

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

OBJECTIF D

RAPPORT FINAL V1

Modélisation Hydraulique et Logiciels

Echirolles

6 rue de Lorraine
38130 ECHIROLLES
Tel. : +33 (0)4 76 33 40 00
Fax : +33 (0)4 76 33 42 96



SOMMAIRE

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS	5
1.1. CONTEXTE GENERAL.....	5
1.2. L'OBJECTIF D	6
2. LES SCENARIOS DE MODELISATION	7
2.1. RAPPEL SUR LES SCENARIOS CHOISIS	7
2.2. DONNEES D'ENTREE POUR LA MODELISATION	8
3. EXPLOITATION DES SCENARIOS	10
3.1. OUTILS D'EXPLOITATION	10
3.2. SCENARIO 1	12
3.3. SCENARIO 2	15
3.4. SCENARIO 3	18
3.5. SCENARIO 4	21
3.6. SCENARIO 5	24
3.7. SCENARIO 6	28
4. CONCLUSIONS	31
Annexe A. Chroniques de calcul	36
Annexe B. Résultats d'exploitation	37
Annexe C. Zones de débordement et volumes échangés	38

FIGURES

FIG. 1.	CHRONIQUES DE VENT ET DE DEBITS – PREDICTIONS DE MAREE – SCENARIO 1	9
FIG. 2.	LOCALISATION DES MAREGRAPHES (EN VERT) ET DES POINTS DE SONDE SUPPLEMENTAIRES (EN BLEU)	11
FIG. 3.	LOCALISATION DE LA LIGNE D'EAU (LIGNE BLEUE) ET DE LA LIGNE D'EAU « NORD » ENTRE LE PONT DE TANCARVILLE ET LE NORD DE LA BALISE A (POINTILLE VERT)	11
FIG. 4.	EVOLUTION DU NIVEAU EN FONCTION DU TEMPS AU COURS DU SCENARIO1 EN DIFFERENTS MAREGRAPHES – NIVEAUX DE REFERENCE DE PERIODE DE RETOUR 10 ANS ET 100 ANS ISSUS DES ANALYSES STATISTIQUES DES NIVEAUX OBSERVES	12
FIG. 5.	EVOLUTION DU NIVEAU EN FONCTION DU TEMPS AU COURS DU SCENARIO 2 EN DIFFERENTS MAREGRAPHES – NIVEAUX DE REFERENCE DE PERIODE DE RETOUR 10 ANS ET 100 ANS ISSUS DES ANALYSES STATISTIQUES DES NIVEAUX OBSERVES	15
FIG. 6.	EVOLUTION DU NIVEAU EN FONCTION DU TEMPS AU COURS DU SCENARIO 3 EN DIFFERENTS MAREGRAPHES – NIVEAUX DE REFERENCE DE PERIODE DE RETOUR 10 ANS ET 100 ANS ISSUS DES ANALYSES STATISTIQUES DES NIVEAUX OBSERVES	18
FIG. 7.	EVOLUTION DU NIVEAU EN FONCTION DU TEMPS AU COURS DU SCENARIO 4 EN DIFFERENTS MAREGRAPHES – NIVEAUX DE REFERENCE DE PERIODE DE RETOUR 10 ANS ET 100 ANS ISSUS DES ANALYSES STATISTIQUES DES NIVEAUX OBSERVES	22
FIG. 8.	EVOLUTION DU NIVEAU EN FONCTION DU TEMPS AU COURS DU SCENARIO 5 EN DIFFERENTS MAREGRAPHES – NIVEAUX DE REFERENCE DE PERIODE DE RETOUR 10 ANS ET 100 ANS ISSUS DES ANALYSES STATISTIQUES DES NIVEAUX OBSERVES	25
FIG. 9.	LIGNES D'EAU DES NIVEAUX MAX POUR LE SCENARIO 5 SANS ELEVATION DU NIVEAU MARIN (COURBE ROUGE), POUR LE SCENARIO 5 SANS ELEVATION DU NIVEAU MARIN ET AVEC PRISE EN COMPTE DE LA SURCOTE REELLE DE L'EVENEMENT 1999 (COURBE BLEUE) ET MESURES LORS DE L'EVENEMENT REEL 1999 (CARRE ROUGE)	27
FIG. 10.	EVOLUTION DU NIVEAU EN FONCTION DU TEMPS AU COURS DU SCENARIO 6 EN DIFFERENTS MAREGRAPHES – NIVEAUX DE REFERENCE DE PERIODE DE RETOUR 10 ANS ET 100 ANS ISSUS DES ANALYSES STATISTIQUES DES NIVEAUX OBSERVES	29
FIG. 11.	LIGNES D'EAU DES NIVEAUX MAX POUR LES SCENARIOS 1, 2 ET 3	33
FIG. 12.	LIGNES D'EAU DES NIVEAUX MAX POUR LES SCENARIOS 4, 5 ET 6	33
FIG. 13.	LIGNES D'EAU MAXIMALES EN FONCTION DU NIVEAU DES BERGES	34
FIG. 14.	LOCALISATION DES PRINCIPALES ZONES DE DEBORDEMENT (EN GRIS LES ZONES LES PLUS TOUCHEES EN TERME DE FREQUENCE DES DEBORDEMENTS OU DE VOLUMES MIS EN JEU – EN VERT, LES ZONES TOUCHEES MOINS FREQUEMMENT OU PAR DES VOLUMES MOINS IMPORTANTS)	35

TABLEAUX

TABL. 1 -	RECAPITULATIF DES SCENARIOS D'EXPLOITATION	7
TABL. 2 -	MISE EN EVIDENCE DES ZONES DE DEBORDEMENTS EN RIVE GAUCHE – SCENARIO 1	13
TABL. 3 -	MISE EN EVIDENCE DES ZONES DE DEBORDEMENTS EN RIVE DROITE – SCENARIO 1	14
TABL. 4 -	MISE EN EVIDENCE DES ZONES DE DEBORDEMENTS EN RIVE GAUCHE – SCENARIO 2	16
TABL. 5 -	MISE EN EVIDENCE DES ZONES DE DEBORDEMENTS EN RIVE DROITE – SCENARIO 2	17
TABL. 6 -	MISE EN EVIDENCE DES ZONES DE DEBORDEMENTS EN RIVE GAUCHE – SCENARIO 3	20
TABL. 7 -	MISE EN EVIDENCE DES ZONES DE DEBORDEMENTS EN RIVE DROITE – SCENARIO 3	20
TABL. 8 -	DIFFERENTIEL ENTRE LES NIVEAUX MAXIMAUX ATTEINTS POUR LE SCENARIO 4 (AVEC ET SANS ELEVATION DU NIVEAU MARIN) LE LONG DE L'ESTUAIRE	21
TABL. 9 -	MISE EN EVIDENCE DES ZONES DE DEBORDEMENTS EN RIVE GAUCHE – SCENARIO 4	23
TABL. 10 -	MISE EN EVIDENCE DES ZONES DE DEBORDEMENTS EN RIVE DROITE – SCENARIO 4	23
TABL. 11 -	DIFFERENTIEL ENTRE LES NIVEAUX MAXIMAUX ATTEINTS POUR LE SCENARIO 5 (AVEC ET SANS ELEVATION DU NIVEAU MARIN) LE LONG DE L'ESTUAIRE	24
TABL. 12 -	MISE EN EVIDENCE DES ZONES DE DEBORDEMENTS EN RIVE GAUCHE – SCENARIO 5	26
TABL. 13 -	MISE EN EVIDENCE DES ZONES DE DEBORDEMENTS EN RIVE DROITE – SCENARIO 5	26
TABL. 14 -	DIFFERENTIEL ENTRE LES NIVEAUX MAXIMAUX ATTEINTS POUR LE SCENARIO 6 (AVEC ET SANS ELEVATION DU NIVEAU MARIN) LE LONG DE L'ESTUAIRE	28
TABL. 15 -	MISE EN EVIDENCE DES ZONES DE DEBORDEMENTS EN RIVE GAUCHE – SCENARIO 6	30
TABL. 16 -	MISE EN EVIDENCE DES ZONES DE DEBORDEMENTS EN RIVE DROITE – SCENARIO 6	30
TABL. 17 -	RECAPITULATIF DES SCENARIOS ETUDIES ET NIVEAUX D'EAU MAXIMAUX ASSOCIES (M CMH) EN CERTAINS POINTS DE L'ESTUAIRE	32

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif D

RAPPORT FINAL V1

Ce document a été produit par Artelia Eau & Environnement.

Ce document a été préparé sous l'autorité du responsable de projet en accord avec le Directeur de Projet.

Distribution

Index	ORGANISATION	DESTINATAIRE
1	GIPSA	C. FISSON
2	ARTELIA	F. GANDILHON

Emission

1	Prise en compte des remarques à la suite du COFIL	29/01/2014	F. Gandilhon/ J. Schaguené	A.Masson
0	Version finale	07/01/2013	F. Gandilhon/ J. Schaguené	A.Masson
Indice	Objet de la modification	Date	Visa émetteur	Visa Qualité

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

1.1. CONTEXTE GENERAL

Les débordements de la Seine font partie de l'histoire du fleuve. Les archives dénombrent ainsi une soixantaine de crues majeures depuis le VI^e siècle. En particulier, la crue de 1910 a fortement marqué l'imaginaire collectif et reste la référence actuellement utilisée pour la gestion du risque inondation en Seine. Plus récemment, des débordements plus ou moins importants de la Seine sont à noter en 1955, 1970, 1995, 1999, 2001, etc.

De nombreuses communes riveraines de l'estuaire de la Seine sont ainsi soumises au risque inondation, qu'il soit lié au ruissellement pluvial, à un débordement du fleuve ou de ses affluents, à une submersion marine ou aux remontées de nappe.

Selon le type d'inondation et le secteur géographique considéré, les facteurs mis en œuvre sont différents : hydrologie, marées astronomiques, événements météorologiques. Les plus hauts niveaux d'eau atteints correspondent en effet à la conjonction des différents paramètres : forts débits, grandes marées, vents d'ouest et faible pression atmosphérique. L'intensité de chacun de ces paramètres n'étant jamais identique, ceci confère à chaque inondation un caractère singulier.

Le risque inondation dans l'estuaire de la Seine doit donc être appréhendé à l'échelle globale de l'estuaire, et ce d'autant plus que cette problématique est au cœur de nombreux dispositifs réglementaires : Directive Inondation, Plans de Prévention des Risques Inondation, Etudes de Dangers des barrages et digues, dossiers au titre de la Loi sur l'Eau.

L'étude menée par ARTELIA Eau & Environnement vise à définir les niveaux d'eau à considérer pour la gestion du risque inondation et la détermination de leur période de retour. La présente mission est organisée autour de 4 objectifs :

Objectif A : définition des périodes de retour des événements jouant un rôle dans les inondations,

Objectif B : élaboration des scénarios pouvant déclencher les inondations, en combinant différents événements selon leur occurrence,

Objectif C : développement et transfert d'un modèle hydraulique à l'échelle de l'estuaire de la Seine,

Objectif D : modélisation de la ligne d'eau pour quelques-uns des scénarios préétablis.

Le présent document constitue le rapport final de l'objectif D.

1.2. L'OBJECTIF D

L'objectif D porte sur l'exploitation de 6 scénarios à l'aide du modèle hydrodynamique de l'estuaire de la Seine développé, calé et validé au cours de l'objectif C. Les principales caractéristiques de ce dernier sont décrites dans le rapport datant d'octobre 2013 « Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine – Objectif C – Rapport final V1 ».

Les scénarios exploités ont été validés par le Comité de Pilotage (Objectif B).

Cette phase de l'étude se décompose en trois axes de travail :

- Etablir les chroniques de débits, marée, vent, surcote, à utiliser pour forcer le modèle pour chaque scénario ;
- Procéder aux simulations ;
- Analyser chaque scénario en termes d'évolutions temporelles du niveau d'eau et de niveaux d'eau maximums atteint le long de l'estuaire. Les volumes transitant entre le lit mineur et le lit majeur sont également étudiés.

2. LES SCENARIOS DE MODELISATION

2.1. RAPPEL SUR LES SCENARIOS CHOISIS

Les scénarios d'exploitation établis suite au processus de concertation et en comité de pilotage (Objectif B) sont rappelés dans le tableau ci-après (Tabl. 1 -).

Tabl. 1 - Récapitulatif des scénarios d'exploitation

Scénario			Conditions				
N°	Typologie	Evenement	Débit (Tps de retour)	Marée (Coeff.)	Surcote (Tps de retour)	Niveau marin (Elévation)	Murets (Présence)
SC1	Maritime	Théorique	1 (1450 m3/s à Poses)	fort (coeff. 106 : 8,12m)	100 (1,32m)	0	oui
SC2	Fluvio-maritime	Théorique	10 (2230 m3/s à Poses)	moyen/fort (coeff. 95 : 7,81m)	10 (1,04m)	0	oui
SC3	Fluviale + Maritime	Théorique	100 (2623 m3/s à Poses)	fort (coeff. 116 : 8,18m)	100 (1,32m)	0	oui
SC4	Fluviale + Maritime	Théorique	100 (2623 m3/s à Poses)	fort (coeff. 116 : 8,18m)	20 (1,12m)	0	non
SC4_CC	Fluviale + Maritime	Théorique	100 (2623 m3/s à Poses)	fort (coeff. 116 : 8,18m)	20 (1,12m)	+60cm	non
SC5	Fluvio-maritime	Conditions tempête 25/12/1999	1 (1407 m3/s à Poses)	fort (coeff. 106 : 8,12m)	2 (0,72m)	0	non
SC5_CC	Fluvio-maritime	Conditions tempête 25/12/1999	1 (1407 m3/s à Poses)	fort (coeff. 106 : 8,12m)	2 (0,72m)	+60cm	non
SC6	Fluviale	Conditions crue 29/01/1910	>100 (3000m3/s à Poses)	moyen (coeff. 78 : 7,55m)	(0m)	0	non
SC6_CC	Fluviale	Conditions crue 29/01/1910	>100 (3000m3/s à Poses)	moyen (coeff. 78 : 7,55m)	(0m)	+60cm	non

Les scénarios 1, 2, 3 et 4 sont des scénarios « théoriques » qui seront construits sur la base des données d'événements du passé. Les niveaux d'eau atteints au Havre seront de 9,50 m CMH pour le scénario 3 et 9,30m CMH pour le scénario 4. Les murets de protection seront présents pour les 3 premiers scénarios, ils seront ensuite enlevés du modèle pour le scénario 4. Le scénario 4 tient compte du changement climatique qui consiste en une élévation du niveau marin au Havre de +60cm.

Les scénarios 5 et 6 sont basés sur les événements historiques de 1999 et de 1910 mais ne représentent en aucun cas ces événements tels qu'ils se sont produits. En effet, les évolutions de morphologie de la Seine depuis ces événements, l'absence de murets de protection et la prise en compte du changement climatique modifient les hypothèses réelles de ces événements et laissent à penser que les lignes d'eaux simulées seront différentes de celles observées pour ces événements.

Les scénarios 4, 5 et 6 seront simulés avec et sans prise en compte du changement climatique mais ils seront exploités en totalité uniquement lorsque le changement climatique soit +60cm au Havre est présent. Pour les simulations sans changement climatique, seules les lignes d'eaux des niveaux maximaux seront représentées pour comparaison.

Au vu des résultats, il a été choisi de ne pas conserver la période de retour dans la dénomination des scénarios étudiés. En effet, la période de retour associée à chaque scénario (décennale, centennale, extrême) n'est pas issue d'un calcul statistique précis (difficulté de combiner différentes périodes de retour) et n'est pas pertinente pour l'ensemble de l'estuaire mais en un endroit précis.

2.2. DONNEES D'ENTREE POUR LA MODELISATION

Les données d'entrée pour la modélisation sont :

- Une chronique de débit de la Seine imposée à la frontière amont (Saint Pierre du Vauvray) ainsi que la chronique de débit correspondante pour l'Eure ;
- La prédiction de marée, issue du modèle de grande emprise de la Manche, imposée le long de la frontière maritime ;
- Une chronique de vent imposée sur l'ensemble du modèle afin de générer une surcote. Comme pour la phase de calage, le vent est propagé de façon décroissante depuis l'aval jusqu'à l'amont de l'estuaire pendant toute la simulation ;
- L'ajout éventuel d'un « résidu maritime » aux nœuds de la frontière aval uniquement sur la marée étudiée, en vue d'obtenir la surcote désirée au Havre (si le vent n'était pas suffisant).
- Pour les scénarios avec changement climatique (CC), l'imposition de l'élévation du niveau marin (+60cm) à la condition aval du modèle pour tous les pas de temps.

Concrètement , pour les scénarios 5 et 6, les chroniques réelles (vent, débit, prédiction de marée) des événements historiques de 1910 et 1999 sont directement implémentées. Pour les autres scénarios dits « théoriques », les chroniques de débit et de vent ont été reconstruites à partir des données disponibles. La prédiction de marée est établie à une date précise correspondant au coefficient désiré.

A titre d'exemple pour le scénario 1 (voir Fig. 1), un débit annuel (soit environ 1450m³/s) doit être imposé ; pour cela, nous avons utilisé une chronique de janvier 2004 atteignant un maximum de 1490 m³/s. La surcote à atteindre est une surcote centennale soit 1,32m ; sur la base des mesures de vent lors de la tempête de 1990, un vent centennial (pic d'intensité de 25,6m/s) est propagé afin de créer la surcote. Si à l'issue du calcul, la surcote de 1,32m n'est pas atteinte, un « résidu maritime » est rajouté autour de la pleine mer et le calcul relancé. Quant au coefficient de marée, il a été choisi à 106 à l'identique de la tempête de mars 2008.

Pour chaque scénario, les chroniques utilisées comme données d'entrée du modèle sont présentées en Annexe A.

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif D

RAPPORT FINAL V1

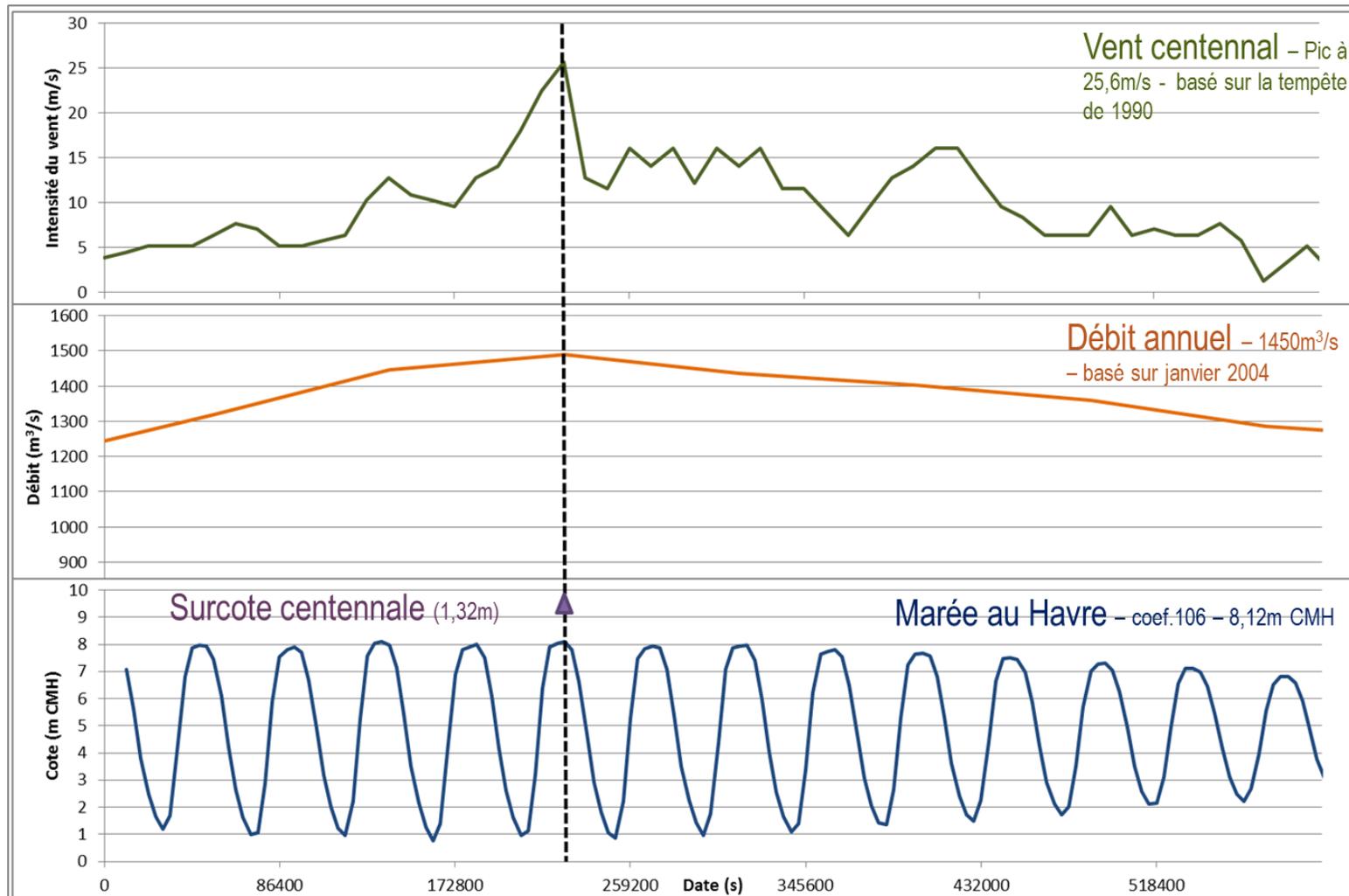


Fig. 1. Chroniques de vent et de débits – Prédictions de marée – Scénario 1

3. EXPLOITATION DES SCENARIOS

Seuls les résultats finaux qui aboutissent au niveau d'eau ou à la surcote attendu au Havre sont analysés. Les scénarios 4, 5 et 6 seront exploités en totalité uniquement lorsque le changement climatique, soit +60cm au Havre, est pris en compte. Pour ces mêmes scénarios sans prise en compte du changement climatique, seules les lignes d'eau des niveaux maximaux seront représentées.

3.1. OUTILS D'EXPLOITATION

Pour chacun des scénarios, les résultats sont présentés sous différentes formes :

- Des graphiques (Annexe B) représentant l'évolution temporelle du niveau d'eau calculé par le modèle en chaque marégraphe et en 4 points de sonde supplémentaires à l'embouchure (au nord de Fatouville, au nord de Honfleur, au nord de la balise A et au large de Villerville) – Les points de sonde sont localisés sur la Fig. 2. En certains points caractéristiques de l'estuaire (Balise A, Tancarville, Heurteauville, Rouen et Elbeuf), les niveaux d'eau théoriques centennaux et décennaux ont été rajoutés afin de procéder à des comparaisons. Ces niveaux d'eau sont issus de l'analyse statistique des niveaux de pleine mer observés aux marégraphes ;
- Une ligne d'eau présentant les niveaux d'eau maximaux sur l'événement simulé le long de l'estuaire comme localisée sur la Fig. 3 (Annexe B) ;
- Une ligne d'eau présentant les niveaux d'eau maximaux sur l'événement simulé entre le pont de Tancarville et le nord de la Balise A comme localisée sur la Fig. 3 (Annexe B) ;
- Des graphiques qui représentent, en fonction des PK, la cote de protection (avec ou sans présence des murets selon les scénarios), la ligne d'eau des niveaux maximaux du scénario et les échanges entre le lit mineur et le lit majeur (volumes débordant ou entrant). Ces graphiques sont réalisés pour la rive gauche et pour la rive droite. La présence des murets est également signalée à titre informatif ainsi que les communes en lit majeur. Ces graphiques permettent d'appréhender les zones de débordement (Annexe C).

Les volumes échangés entre le lit mineur et le lit majeur sont, à la base, calculés en chaque nœud du maillage et à chaque pas de temps. Pour l'analyse, ils ont été estimés sur une section de 1 km et sur l'ensemble de la simulation (5 jours). C'est-à-dire qu'au PK250, les volumes représentés sur le graphique sont les volumes transitant entre le PK 249,5 et le PK 250,5.

Comme expliqué lors de l'objectif C, le modèle développé a été construit et optimisé afin de représenter au mieux la ligne d'eau maximale dans le lit mineur lors d'événements extrêmes (crues, tempêtes...), en prenant en compte les échanges entre le lit mineur et le lit majeur. Le modèle n'a pas été développé pour étudier les écoulements dans le lit majeur. Par conséquent, au vu de la discrétisation large dans le lit majeur, le modèle, dans son état actuel, ne peut pas être utilisé pour caractériser les zones inondables. Il pourrait cependant être adapté, par exemple à l'échelle d'une boucle, pour des besoins futurs.

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif D

RAPPORT FINAL V1



Fig. 2. Localisation des marégraphes (en vert) et des points de sonde supplémentaires (en bleu)



Fig. 3. Localisation de la ligne d'eau (ligne bleue) et de la ligne d'eau « Nord » entre le pont de Tancarville et le nord de la Balise A (pointillé vert)

3.2. SCENARIO 1

Le scénario 1 est un événement dit « centennal maritime ». Le débit annuel atteint $1450\text{m}^3/\text{s}$. La marée est forte (coefficient 106 au moment de l'événement). Le vent centennal atteint un pic de $25,6\text{m/s}$ et la surcote est de $1,32\text{m}$ (période de retour centennale). Les murets anti-inondation sont présents.

La marée se propage le long de l'estuaire (Annexe B – Figures 4 à 22). La tenue de plein est non négligeable tout le long de l'estuaire notamment aux alentours de Caudebec, Vatteville et Heurteauville et à l'amont (Elbeuf, Oissel) où le niveau d'eau reste soutenu plus d'une heure.

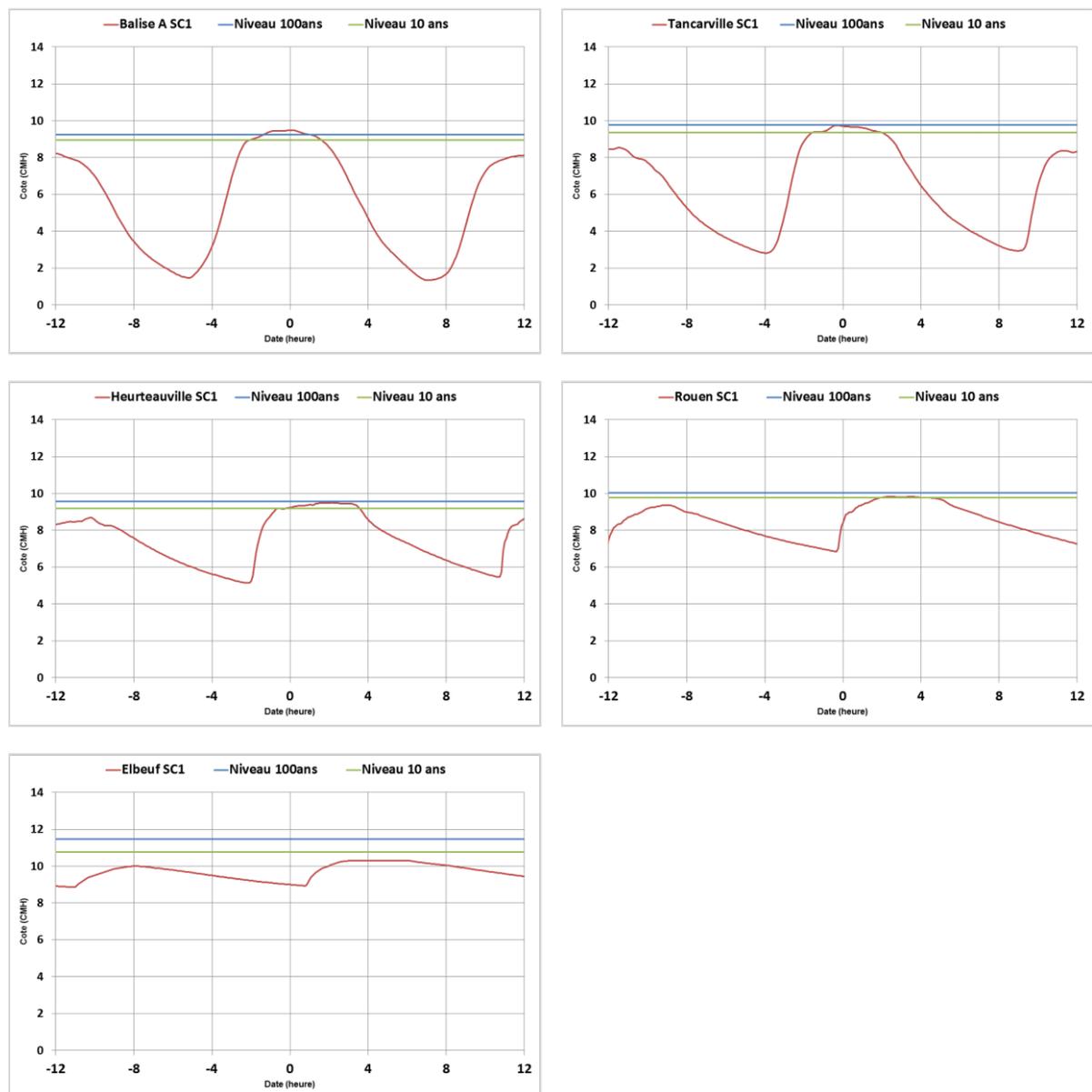


Fig. 4. Evolution du niveau en fonction du temps au cours du scénario 1 en différents marégraphes – Niveaux de référence de période de retour 10 ans et 100 ans issus des analyses statistiques des niveaux observés

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif D

RAPPORT FINAL V1

Comme le montre la Fig. 4, le niveau théorique centennal est dépassé à la Balise A pendant environ 2 heures. A Tancarville et à Heurteville, le niveau centennal n'est jamais atteint alors que le niveau décennal est dépassé largement plus de 2 heures. A Rouen, le niveau décennal est atteint très ponctuellement alors que les niveaux à Elbeuf restent bien en deçà de ces deux références.

Les niveaux maximaux évoluent entre 11,33m CMH à l'amont (Poses) et 9,41m CMH à l'aval (PK 270) comme le montre la Figure 27 de l'Annexe B. Les niveaux restent supérieurs à 11m CMH à l'amont du PK 207. A Rouen, le niveau atteint 9,83m CMH au maximum. La ligne d'eau décroît de Poses à l'aval de Mesnil sous Jumièges ; un point d'inflexion apparaît aux alentours du PK 292 (9,43m CMH) et la tendance s'inverse, la ligne d'eau augmentant jusqu'au PK 335 (9,79m CMH à l'amont de Tancarville). Cette évolution est bien caractéristique d'un événement maritime.

Les niveaux d'eau maximaux dans la partie nord de l'embouchure (resp. pont de Tancarville – Fatouville Nord – Honfleur Nord – Balise A nord) sont de 9,75m CMH, 9,65m CMH, 9,62m CMH et 9,49m CMH (Annexe B – Figure 28). Cette zone est inondée à marée haute (Fatouville Nord et Honfleur Nord ne sont pas atteints par les eaux lors des basses mers - Annexe B – Figures 23, 24).

Villerville n'est pas non plus inondée lors des basses mers (Annexe B – Figures 23, 24 et 26).

Les tableaux ci-après mettent en évidence les secteurs où il y a débordement. La délimitation de ces secteurs est basée sur l'étude des enjeux de l'objectif B. Ces tableaux sont à en mettre en relation avec les Figures 4 à 8 de l'Annexe C qui représentent, en fonction des PK, la cote de protection (avec présence des murets), la ligne d'eau des niveaux maximaux du scénario et les échanges entre le lit mineur et le lit majeur (volumes débordant ou entrant).

Globalement de légers débordements apparaissent localement tout le long de l'estuaire aussi bien en rive gauche qu'en rive droite (à l'exception de la boucle d'Igoville en rive droite où il n'y pas de débordement). Les volumes échangés restent largement inférieurs à 8 millions de m³ sur l'ensemble de la simulation (5 jours).

Les boucles de Sahurs et de Notre Dame de Gravenchon sont les plus impactées par les débordements.

Tabl. 2 - Mise en évidence des zones de débordements en rive gauche – Scénario 1

Rive gauche			
N°	Secteur endigué	Limites en PK	Événement : Scénario 1 « centennal maritime »
1	Boucle de Criquebeuf-sur-Seine	205 à 217	Très léger débordement aux environs des PK 208, 210. Léger débordement au niveau de Martot (PK 215 à 217).
2	Boucle d'Oissel	222 à 229	Très léger débordement.
3	Boucle de St-Etienne-du-Rouvray	230 à 242	Très léger débordement notamment vers Saint Etienne du Rouvray.
4	Boucle de Quevilly	243 à 253	Très léger débordement localement.
5	Boucle de Grand Couronne	254 à 260	Très léger débordement localement.
6	Boucle de Beaulieu	265 à 271	Très léger débordement localement.
7	Boucle d'Anneville-Ambourville	272 à 288	Très léger débordement.
8	Boucle du marais de la Harelle	295 à 303	Très léger débordement.
9	Boucle de St-Nicolas-de-Bliquetuit	303 à 319	Léger débordement (Vatteville-la-Rue, Notre-Dame de Bliquetuit).
10	Boucle de Quillebeuf-sur-Seine	330 à 342	Léger débordement (Marais Venier).
22	Ile Lacroix	241 à 242	Pas de débordement.

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif D

RAPPORT FINAL V1

Tabl. 3 - Mise en évidence des zones de débordements en rive droite – Scénario 1

Rive droite			
N°	Secteur endigué	Limites en PK	Événement : Scénario 1 « centennal maritime »
11	Boucle d'Igoville	205 à 211	Pas de débordement.
12	Boucle de Saint Aubin Les Elbeuf	211 à 231	Très léger débordement localement. Léger débordement (Freneuse, Tourville la Rivière)
13	Secteur du Port St-Ouen	232 à 233	Pas de données
14	Boucle d'Amfreville-la-Mi-Voie	235 à 240	Très léger débordement localement (Belbeuf).
15	Boucle de Rouen	241 à 247	Très léger débordement localement.
16	Boucle de Sahurs	251 à 275	Très léger débordement sur tout le linéaire. Débordement plus important au niveau de Saint Pierre de Maneville (PK 263-264) et Hénouville (PK 271-274).
17	Secteur de Duclair	278 à 280	Pas de données
18	Boucle de Jumièges	284 à 297	Très léger débordement sur tout le linéaire.
19	Boucle du Trait	300 à 308	Léger débordement.
20	Boucle de Caudebec	308 à 314	Pas de données
21	Boucle de Notre-Dame-de-Gravenchon	314 à 338	Très léger débordement sur tout le linéaire. Débordement plus important entre Saint Jean de Folleville et La Cerlangue.

3.3. SCENARIO 2

Le scénario 2 est un événement dit « centennial fluvio-maritime ». Le débit décennal atteint $2230\text{m}^3/\text{s}$. La marée est une vive eau moyenne de coefficient 95 au moment de l'événement. Le vent décennal atteint un pic de $18,6\text{m/s}$ et la surcote est de $1,04\text{m}$ (période de retour décennale). Les murets anti-inondation sont présents.

La marée se propage le long de l'estuaire (Annexe B – Figures 30 à 48). Plus on remonte vers l'amont de l'estuaire, plus le signal se déforme. La tenue de plein est globalement moins marquée que pour le scénario 1 cependant les niveaux d'eau stagnent autour du niveau maximal au moins une heure localement au milieu de l'estuaire (Caudebec, Vatteville).

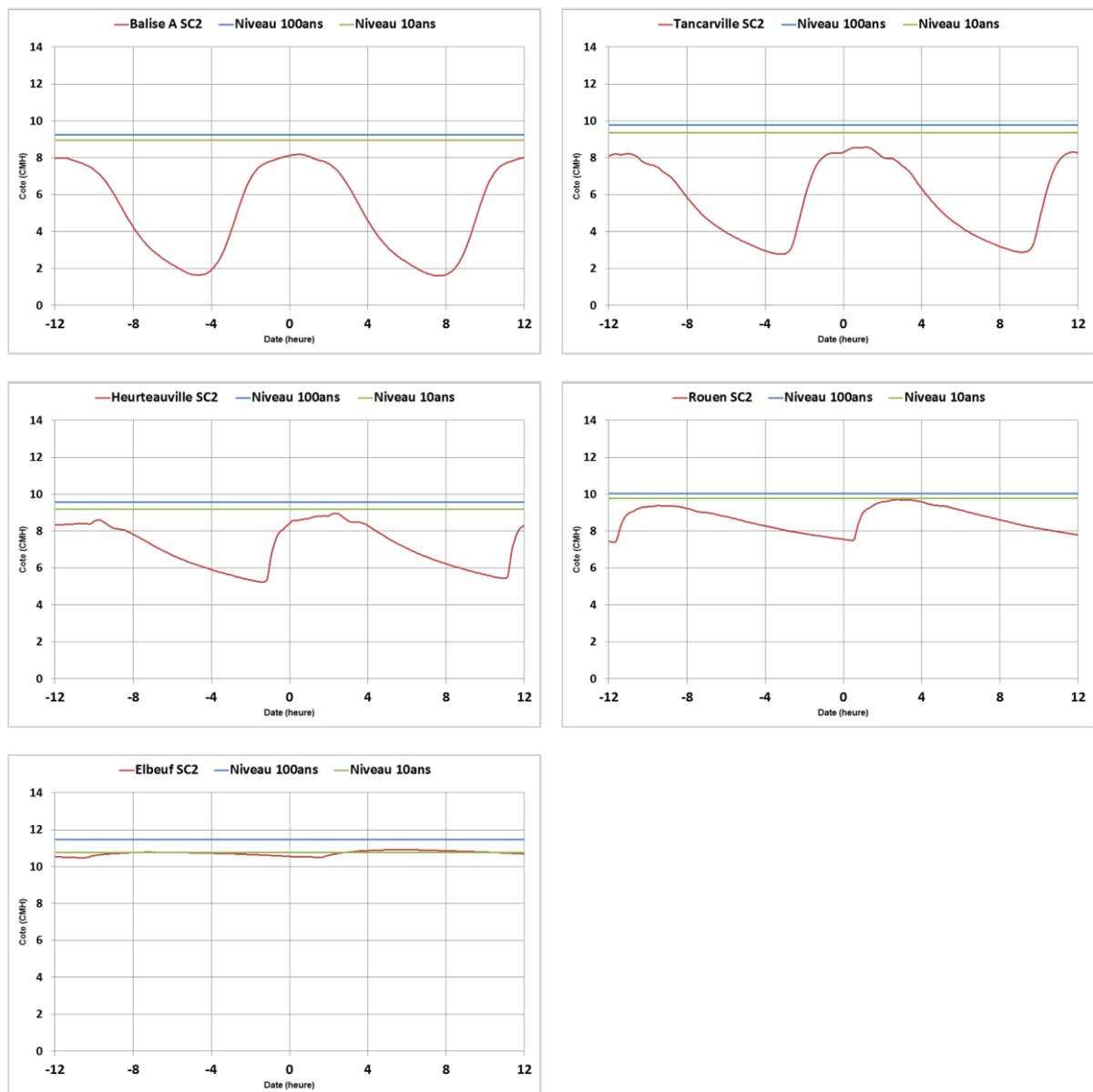


Fig. 5. Evolution du niveau en fonction du temps au cours du scénario 2 en différents marégraphes – Niveaux de référence de période de retour 10 ans et 100 ans issus des analyses statistiques des niveaux observés

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif D

RAPPORT FINAL V1

Les niveaux de référence centennaux et décennaux ne sont jamais dépassés sauf à Elbeuf où le débit plus élevé entraîne un léger dépassement du niveau décennal plus de 4 heures (Fig. 5).

