendant les conditions de vent en provenance du Nord et du Sud, respectivement (Deltares 2012).

La température de l'eau dans la baie varie entre 12 et 26 degrés C, et la salinité ambiante atteint 39 ppt (Sayin 2003). Dans cet exemple, la température de l'eau est donc fixée à 20 degrés C, et la salinité ambiante à 39 ppt (au-dessus de la pycnocline). De plus, la concentration en matière en suspension est dérivée des résultats publiés par Bizsel et Uslu (2000), avec une valeur moyenne 22 mg/L.

Toutes les valeurs concernant la description de l'environnement sont résumées dans la Table 4.1.

Table 4.1 Propriétés de l'environnement

Nom	Valeur	
<i>Zone d'étude</i>		
Type d'environnement	fermé	
Taille du domaine de calcul L1 le long de la côte	2000 m	
Taille du domaine de calcul L2 perpendiculaire à la côte	5000 m	
Orientation de la zone d'étude par rapport au Nord	150 degrés	
Profondeur d'eau proche de la côte	3 m	
Pente	0,0024 m/m	
<i>Alternatives météorologiques/hydrologiques</i>		
Nombre d'alternatives différentes	2	
	<i>Nord</i>	<i>Sud</i>
Fréquence d'occurrence	45%	55%
Vitesse du vent à 10 m au-dessus de la surface de l'eau	3 m/s	3,5 m/s
Direction relative du vent par rapport au Nord	0 degrés	180 degrés
Vitesse du courant ⁵	-0,05 m/s	0,02 m/s
<i>Caractéristiques de l'eau réceptrice</i>		
Concentration en matière en suspension	22 g/m ³	
Salinité (au-dessus de la pycnocline)	39 ppt	
Température (au-dessus de la pycnocline)	20 degrés C	

Après avoir démarré le logiciel ELV-EQS, l'utilisateur peut entrer les valeurs ci-dessus dans les champs correspondants, comme illustré sur la Figure 4.2.

⁵ La vitesse du courant peut être positive ou négative, suivant la direction du vent par rapport à l'orientation de la grille. Voir (GUID) pour plus de plus amples détails.

Environment					
Type of environment (open / semi-enclosed)*	enclosed				
Size of simulation domain L1 along the coast [m]*	2000				
Size of simulation domain L2 perpendicular to the coast [m]*	5000				
Orientation of study area relative to North [degree]*	150				
Water depth near-shore [m]*	3				
Bottom slope [m/m]*	0.0024				
Nr of different meteo / current alternatives*	2				
Frequency of occurrence [%]*	45	55			
Wind speed at 10 m above water surface [m/s]*	3	3.5			
Wind direction relative to North [degree]*	0	180			
Current speed [m/s]*	-0.05	0.02			
Suspended solids concentration [g/m3]*	22	22			
Salinity (above pycnocline) [ppt]*	39	39			
Temperature (above pycnocline) [degree Celsius]*	20.0	20			

Figure 4.2 Définition des caractéristiques de l'eau réceptrice dans le logiciel ELV/EQS pour le second cas d'étude.

4.1.2 Description du rejet

La localisation géographique du rejet est choisie le long de la frontière côtière, proche de la limite côtière de la grille de calcul (Figure 4.2). Elle est donc choisie au milieu longitudinal de la grille de calcul ($X1=2500$ m), et 350 m au large de la frontière du domaine ($X2=350$ m). De plus, le rejet est situé en surface de la colonne d'eau (profondeur=0 m).

Dans la suite, on considère un rejet d'eau douce contenant le polluant simulé (mercure total). La salinité est donc égale à 0,0 ppt, alors que la température de l'eau du rejet est fixée à 20 degrés C. En outre, on suppose que le rejet ne contient pas de matière en suspension. En supposant un débit de $15 \text{ m}^3/\text{h}$ (i.e. $0.25 \text{ m}^3/\text{s}$), et une charge de 1 g/s pour le polluant simulé, la concentration du polluant est donc de 4 g/m^3 . De plus, on suppose que le rejet se produit à partir d'un tuyau dont le diamètre est de 0,2 m.

Toutes les valeurs concernant la description du rejet sont résumées dans la Table 4.2.

Table 4.2 Propriétés du rejet

Nom	Valeur
Position du rejet le long de la côte (X1)	1,000 m
Position du rejet à partir de la côte (X2)	350 m
Position du rejet par rapport à la surface (profondeur)	0,0 m
Débit	15 m ³ /h
Diamètre du tuyau utilisé pour le rejet	0,2 m
Température du rejet	20 degrés C
Salinité du rejet	0,0 ppt
Concentration du polluant dans le rejet	4 g/m ³
Concentration en matière en suspension dans le rejet	0,0 g/m ³

L'utilisateur peut ensuite entrer les valeurs ci-dessous dans les champs correspondants du logiciel ELV-EQS, comme illustré sur la Figure 4.3 Figure 3.3.

Discharge

Position of discharge: distance X1 along the coast, relative to point R [m]*

Position of discharge: distance X2 from the coast [m]*

Position of discharge: depth from water surface [m]*

Discharge flow rate [m3/h]*

Discharge pipe opening diameter [m]*

Discharge temperature [degree Celcius]

Discharge salinity [ppt]

Discharge concentration-chemical of concern [g/m3]*

Discharge concentration of suspended solids [g/m3]*

Figure 4.3 Définition des caractéristiques du rejet dans le logiciel ELV-EQS pour le second cas d'étude.

4.1.3 Propriétés de la substance (polluante)

Dans cet exemple, on s'intéresse à un rejet de mercure total. Pour le mercure, il n'y a pas de processus qui éliminent effectivement le mercure de l'environnement aquatique. Les métaux ne sont pas concernés par la décroissance, et (GUID) recommande de négliger la sédimentation de la fraction particulière. Ainsi, un taux de décroissance de 0,0 j⁻¹ est sélectionné pour ce cas d'étude.

Dans le logiciel ELV-EQS, un coefficient de partitionnement doit être spécifié si l'EQS est explicitement défini pour la fraction dissoute de la substance (comme s'est généralement le cas pour le mercure). Comme discuté par Deltares (2012), les fortes concentrations de matière en suspension causent l'adsorption de 90% du mercure. Ainsi, le coefficient de fractionnement pour cette substance est fixé à 437 m³/kg.

En outre, pour des raisons de simplicité, une concentration nulle en azote total ($=0,0 \text{ g/m}^3$) est supposée pour l'eau réceptrice du rejet.

De plus, pour le mercure dans les autres "eaux de surface", la directive sur les standards de qualité environnementale (Directive 2008/105/EC, EC 2008), directive sœur de la directive cadre sur l'eau, formule que la concentration maximale autorisée (MAC) en mercure et ses composés est de $0,07 \text{ } \mu\text{g/L}$, et que la concentration annuelle moyenne (AA) en mercure et ses composés ne doit pas excéder $0,05 \text{ } \mu\text{g/L}$. Ces EQS sont applicables à la fraction dissoute du mercure uniquement.

On note que le document guide de l'Union Européenne (EC 2010) demande de prendre explicitement en compte des zones de mélange distinctes pour EQS-MAC et EQS-AA, en particulier si la zone de mélange pour EQS-MAC est définie. Pour certains pays Européens, la zone de mélange autorisée pour EQS-MAC est largement plus petite que celle autorisée pour EQS-AA (environ 2,5%). Cependant, pour le cas présent, les tailles des zones de mélange pour les concentrations maximale et annuelle moyenne acceptables sont choisies identiques et égales à 500 m.

Vu que le logiciel ELV-EQS permet une évaluation rapide et simplifiée, il se doit d'adopter une approche : les simplifications du logiciel ne doivent jamais conduire à autoriser un rejet qui n'aurait pas été autorisé dans une étude plus détaillée. On utilise donc un facteur de sécurité pour le calcul numérique de dispersion du rejet (Deltares 2012). Ici, sa valeur est égale à 2.

Les valeurs décrivant les caractéristiques de la substance rejetée sont résumées dans la Table 4.3.