La pente de la ligne d'eau des niveaux maximaux décroît de l'amont (12,37m CMH) vers l'aval (8,11m CMH) comme le montre la Figure 53 de l'Annexe B. Le niveau atteint 9,70m CMH au maximum à Rouen, 8,96m CMH à Heurteauville et 8,58m CMH à Tancarville.

La partie nord de l'embouchure n'est pas totalement inondée à marée haute contrairement au scénario 1. Le nord de Fatouville (Annexe B – Figures 49 et 54) n'est jamais atteint par l'eau. Au nord de Honfleur, le niveau maximal atteint 8,30 m CMH (Annexe B – Figures 50 et 54).

Villerville n'est pas atteinte par l'eau lors des basses mers (Annexe B – Figure 52). Le niveau maximal dépasse légèrement les 8m CMH.

Les tableaux ci-après mettent en évidence les secteurs où il y a débordement. La délimitation de ces secteurs est basée sur l'étude des enjeux de l'objectif B. Ces tableaux sont à en mettre en relation avec les Figures 10 à 14 de l'Annexe C.

Globalement la rive gauche est moins soumise à des débordements que la rive droite. A l'amont de l'estuaire (PK 202 à 255), le débit plus élevé engendre des débordements plus importants que lors du scénario 1 pour les deux rives (boucle de Criquebeuf sur Seine, boucle de Saint Aubin les Elbeuf notamment). La boucle de Sahurs en rive droite est également touchée comme pour le scénario 1. Par contre, en rive droite, la zone aval (Boucle de Notre Dame de Gravenchon) est moins impactée que lors du scénario 1 du fait d'une marée, d'un vent et d'une surcote globalement moins élevés. Localement en rive gauche (Criquebeuf sur Seine, Martot), les volumes échangés atteignent les 20 millions de m³ sur l'ensemble de la simulation (5 jours).

Tabl. 4 - Mise en évidence des zones de débordements en rive gauche – Scénario 2

Rive gauche			
N°	Secteur endigué	Limites en PK	Evénement : Scénario 2 « fluvio-maritime »
1	Boucle de Criquebeuf-sur-Seine	205 à 217	Débordements sur tout le linéaire en particulier à Les Damps (PK 207), à Criquebeuf sur Seine (PK 212) et Martot (PK 215).
2	Boucle d'Oissel	222 à 229	Léger débordement notamment à Orival.
3	Boucle de St-Etienne-du-Rouvray	230 à 242	Léger débordement notamment vers Saint Etienne du Rouvray.
4	Boucle de Quevilly	243 à 253	Très léger débordement localement.
5	Boucle de Grand Couronne	254 à 260	Pas de débordement.
6	Boucle de Beaulieu	265 à 271	Très léger débordement localement.
7	Boucle d'Anneville-Ambourville	272 à 288	Très léger débordement localement.
8	Boucle du marais de la Harelle	295 à 303	Très léger débordement vers Heurteauville.
9	Boucle de St-Nicolas-de-Bliquetuit	303 à 319	Très léger débordement localement.
10	Boucle de Quillebeuf-sur-Seine	330 à 342	Pas de débordement.
22	Ile Lacroix	241 à 242	Pas de débordement.

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif D

RAPPORT FINAL V1

Tabl. 5 - Mise en évidence des zones de débordements en rive droite – Scénario 2

Rive droite			
N°	Secteur endigué	Limites en PK	Événement : Scénario 2 « fluvio-maritime »
11	Boucle d'Igoville	205 à 211	Léger débordement localement.
12	Boucle de Saint Aubin Les Elbeuf	211 à 231	Léger débordement sur tout le linéaire notamment à Freneuse/ Sotteville sous le val (PK 211-212).
13	Secteur du Port St-Ouen	232 à 233	Pas de données
14	Boucle d'Amfreville-la-Mi-Voie	235 à 240	Très léger débordement localement (Belbeuf).
15	Boucle de Rouen	241 à 247	Très léger débordement localement.
16	Boucle de Sahurs	251 à 275	Léger débordement sur tout le linéaire. Débordement plus important au niveau de Saint Pierre de Maneville (PK 263-264), Quevillon (Pk 267-268) et Hénouville (PK 271-274).
17	Secteur de Duclair	278 à 280	Pas de données
18	Boucle de Jumièges	284 à 297	Très léger débordement sur tout le linéaire.
19	Boucle du Trait	300 à 308	Léger débordement (Le Trait en particulier).
20	Boucle de Caudebec	308 à 314	Pas de données
21	Boucle de Notre-Dame-de-Gravenchon	314 à 338	Très léger débordement au PK 328 (Petiville).

3.4. SCENARIO 3

Le scénario 3 est un événement dit « extrême fluvio-maritime ». Le débit centennal atteint un pic de $2623\text{m}^3/\text{s}$. La surcote, d'une valeur de 1,32m, a elle aussi une occurrence centennale. La marée est très forte (coefficient 116) au moment de l'événement. Le vent centennal atteint $25,6\text{m/s}$. Les murets anti-inondation sont présents.

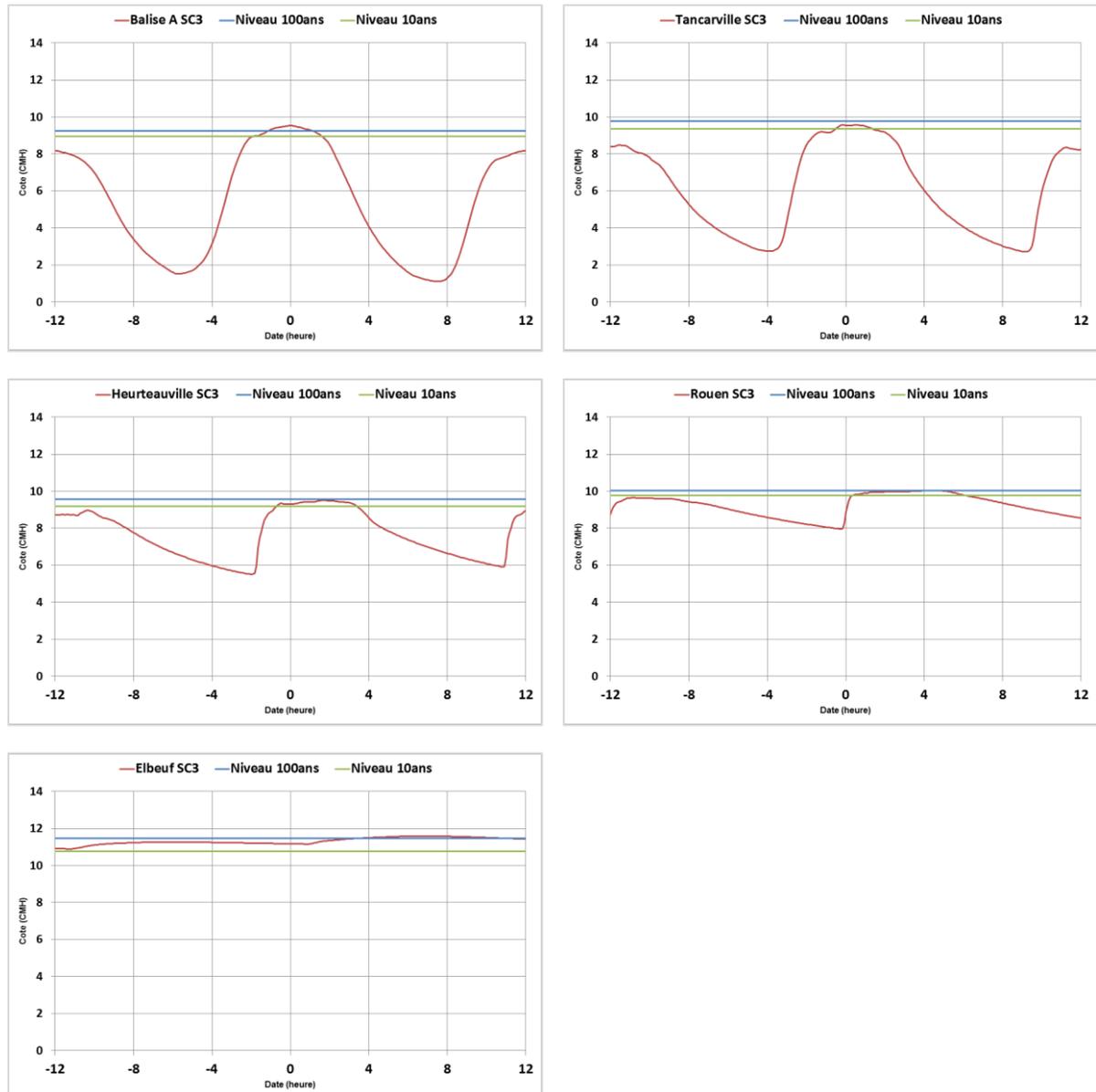


Fig. 6. Evolution du niveau en fonction du temps au cours du scénario 3 en différents marégraphes – Niveaux de référence de période de retour 10 ans et 100 ans issus des analyses statistiques des niveaux observés

La marée se propage le long de l'estuaire (Annexe B – Figures 56 à 74). La tenue de plein est non négligeable entre Vatteville et Rouen où le niveau d'eau reste soutenu entre 1 heure et légèrement plus de 3 heures selon la localisation. Le signal de marée semble même écrêté en plusieurs marégraphes (Rouen, Petit Couronne, La Bouille, ...), signe d'un éventuel débordement en lit majeur. Les niveaux à basse mer restent globalement plus soutenus que pour le scénario 1.

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif D

RAPPORT FINAL V1

Les niveaux évoluent entre 13,03m CMH à l'amont (Poses) et 9,50m CMH à l'aval (PK 370) comme le montre la Figure 79 de l'Annexe B. La pente de ligne d'eau est forte entre Poses et Rouen où le niveau maximal est de 10,04m CMH, signe d'un fort débit. La ligne d'eau continue à décroître jusqu'aux alentours de Caudebec (PK 310 – 9,44m CMH) ; puis la tendance s'inverse, la ligne d'eau augmentant jusqu'à Aizier (9,59m CMH) pour stagner à l'embouchure de l'estuaire. Au Havre, le niveau atteint 9,50 m CMH.

Les niveaux d'eau sont plus élevés que pour le scénario 2 sur l'ensemble de l'estuaire du fait des conditions de forçage. Comparativement au scénario 1, les niveaux sont plus importants de l'amont jusqu'à Heurteauville. A l'aval les niveaux sont plus faibles ; le débit plus élevé a tendance à bloquer la propagation de la marée et a un impact plus en aval de l'estuaire.

Les niveaux décennaux sont dépassés à chaque marégraphe (Balise A, Tancarville, Heurteauville, Rouen, Elbeuf - Fig. 6). A Elbeuf ce niveau est même dépassé pendant toute la durée de l'événement. Le niveau centennal est dépassé ponctuellement à Rouen et plus durablement à Elbeuf et à la Balise A (>1h).

Les niveaux d'eau maximaux dans la partie nord de l'embouchure (pont de Tancarville – Fatouville Nord – Honfleur Nord – Balise A nord) évoluent entre 9,57m CMH et 9,51m CMH (Annexe B – Figure 80).

Les zones de Villerville, Fatouville Nord et Honfleur Nord ne sont pas atteintes par les eaux lors des basses mers (Annexe B – Figures 101, 102 et 104). A Villerville, le niveau de pleine mer atteint les 9,54 m CMH.

Les tableaux ci-après mettent en évidence les secteurs où il y a débordement. La délimitation de ces secteurs est basée sur l'étude des enjeux de l'objectif B. Ces tableaux sont à en mettre en relation avec les Figures 16 à 20 de l'Annexe C.

A l'amont de l'estuaire (PK 202 à 255), les zones de débordements sont importantes sur tout le linéaire à l'image du scénario 2. Les volumes mis en jeu sont cependant plus élevés localement (Martot, Criquebeuf sur Seine, Freneuse, Sotteville sous le Val) avec des valeurs entre 20 et 30 millions de m³. La boucle de Sahurs comporte aussi des zones de débordements similaires aux scénarios 1 et 2 avec là aussi des volumes légèrement plus élevés (approchant les 10 millions de m³ au maximum sur l'ensemble de la simulation). Plus à l'aval, en rive gauche, les zones de débordement sont moins étendues que pour le scénario 1 (PK 290 à 342) à l'exception de la zone du Marais Venier. En rive droite à l'aval, c'est le contraire, les zones de débordement sont plus nombreuses que pour le scénario 1 même si les volumes restent globalement faibles (inférieurs à 3 millions de m³).

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif D

RAPPORT FINAL V1

Tabl. 6 - Mise en évidence des zones de débordements en rive gauche – Scénario 3

Rive gauche			
N°	Secteur endigué	Limites en PK	Evénement : Scénario 3 « extrême fluvio-maritime »
1	Boucle de Criquebeuf-sur-Seine	205 à 217	Débordements importants sur tout le linéaire
2	Boucle d'Oissel	222 à 229	Débordement en particulier à Orival.
3	Boucle de St-Etienne-du-Rouvray	230 à 242	Léger débordement notamment à Oissel/Saint Etienne du Rouvray.
4	Boucle de Quevilly	243 à 253	Très léger débordement localement.
5	Boucle de Grand Couronne	254 à 260	Très léger débordement localement.
6	Boucle de Beaulieu	265 à 271	Très léger débordement sur tout le linéaire.
7	Boucle d'Anneville-Ambourville	272 à 288	Léger débordement sur tout le linéaire.
8	Boucle du marais de la Harelle	295 à 303	Très léger débordement vers Heurteauville, la Mailleraye sur Seine.
9	Boucle de St-Nicolas-de-Bliquetuit	303 à 319	Léger débordement sur tout le linéaire.
10	Boucle de Quillebeuf-sur-Seine	330 à 342	Léger débordement (Marais Venier).
22	Ile Lacroix	241 à 242	Très léger débordement.

Tabl. 7 - Mise en évidence des zones de débordements en rive droite – Scénario 3

Rive droite			
N°	Secteur endigué	Limites en PK	Evénement : Scénario 3 « extrême fluvio-maritime »
11	Boucle d'Igoville	205 à 211	Débordements importants en particulier à Sotteville sous le Val (PK210).
12	Boucle de Saint Aubin Les Elbeuf	211 à 231	Débordement sur tout le linéaire en particulier à Freneuse/Sotteville sous le val (PK 211-212).
13	Secteur du Port St-Ouen	232 à 233	Pas de données
14	Boucle d'Amfreville-la-Mi-Voie	235 à 240	Très léger débordement localement (Belbeuf).
15	Boucle de Rouen	241 à 247	Très léger débordement sur tout le linéaire.
16	Boucle de Sahurs	251 à 275	Débordement sur tout le linéaire. Débordement plus important au niveau de Saint Pierre de Maneville (PK 263-264) et Hénouville (PK 271-274).
17	Secteur de Duclair	278 à 280	Pas de données
18	Boucle de Jumièges	284 à 297	Léger débordement sur tout le linéaire.
19	Boucle du Trait	300 à 308	Débordement sur tout le linéaire.
20	Boucle de Caudebec	308 à 314	Pas de données
21	Boucle de Notre-Dame-de-Gravenchon	314 à 338	Très léger débordement sur tout le linéaire. Débordement plus important à Petiville et entre Saint Jean de Folleville et La Cerlangue.

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif D

RAPPORT FINAL V1

3.5. SCENARIO 4

Le scénario 4 est également un événement « extrême fluvio-maritime » mais à la différence du scénario 3, les murets anti-inondation sont absents et une élévation du niveau marin de +60 cm à l'embouchure est considérée. De plus la surcote considérée a une occurrence décennale (1,12m CMH). Le débit centennal reste inchangé par rapport au scénario 3 (2623m³/s) de même que la marée qui est très forte (coefficient 116) au moment de l'événement.

Les figures 82 à 100 de l'Annexe B présentent la propagation de la marée le long de l'estuaire. Le signal de marée se déforme plus rapidement (c'est-à-dire plus en aval de l'estuaire) que pour les précédents scénarios. L'estuaire se « vidange » beaucoup moins que précédemment ; les niveaux d'eau à marée basse restent plus élevés sur la majorité de l'estuaire. Ce qui paraît logique compte tenu des +60cm de niveau d'eau à l'entrée de l'estuaire. Les périodes de tenue de plein sont moins marquées que pour le scénario 3.

En toute logique, les niveaux d'eau maximaux sont plus élevés sur la majorité de l'estuaire (à l'aval d'Oissel) que pour les autres scénarios (Annexe B – Figure 105 – courbe bleue). Le niveau maximal à Rouen atteint 10,30m CMH ; il décroît jusqu'aux environs de Heurteauville (Pk 300 – 9,65m CMH) puis la tendance s'inverse. Entre Saint Léonard et Tancarville, le niveau maximal est de 9,91m CMH. A l'amont d'Oissel, les niveaux obtenus sont similaires à ceux du scénario 3.

Cette tendance est confirmée par la comparaison avec la ligne d'eau des niveaux maximaux sans élévation du niveau marin (Annexe B – Figure 105 – courbe verte). L'augmentation de +60cm du niveau d'eau n'est pas répercutée le long de l'estuaire ; cette augmentation tend à s'estomper en remontant vers l'amont (Tabl. 8 -). A noter que le point d'inflexion pour la ligne d'eau sans élévation du niveau marin est déplacé de quelques kilomètres en amont (PK295 – 9,37m CMH). Les 2 lignes d'eaux n'ont pas exactement la même évolution à l'aval de Duclair ; la dynamique des écoulements diffère.

Tabl. 8 - Différentiel entre les niveaux maximaux atteints pour le scénario 4 (avec et sans élévation du niveau marin) le long de l'estuaire

Localisation	Balise A	Tancarville	Mesnils sous Jumièges	Rouen	Poses
Différentiel entre les niveaux max (avec et sans élévation)	+60 cm	+42 cm	+32 cm	+22 cm	+6 cm

Compte tenu du type de forçage et de l'élévation du niveau marin, les niveaux décennaux et centennaux sont dépassés en chaque marégraphe (Fig. 7). Concernant le temps de dépassement des niveaux décennaux, il diminue depuis l'amont de l'estuaire jusqu'à l'aval (à Elbeuf, ce niveau est dépassé tout le temps, à Rouen pendant plus de 8h, à Heurteauville environ 6h, et à Tancarville il est dépassé pendant environ 4h). Les niveaux centennaux sont dépassés moins longtemps (entre 2 et 4h environ selon la localisation).

Les niveaux d'eau maximaux dans la partie nord de l'embouchure (pont de Tancarville – Fatouville Nord – Honfleur Nord – Balise A nord) évoluent entre 9,84m CMH et 9,97m CMH (Annexe B – Figure 106) soit 20 à 30 cm de plus que pour le scénario 3 et 10 à 20 cm de plus que pour le scénario 1. Le différentiel avec l'événement sans élévation du niveau marin évolue entre +60cm à l'aval (Nord de la Balise A) et +42 cm à l'amont (Pont de Tancarville) ; ce qui confirme les conclusions présentes.

Les zones de Villerville, Fatouville Nord et Honfleur Nord sont inondées uniquement lors des pleines mers et légèrement plus longtemps que pour les autres scénarios en particulier au nord de Honfleur (Annexe B – Figures 101, 102 et 104). A Villerville, le niveau de pleine mer atteint les 9,87 m CMH.

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif D

RAPPORT FINAL V1

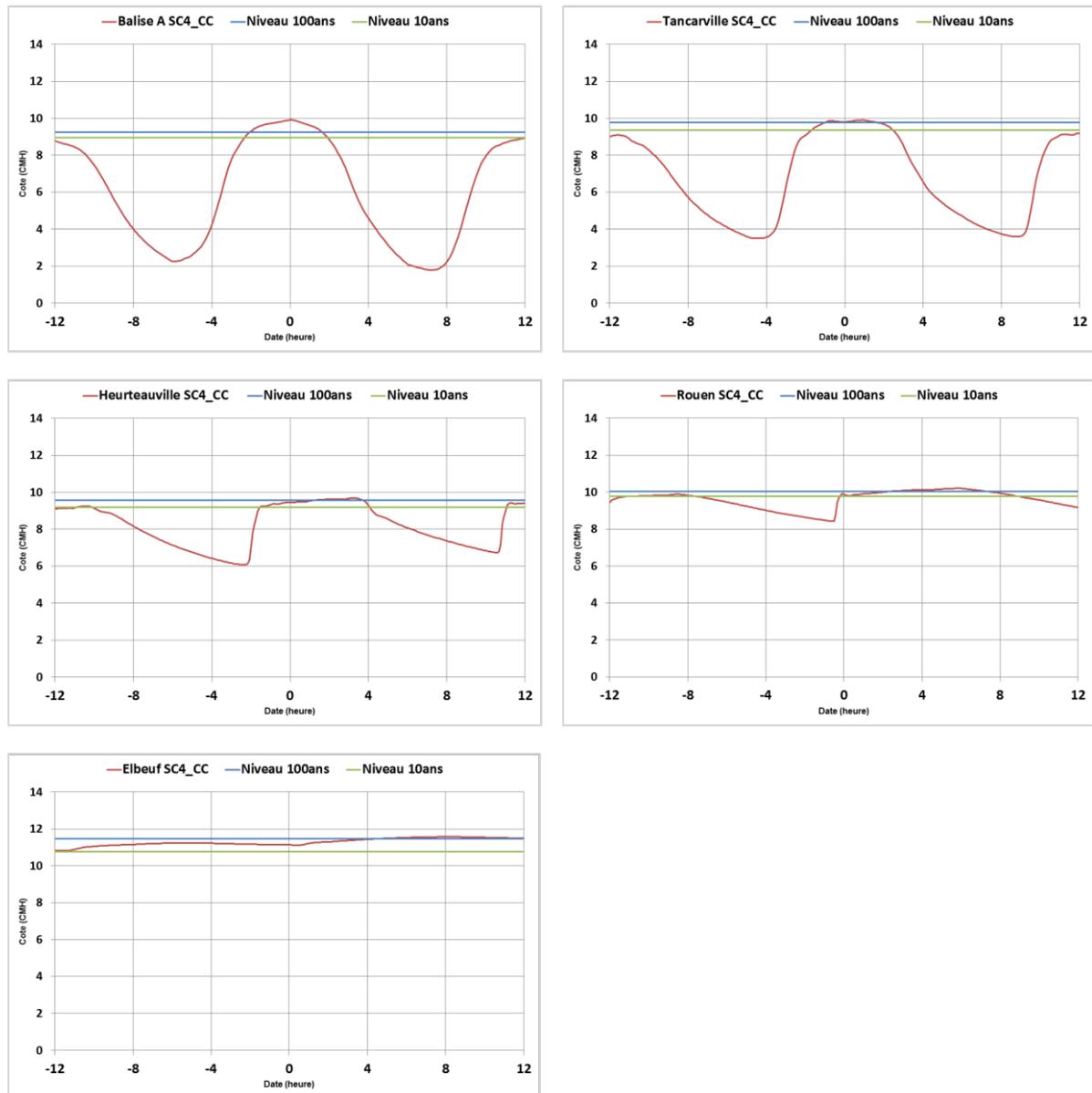


Fig. 7. Evolution du niveau en fonction du temps au cours du scénario 4 en différents marégraphes – Niveaux de référence de période de retour 10 ans et 100 ans issus des analyses statistiques des niveaux observés

Les tableaux ci-après mettent en évidence les secteurs où il y a débordement. La délimitation de ces secteurs est basée sur l'étude des enjeux de l'objectif B. Ces tableaux sont à en mettre en relation avec les Figures 22 à 26 de Annexe C.

L'absence des murets anti-inondation associée à une élévation du niveau marin et à des conditions extrêmes engendre la présence d'importantes zones de débordements sur tout le linéaire de la Seine en rive droite et en rive gauche. Les volumes échangés sont relativement plus importants que pour les autres scénarios ; ils dépassent régulièrement les 10 millions de m³ pour atteindre localement les 40 millions de m³.

En rive droite, les boucles de Rouen et d'Amfreville-la-Mi-Voie sont les moins touchées. En rive gauche, la boucle de Grand Couronne semble la plus protégée.

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif D

RAPPORT FINAL V1

A noter la présence de faibles volumes qui transitent entre le lit mineur et l'Ile Lacroix.

Tabl. 9 - Mise en évidence des zones de débordements en rive gauche – Scénario 4

Rive gauche			
N°	Secteur endigué	Limites en PK	Événement : Scénario 4 « extrême fluvio-maritime » - élévation niveau marin – pas de murets
1	Boucle de Criquebeuf-sur-Seine	205 à 217	Débordements importants sur tout le linéaire
2	Boucle d'Oissel	222 à 229	Débordement sur tout le linéaire en particulier à Orival (PK 223).
3	Boucle de St-Etienne-du-Rouvray	230 à 242	Débordement sur tout le linéaire notamment à Oissel.
4	Boucle de Quevilly	243 à 253	Léger débordement sur tout le linéaire.
5	Boucle de Grand Couronne	254 à 260	Très léger débordement sur tout le linéaire.
6	Boucle de Beaulieu	265 à 271	Débordement localement.
7	Boucle d'Anneville-Ambourville	272 à 288	Débordements importants sur tout le linéaire.
8	Boucle du marais de la Harelle	295 à 303	Débordement sur tout le linéaire en particulier à Heurteauville.
9	Boucle de St-Nicolas-de-Bliquetuit	303 à 319	Débordement sur tout le linéaire, plus important à Notre Dame de Bliquetuit et Saint Nicolas de Bliquetuit.
10	Boucle de Quillebeuf-sur-Seine	330 à 342	Léger débordement (au Marais Venier).
22	Ile Lacroix	241 à 242	Léger débordement.

Tabl. 10 - Mise en évidence des zones de débordements en rive droite – Scénario 4

Rive droite			
N°	Secteur endigué	Limites en PK	Événement : Scénario 4 « extrême fluvio-maritime » - élévation niveau marin – pas de murets
11	Boucle d'Igovie	205 à 211	Débordements sur tout le linéaire, plus importants à Sotteville sous le Val (PK210).
12	Boucle de Saint Aubin Les Elbeuf	211 à 231	Débordement sur tout le linéaire en particulier à Freneuse/Sotteville sous le val (PK 211-212) et Cleon (PK 224).
13	Secteur du Port St-Ouen	232 à 233	Pas de données
14	Boucle d'Amfreville-la-Mi-Voie	235 à 240	Très léger débordement sur tout le linéaire.
15	Boucle de Rouen	241 à 247	Très léger débordement sur tout le linéaire.
16	Boucle de Sahurs	251 à 275	Débordement sur tout le linéaire. Débordement plus important au niveau de Saint Pierre de Maneville (PK 263-264), Saint Martin de Bosherville et Hénouville.
17	Secteur de Duclair	278 à 280	Pas de données
18	Boucle de Jumièges	284 à 297	Débordement sur tout le linéaire.
19	Boucle du Trait	300 à 308	Débordement sur tout le linéaire (en particulier au Trait et à Saint Wandrille le Rancon).
20	Boucle de Caudebec	308 à 314	Pas de données
21	Boucle de Notre-Dame-de-Gravenchon	314 à 338	Très léger débordement sur tout le linéaire. Débordement plus important à Saint Jean de Folleville et La Cerlangue.

3.6. SCENARIO 5

Le scénario 5 est un événement «fluvio-maritime» d'occurrence décennale. Le débit est de $1407\text{m}^3/\text{s}$; la marée est forte (coefficient 106). C'est un événement « type 1999 » puisqu'il reprend certaines conditions de forçages de l'événement de décembre 1999 tout en variant par la morphologie de la rivière (bathy-topo plus récente), l'absence des murets de protection, l'élévation de +60cm du niveau marin et la prise en compte de la surcote. La surcote d'occurrence annuelle atteint les 0,72m environ comme pour l'événement réel : elle est générée par le vent qui atteint un pic de 16,6m/s et le rajout d'un « résidu maritime » uniquement pour la marée étudiée. Cette manière de générer la surcote est « théorique » et identique à tous les autres scénarios mais elle ne représente pas la surcote réelle qui s'est produit avant et après l'événement.

La marée se propage le long de l'estuaire (Annexe B – Figures 108 à 126). La tenue de plein est marquée entre Vatteville et Heurteauville et à l'amont de Rouen.

La ligne d'eau des niveaux maximaux est typique d'un événement fluvio-maritime (Annexe B – Figure 131 – courbe bleue) ; ils sont peu élevés entre Poses (11,23m CMH) et Rouen (9,77m CMH) du fait d'un débit peu important et de l'augmentation du niveau d'eau à l'embouchure qui n'est pas ressenti à l'amont (cf. Tabl. 11 -). Les niveaux d'eau maximaux restent soutenus sur tout le reste de l'estuaire. Ils diminuent de l'amont jusqu'à Mesnil sous Jumièges/Heurteauville (PK 291/292 – 9,30m CMH) puis augmentent de nouveau (9,57 m CMH entre Saint Léonard et Tancarville). Au Havre, le niveau atteint 9,44 m CMH.

La ligne d'eau sans élévation du niveau marin évolue légèrement différemment notamment entre Val-des-Leux et Heurteauville (Annexe B – Figure 131 – courbe verte) avec des niveaux plus bas. Comme pour le scénario 4, la dynamique des écoulements n'est pas exactement la même avec une différence entre les 2 lignes d'eau qui diminue au fur et à mesure que l'on remonte dans l'estuaire.

Tabl. 11 - Différentiel entre les niveaux maximaux atteints pour le scénario 5 (avec et sans élévation du niveau marin) le long de l'estuaire

Localisation	Balise A	Tancarville	Mesnils sous Jumièges	Rouen	Poses
Différentiel entre les niveaux max (avec et sans élévation)	+60 cm	+47 cm	+24 cm	+18 cm	+10 cm

Les niveaux d'eau maximaux dans la partie nord de l'embouchure (pont de Tancarville – Fatouville Nord – Honfleur Nord – Balise A nord) évoluent entre 9,56m CMH et 9,45m CMH (Annexe B – Figure 132) ce qui est assez proche des valeurs obtenues pour le scénario 3 (« fluvio-maritime » extrême) et bien plus faible que pour le scénario 4 « fluvio-maritime extrême » avec élévation du niveau marin (40cm de moins en moyenne). Le différentiel avec l'événement sans élévation du niveau marin évolue entre +60cm à l'aval (Nord de la Balise A) et +47 cm à l'amont (Pont de Tancarville).

Plus on remonte en amont de l'estuaire, plus les niveaux atteints sont inférieurs aux niveaux de référence (centennal et décennal). Ainsi, au niveau de la Balise A, le niveau théorique centennal est dépassé au moins 1 heure alors qu'il n'est jamais atteint aux autres marégraphes (Fig. 8). Seul le niveau décennal est dépassé à Tancarville et à Heurteauville (fréquemment) et à Rouen (plus ponctuellement). A Elbeuf, les niveaux obtenus restent en deçà des niveaux théoriques.

Les zones de Villerville, Fatouville Nord et Honfleur Nord sont inondées uniquement lors des pleines mers comme pour la plupart des scénarios (Annexe B – Figures 127, 128 et 130). A Villerville, le niveau de pleine mer atteint les 9,44m CMH.

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif D

RAPPORT FINAL V1

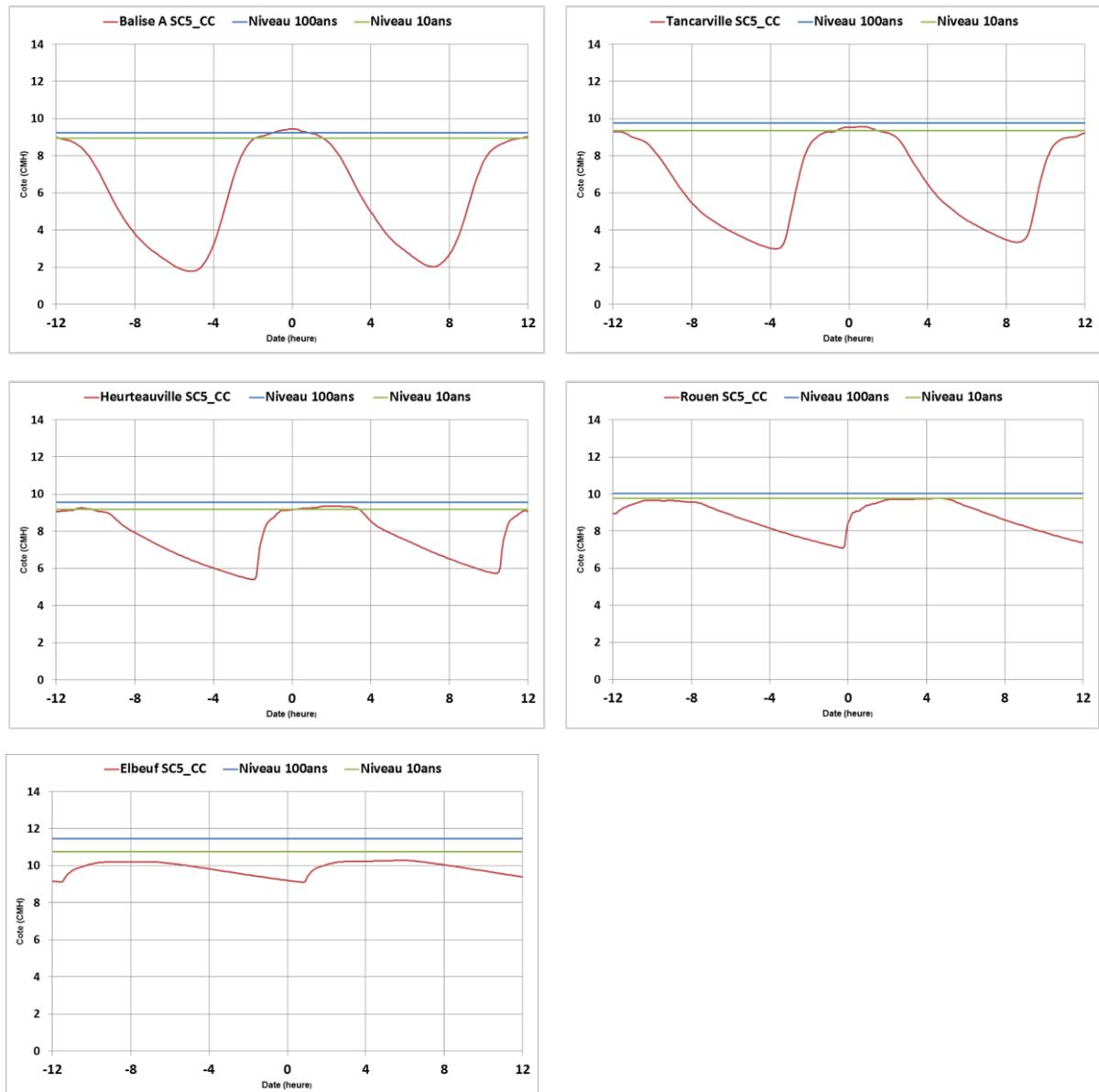


Fig. 8. Evolution du niveau en fonction du temps au cours du scénario 5 en différents marégraphes – Niveaux de référence de période de retour 10 ans et 100 ans issus des analyses statistiques des niveaux observés

Les tableaux ci-après mettent en évidence les secteurs où il y a débordement. La délimitation de ces secteurs est basée sur l'étude des enjeux de l'objectif B. Ces tableaux sont à en mettre en relation avec les Figures 28 à 32 de Annexe C.

De très légères zones de débordement apparaissent localement tout le long de l'estuaire pour les 2 rives. Les volumes restent inférieurs à 15 millions de m³ pour la plupart des zones.

La boucle de Sahurs est la plus impactée en rive droite ainsi que la Cerlangue.

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif D

RAPPORT FINAL V1

Tabl. 12 - Mise en évidence des zones de débordements en rive gauche – Scénario 5

Rive gauche			
N°	Secteur endigué	Limites en PK	Événement : Scénario 5 « décennal fluvio-maritime » - élévation niveau marin – pas de murets
1	Boucle de Criquebeuf-sur-Seine	205 à 217	Très légers débordements localement.
2	Boucle d'Oissel	222 à 229	Très légers débordements localement.
3	Boucle de St-Etienne-du-Rouvray	230 à 242	Légers débordement sur localement notamment à Oissel et Saint Etienne du Rouvray.
4	Boucle de Quevilly	243 à 253	Léger débordement localement.
5	Boucle de Grand Couronne	254 à 260	Très léger débordement localement.
6	Boucle de Beaulieu	265 à 271	Léger débordement localement.
7	Boucle d'Anneville-Ambourville	272 à 288	Léger débordement sur tout le linéaire notamment à Anneville Ambouville.
8	Boucle du marais de la Harelle	295 à 303	Léger débordement sur tout le linéaire.
9	Boucle de St-Nicolas-de-Bliquetuit	303 à 319	Léger débordement sur tout le linéaire notamment à Notre Dame de Bliquetuit et Saint Nicolas de Bliquetuit.
10	Boucle de Quillebeuf-sur-Seine	330 à 342	Très léger débordement sur tout le linéaire (au Marais Venier).
22	Ile Lacroix	241 à 242	Pas de débordement.

Tabl. 13 - Mise en évidence des zones de débordements en rive droite – Scénario 5

Rive droite			
N°	Secteur endigué	Limites en PK	Événement : Scénario 5 « décennal fluvio-maritime » - élévation niveau marin – pas de murets
11	Boucle d'Igoville	205 à 211	Pas de débordement sur ce secteur. Léger débordement en amont du secteur à Pitres (PK202).
12	Boucle de Saint Aubin Les Elbeuf	211 à 231	Léger débordement sur tout le linéaire.
13	Secteur du Port St-Ouen	232 à 233	Pas de données
14	Boucle d'Amfreville-la-Mi-Voie	235 à 240	Très léger débordement à la limite Belbeuf/Amfreville la Mi Voie.
15	Boucle de Rouen	241 à 247	Très léger débordement localement.
16	Boucle de Sahurs	251 à 275	Débordement sur tout le linéaire. Débordement plus important entre Saint Pierre de Maneville et Hénouville.
17	Secteur de Duclair	278 à 280	Pas de données
18	Boucle de Jumièges	284 à 297	Léger débordement sur tout le linéaire.
19	Boucle du Trait	300 à 308	Léger débordement sur tout le linéaire.
20	Boucle de Caudebec	308 à 314	Pas de données
21	Boucle de Notre-Dame-de-Gravenchon	314 à 338	Léger débordement sur tout le linéaire (en particulier à Saint Jean de Folleville et La Cerlangue).

A titre informatif, la Fig. 9 présente une comparaison entre les niveaux maximaux lors de l'événement réel de Décembre 1999 et le présent scénario sans élévation du niveau marin (courbe rouge). Les niveaux obtenus pour le scénario 5 sont globalement inférieurs à ceux mesurés lors de l'événement réel. Les différences principales entre le scénario 5 et l'événement réel sont l'absence des murets de protection, la morphologie du lit et la prise en compte de la surcote.

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif D

RAPPORT FINAL V1

Une simulation supplémentaire a été effectuée afin de voir quels facteurs pouvaient expliquer cette différence de niveaux. Cette nouvelle simulation tient compte de la surcote réelle de l'événement sur la base de la mesure issue de la base de données RefMar¹ au Havre. Le résultat (courbe bleue) est proche des niveaux mesurés sur une partie de l'estuaire mais il reste malgré tout inférieur plus à l'amont. L'absence du muret de protection, et dans une moindre mesure la morphologie du lit, modifient la ligne d'eau par rapport à l'événement réel de 1999.

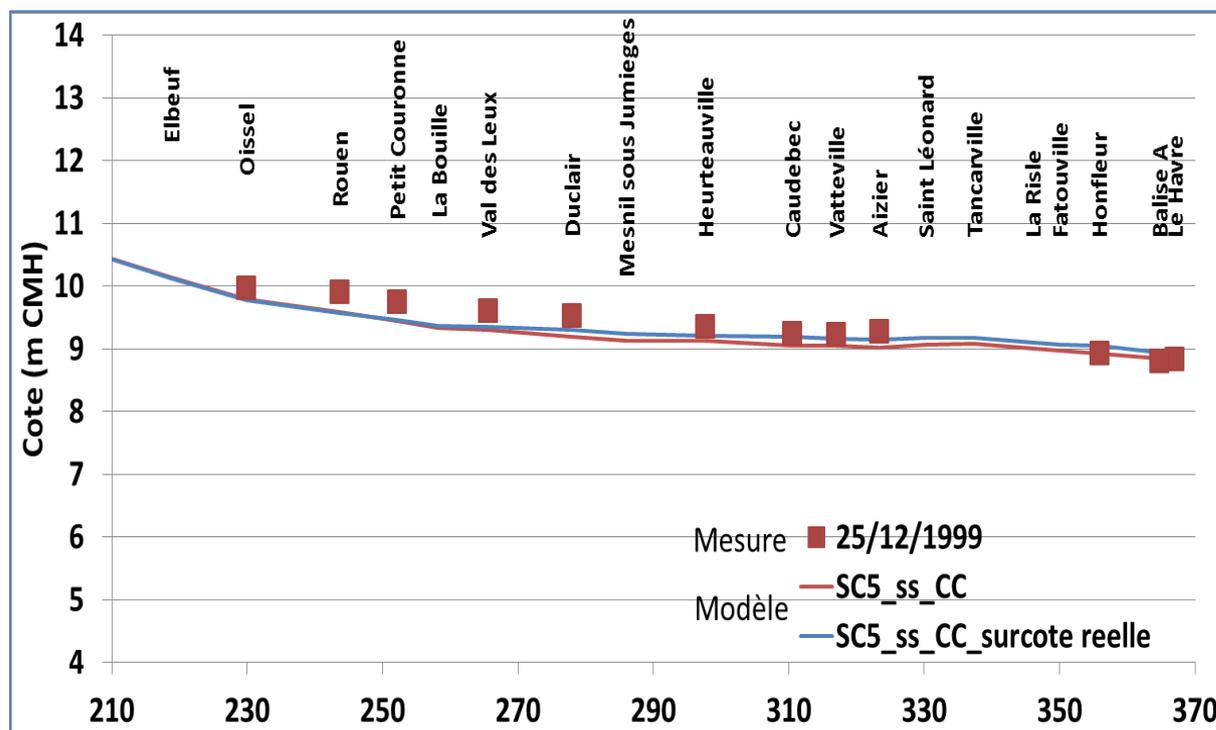


Fig. 9. Lignes d'eau des niveaux max pour le scénario 5 sans élévation du niveau marin (courbe rouge), pour le scénario 5 sans élévation du niveau marin et avec prise en compte de la surcote réelle de l'événement 1999 (courbe bleue) et mesures lors de l'événement réel 1999 (carré rouge)

¹ Les observations du marégraphe du Havre sont la propriété du SHOM et du Grand Port Maritime du Havre et sont mises à disposition sur le site des Réseaux de référence des observations marégraphiques (refmar.shom.fr).

3.7. SCENARIO 6

Le scénario 6 est un événement «fluvial extrême ». Les conditions de forçage sont identiques à celle de la crue de 1910 (pic de débit à 3000m³/s, coefficient de marée de 78). Par contre, la topobathymétrie correspond à l'année 2010, le niveau marin est élevé de +60cm et les murets anti-inondation ont été enlevés.

La propagation de la marée le long de l'estuaire est proposée sur les figures 134 à 152 de l'Annexe B. La marée évolue le long de l'estuaire de manière cohérente pour un événement fluvial avec des niveaux globalement plus élevés du fait de l'élévation du niveau marin.

La ligne d'eau des niveaux maximaux est également typique d'un événement fluvial avec une décroissance continue de l'amont vers l'aval (sans point d'inflexion en milieu d'estuaire) et une pente plus marquée entre Poses (13,51m CMH) et Rouen (9,77m CMH). Le niveau maximal au Havre est de 8,32m CMH.

La ligne d'eau sans élévation du niveau marin évolue de manière similaire (à l'exception de la zone Mesnil-sous-Jumièges/Heurteauville) avec des niveaux d'eau plus bas. En effet, comme précédemment et comme le montre le Tabl. 14 - , l'élévation de +60 cm à l'embouchure ne se propage pas intégralement le long de l'estuaire.

**Tabl. 14 - Différentiel entre les niveaux maximaux atteints pour le scénario 6
(avec et sans élévation du niveau marin) le long de l'estuaire**

Localisation	Balise A	Tancarville	Mesnils sous Jumièges	Rouen	Poses
Différentiel entre les niveaux max (avec et sans élévation)	+60 cm	+56 cm	+35 cm	+25 cm	+4 cm

Les niveaux d'eau maximaux dans la partie nord de l'embouchure (pont de Tancarville – Fatouville Nord - Honfleur Nord – Balise A nord) évoluent de 8,52m CMH à 8,33m CMH (Annexe B – Figure 158). Le différentiel avec l'événement sans élévation du niveau marin évolue entre +60cm à l'aval (Nord de la Balise A) et +55cm à l'amont (Pont de Tancarville). A noter que la zone au Nord Fatouville n'est jamais inondée alors que le nord de Honfleur est ponctuellement atteint par les eaux à l'approche de la pleine mer (Annexe B – Figures 153 et 154). Il est de même à Villerville où le niveau atteint 8,47m CMH.

La typologie fluviale du scénario engendre des niveaux inférieurs aux niveaux centennaux et décennaux sur la majorité aval de l'estuaire (balise A, Tancarville, Heurteauville). A Rouen, le niveau maximal approche le niveau décennal ; à Elbeuf le niveau décennal est largement dépassé ainsi que le niveau centennal.

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif D

RAPPORT FINAL V1

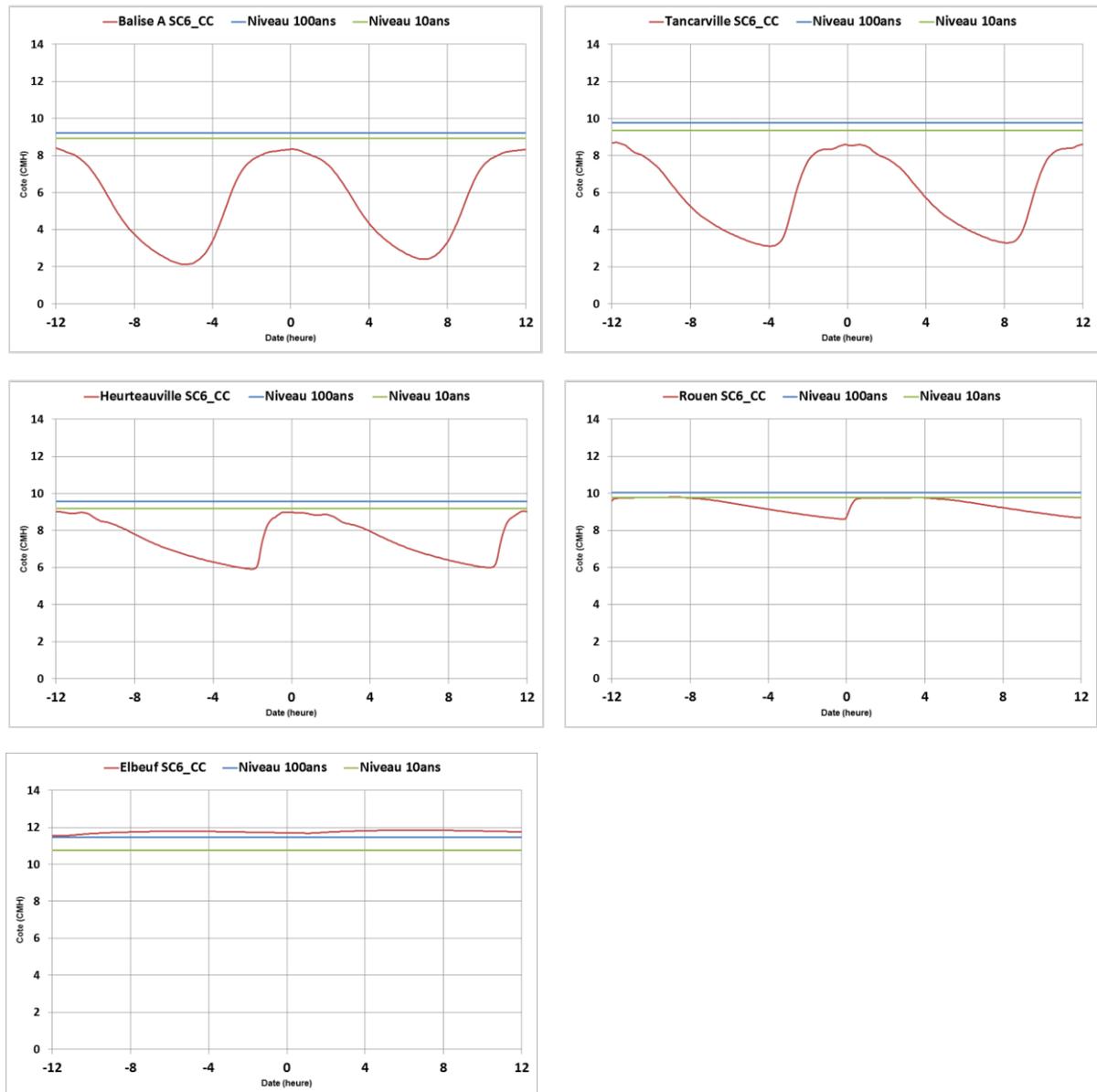


Fig. 10. Evolution du niveau en fonction du temps au cours du scénario 6 en différents marégraphes – Niveaux de référence de période de retour 10 ans et 100 ans issus des analyses statistiques des niveaux observés

Les tableaux ci-après mettent en évidence les secteurs où il y a débordement. La délimitation de ces secteurs est basée sur l'étude des enjeux de l'objectif B. Ces tableaux sont à en mettre en relation avec les Figures 34 à 38 de Annexe C.

Les zones de débordements et les volumes mis en jeu sont élevés sur la partie amont de l'estuaire : de Poses à Saint Etienne du Rouvray (PK235) en rive gauche et de Pitres à Les Authieux sur le Port (PK 231) en rive droite. La boucle de Criquebeuf sur Seine en rive gauche est la plus touchée (60 millions de m³ transitant au maximum localement sur l'ensemble de la simulation) ; en rive droite, ce sont les boucles d'Igoville et la partie amont de la boucle de Saint Aubin les Elbeuf (50 millions de m³ transitant au maximum localement sur l'ensemble de la simulation).

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif D

RAPPORT FINAL V1

Le reste de l'estuaire est beaucoup moins impacté ; des zones de débordements apparaissent localement avec des faibles volumes échangés à l'exception de la boucle de Sahurs (PK 260 à 265) où les volumes sont légèrement plus soutenus.

Tabl. 15 - Mise en évidence des zones de débordements en rive gauche – Scénario 6

Rive gauche			
N°	Secteur endigué	Limites en PK	Événement : Scénario 6 « fluvial extrême » - élévation niveau marin – pas de murets
1	Boucle de Criquebeuf-sur-Seine	205 à 217	Débordements importants sur tout le linéaire
2	Boucle d'Oissel	222 à 229	Débordement important sur tout le linéaire en particulier à Orival (PK 223).
3	Boucle de St-Etienne-du-Rouvray	230 à 242	Débordement sur tout le linéaire notamment à Oissel.
4	Boucle de Quevilly	243 à 253	Très léger débordement sur tout le linéaire.
5	Boucle de Grand Couronne	254 à 260	Pas de débordement.
6	Boucle de Beaulieu	265 à 271	Léger débordement localement.
7	Boucle d'Anneville-Ambourville	272 à 288	Très léger débordement localement.
8	Boucle du marais de la Harelle	295 à 303	Très léger débordement localement.
9	Boucle de St-Nicolas-de-Bliquetuit	303 à 319	Léger débordement localement.
10	Boucle de Quillebeuf-sur-Seine	330 à 342	Pas de débordement.
22	Ile Lacroix	241 à 242	Très léger débordement.

Tabl. 16 - Mise en évidence des zones de débordements en rive droite – Scénario 6

Rive droite			
N°	Secteur endigué	Limites en PK	Événement : Scénario 6 « fluvial extrême » - élévation niveau marin – pas de murets
11	Boucle d'Igoville	205 à 211	Débordements sur tout le linéaire, plus importants à Sotteville sous le Val (PK210).
12	Boucle de Saint Aubin Les Elbeuf	211 à 231	Débordement sur tout le linéaire en particulier à Freneuse/Sotteville sous le val (PK 211-212) et Cleon (PK 223).
13	Secteur du Port St-Ouen	232 à 233	Pas de données
14	Boucle d'Amfreville-la-Mi-Voie	235 à 240	Très léger débordement localement.
15	Boucle de Rouen	241 à 247	Très léger débordement localement.
16	Boucle de Sahurs	251 à 275	Débordement sur tout le linéaire. Débordement plus important au niveau de Saint Pierre de Maneville (PK 263-264) et Hénouville.
17	Secteur de Duclair	278 à 280	Pas de données
18	Boucle de Jumièges	284 à 297	Très léger débordement sur tout le linéaire.
19	Boucle du Trait	300 à 308	Léger débordement localement (Le Trait et Saint Wandrille le Rancon).
20	Boucle de Caudebec	308 à 314	Pas de données
21	Boucle de Notre-Dame-de-Gravenchon	314 à 338	Très léger débordement à La Cerlangue.

4. CONCLUSIONS

Les scénarios d'exploitation établis suite au processus de concertation et en comité de pilotage (Objectif B) sont rappelés dans le Tabl. 17 - . Les niveaux d'eau maximaux atteints en différents points de l'estuaire (Elbeuf, Rouen, Heurteauville, Tancarville, Balise A) y sont rappelés pour chaque scénario.

Tous les scénarios ont été réalisés dans les mêmes conditions que ce soit pour la prise en compte des données de forçage ou l'analyse.

Les données d'entrée sont pour chaque scénario : une chronique de débit, la prédiction de marée, une chronique de vent, l'ajout éventuel d'un « résidu maritime », l'imposition de l'élévation du niveau marin (+60cm) pour les scénarios avec changement climatique (CC).

Pour chaque scénario, les résultats sont présentés sous forme d'évolution temporelle du niveau d'eau en différents points le long de l'estuaire et à l'embouchure, de lignes d'eau des niveaux maximaux et de volumes échangés entre le lit mineur et le lit majeur. Il est rappelé que le modèle, dans son état actuel, ne peut pas être utilisé pour caractériser les zones inondables du lit majeur.

La Fig. 11 représente les lignes d'eau pour les scénarios 1, 2 et 3 qui considèrent la présence des murets anti-inondation. La Fig. 12 représente les lignes d'eau pour les scénarios 4, 5 et 6 qui considèrent la présence de l'élévation du niveau marin et l'absence des murets anti-inondation. Nous retrouvons bien les caractéristiques de chaque type d'événement à savoir :

- Une ligne d'eau qui décroît de l'amont vers l'aval avec une pente très marquée à l'amont, signe d'un événement engendré par une crue et qui impacte les niveaux amont, pour le scénario 6 (événement fluvial) ;
- Un événement de type maritime (scénario 1) engendré par le vent et une forte marée qui a un impact plutôt sur les niveaux à l'aval de l'estuaire (point d'inflexion entre Mesnil-sous-Jumièges et Heurteauville) avec gonflement de la ligne d'eau aux alentours de Tancarville. ;
- Des événements de type fluvio-maritime (scénario 2, 3, 4 et 5), liés à un débit important et à une tempête (vent, forte marée), qui impactent tout l'estuaire avec des niveaux plus faibles à l'amont de Rouen qu'un événement fluvial et des niveaux plus faibles à l'aval globalement qu'un événement maritime. Selon l'occurrence d'apparition des forçages en entrée et donc leur intensité (débit centennal, décennal, annuel – forte ou faible marée – surcote annuelle, décennale, centennale), le point d'inflexion de la ligne d'eau évolue spatialement (entre Mesnil-sous-Jumièges et Caudebec). La non prise en compte des murets modifie également la dynamique des écoulements et donc la ligne d'eau (scénario 5). De même, l'élévation du niveau marin de +60cm à l'entrée de l'estuaire induit une augmentation des niveaux d'eau qui décroît de l'aval vers l'amont, où la différence entre les 2 scénarios (avec et sans élévation du niveau marin) devient faible. La dynamique des écoulements est également modifiée.
- Il est intéressant de noter qu'une combinaison de forçage ayant une période de retour élevée (débit et surcote d'occurrence centennale) n'engendre pas des niveaux extrêmes (Tabl. 17 -) de période de retour millénale mais des niveaux compris entre les niveaux décennaux et centennaux suivant la zone de l'estuaire (amont, aval ou milieu de l'estuaire). De même, des forçages décennaux (débit et surcote) engendrent des niveaux inférieurs au niveau d'eau centennal. Une surcote centennale associée à un débit annuel (scénario maritime) induit des niveaux centennaux uniquement à l'aval de l'estuaire alors qu'un scénario fluvial (pas de surcote et débit > 100ans) engendre des niveaux supérieurs au niveau centennal uniquement à l'amont de l'estuaire (amont de Rouen).

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif D

RAPPORT FINAL V1

Tabl. 17 - Récapitulatif des scénarios étudiés et niveaux d'eau maximaux associés (m CMH) en certains points de l'estuaire

Scénario			Conditions					Niveau max atteint				
N°	Typologie	Evenement	Débit (Tps de retour)	Marée (Coeff.)	Surcote (Tps de retour)	Niveau marin (Élévation)	Murets (Présence)	Balise A	Tancarville	Heurteauville	Rouen	Elbeuf
SC1	Maritime	Théorique	1 (1450 m3/s à Poses)	fort (coeff. 106 : 8,12m)	100 (1,32m)	0	oui	9,50	9,76	9,48	9,93	10,30
SC2	Fluvio-maritime	Théorique	10 (2230 m3/s à Poses)	moyen/fort (coeff. 95 : 7,81m)	10 (1,04m)	0	oui	8,19	8,57	8,96	9,70	10,89
SC3	Fluviale + Maritime	Théorique	100 (2623 m3/s à Poses)	fort (coeff. 116 : 8,18m)	100 (1,32m)	0	oui	9,52	9,56	9,49	10,04	11,58
SC4	Fluviale + Maritime	Théorique	100 (2623 m3/s à Poses)	fort (coeff. 116 : 8,18m)	20 (1,12m)	0	non	9,32	9,48	9,40	9,98	11,41
SC4_CC	Fluviale + Maritime	Théorique	100 (2623 m3/s à Poses)	fort (coeff. 116 : 8,18m)	20 (1,12m)	+60cm	non	9,91	9,90	9,68	10,20	11,54
SC5	Fluvio-maritime	Conditions tempête 25/12/1999	1 (1407 m3/s à Poses)	fort (coeff. 106 : 8,12m)	2 (0,72m)	0	non	8,86	9,09	9,12	9,59	10,13
SC5_CC	Fluvio-maritime	Conditions tempête 25/12/1999	1 (1407 m3/s à Poses)	fort (coeff. 106 : 8,12m)	2 (0,72m)	+60cm	non	9,46	9,56	9,36	9,77	10,29
SC6	Fluviale	Conditions crue 29/01/1910	>100 (3000m3/s à Poses)	moyen (coeff. 78 : 7,55m)	(0m)	0	non	7,72	8,05	8,48	9,52	11,73
SC6_CC	Fluviale	Conditions crue 29/01/1910	>100 (3000m3/s à Poses)	moyen (coeff. 78 : 7,55m)	(0m)	+60cm	non	8,34	8,61	8,99	9,77	11,84

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif D

RAPPORT FINAL V1

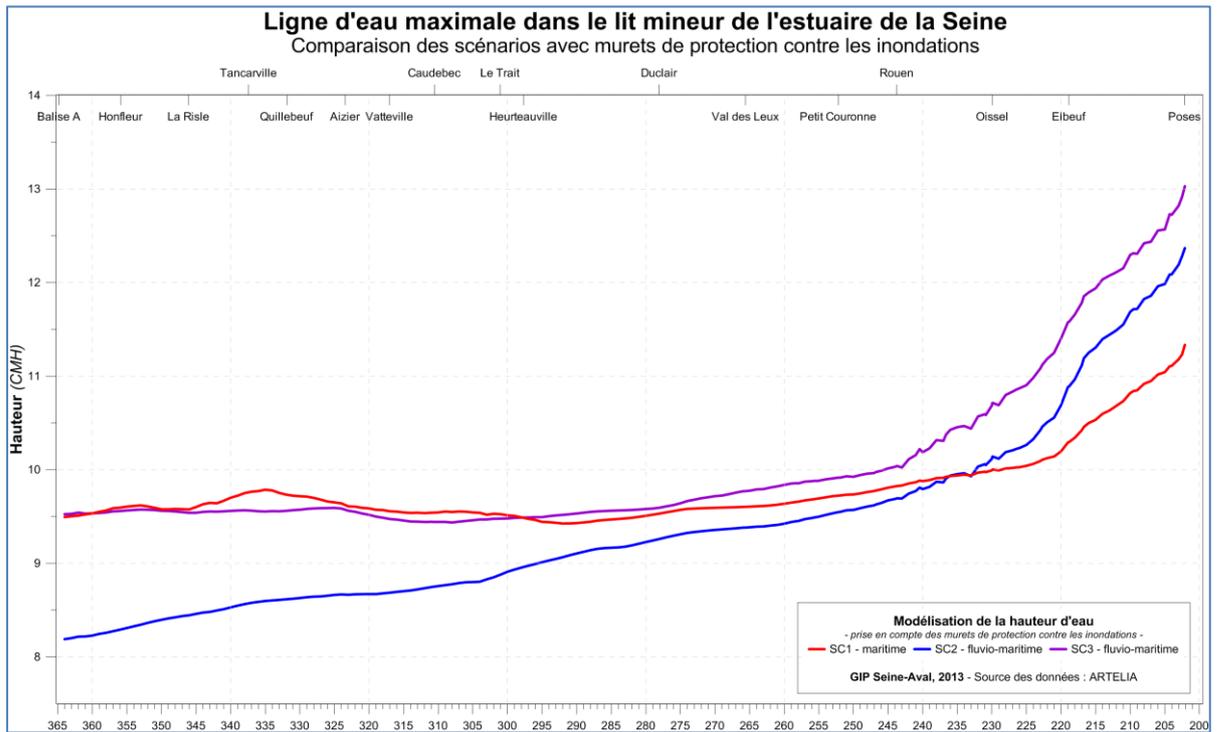


Fig. 11. Lignes d'eau des niveaux max pour les scénarios 1, 2 et 3

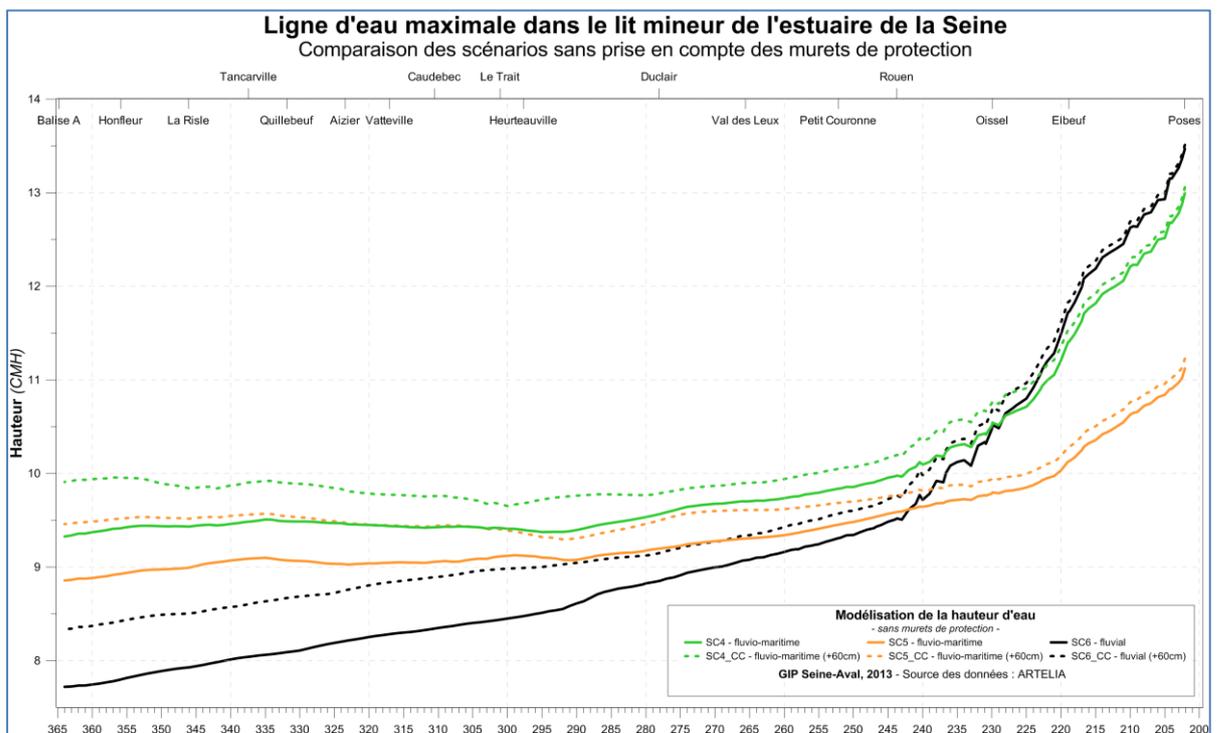


Fig. 12. Lignes d'eau des niveaux max pour les scénarios 4, 5 et 6

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif D

RAPPORT FINAL V1

Concernant les zones de débordement (Fig. 13 et Fig. 14), la boucle de Sahurs est impactée pour tous les scénarios. L'amont de l'estuaire (boucle d'Igouville, de Saint Aubin les Elbeuf, de Criquebeuf sur Seine, d'Oissel et de Saint Etienne du Rouvray) est impacté pour tous les scénarios où le débit est d'occurrence décennale et centennale (scénarios 2, 3, 4, 6) avec des volumes de débordement qui augmentent avec le débit.

Des zones de débordement apparaissent également dans la boucle du Trait pour tous les scénarios. A l'exception des scénarios 2 (surcote décennale, marée moyenne) et 6 (fluvial), la boucle de Notre Dame de Gravenchon et la zone du Marais Venier sont touchées par des débordements mais de moindres volumes.

Le scénario 4 génère le plus de zones de débordements ; elles sont présentes sur la plupart du linéaire de la Seine avec des volumes non négligeables. Le scénario 6 est le plus impactant sur la partie amont de l'estuaire (amont du PK 230 avec des volumes transitant importants).

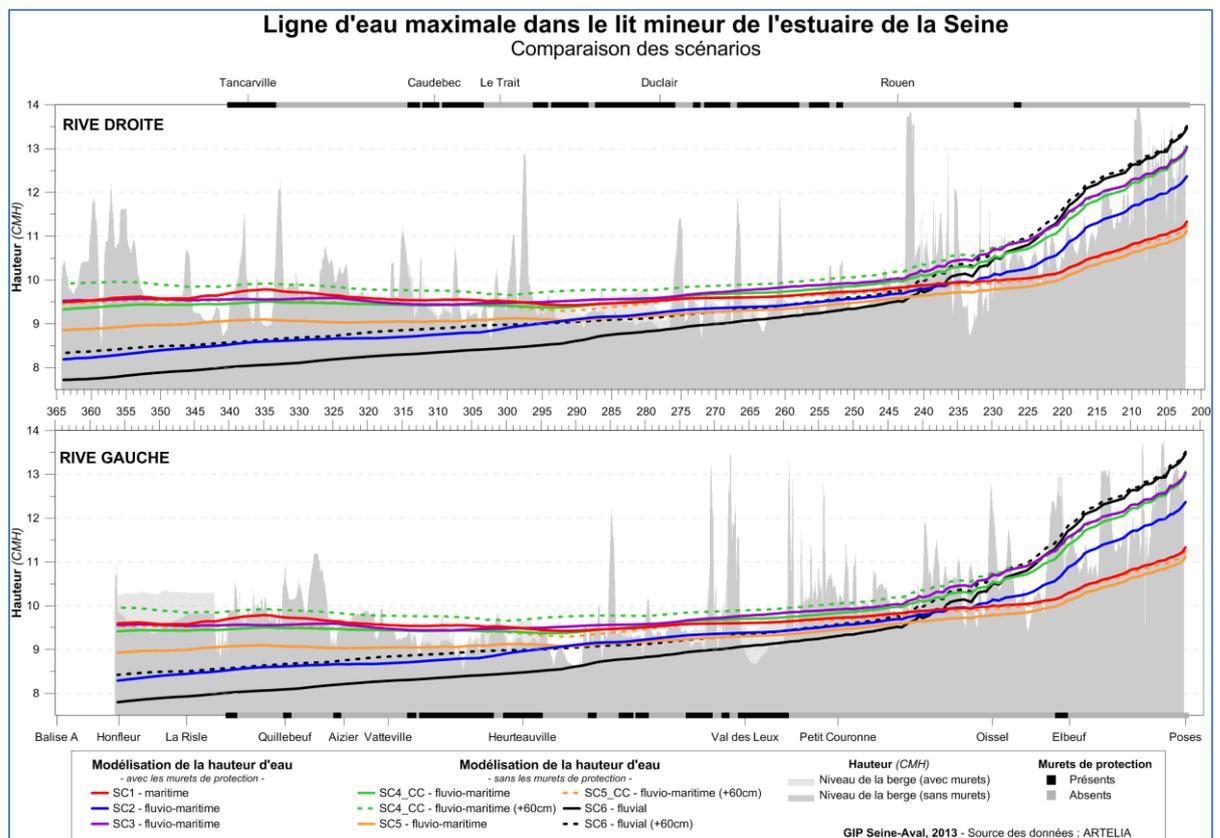


Fig. 13. Lignes d'eau maximales en fonction du niveau des berges

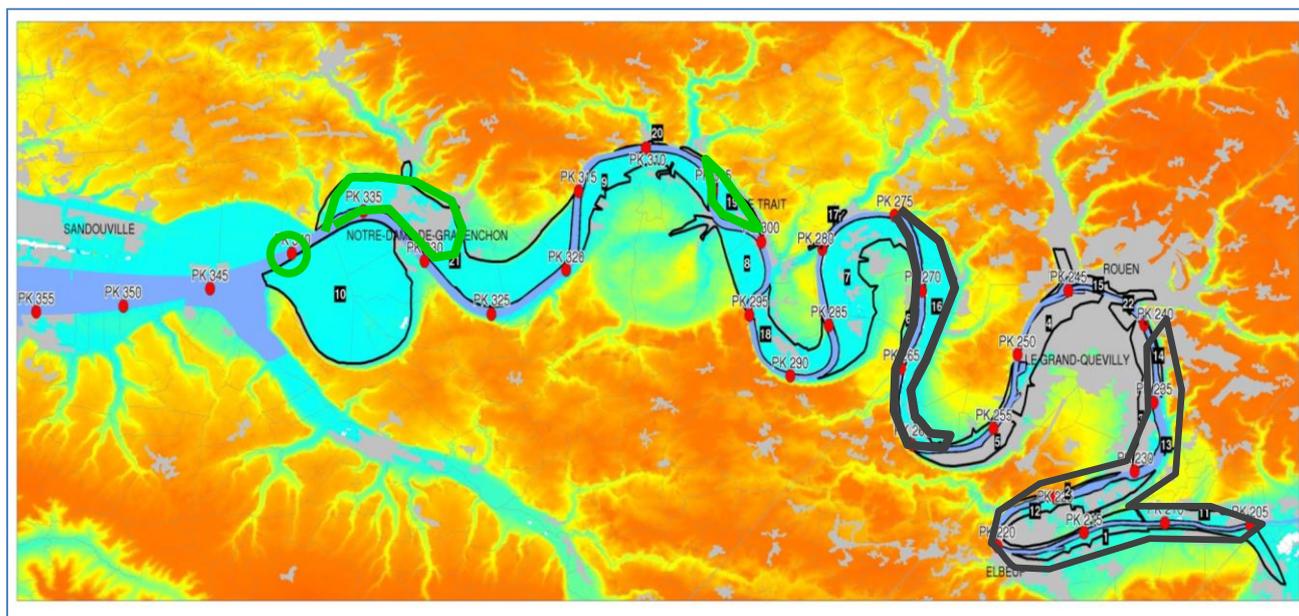


Fig. 14. Localisation des principales zones de débordement (en gris les zones les plus touchées en terme de fréquence des débordements ou de volumes mis en jeu – en vert, les zones touchées moins fréquemment ou par des volumes moins importants)

Annexe A.