Table 4.3 Propriétés de la substance du rejet

Nom	Valeur
Nom de la substance	Mercure total
Taux de décroissance de la substance	$0,0 \text{ d}^{-1}$
Taux de partitionnement de la substance	$437 \text{ m}^3/\text{kg}$
Concentration de l'eau réceptrice	$0,0 \text{ g/m}^3$
EQS-MAC (concentration maximale autorisée)	$0,07 \text{ } \mu\text{g/L}$ ($=7 \times 10^{-5} \text{ g/m}^3$)
Zone de mélange autorisée MAC	500 m
EQS-AA (concentration annuelle moyenne)	$0,05 \text{ } \mu\text{g/L}$ ($=5 \times 10^{-5} \text{ g/m}^3$)
Zone de mélange autorisée AA	500 m
Facteur de sécurité pour le calcul de dispersion	2

L'utilisateur peut ensuite entrer les valeurs détaillées ci-dessus dans les champs correspondants du logiciel ELV-EQS, comme illustré sur la Figure 4.4.

Figure 4.4 Définition des propriétés de la substance du rejet dans le logiciel ELV-EQS pour le second cas d'étude.

Il est également possible de sélectionner une substance prédéfinie dans la liste du menu déroulant correspondant. Dans ce cas, le nom, le taux de décroissance ("decay rate") et le coefficient de partition de la substance n'ont pas besoin d'être renseignés.

4.2 Calcul numérique

A ce point, si l'utilisateur désire sauvegarder les données d'entrée, il peut utiliser le bouton "Save" (Sauvegarder) pour enregistrer toutes les données dans un fichier texte. Plus tard, l'utilisateur peut importer ces mêmes données dans les champs du logiciel ELV-EQS en sélectionnant le fichier texte à l'aide du bouton "Browse" (Parcourir), puis en important les données à l'aide du bouton "Load" (Importer), comme illustré sur la Figure 4.5.



Figure 4.5 Importer les données d'entrée à partir d'un scénario sauvegardé. Cliquer sur "Choose File" (Choisir un fichier) pour parcourir les dossiers. Une fois le fichier sélectionné, le nom du fichier apparaît à droite du bouton. Cliquer sur "Load" (Importer) pour importer les données du fichier texte dans les champs correspondants du logiciel ELV-EQS.

Lorsque toutes les informations fournies au logiciel ELV-EQS sont correctes, le cas d'étude peut être soumis au noyau computationnel, qui affichera ensuite les résultats du calcul numérique.

Pour ce faire, cliquer sur le bouton "Submit" (Soumettre) au pied de la page, comme illustré sur la Figure 4.6.



Figure 4.6 Soumettre le cas d'étude au noyau computationnel pour obtenir les résultats.

4.3 Résultats

Une fois que le cas d'étude a été soumis au noyau computationnel et que la simulation numérique est terminée, le logiciel ELV-EQS affiche une page contenant les résultats (Figure 4.7). Ceux-ci sont présentés dans un tableau qui donne les concentrations maximale et annuelle moyenne du polluant étudié (ici, le mercure total) en fonction de la distance à la source (de 0 à 2000 m).

Distance from pipe [m]	Maximum concentration [g/m ³]	Mean concentration [g/m ³]
0.	8.000000E+00	8.000000E+00
10.	5.596848E-05	5.563260E-05
20.	3.659202E-05	3.537170E-05
30.	2.825806E-05	2.819019E-05
40.	2.337099E-05	2.315690E-05
50.	2.007700E-05	2.002240E-05
60.	1.776213E-05	1.769873E-05
70.	1.644754E-05	1.641955E-05
80.	1.521248E-05	1.519675E-05
90.	1.403870E-05	1.397926E-05
100.	5.187665E-07	3.802241E-07
200.	3.521806E-07	2.685611E-07
300.	3.163603E-07	2.153027E-07
400.	2.931665E-07	1.844618E-07
500.	2.768122E-07	1.600526E-07
600.	2.653628E-07	1.485556E-07
700.	2.575729E-07	1.441756E-07
800.	2.528344E-07	1.415207E-07
900.	2.502184E-07	1.400551E-07
1000.	2.329938E-07	1.305023E-07
1200.	1.938848E-07	1.088556E-07
1400.	1.666005E-07	9.370878E-08
1600.	1.470133E-07	8.304580E-08
1800.	1.312984E-07	7.616884E-08
2000.	1.190405E-07	6.947558E-08

Figure 4.7 Page de résultats montrant les concentrations maximale et annuelle moyenne calculées en fonction de la distance depuis la source du rejet.