CHRONIQUES DE CALCUL

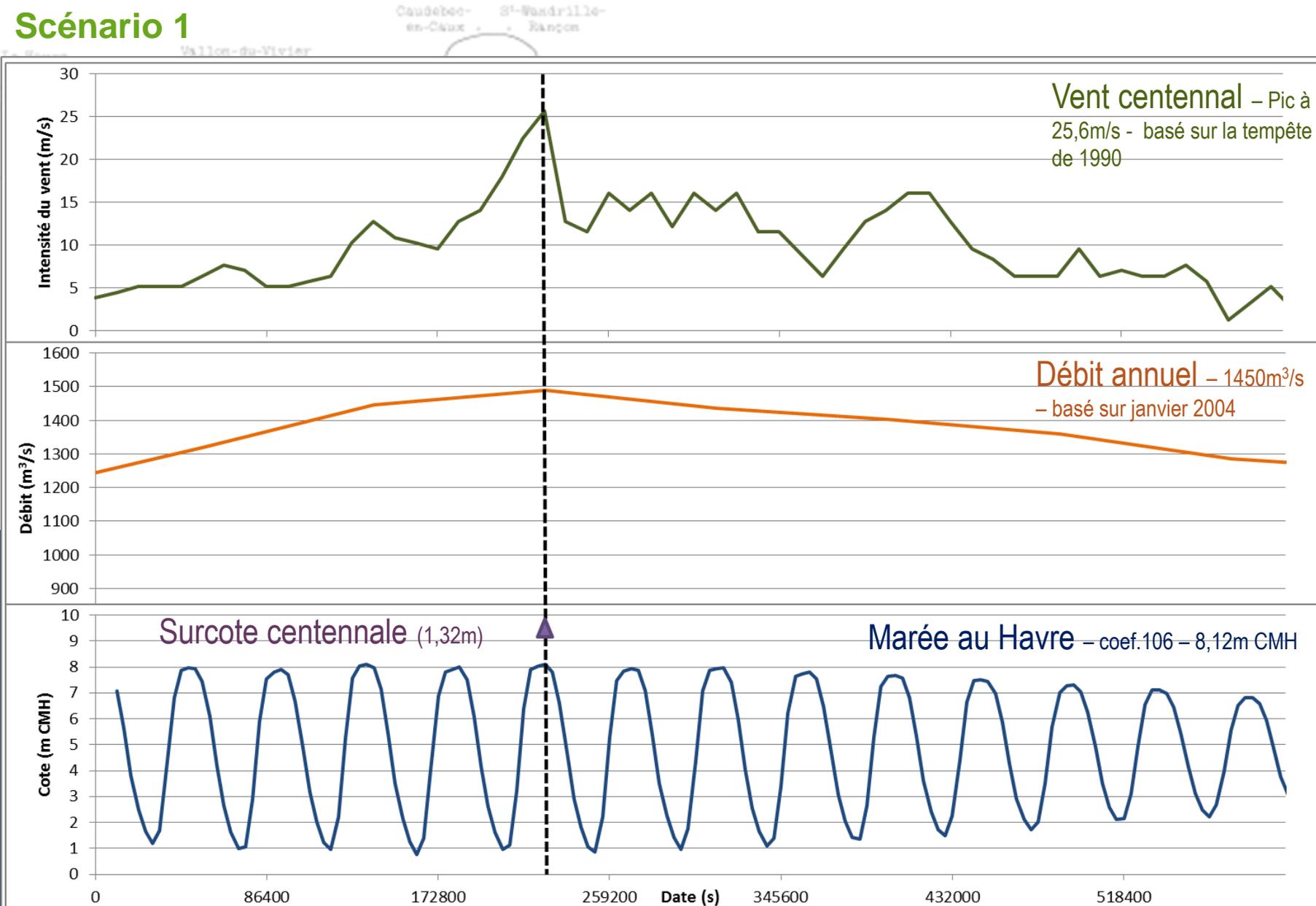


GROUPEMENT D'INTERET PUBLIC SEINE AVAL

Modélisation de l'estuaire de la Seine

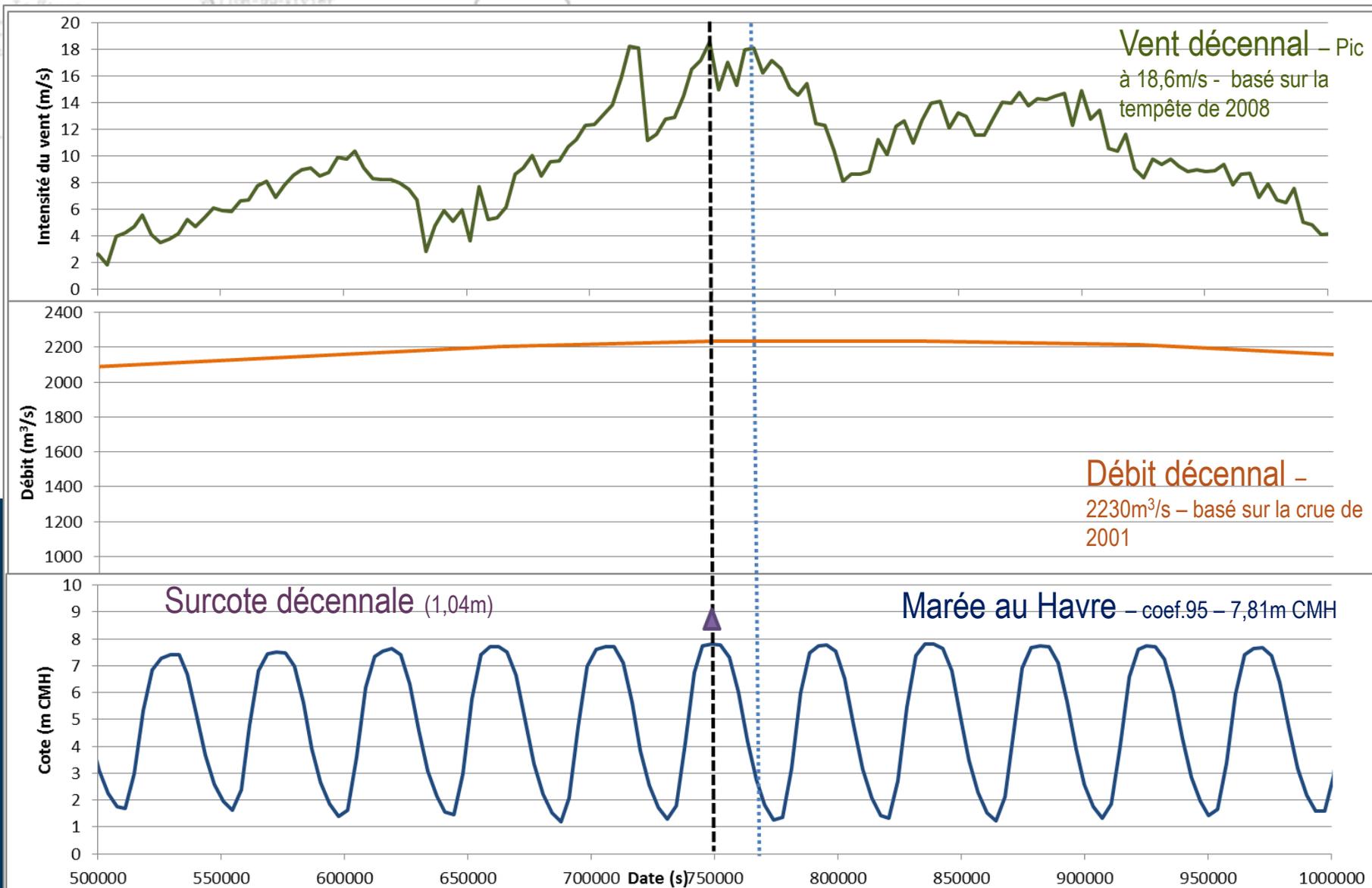
Chroniques

Scénario 1

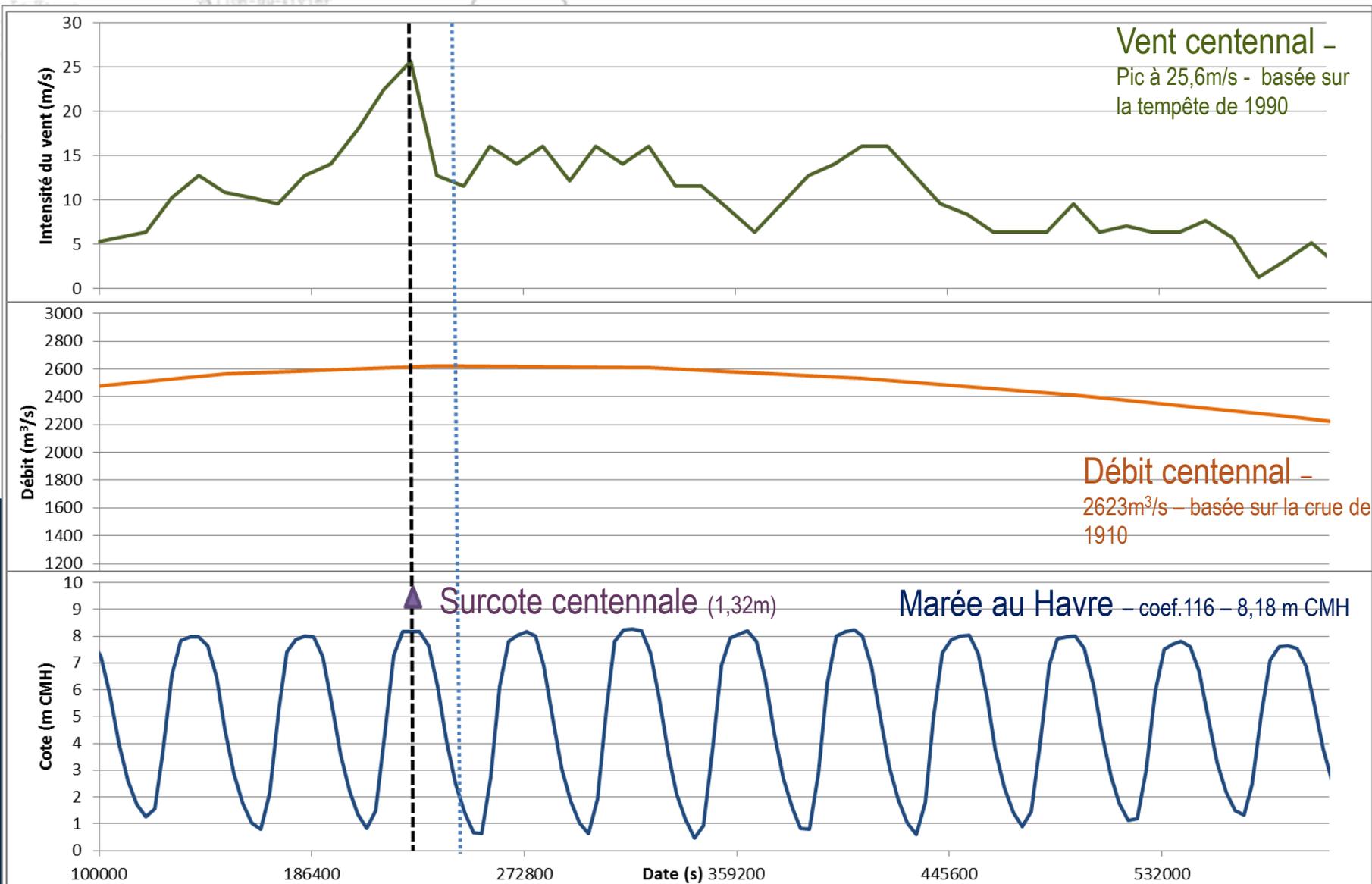


Scénario 2

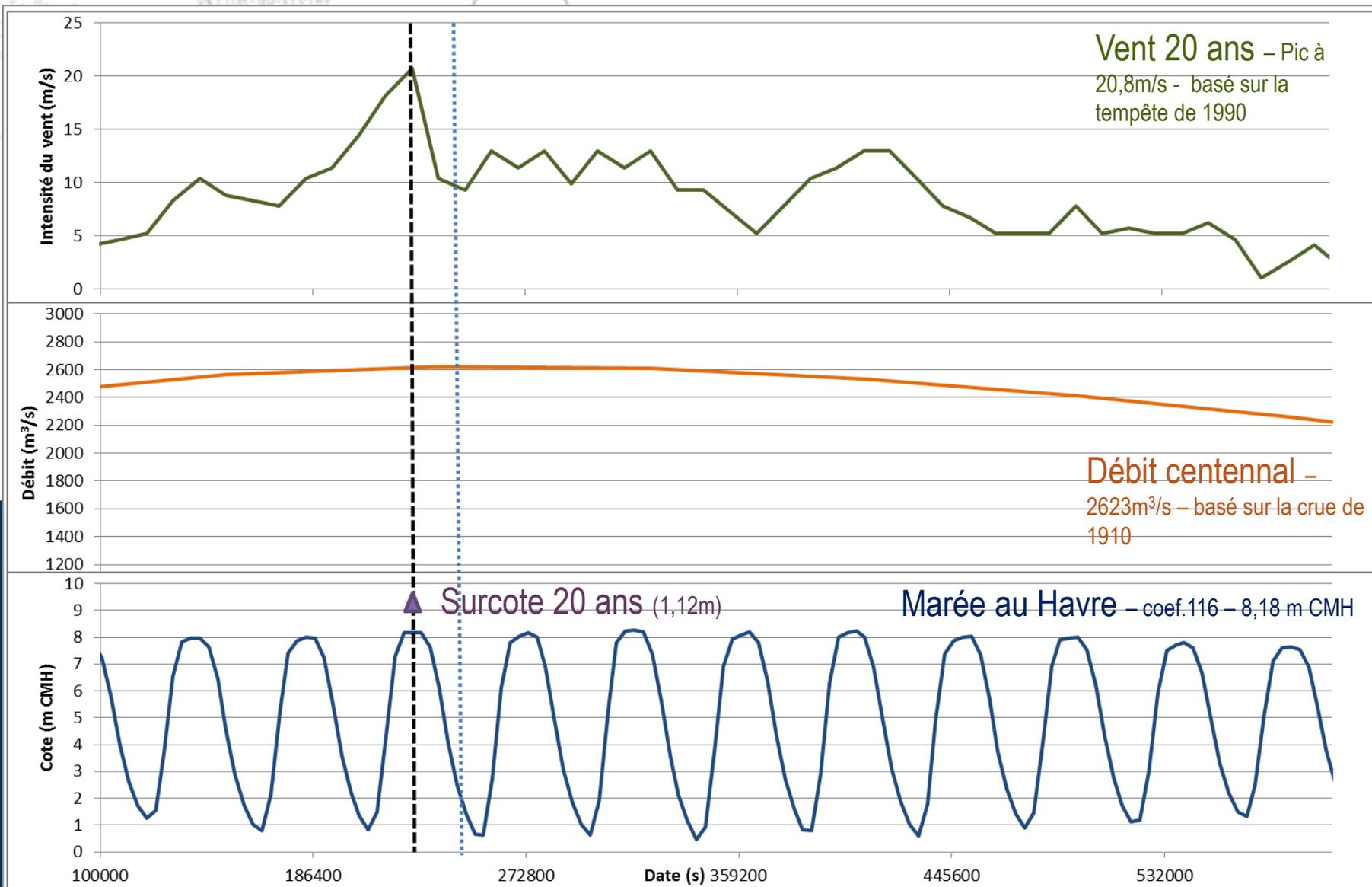
Caudebec-en-Caux
St-Wandrille-Rançon



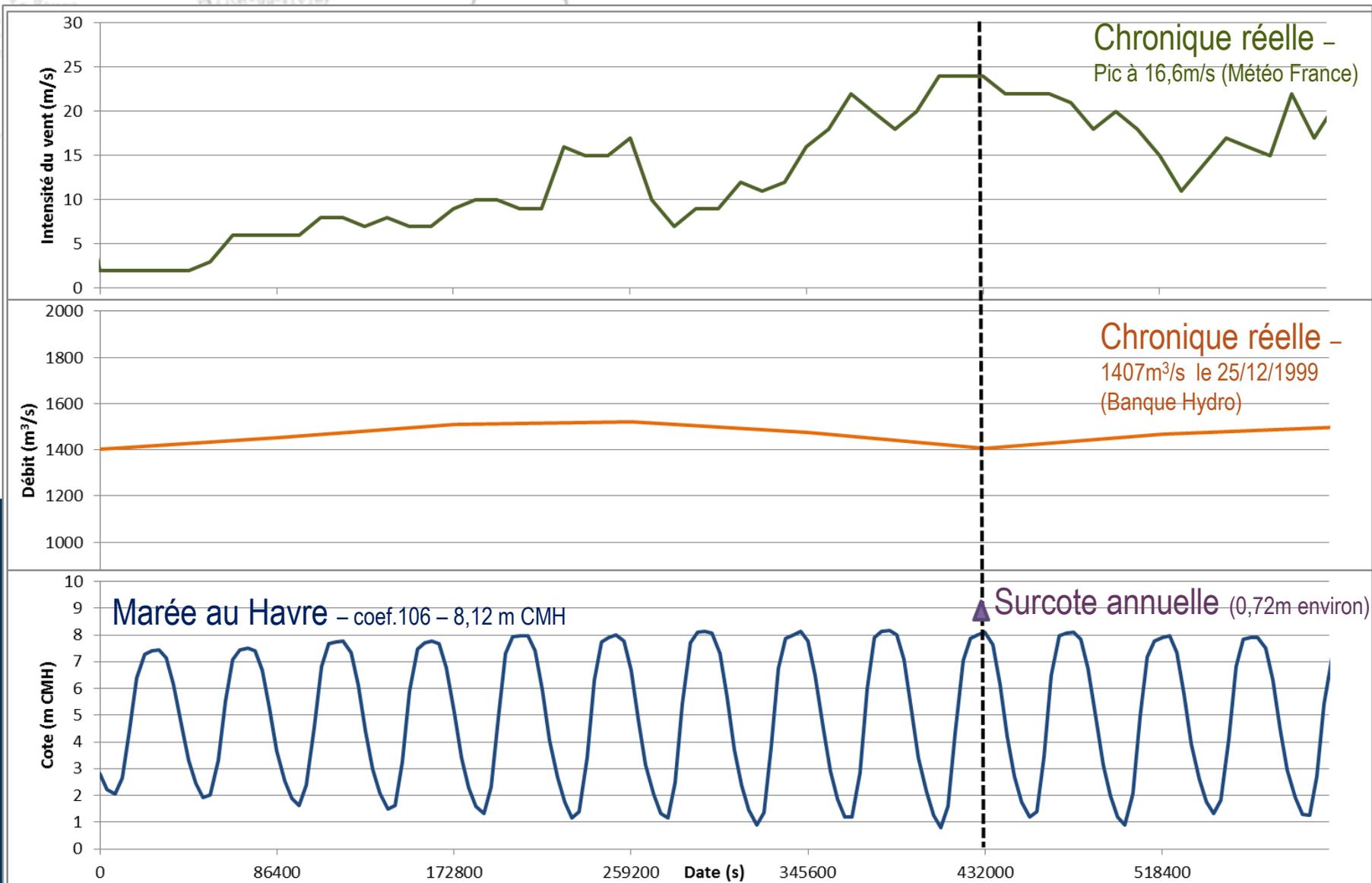
Scénario 3



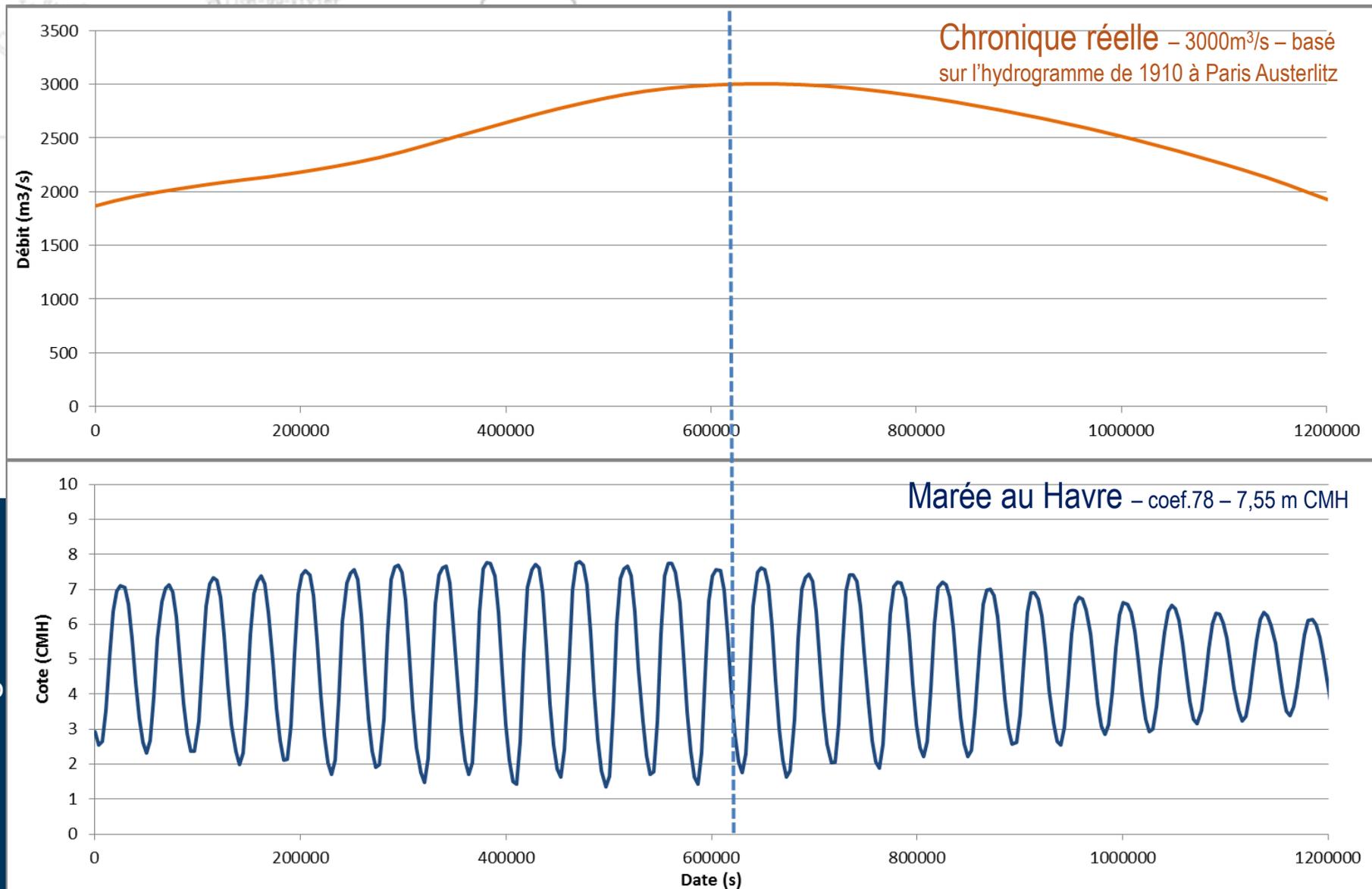
Scénario 4



Scénario 5 – événement type 1999



Scénario 6 – événement type 1910



Annexe B.

RESULTATS D'EXPLOITATION



GROUPEMENT D'INTERET PUBLIC SEINE AVAL

Modèle numérique bidimensionnel de l'estuaire de la Seine

Résultats d'exploitation

Scénarii d'exploitation



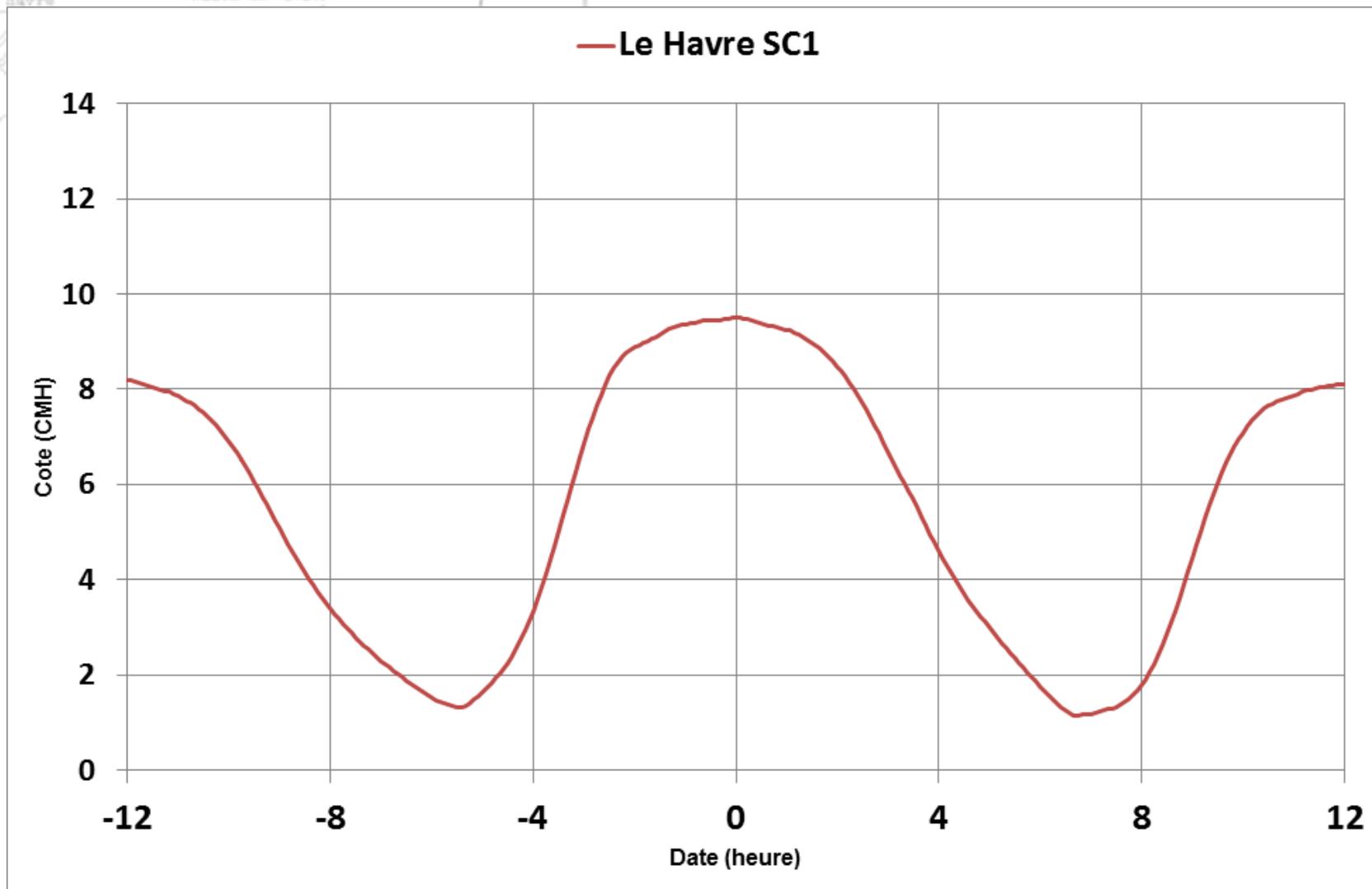
Scénario			Conditions					Niveau max atteint				
N°	Typologie	Evenement	Débit (Tps de retour)	Marée (Coeff.)	Surcote (Tps de retour)	Niveau marin (Elévation)	Murets (Présence)	Balise A	Tancarville	Heurteauville	Rouen	Elbeuf
SC1	Maritime	Théorique	1 (1450 m3/s à Poses)	fort (coeff. 106 : 8,12m)	100 (1,32m)	0	oui	9,50	9,76	9,48	9,93	10,30
SC2	Fluvio-maritime	Théorique	10 (2230 m3/s à Poses)	moyen/fort (coeff. 95 : 7,81m)	10 (1,04m)	0	oui	8,19	8,57	8,96	9,70	10,89
SC3	Fluviale + Maritime	Théorique	100 (2623 m3/s à Poses)	fort (coeff. 116 : 8,18m)	100 (1,32m)	0	oui	9,52	9,56	9,49	10,04	11,58
SC4	Fluviale + Maritime	Théorique	100 (2623 m3/s à Poses)	fort (coeff. 116 : 8,18m)	20 (1,12m)	0	non	9,32	9,48	9,40	9,98	11,41
SC4_CC	Fluviale + Maritime	Théorique	100 (2623 m3/s à Poses)	fort (coeff. 116 : 8,18m)	20 (1,12m)	+60cm	non	9,91	9,90	9,68	10,20	11,54
SC5	Fluvio-maritime	Conditions tempête 25/12/1999	1 (1407 m3/s à Poses)	fort (coeff. 106 : 8,12m)	2 (0,72m)	0	non	8,86	9,09	9,12	9,59	10,13
SC5_CC	Fluvio-maritime	Conditions tempête 25/12/1999	1 (1407 m3/s à Poses)	fort (coeff. 106 : 8,12m)	2 (0,72m)	+60cm	non	9,46	9,56	9,36	9,77	10,29
SC6	Fluviale	Conditions crue 29/01/1910	>100 (3000m3/s à Poses)	moyen (coeff. 78 : 7,55m)	(0m)	0	non	7,72	8,05	8,48	9,52	11,73
SC6_CC	Fluviale	Conditions crue 29/01/1910	>100 (3000m3/s à Poses)	moyen (coeff. 78 : 7,55m)	(0m)	+60cm	non	8,34	8,61	8,99	9,77	11,84



Scénario 1

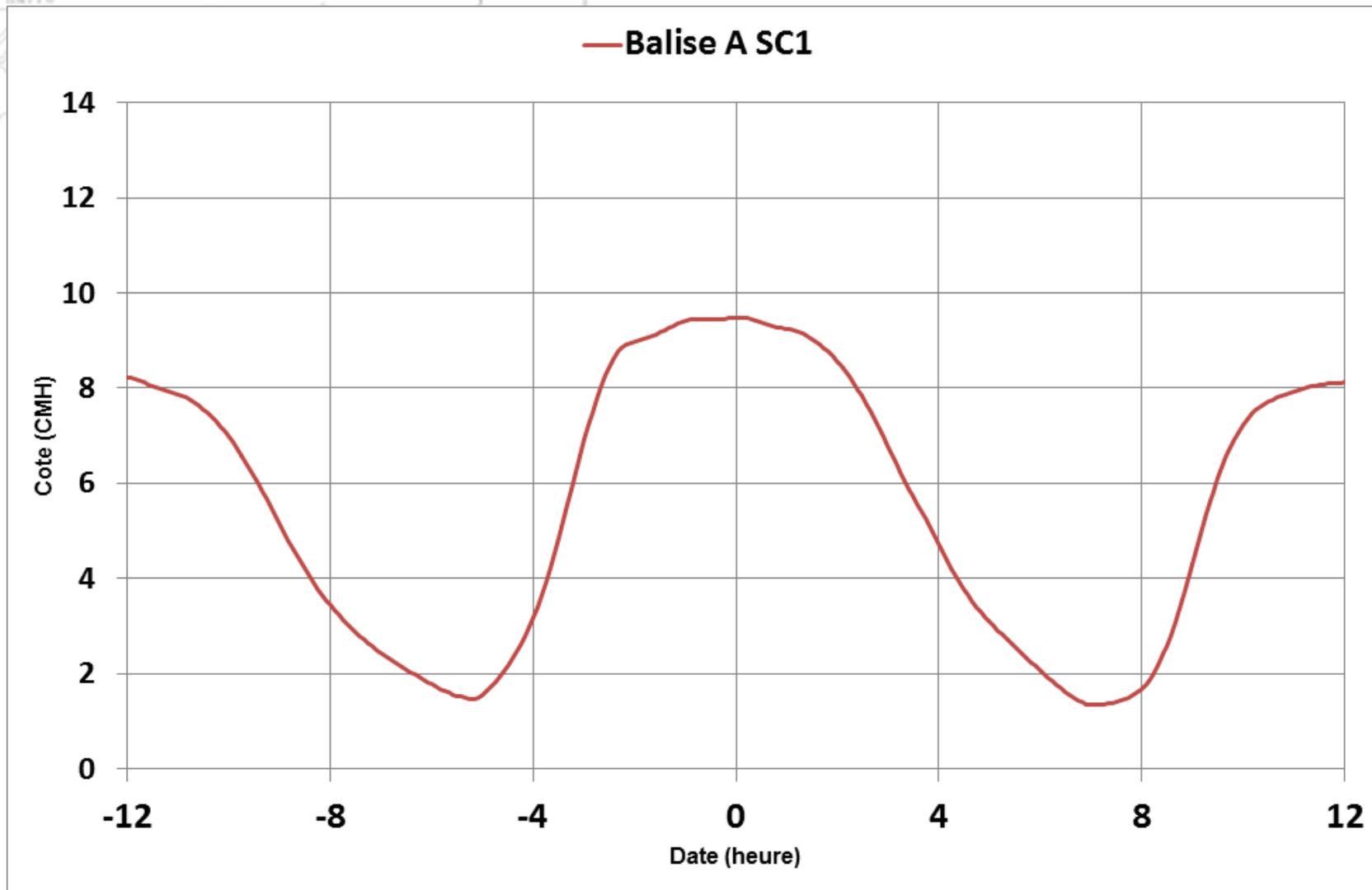
Scénario 1: Le Havre

Caudebec-
en-Caux St-Wandrille-
Rançon



Scénario 1: Balise A

Caudebec-en-Caux
St-Wandrille-Rançon



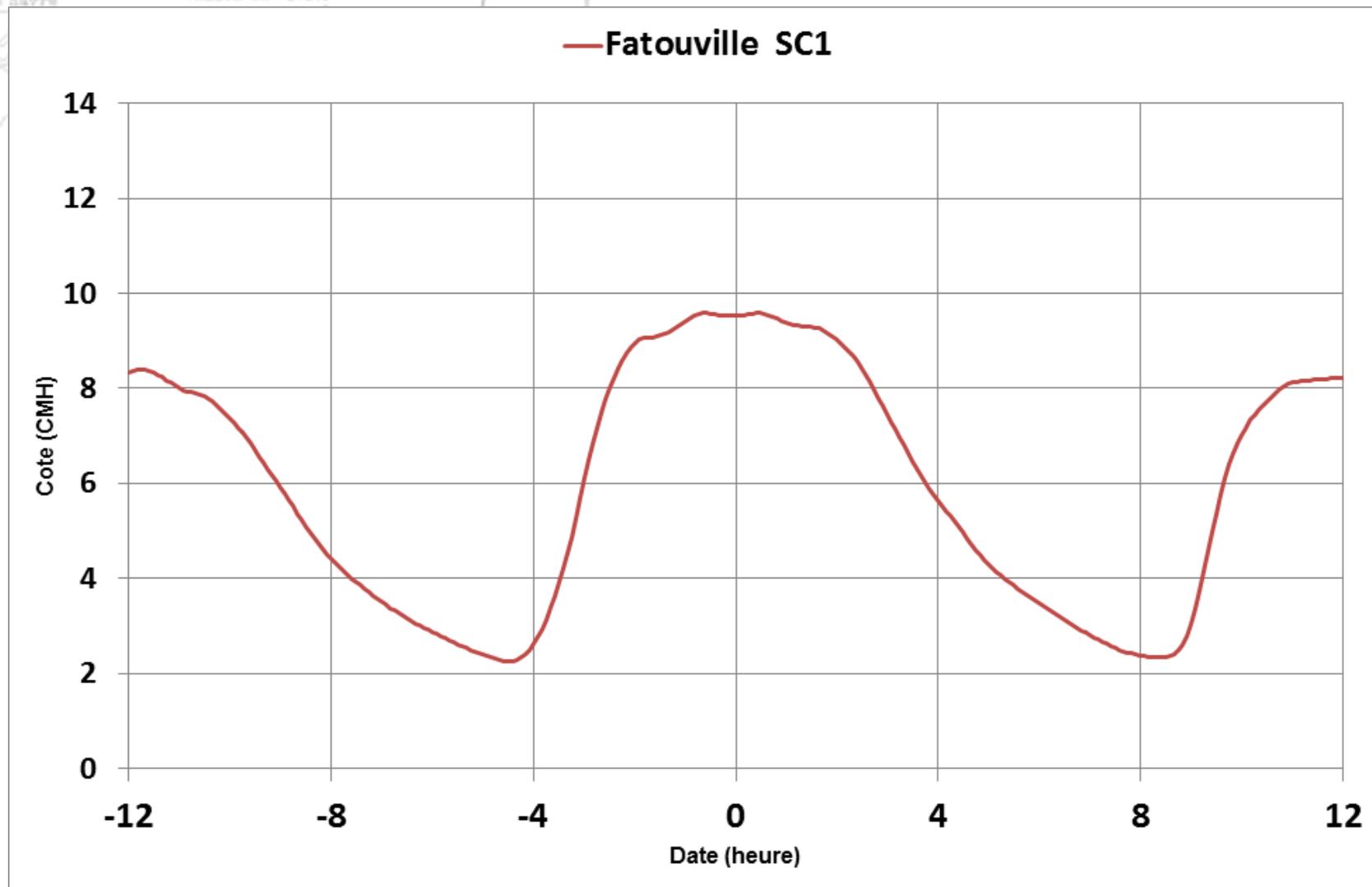
Scénario 1: Honfleur

Caudebec-
en-Caux St-Wandrille-
Rançon



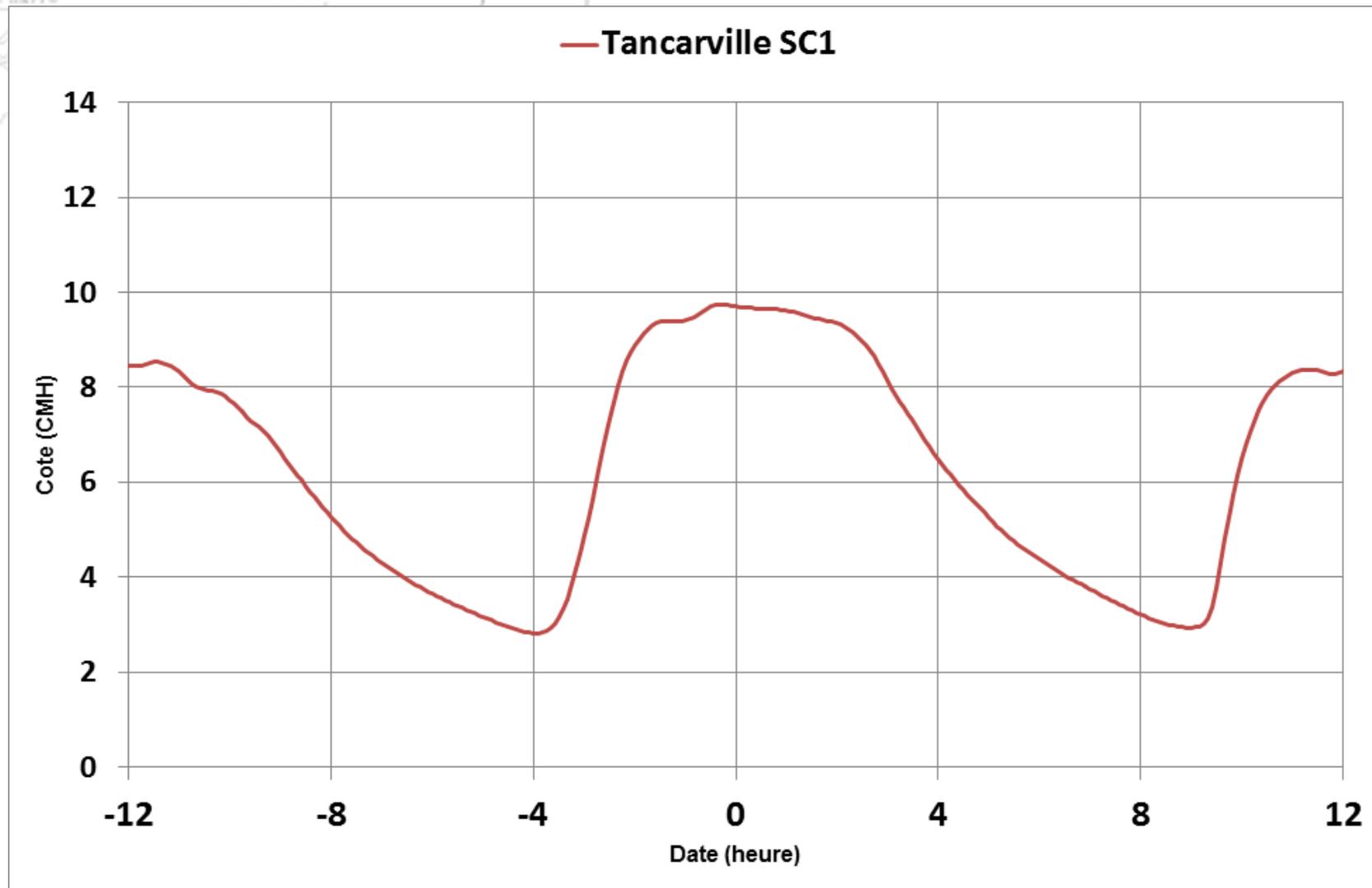
Scénario 1: Fatouville

Caudebec-
en-Caux St-Wandrille-
Rançon



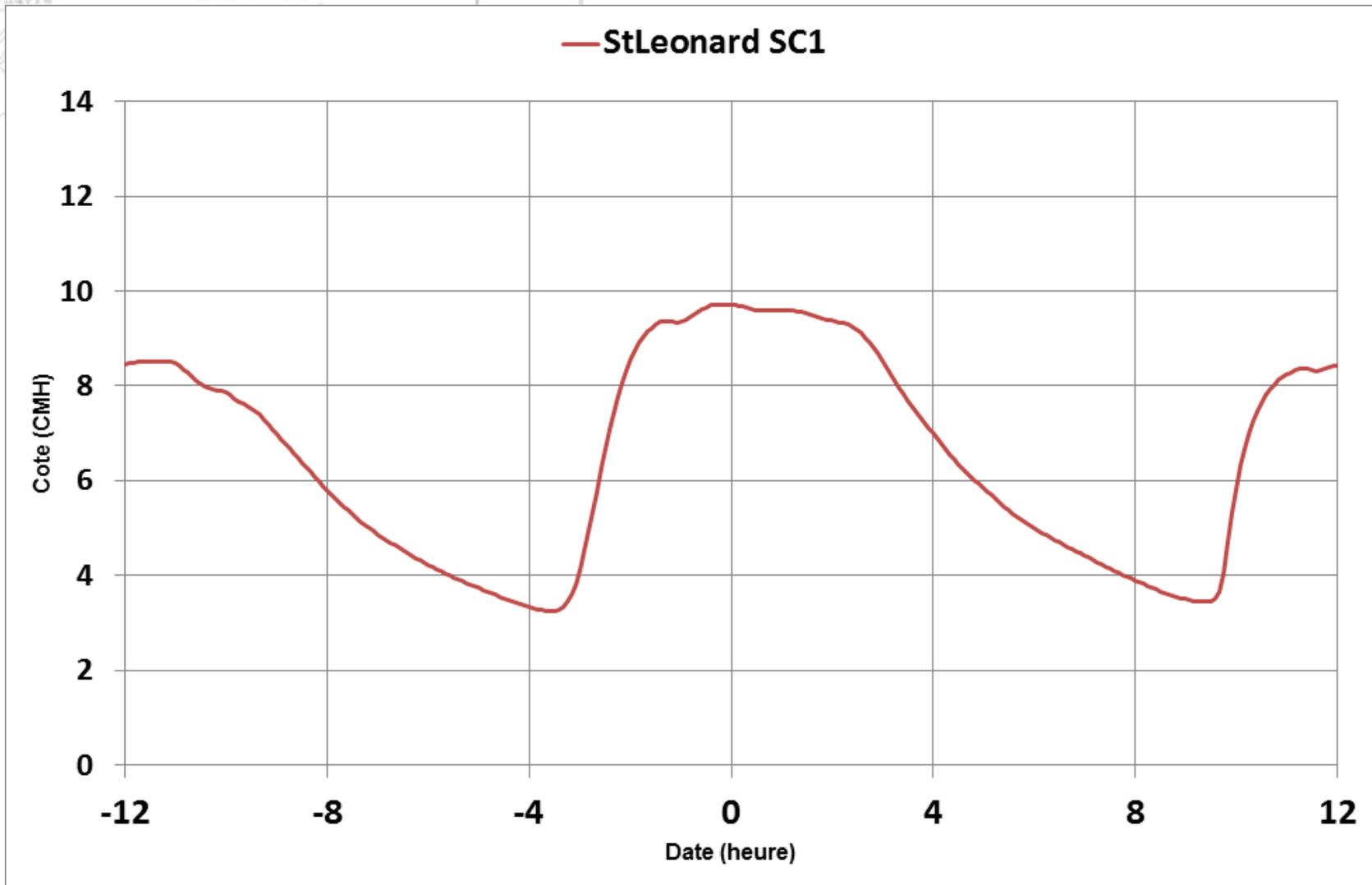
Scénario 1: Tancarville

Caudebec-en-Caux
St-Wandrille-Rançon



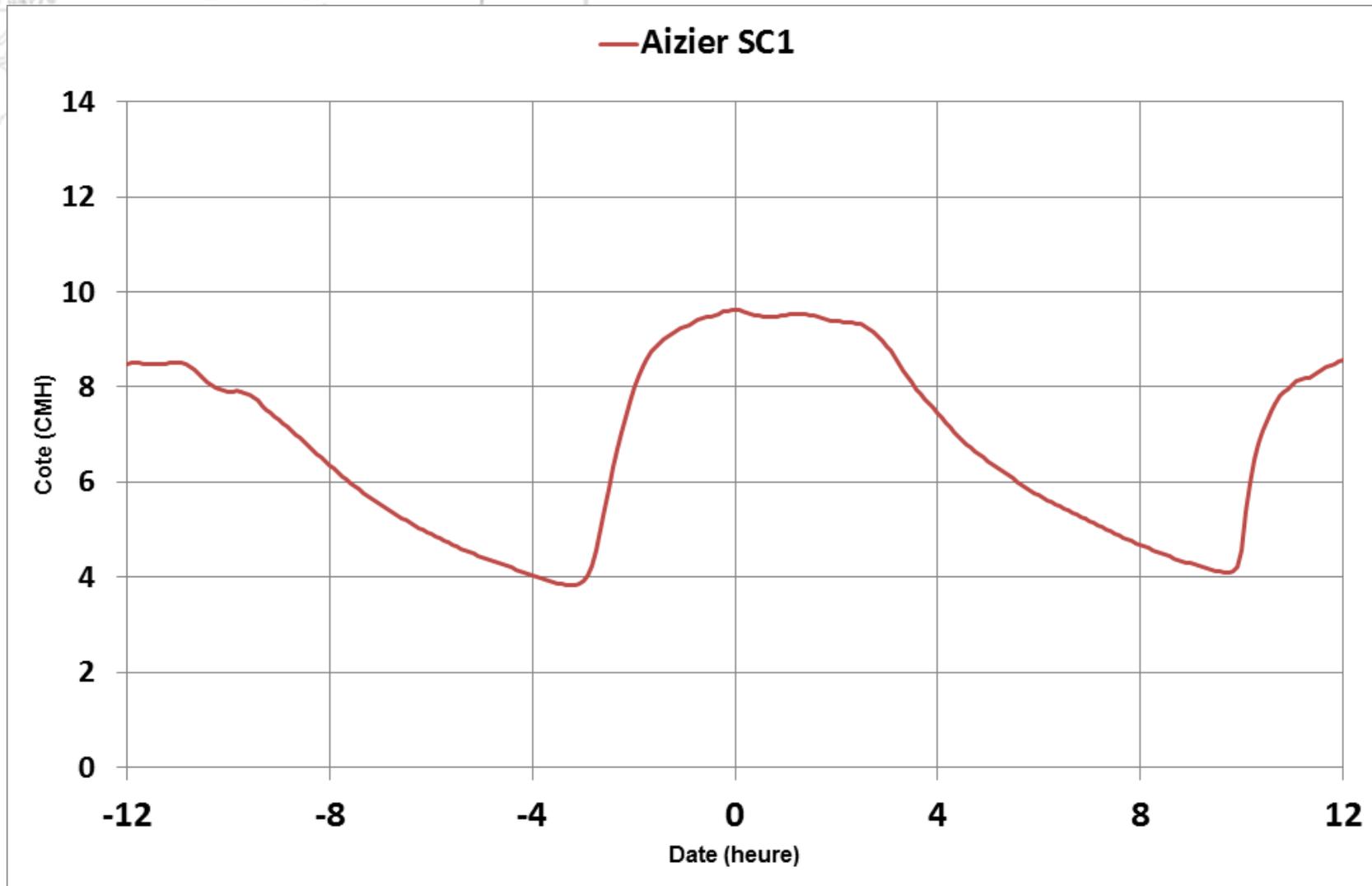
Scénario 1: St Léonard

Caudebec-en-Caux St-Wandrille-Rançon



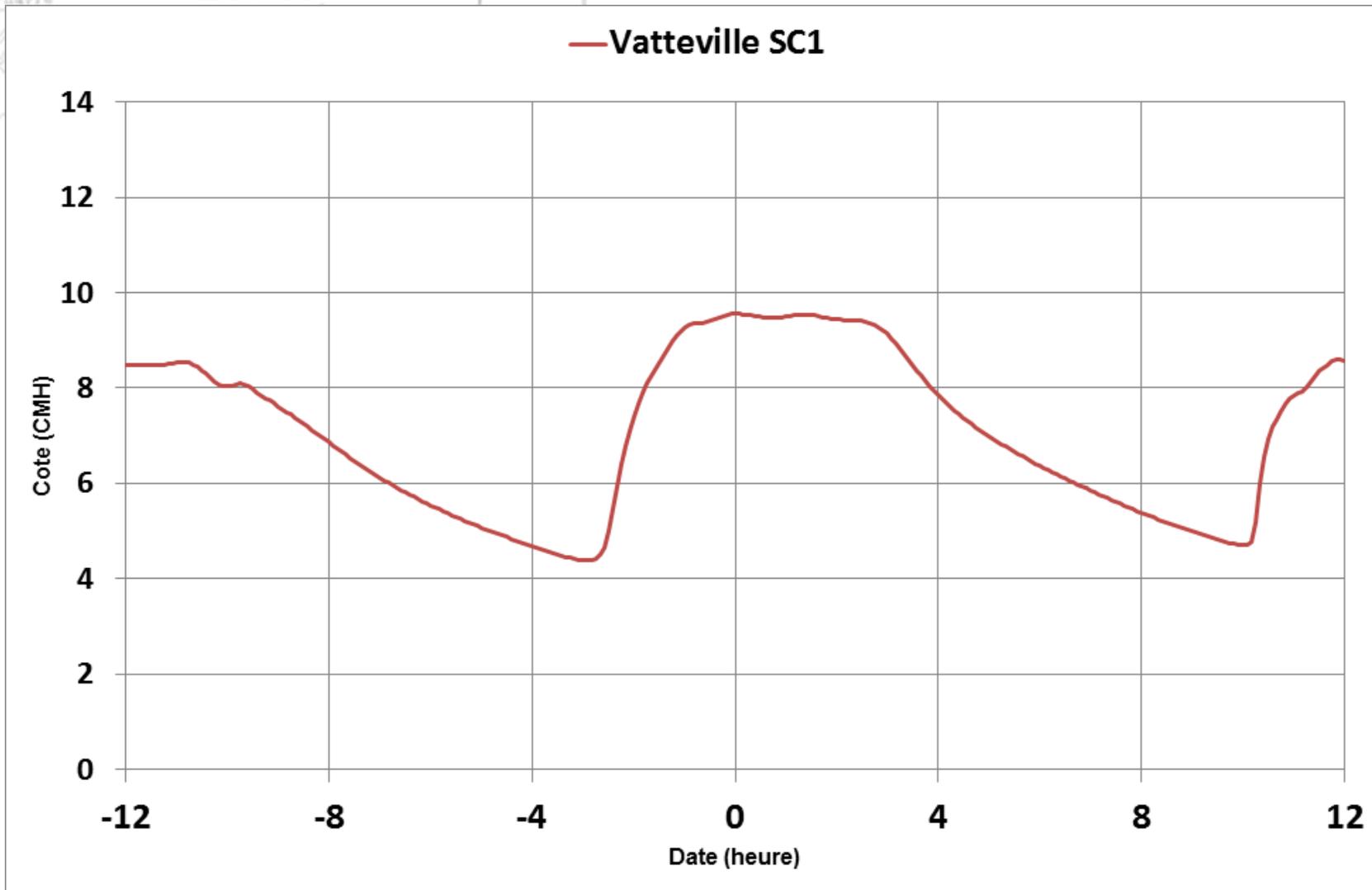
Scénario 1: Aizier

Caudebec-
en-Caux St-Wandrille-
Rançon



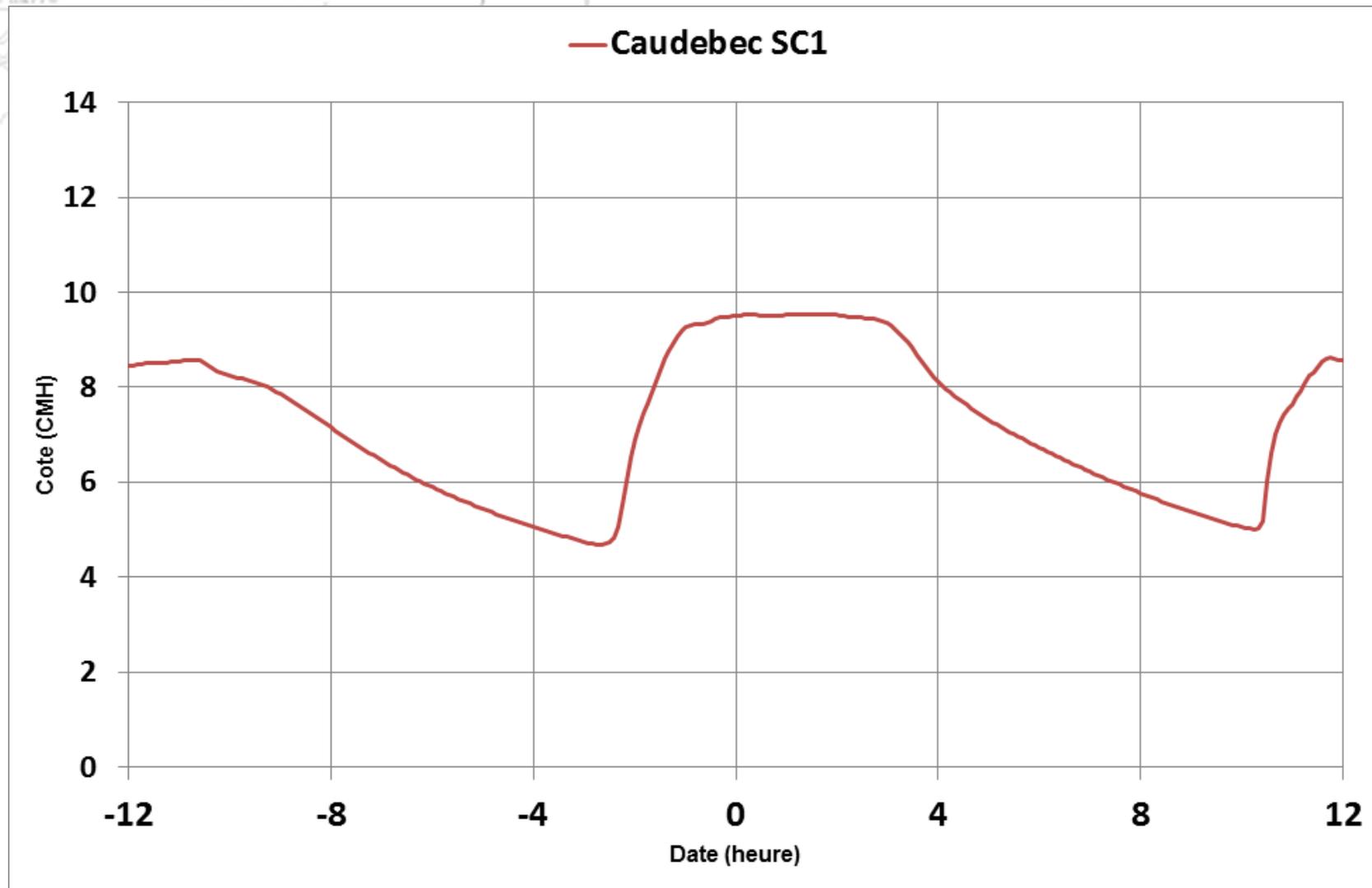
Scénario 1: Vatteville

Caudebec-
en-Caux St-Wandrille-
Rançon

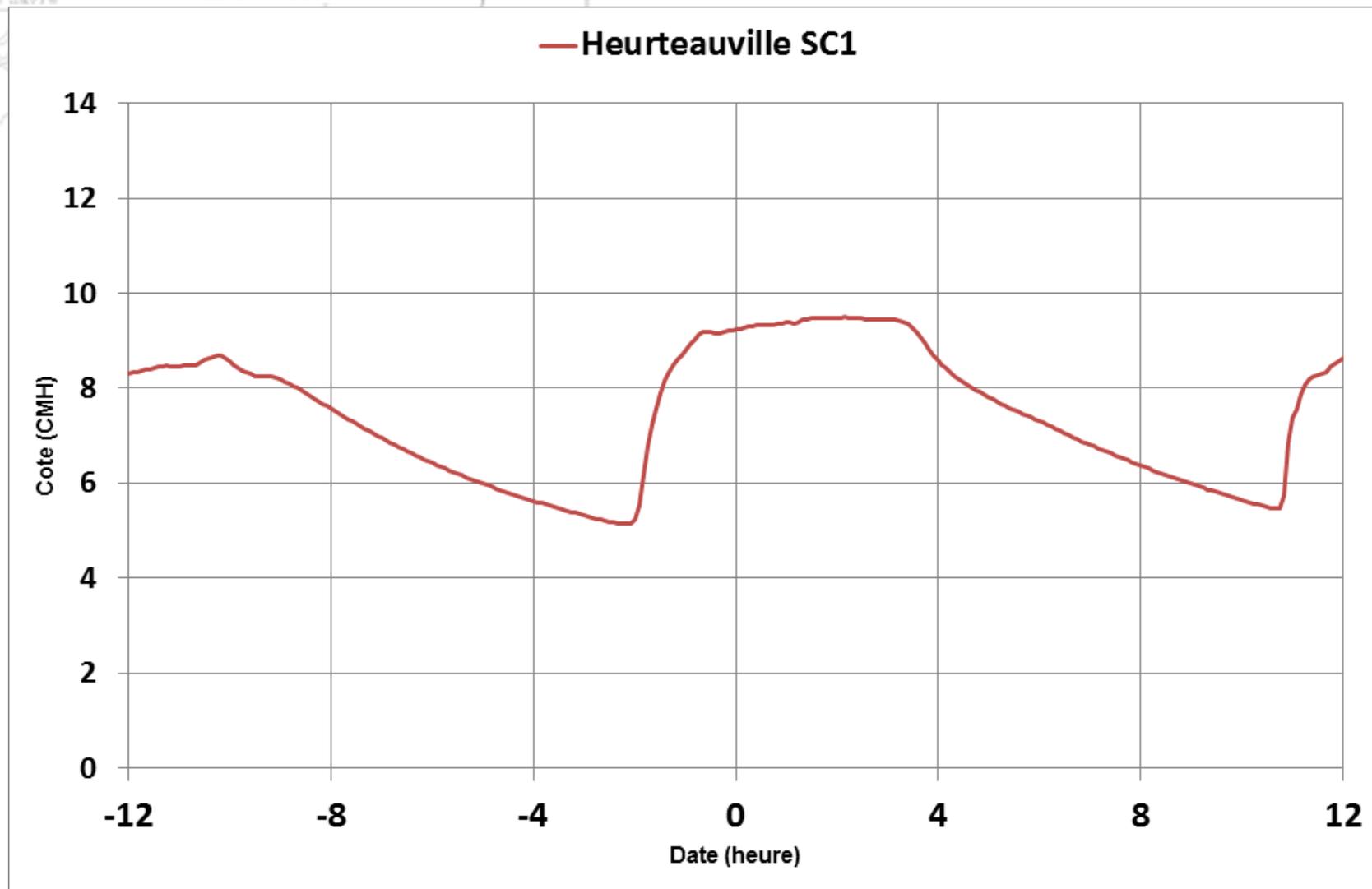


Scénario 1: Caudebec

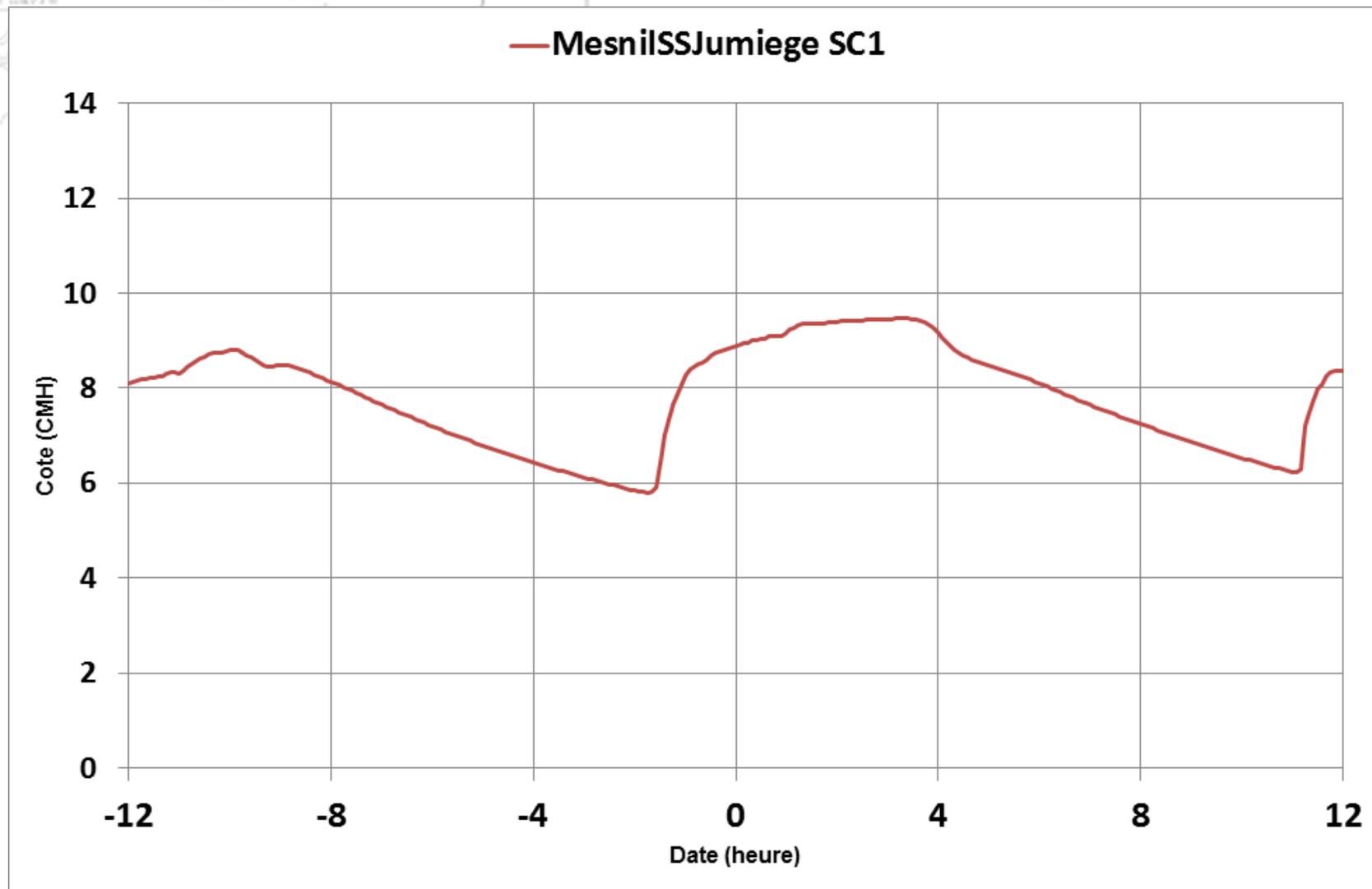
Caudebec-en-Caux St-Wandrille-Rançon



Scénario 1: Heurteauville

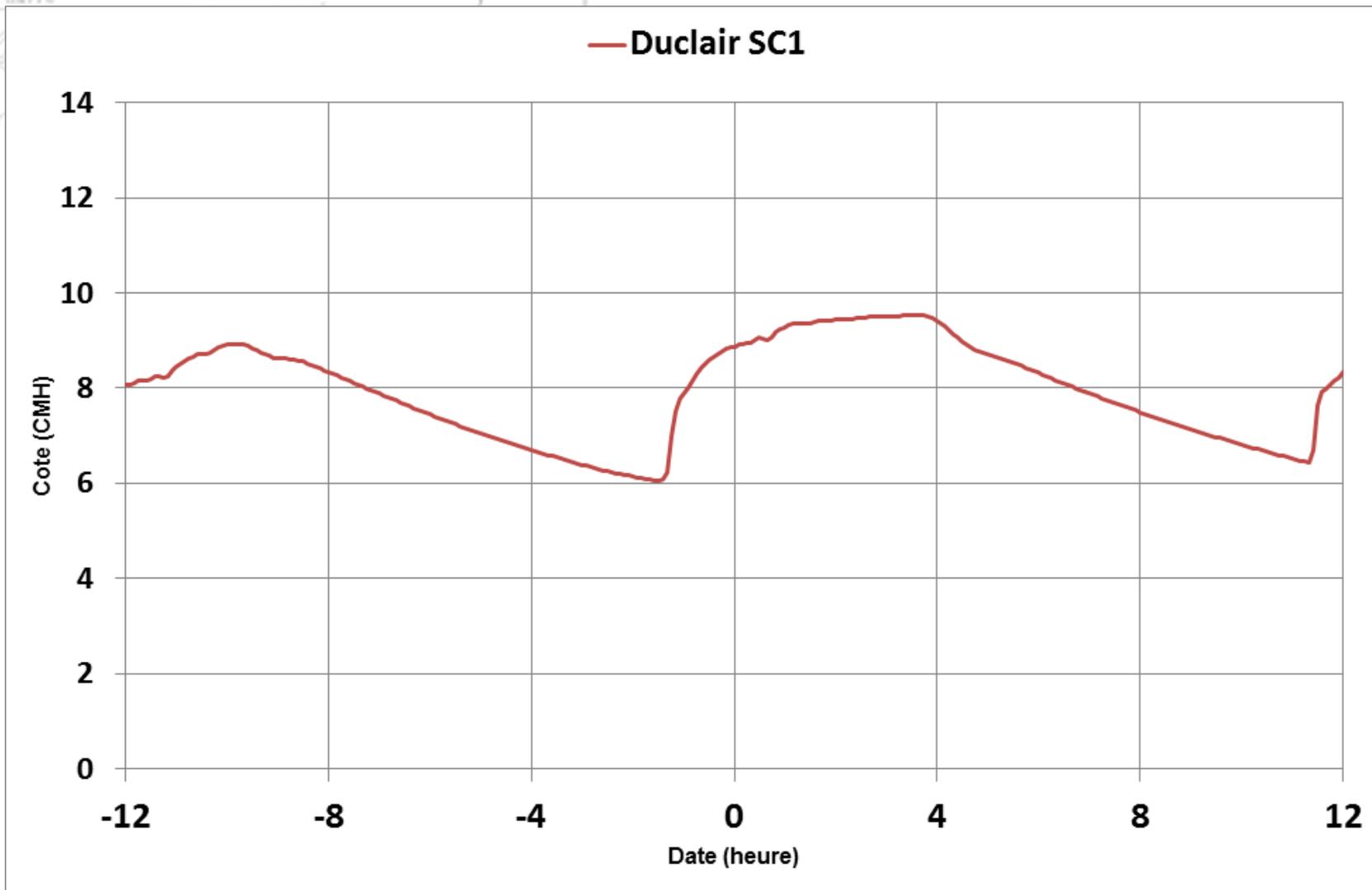