De plus, l'EQS, la taille de la zone de mélange, la concentration à la limite de la zone de mélange, et un contrôle de conformité sont résumés dans un tableau pour les concentrations maximale et annuelle moyenne du polluant étudié (Figure 4.8). Cela fourni une vision d'ensemble à l'utilisateur, et permet une estimation rapide du statut du rejet (autorisé ou non), et le cas échéant, de juger pour quelle(s) raison(s) le rejet n'est pas autorisé.

description	Maximum concentration [g/m ³]	Mean concentration [g/m ³]
EQS	7.000000E-05	5.000000E-05
defined mixing zone	5.000000E+02	5.000000E+02
concentration at edge of defined mixing zone	2.768122E-07	1.600526E-07
discharge permitted?	YES	YES

Figure 4.8 Tableau résumant les principaux forçages et résultats du contrôle de conformité.

Pour ce second exemple, la conformité avec l'EQS pour les concentrations maximale (0.7 µg/L) et annuelle moyenne (0.5 µg/L) en mercure total est respectée à la limite des zones respectives autorisées pour le mélange (500 m). Les concentrations maximale et annuelle moyenne ne sont pas égales dans ce cas, car le scénario comprend deux alternatives météorologiques/hydrologiques pour le calcul. Toutefois, le rejet est quand même autorisé.

5 Références

Becker JJ, Sandwell WH, Smith F, Braud J, Binder B, Depner J, Fabre D, Factor J, Ingalls S, Kim S-H, Ladner R, Marks K, Nelson S, Pharaoh A, Trimmer R, Von Rosenberg J, Wallace G, Weatherall P (2009). Global bathymetry and elevation data at 30 arc seconds resolution: SRTM30_PLUS. *Marine Geodesy*, 32: 355-371.

Berné S, Carré D, Loubrieu B, Mazé J-P, Normand A (2004). Le Golfe du Lion. Carte morpho-bathymétrique du Golfe du Lion. Echelle 1/250 000. Ifremer Région Languedoc-Roussillon, Brest.

Bizsel N, Uslu O (2000). Phosphate, nitrogen, and iron enrichment in the polluted Izmir Bay, Aegean Sea. *Marine Environmental Research*, 49:101-122.

Deltares (2012). Testing of a modelling system to assess the variations of EQSs with ELVs for nitrogen and mercury in Gulf de Lion and Izmir Bay. Report 1201869-00-ZKS-0016 by Deltares for UNEP-MAP.

EC (2008). Daughter directive 2008/105/EC of 16 December 2008 on environmental quality standards in the field of water policy.

EC (2010). Technical guidelines for the identification of mixing zones, pursuant to Art. 4(4) of the Directive 2008/105/EC.

EPA (1985). Rates, constants and kinetics formulations in surface water quality modelling (2nd edition). Report EPA/600/3-85/040, EPA, Athens, Georgia.

Herbert R A (1999). Nitrogen cycling in coastal marine ecosystems. *FEMS Microbiology Reviews*, 23: 563-590.

Pairaud IL, Gatti J, Bensoussan N, Verney R, Garreau P (2011). Hydrology and circulation in a coastal area off Marseille: Validation of a nested 3D model with observations. *Journal of Marine Systems*, 88: 20-33.

Sayin E (2003). Physical features of the Izmir Bay. *Continental Shelf Research*, 23: 957-970.

SIO (2011). SRTM30_PLUS V7.0 dataset, by the Scripps Institution of Oceanography. Available online at http://topex.ucsd.edu/WWW_html/srtm30_plus.html

Vousdoukas MI, Verney R, Dufois F, Pinazo C, Sauzade D, Meule S, Cann P, Plomaritis TA (2011). Sediment dynamics in the Bay of Marseill, Gulf of Lions (France): Hydrodynamic forcing vs. bed erodability. *Journal of Coastal Research*, 27: 942-958.