Scénario 1: Mesnil-sous-Jumièges

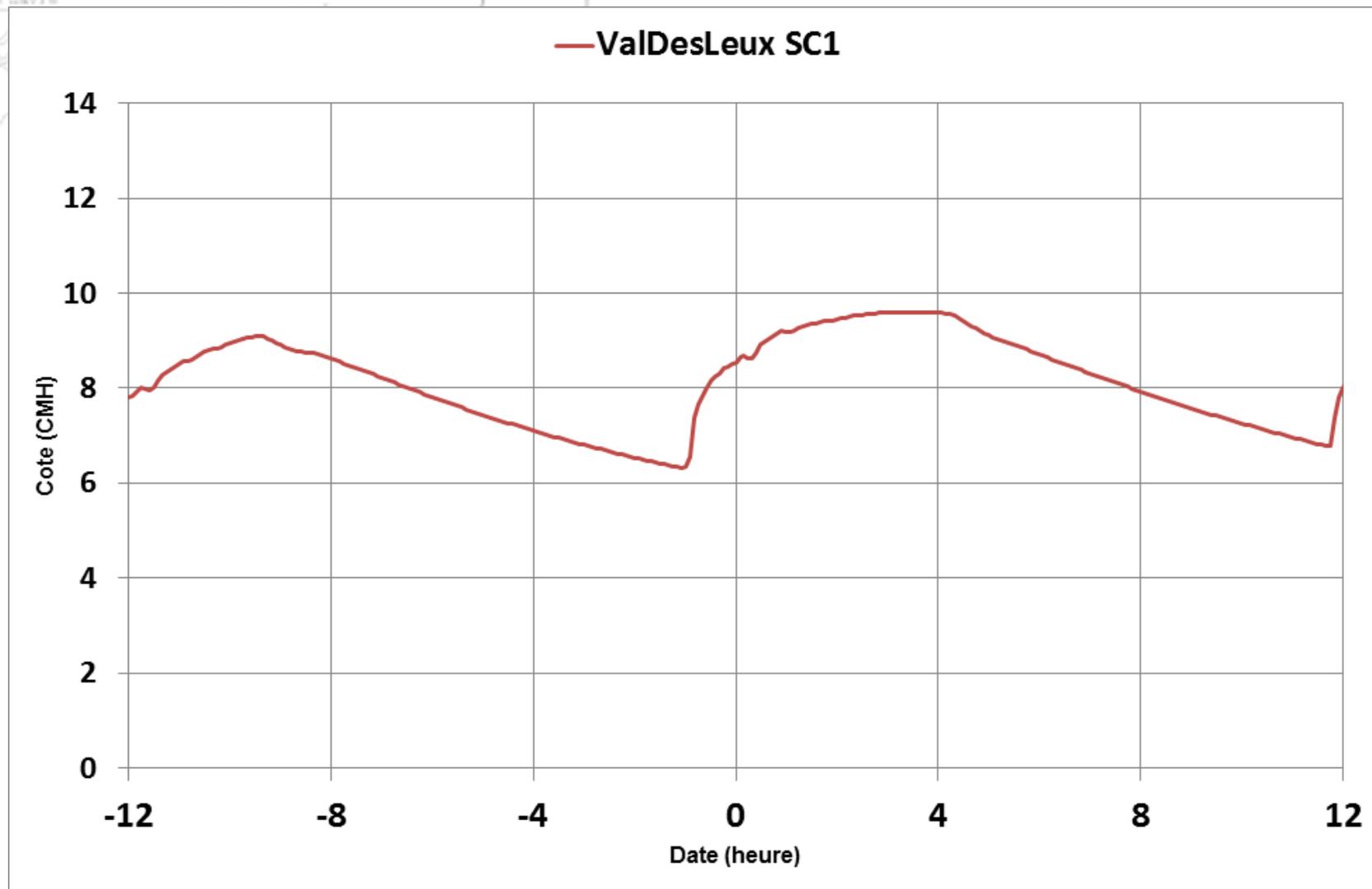


Scénario 1: Duclair

Caudebec-
en-Caux St-Wandrille-
Rançon

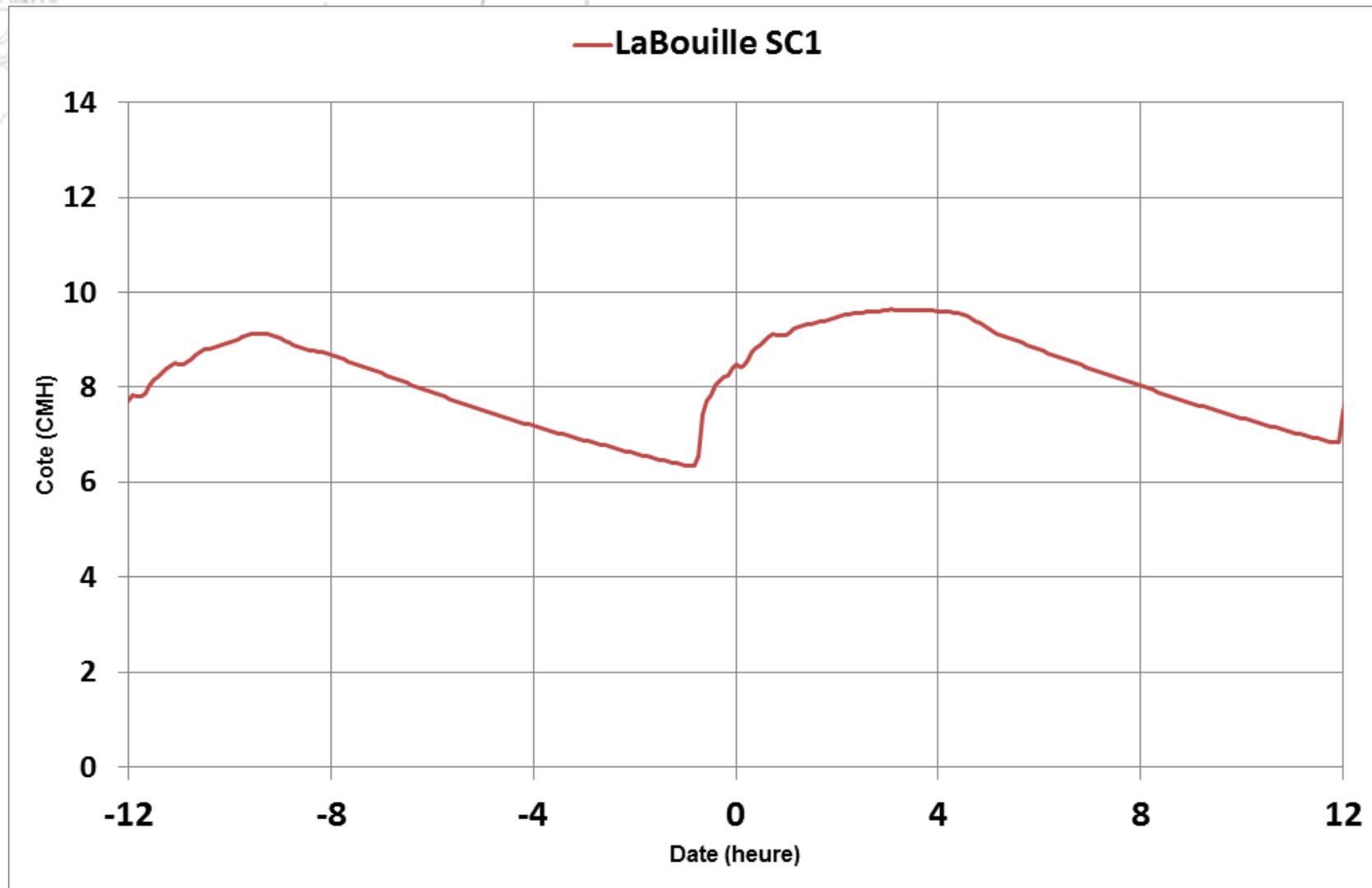


Scénario 1: Val-des-Leux

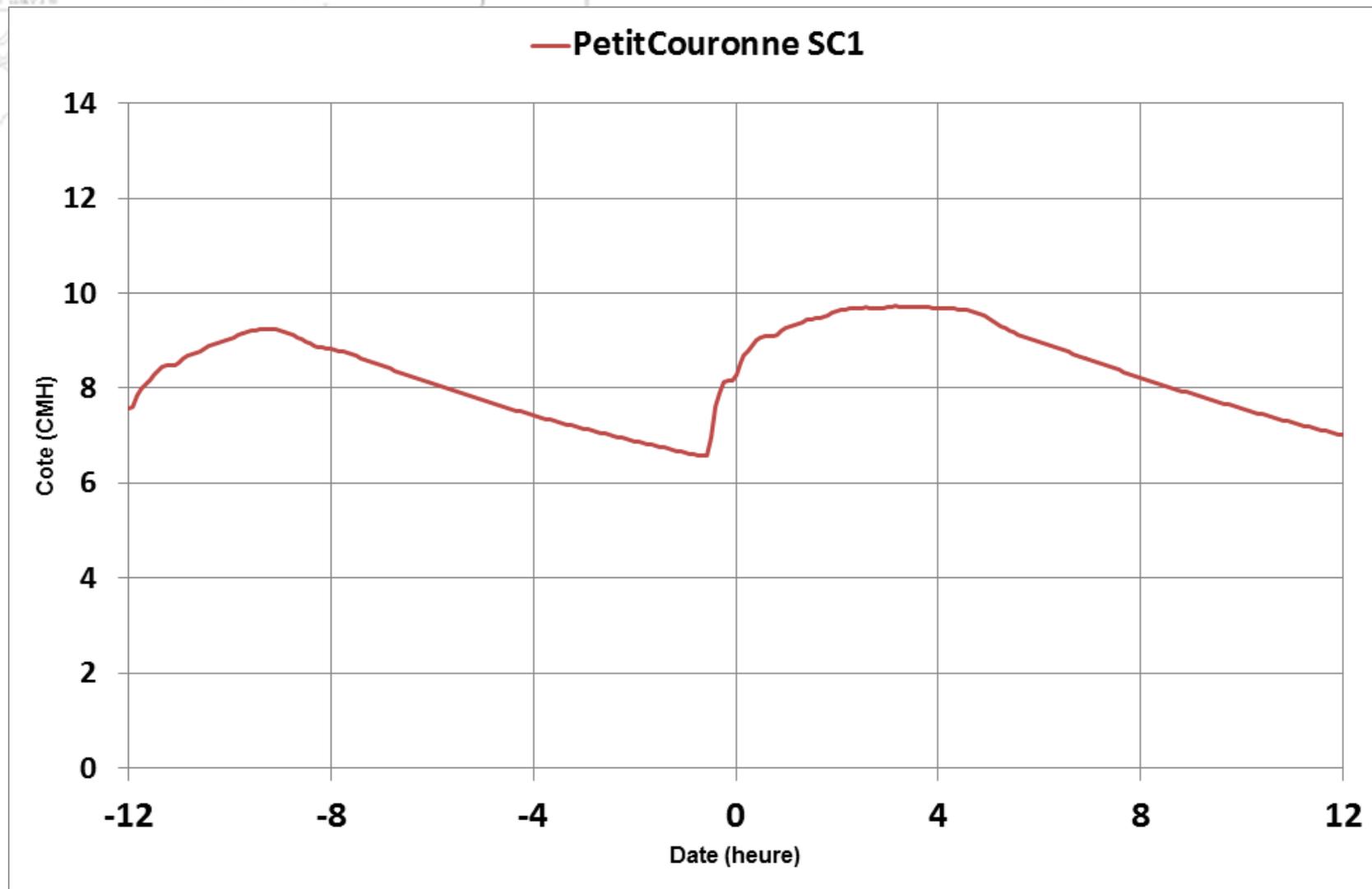


Scénario 1: La Bouille

Caudebec-en-Caux
St-Wandrille-Rançon

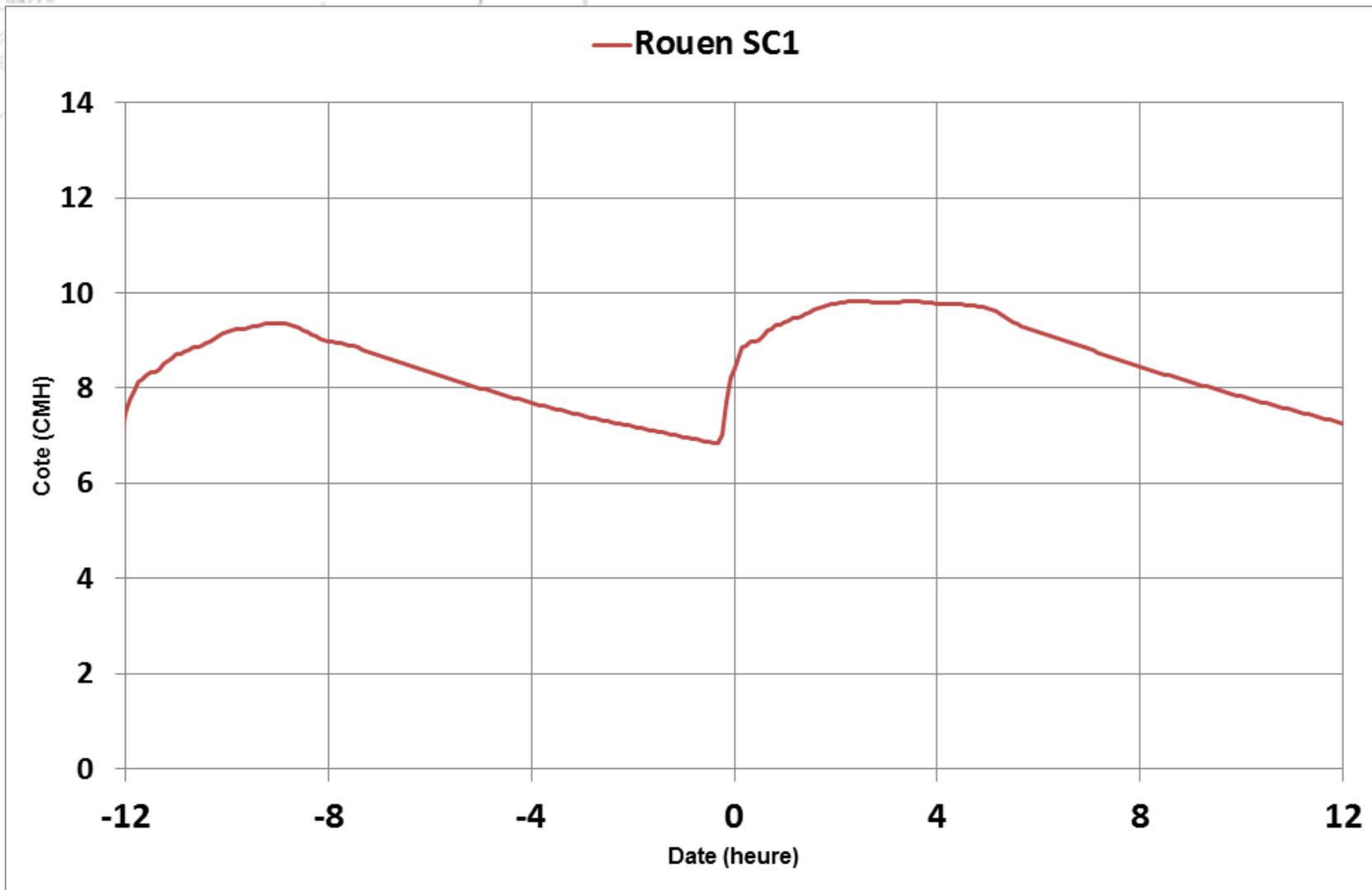


Scénario 1: Petit Couronne



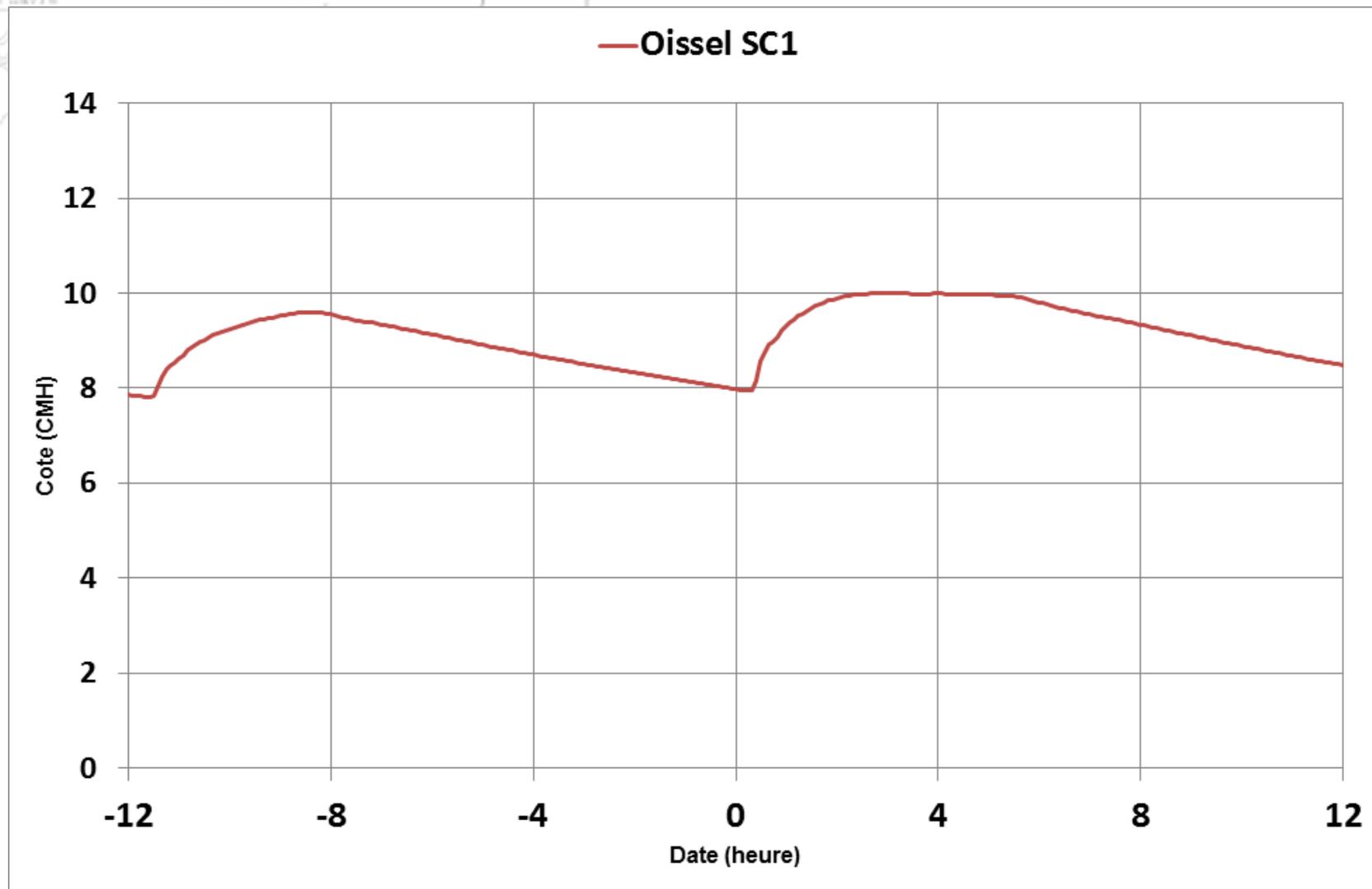
Scénario 1: Rouen

Caudebec-
en-Caux St-Wandrille-
Rançon



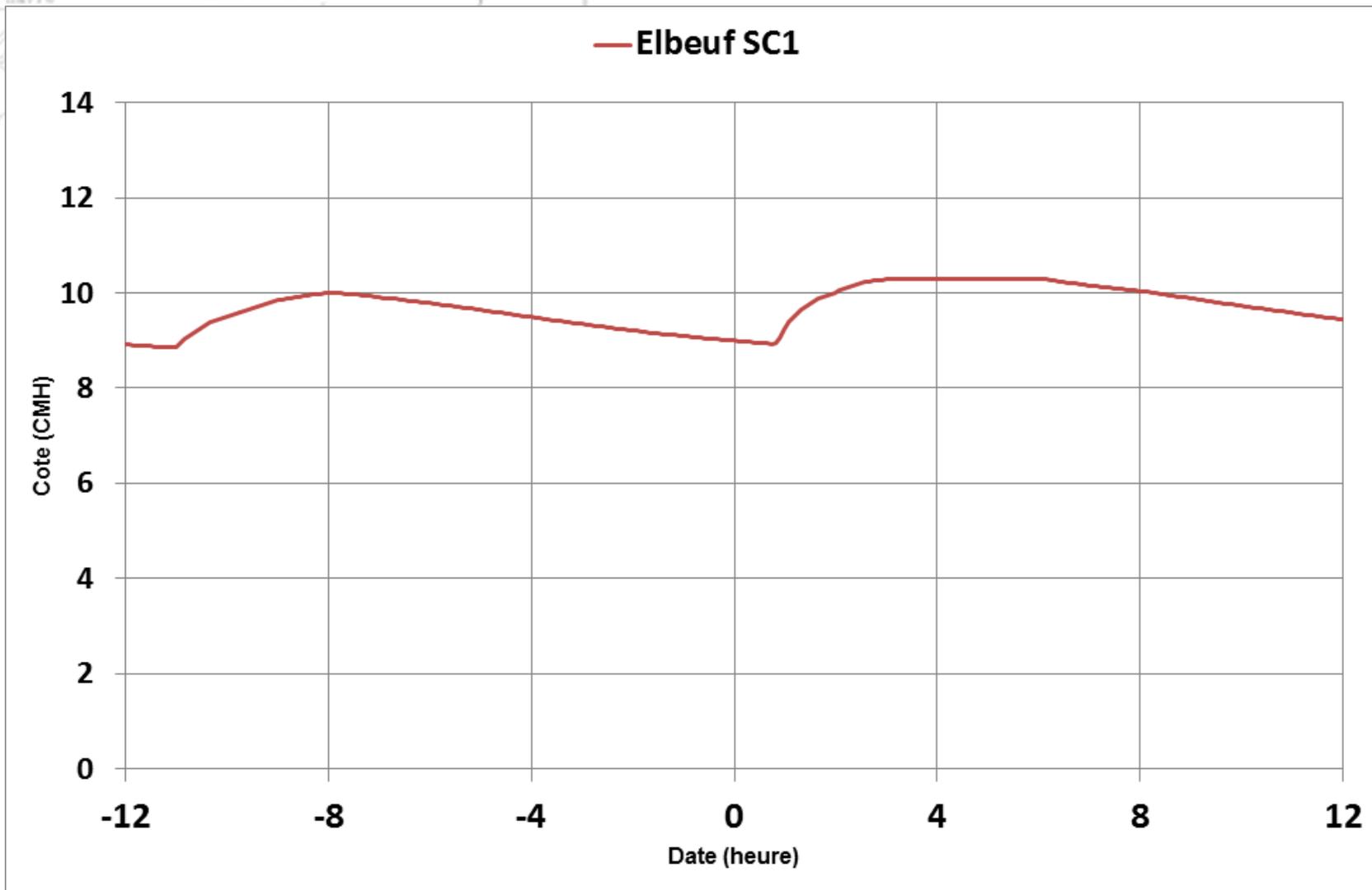
Scénario 1: Oissel

Caudebec-
en-Caux St-Wandrille-
Rançon

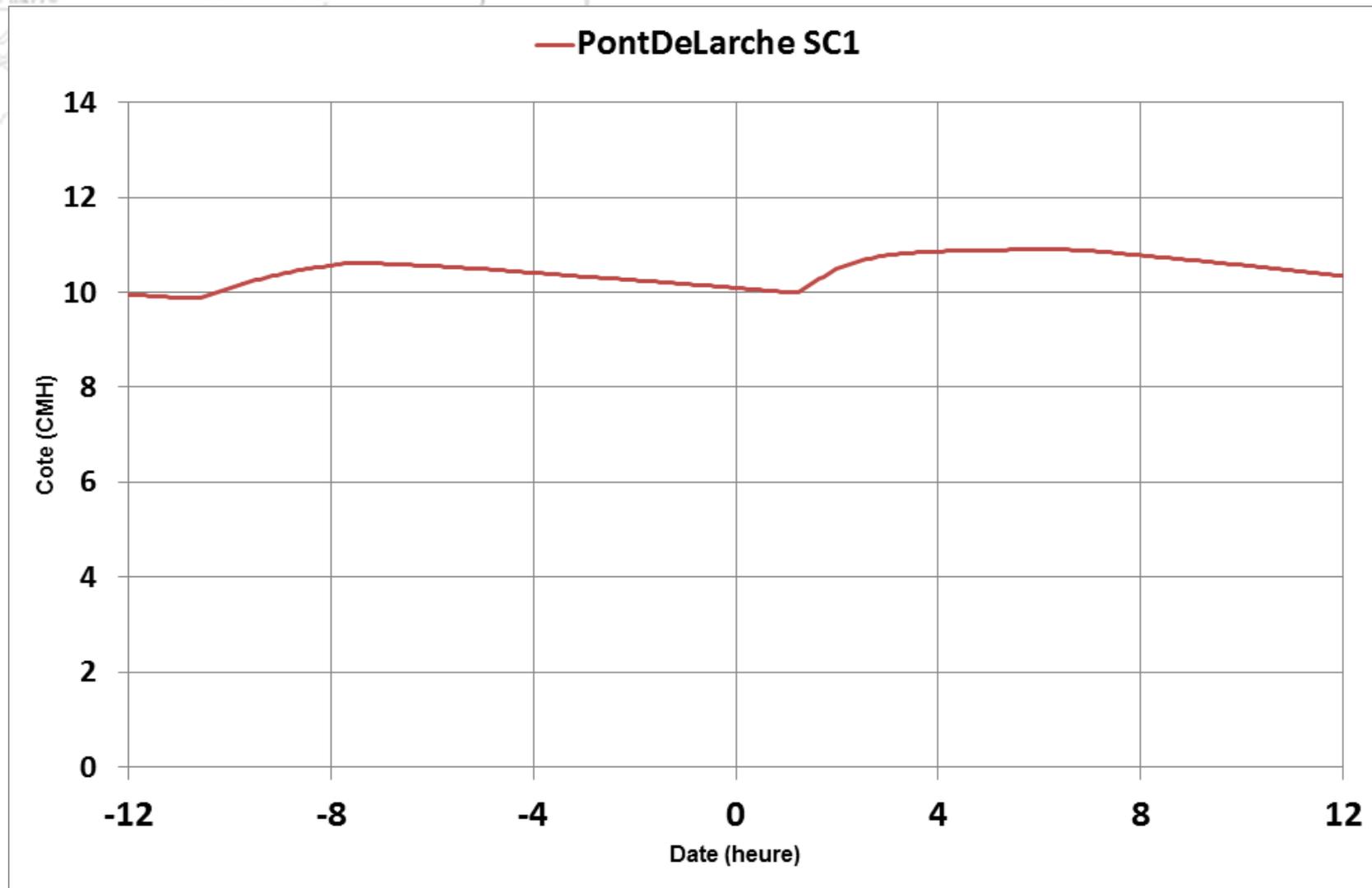


Scénario 1: Elbeuf

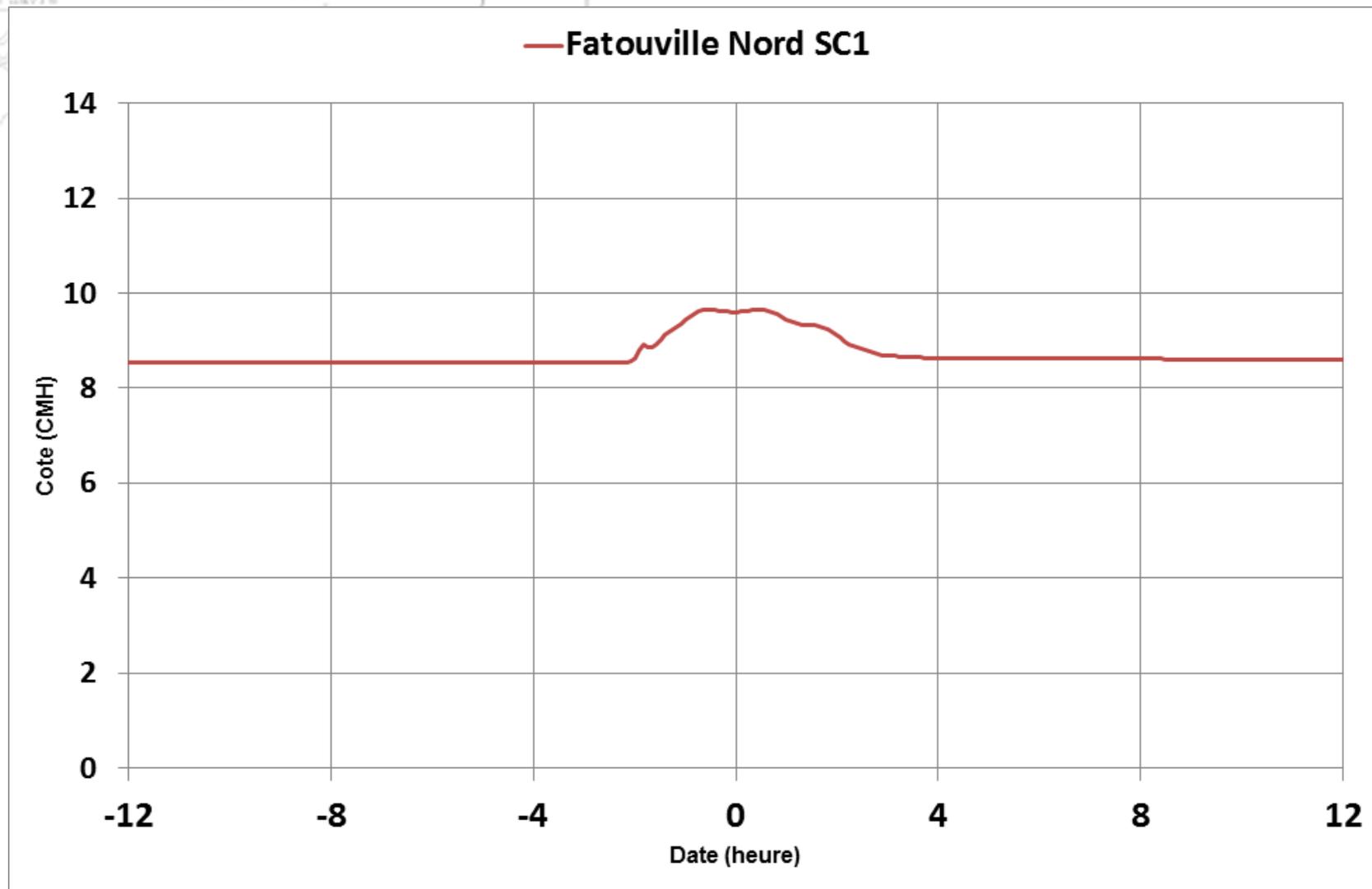
Caudebec-
en-Caux St-Wandrille-
Rançon



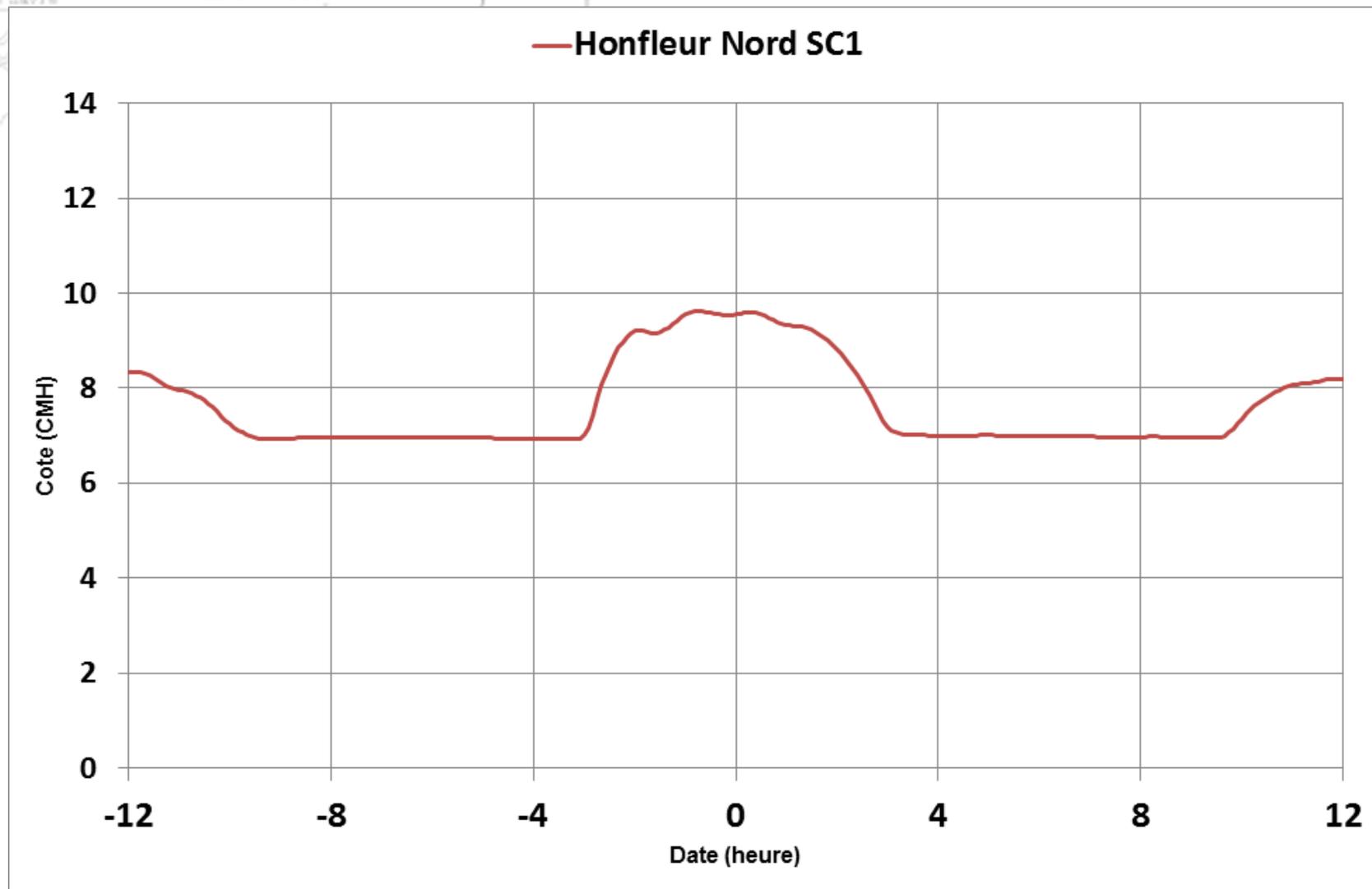
Scénario 1: Pont-de-l'Arche



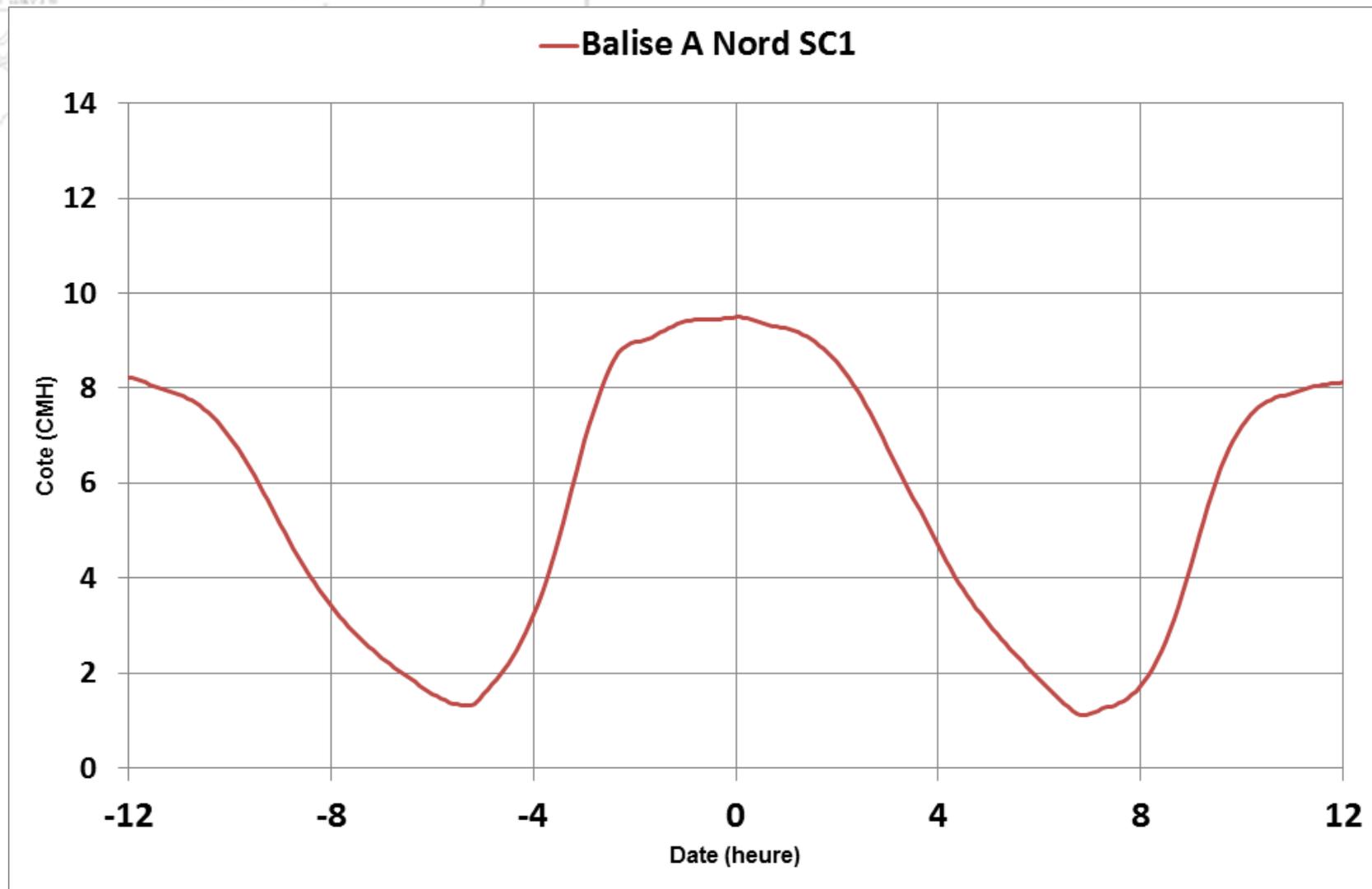
Scénario 1: Nord de Fatouville



Scénario 1: Nord de Honfleur

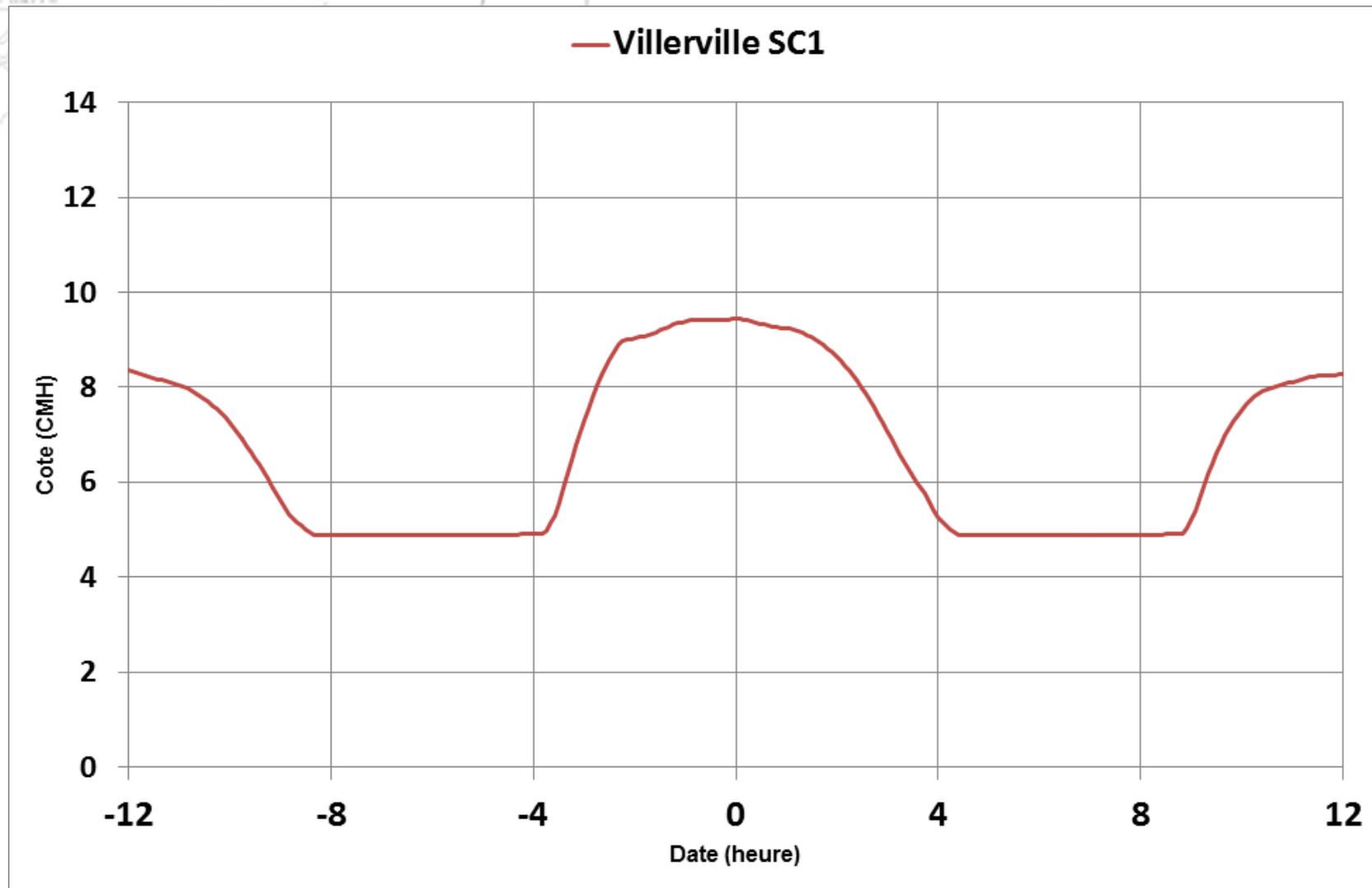


Scénario 1: Nord de Balise A

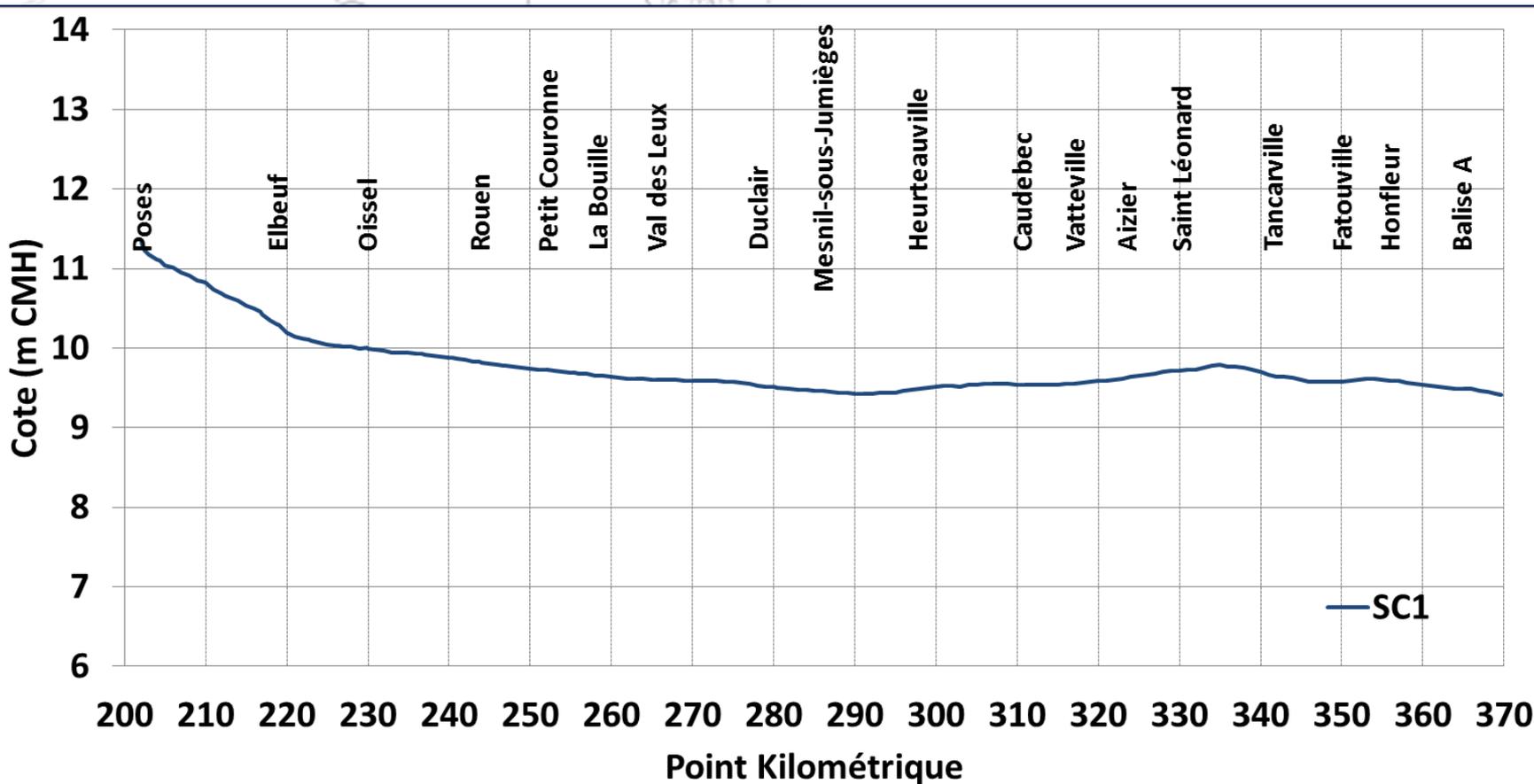


Scénario 1: Villerville

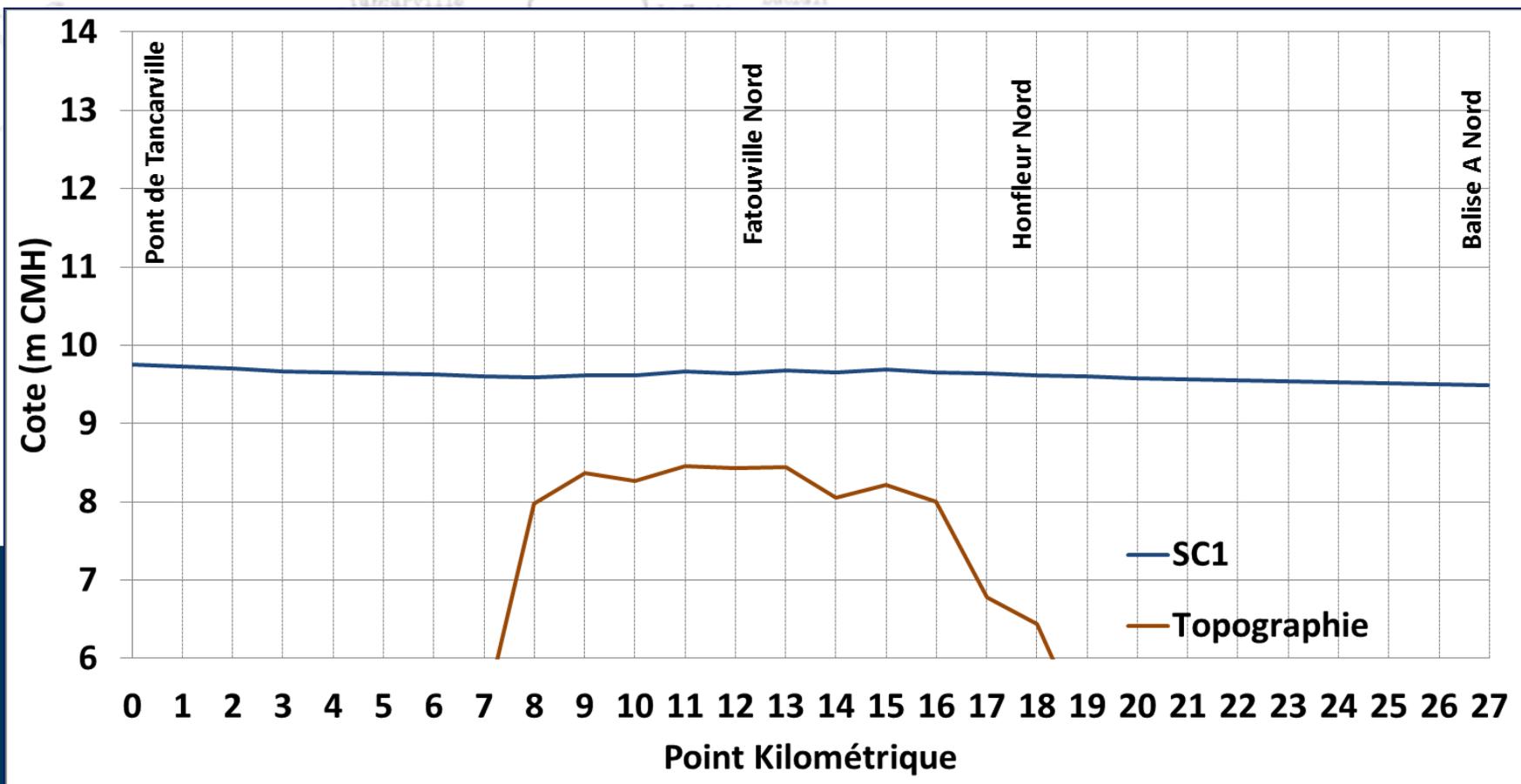
Caudebec-
en-Caux St-Wandrille-
Rançon



Scénario 1



Scénario 1

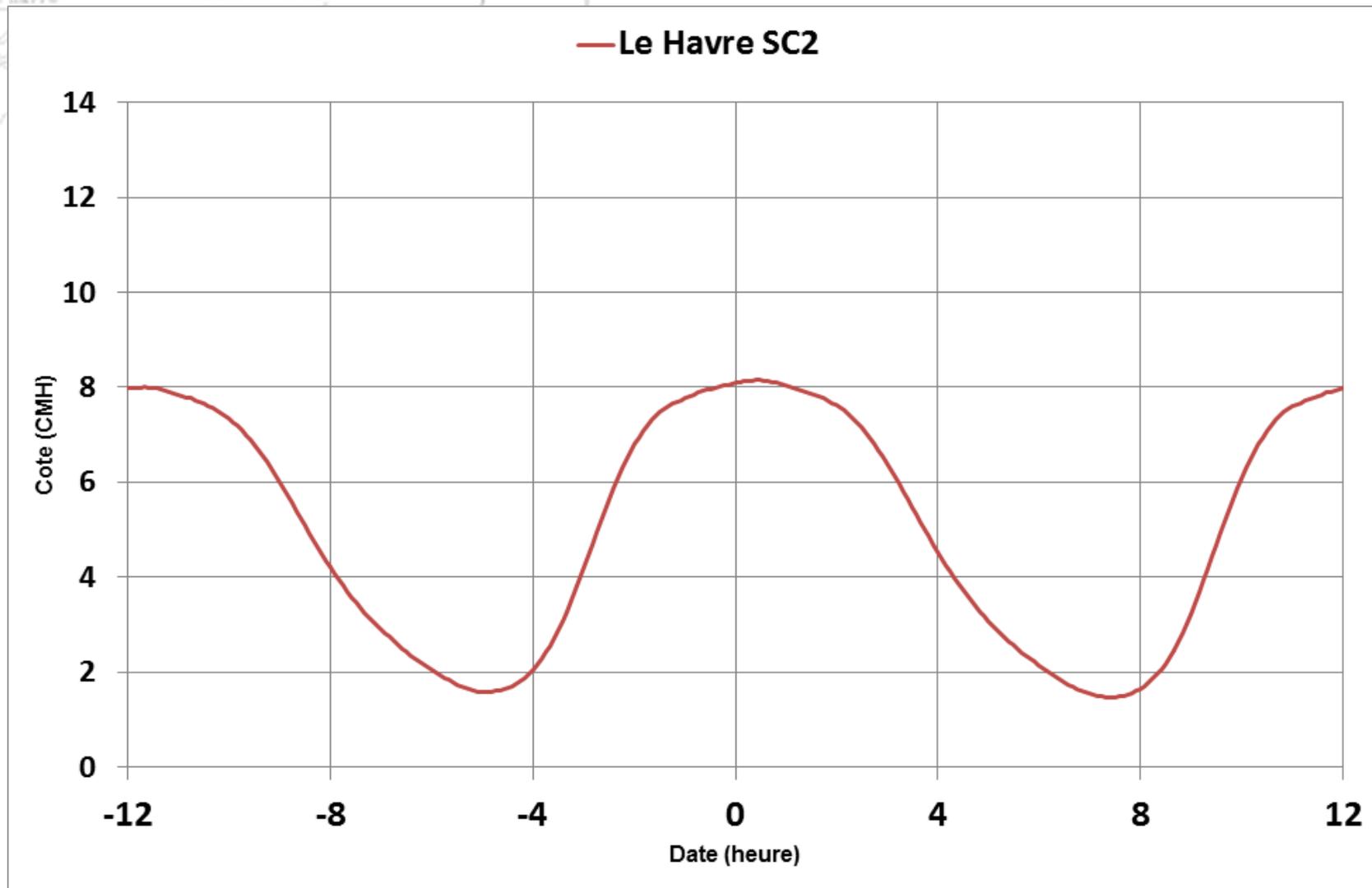




Scénario2

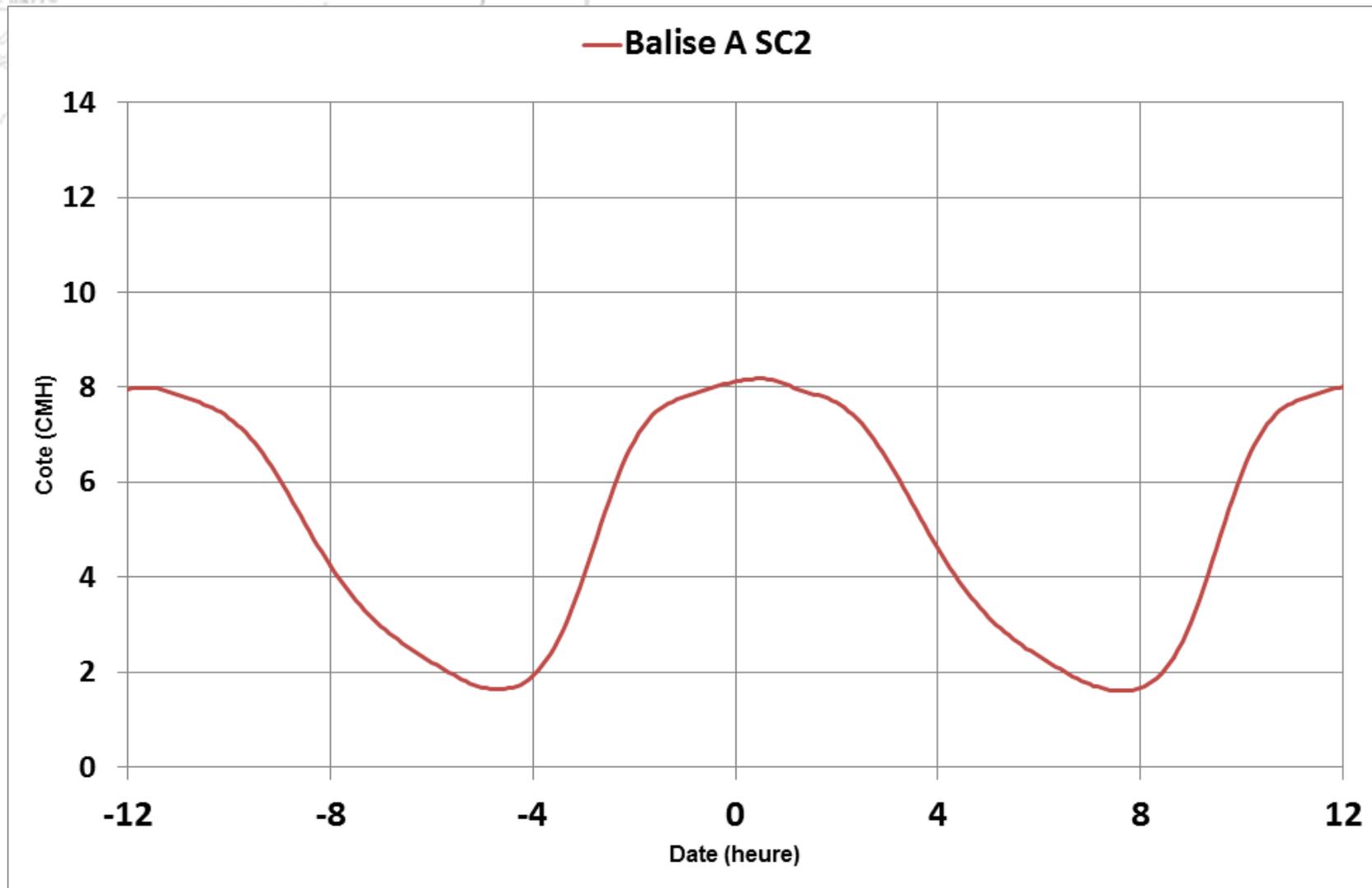
Scénario 2: Le Havre

Caudebec-en-Caux
St-Wandrille-Rançon



Scénario 2: Balise A

Caudebec-en-Caux
St-Wandrille-Rançon



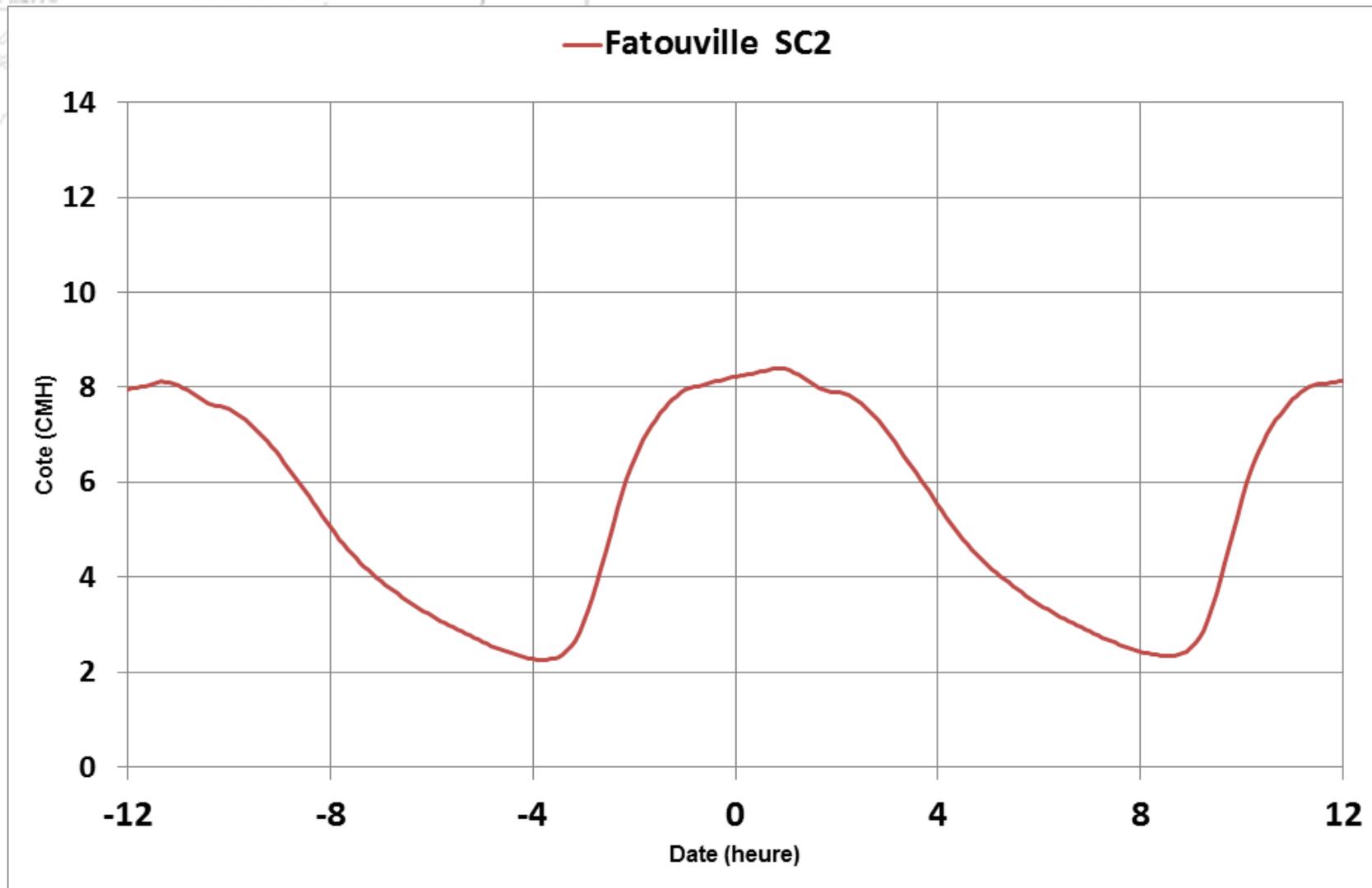
Scénario 2: Honfleur

Caudebec-en-Caux - St-Wandrille-Rançon



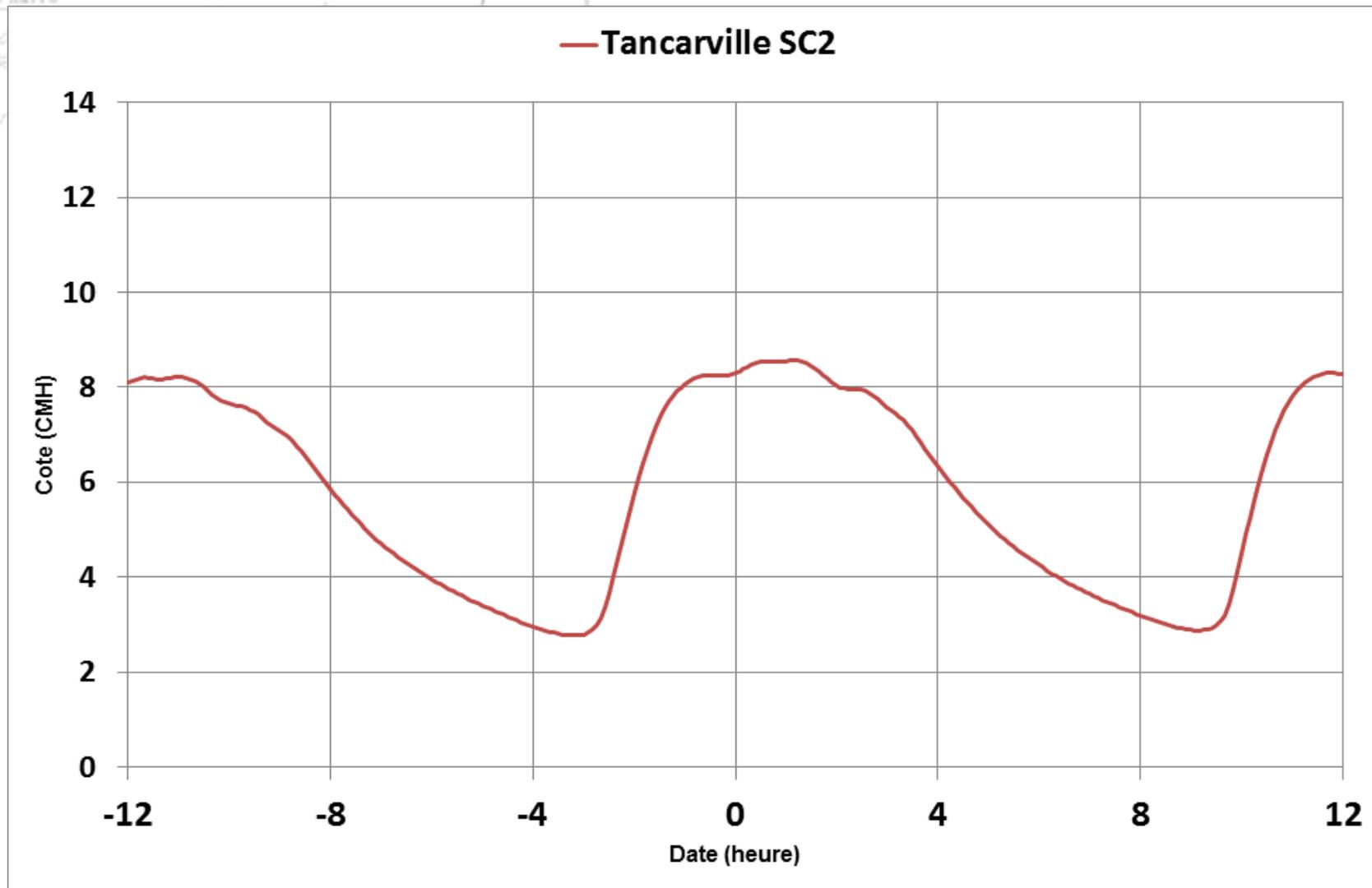
Scénario 2: Fatouville

Caudebec-en-Caux
St-Wandrille-Rançon



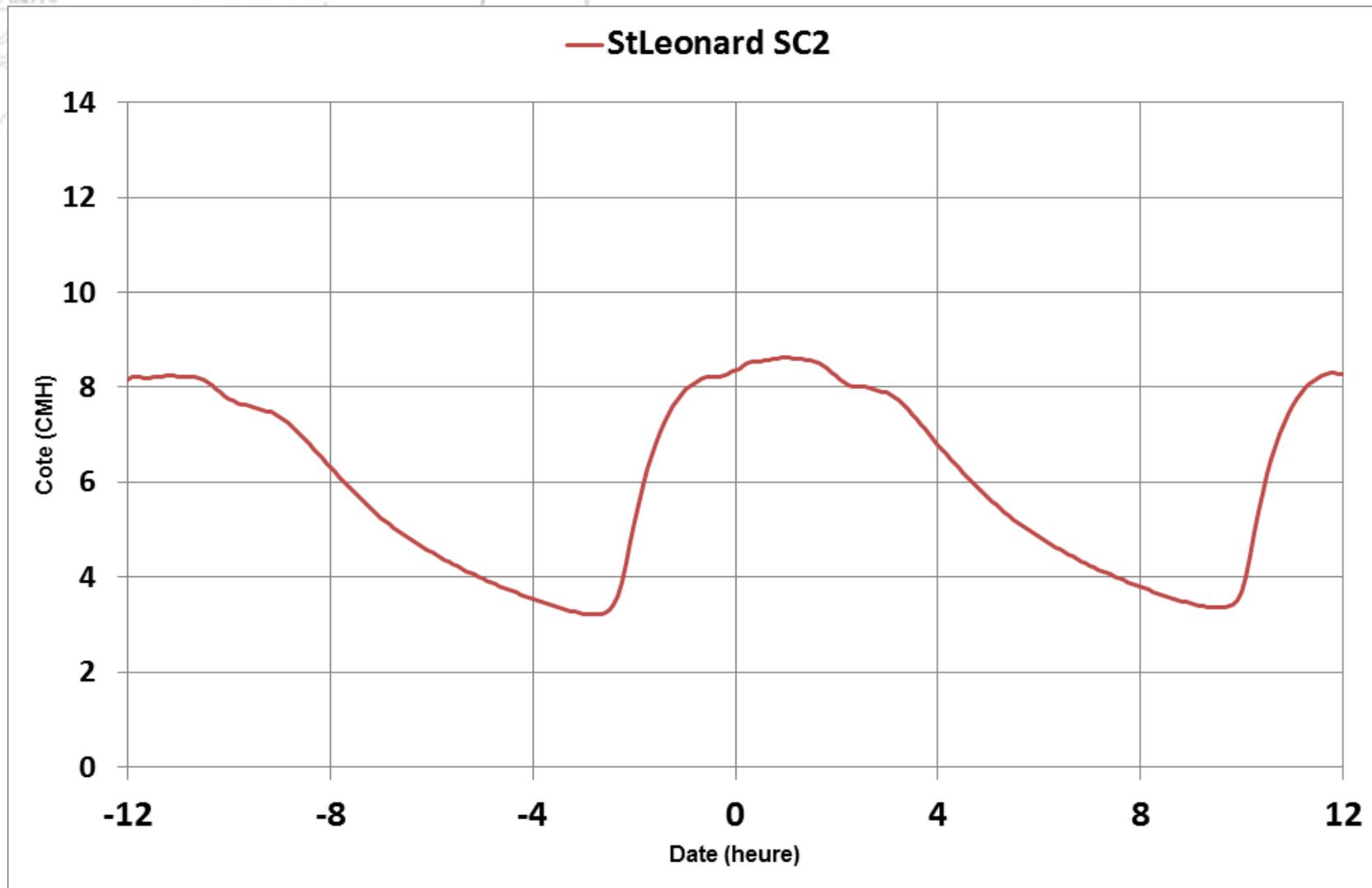
Scénario 2: Tancarville

Caudebec-en-Caux
St-Wandrille-Rançon



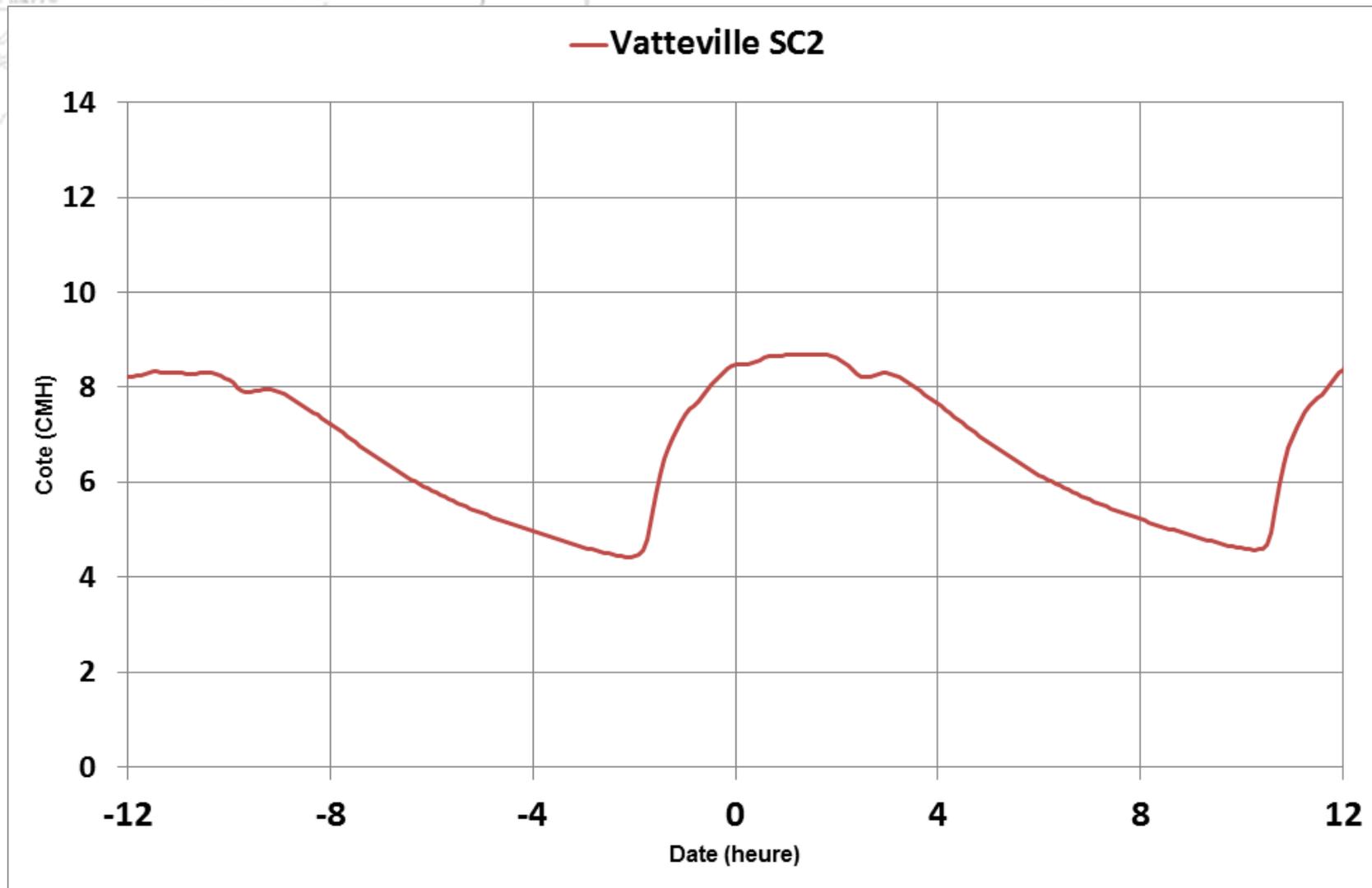
Scénario 2: St Léonard

Caudebec-en-Caux St-Wandrille-Rançon



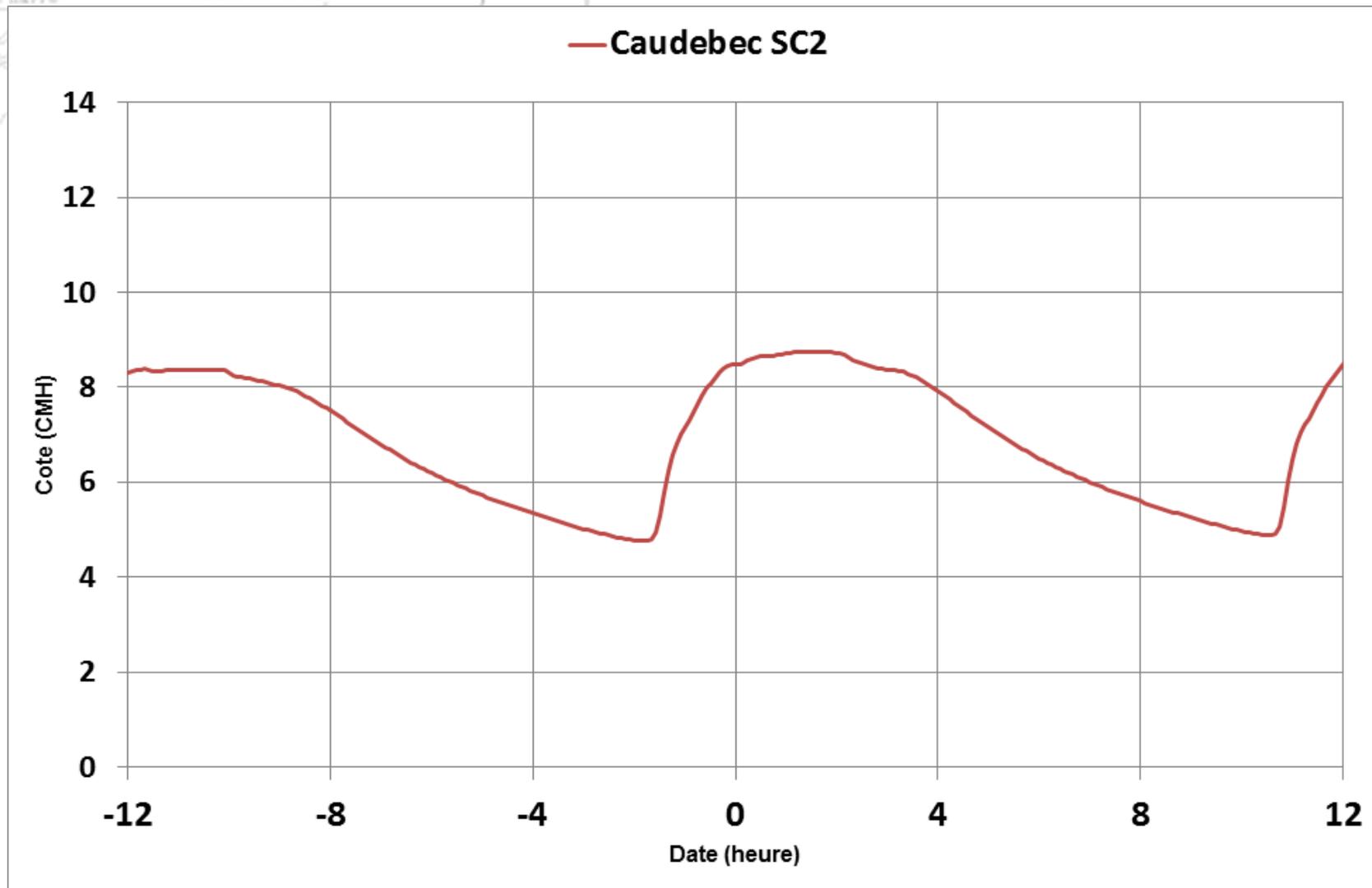
Scénario 2: Vatteville

Caudebec-
en-Caux St-Wandrille-
Rançon

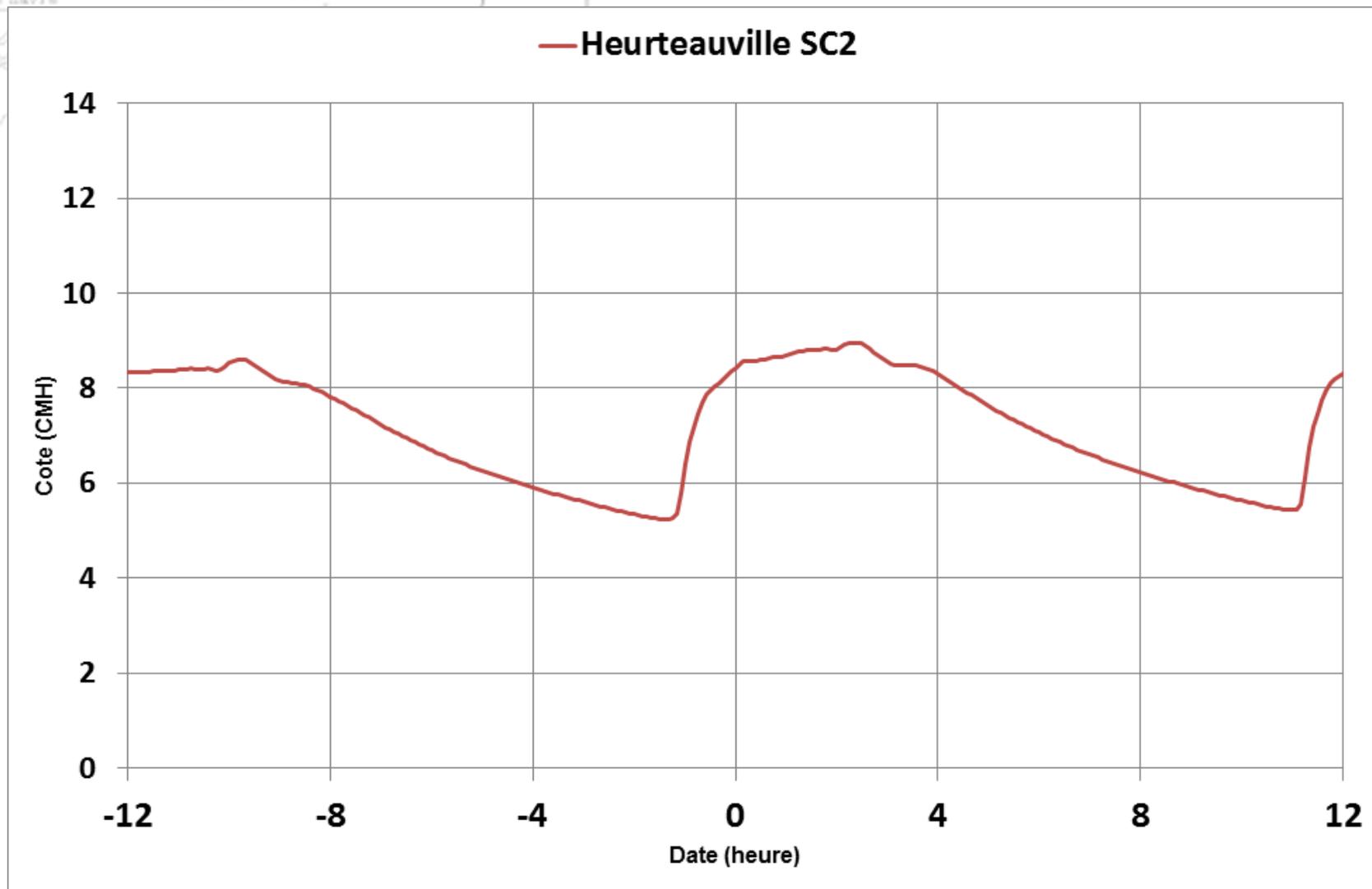


Scénario 2: Caudebec

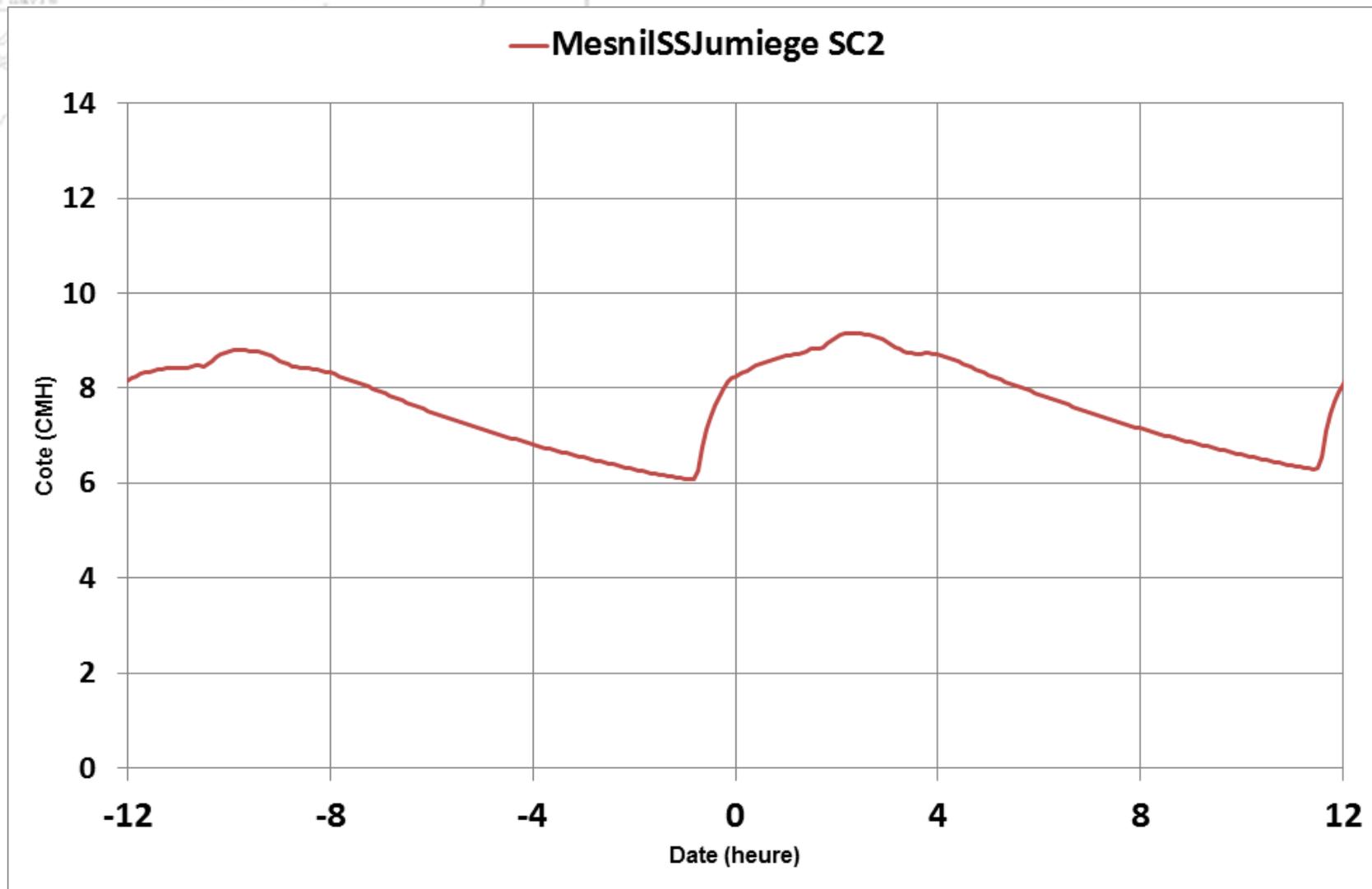
Caudebec-en-Caux St-Wandrille-Rançon



Scénario 2: Heurteauville

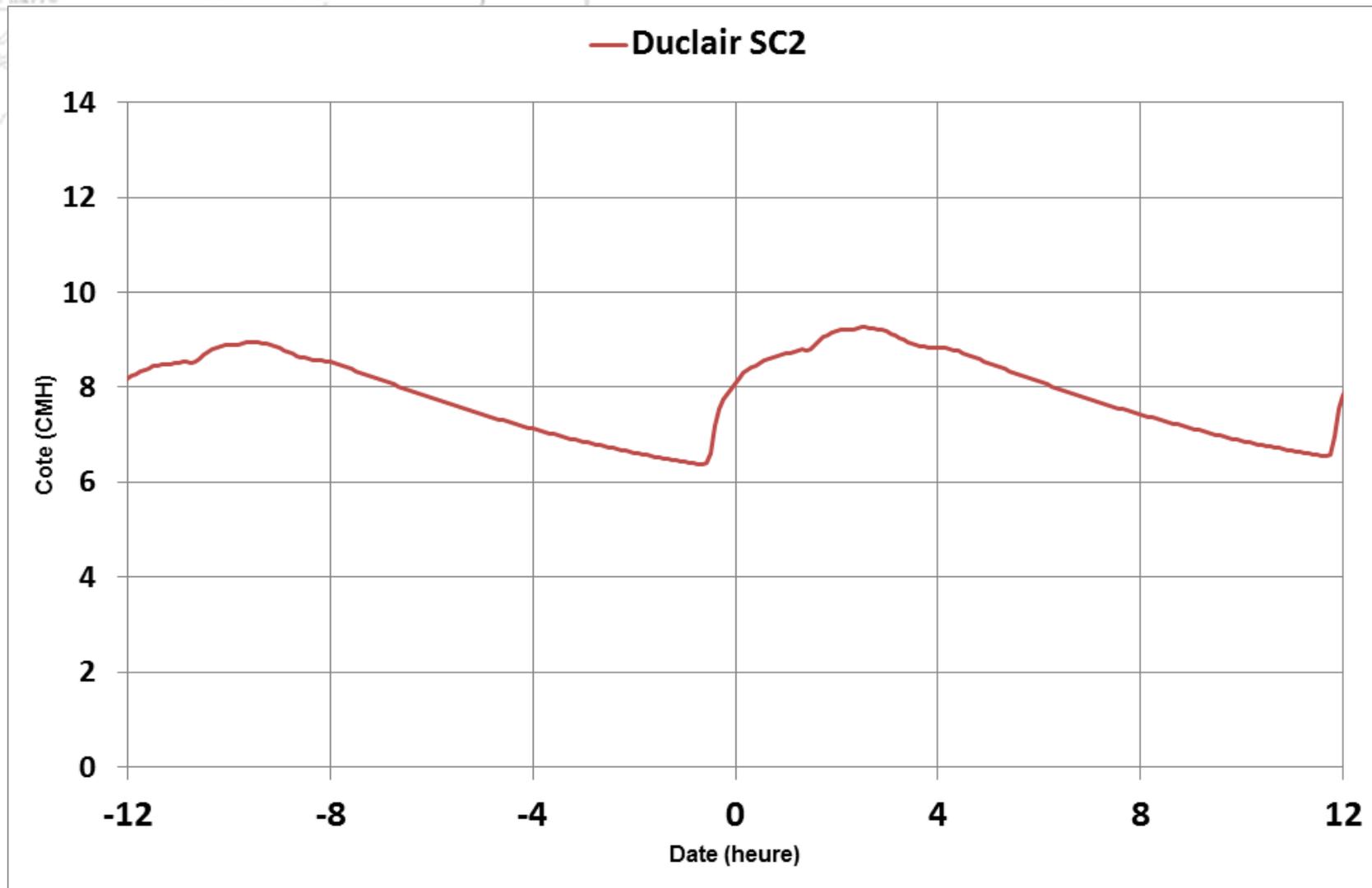


Scénario 2: Mesnil-sous-Jumièges

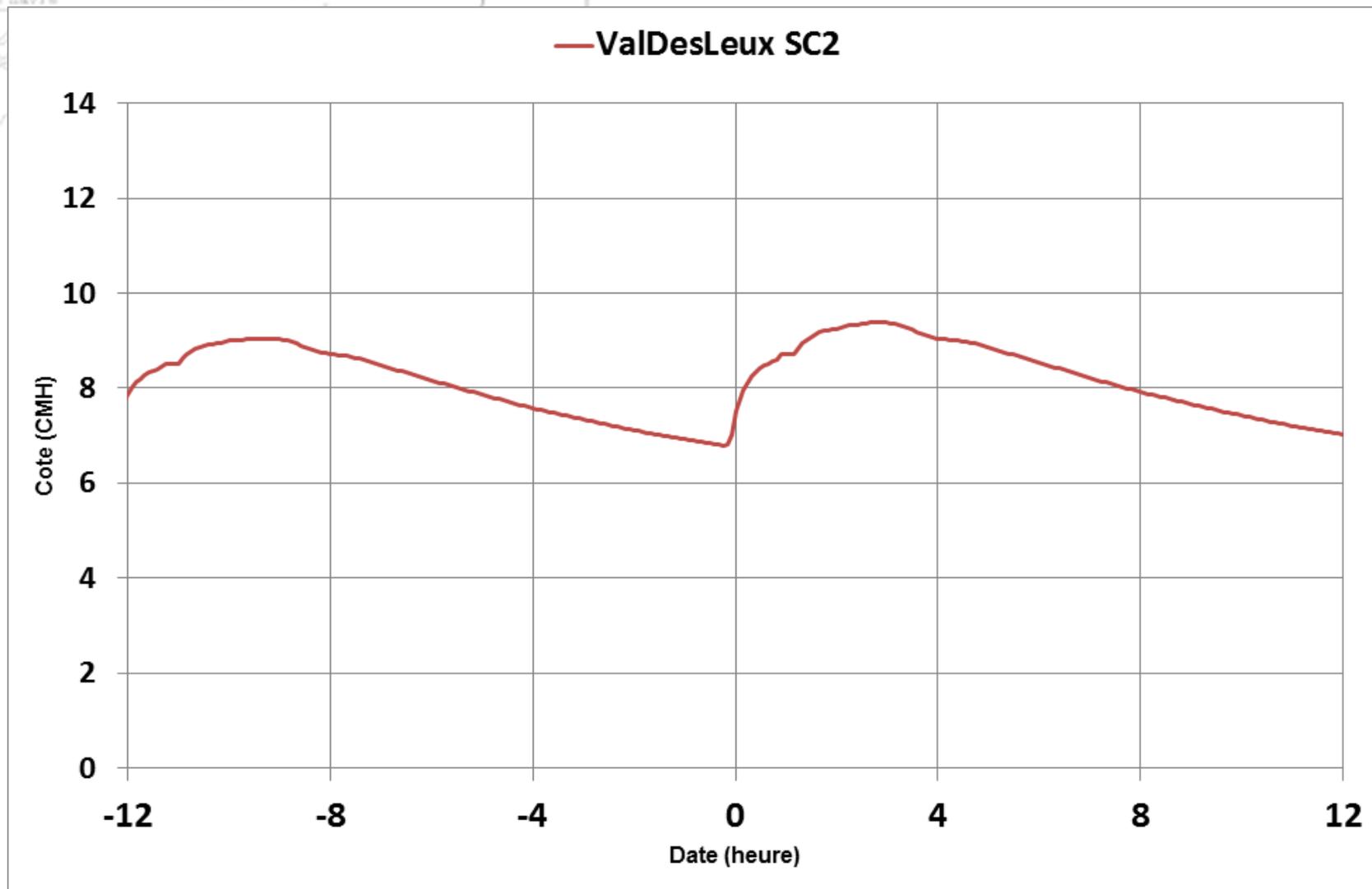


Scénario 2: Duclair

Caudebec-en-Caux
St-Wandrille-Rançon

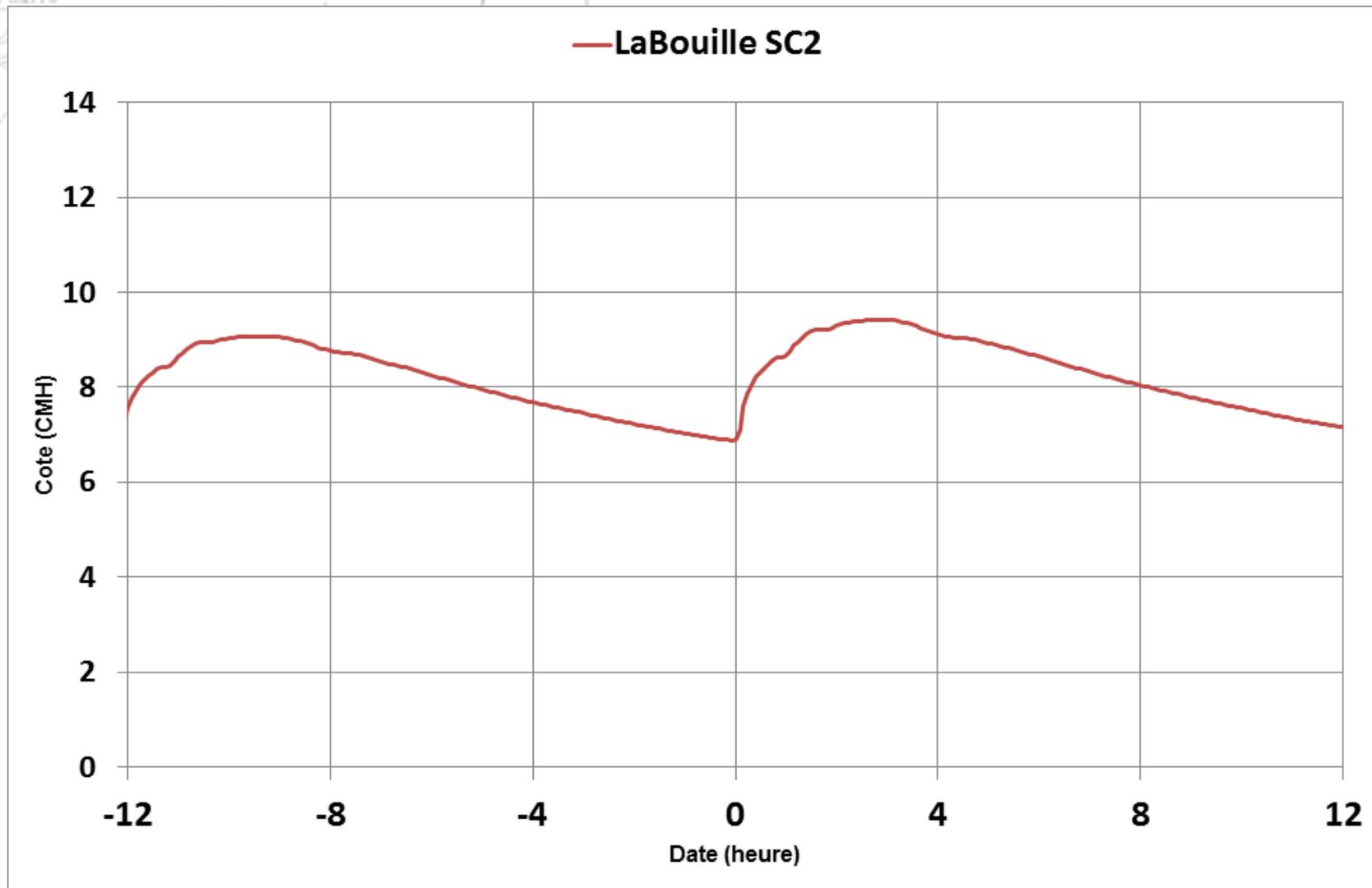


Scénario 2: Val-des-Leux

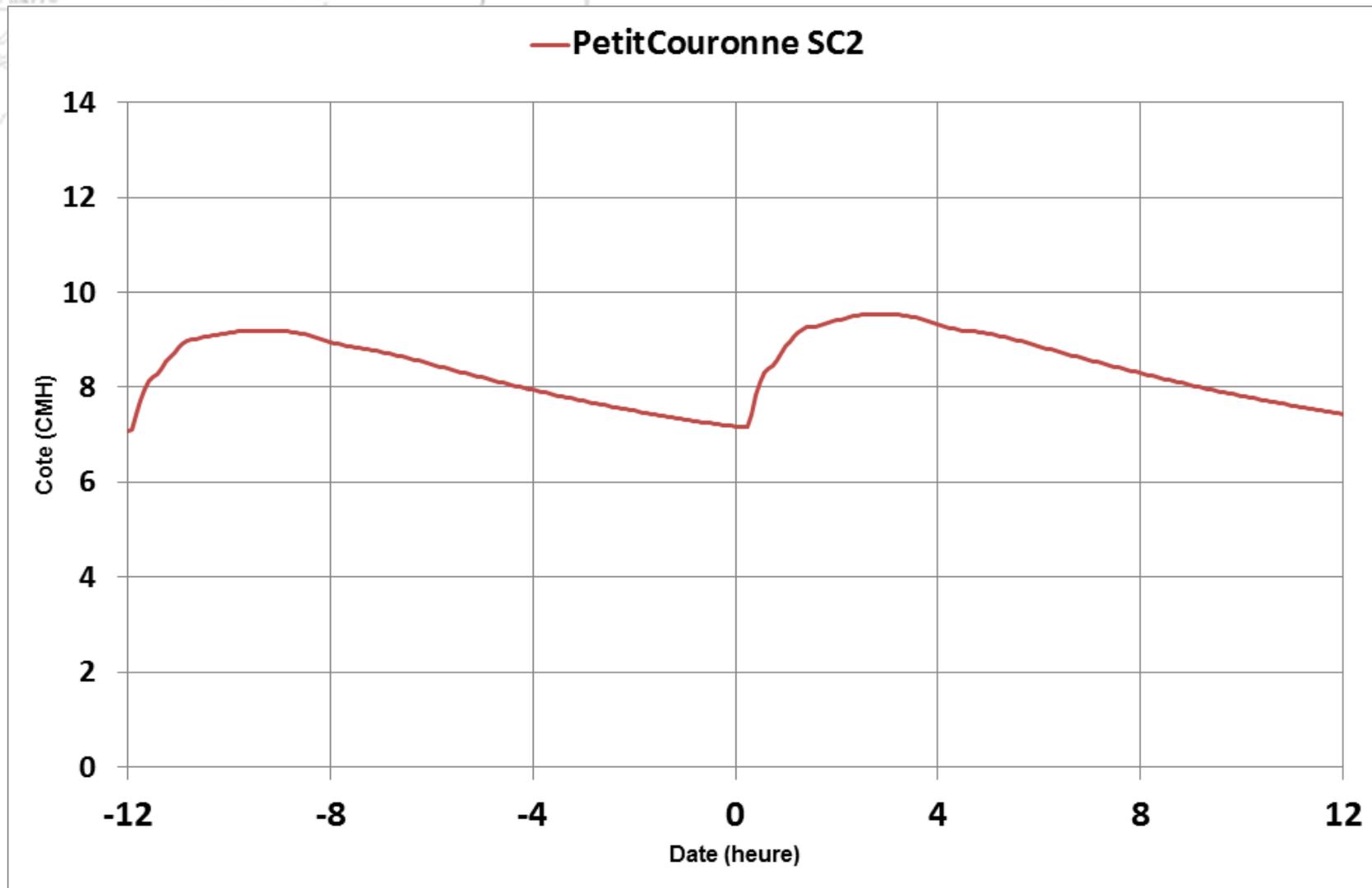


Scénario 2: La Bouille

Caudebec-en-Caux St-Wandrille-Rançon

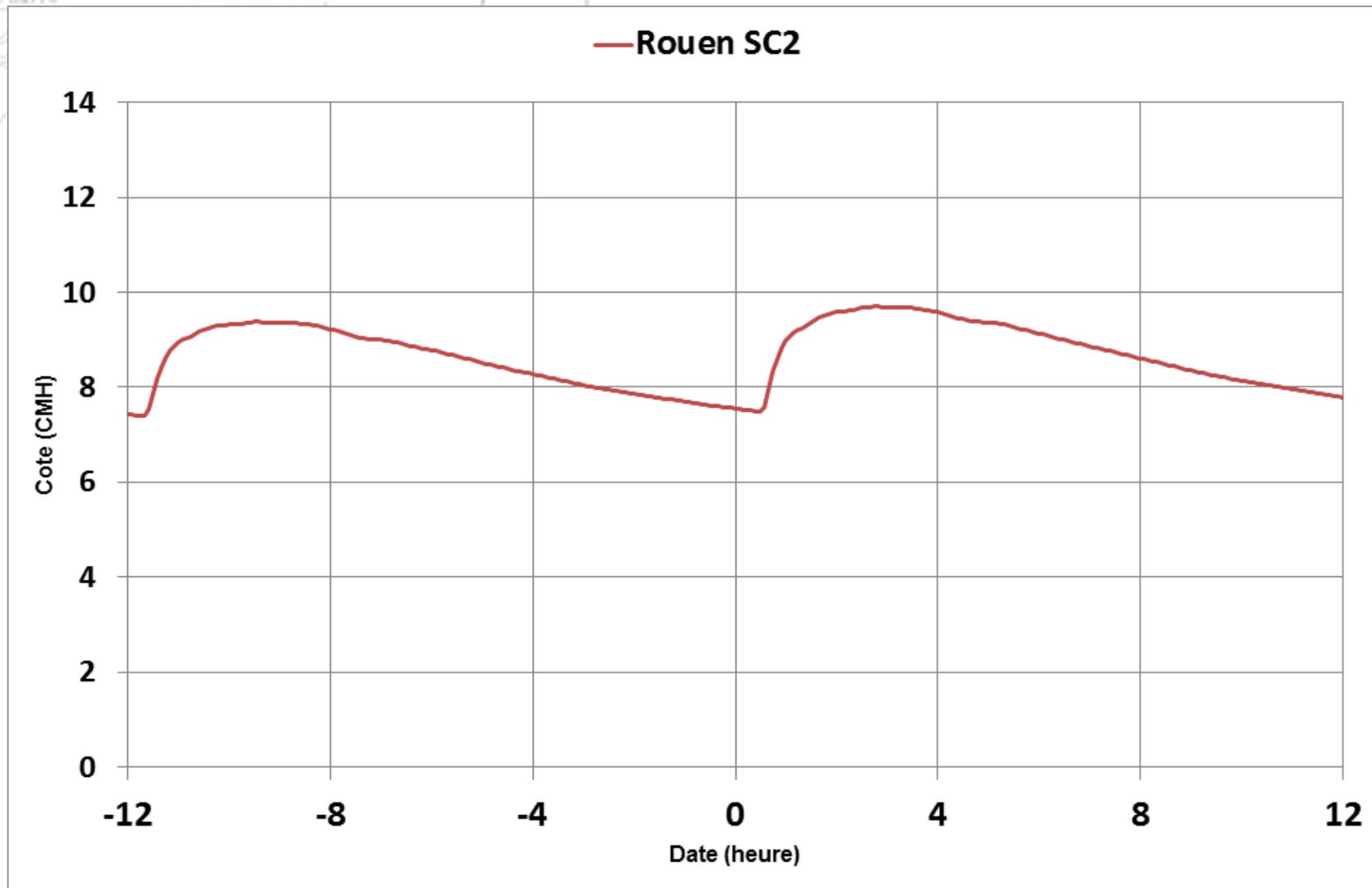


Scénario 2: Petit Couronne



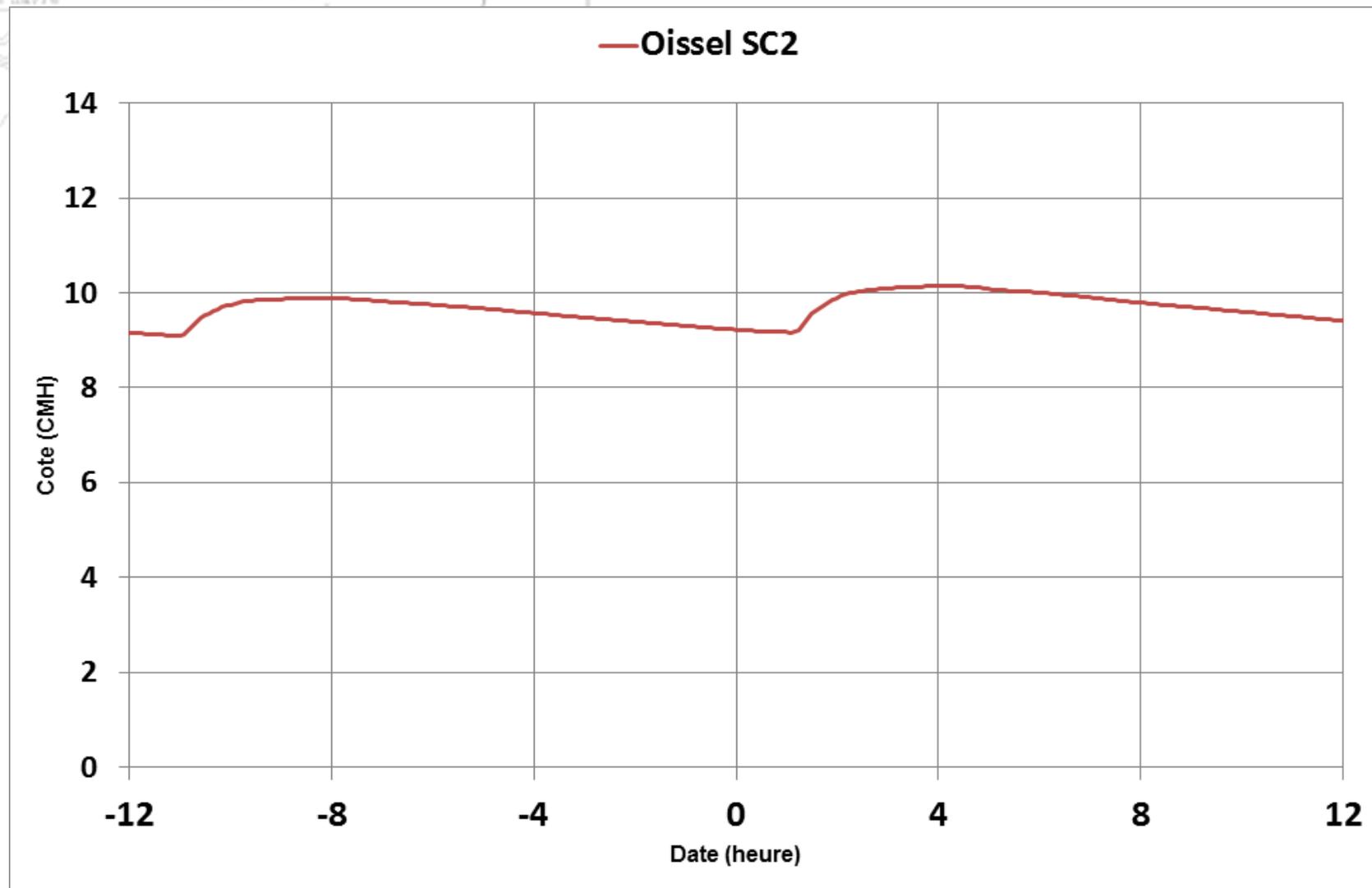
Scénario 2: Rouen

Caudebec-
en-Caux St-Wandrille-
Rançon

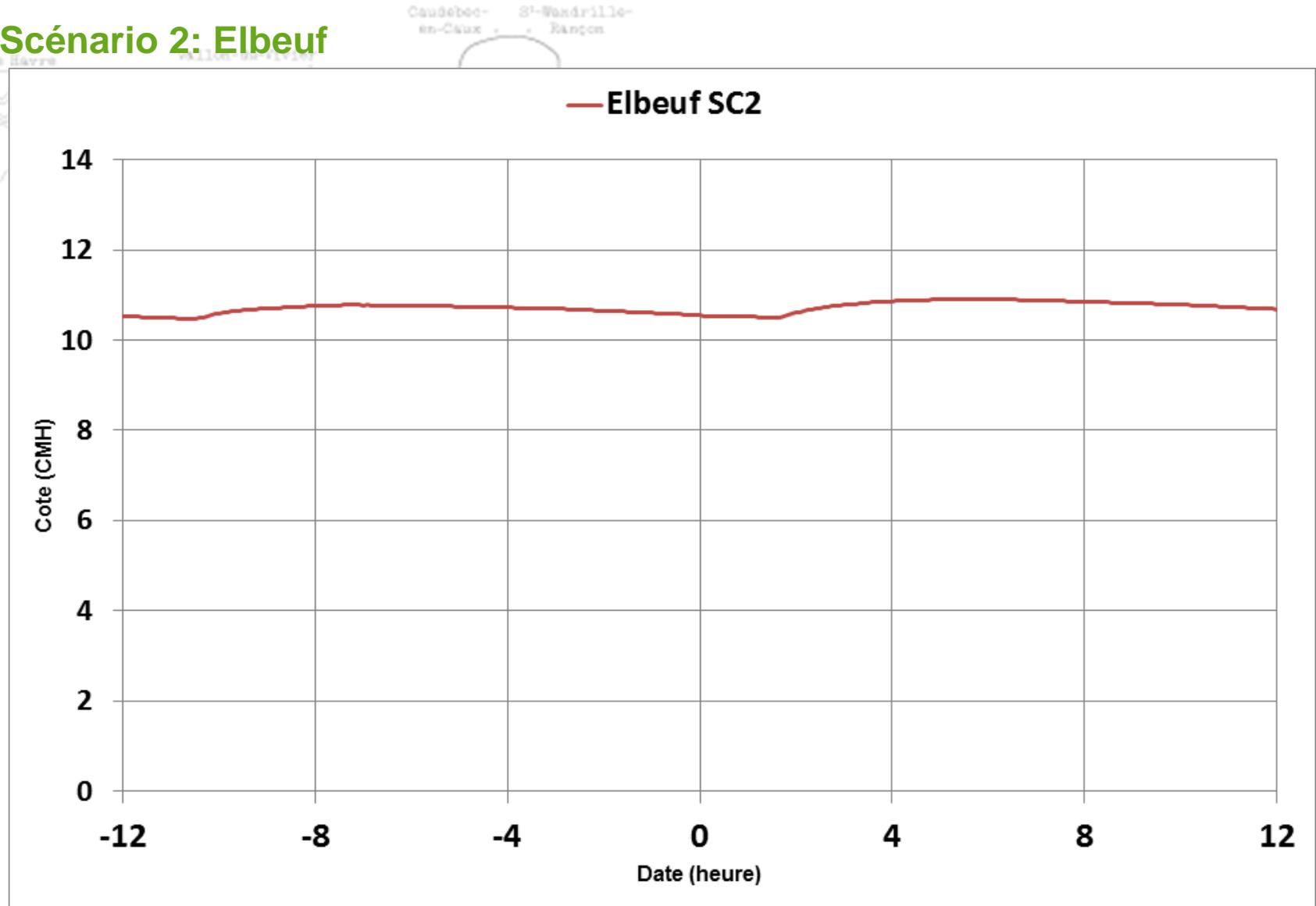


Scénario 2: Oissel

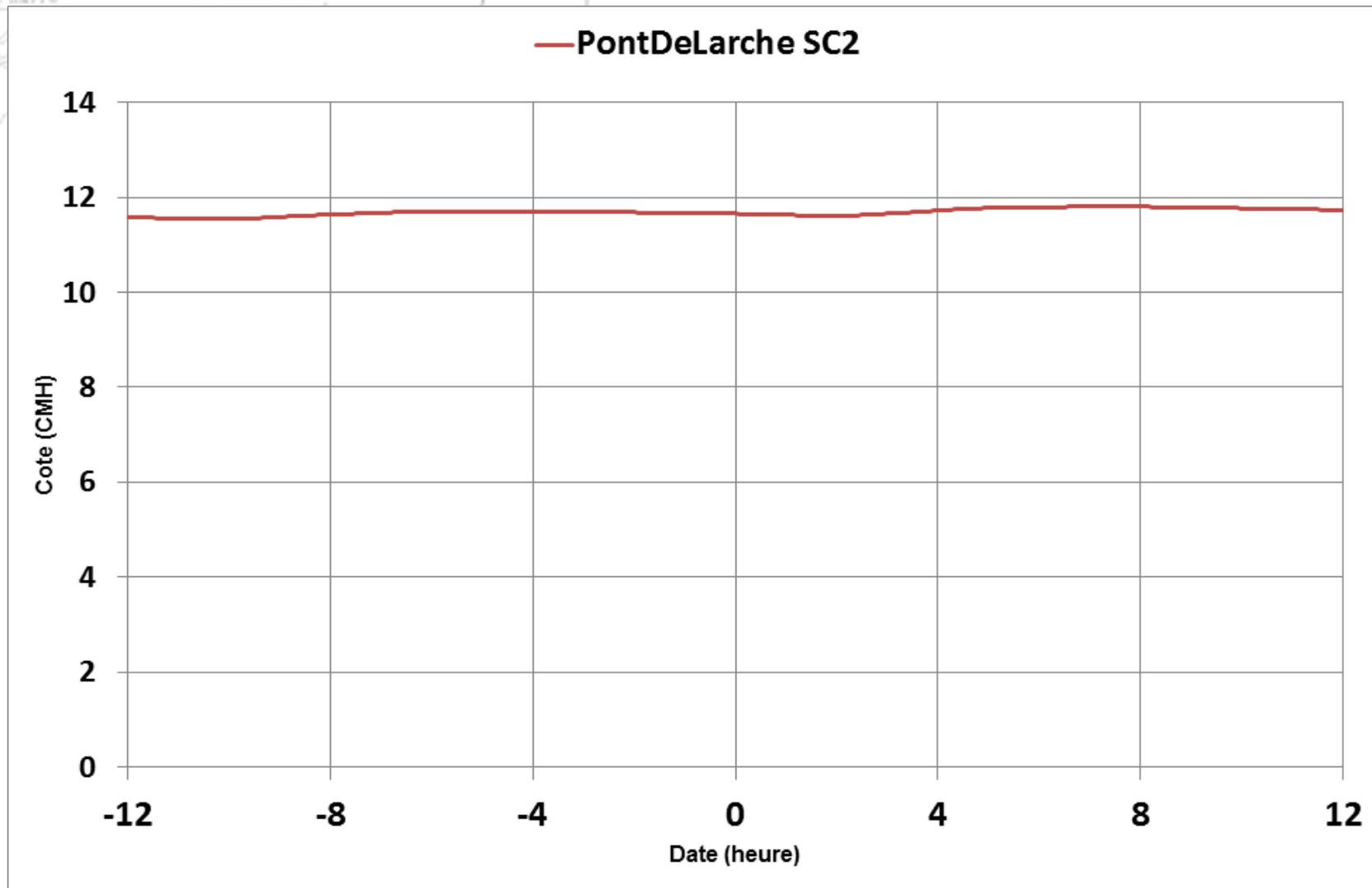
Caudebec-
en-Caux St-Wandrille-
Rançon



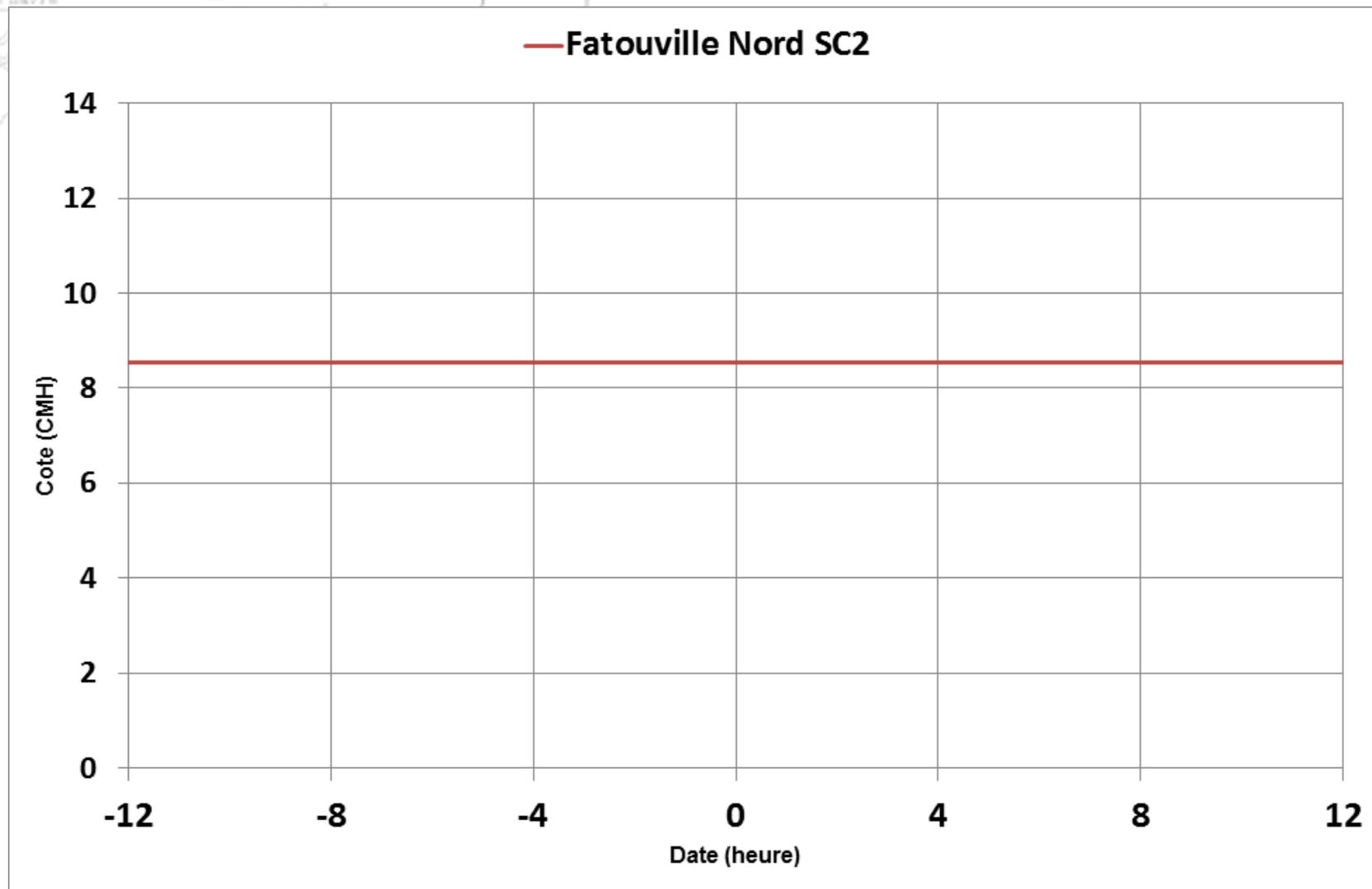
Scénario 2: Elbeuf



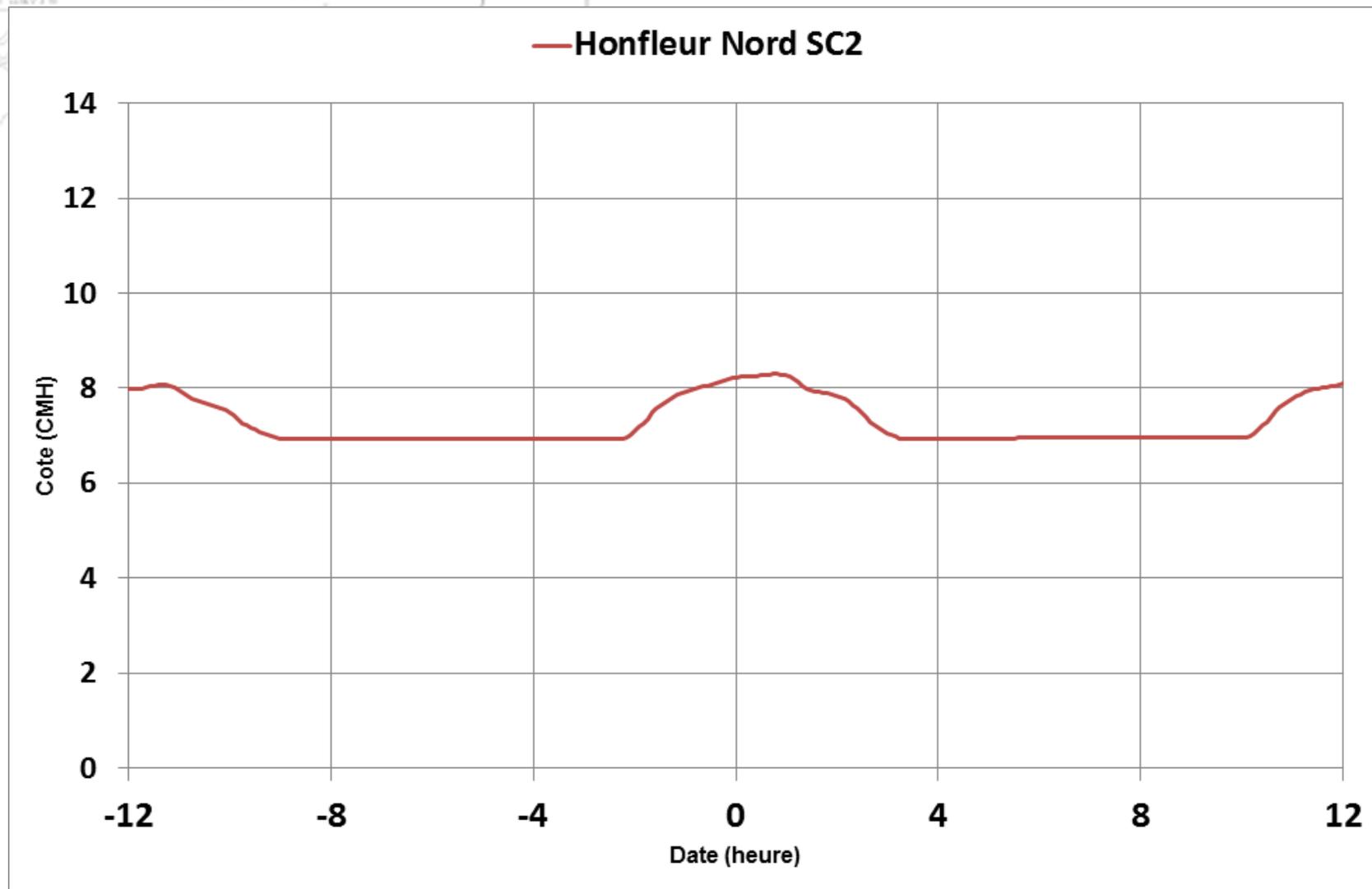
Scénario 2: Pont-de-l'Arche



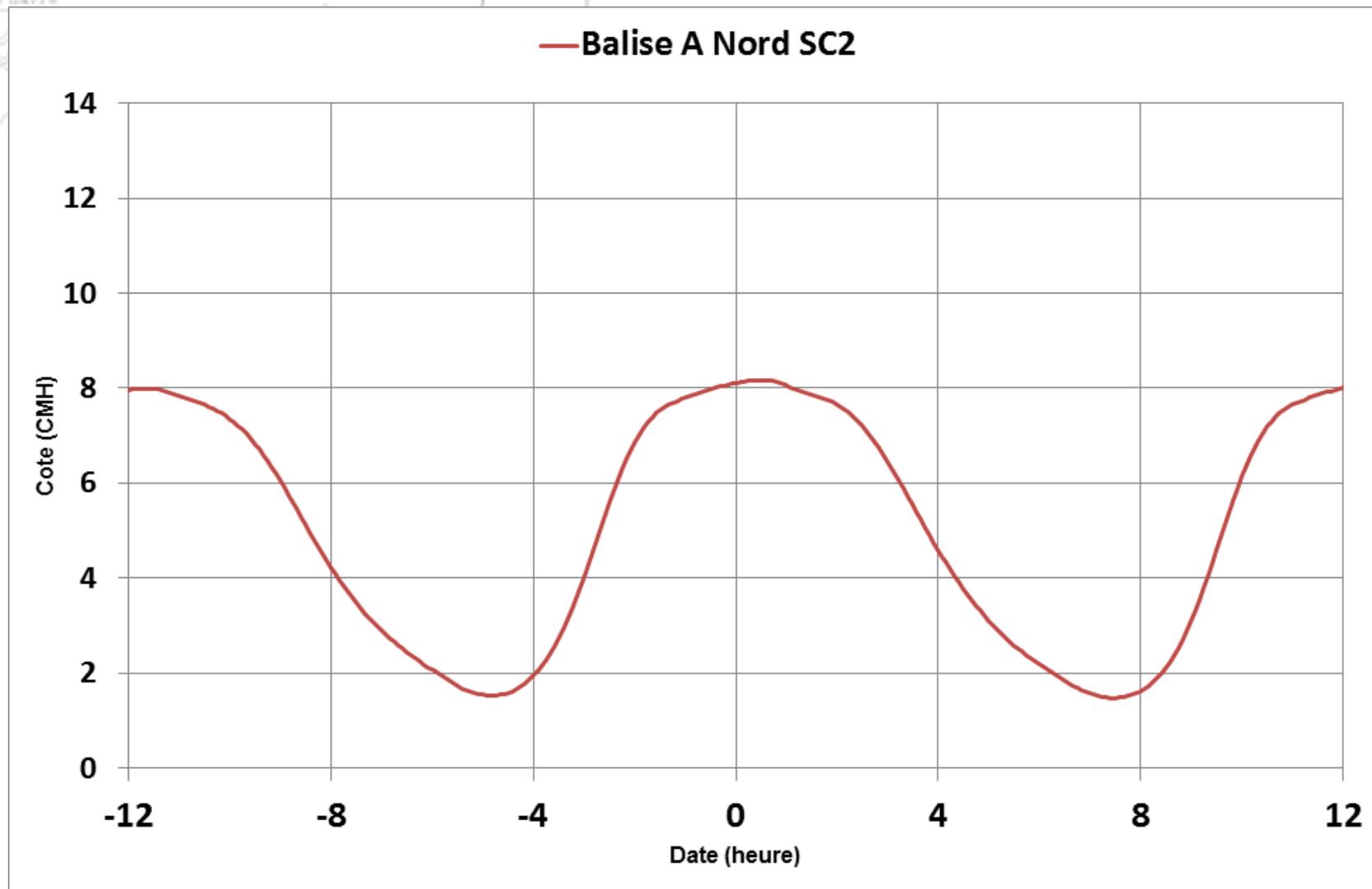
Scénario 2: Nord de Fatouville



Scénario 2: Nord de Honfleur

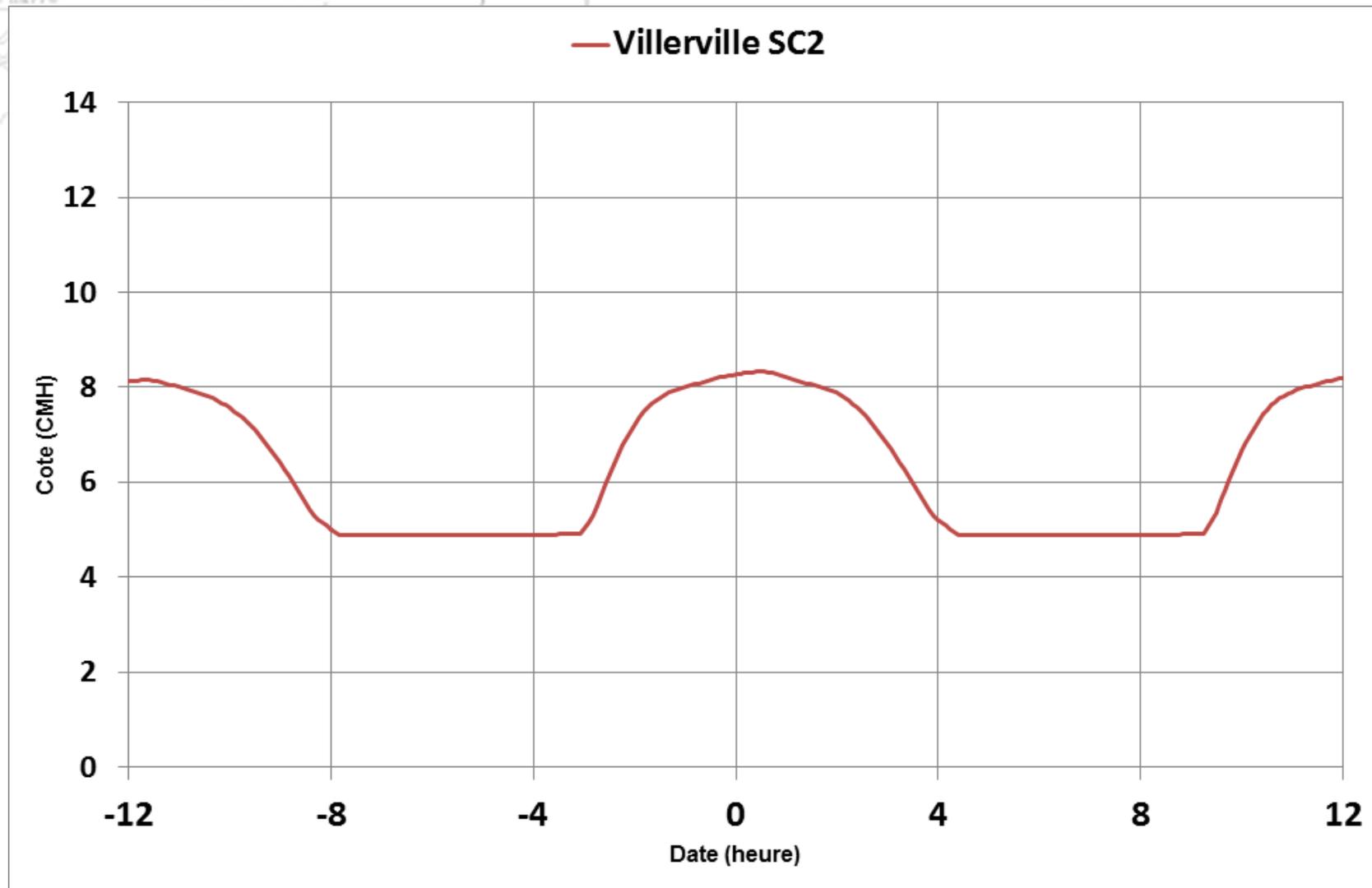


Scénario 2: Nord de Balise A

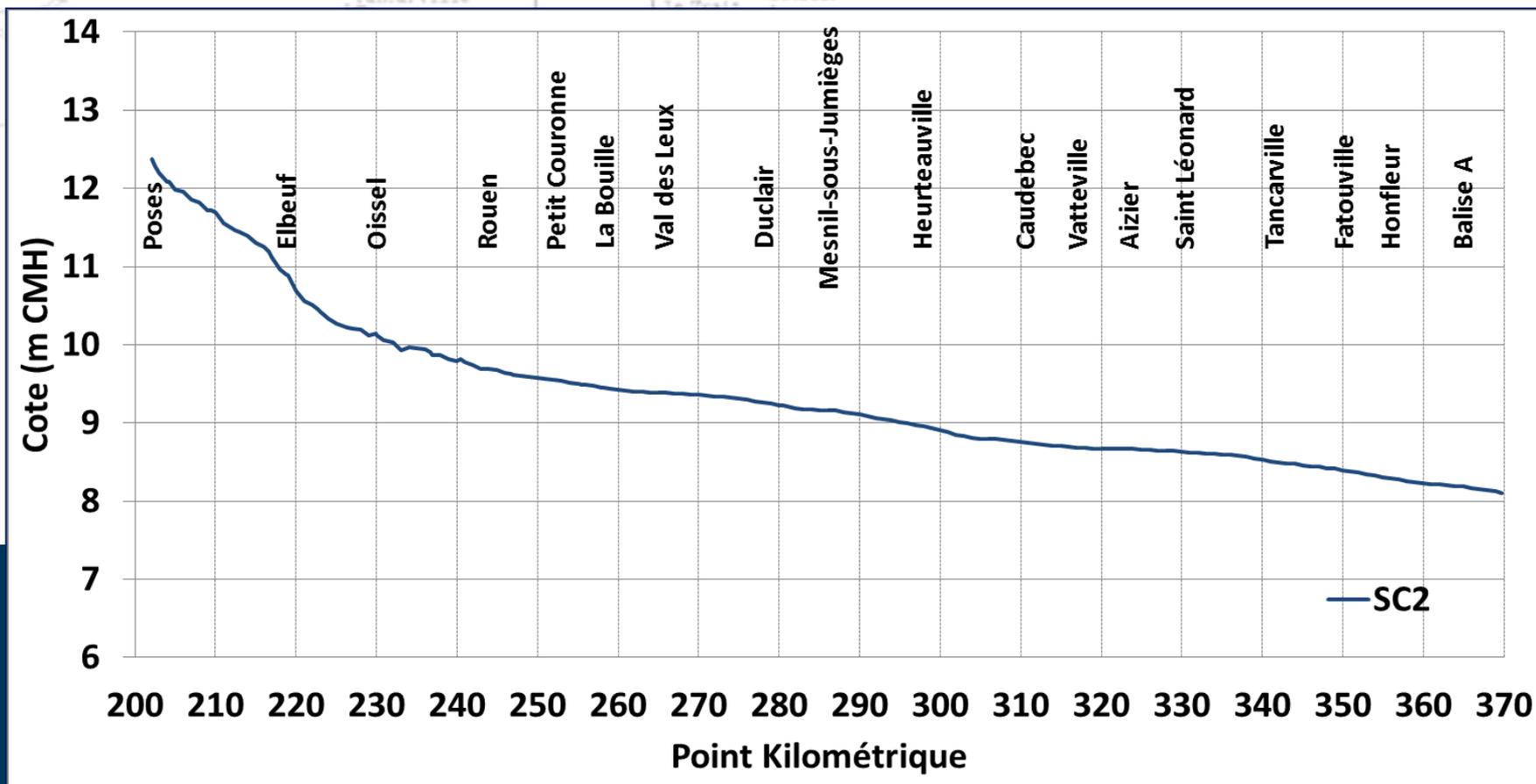


Scénario 2: Villerville

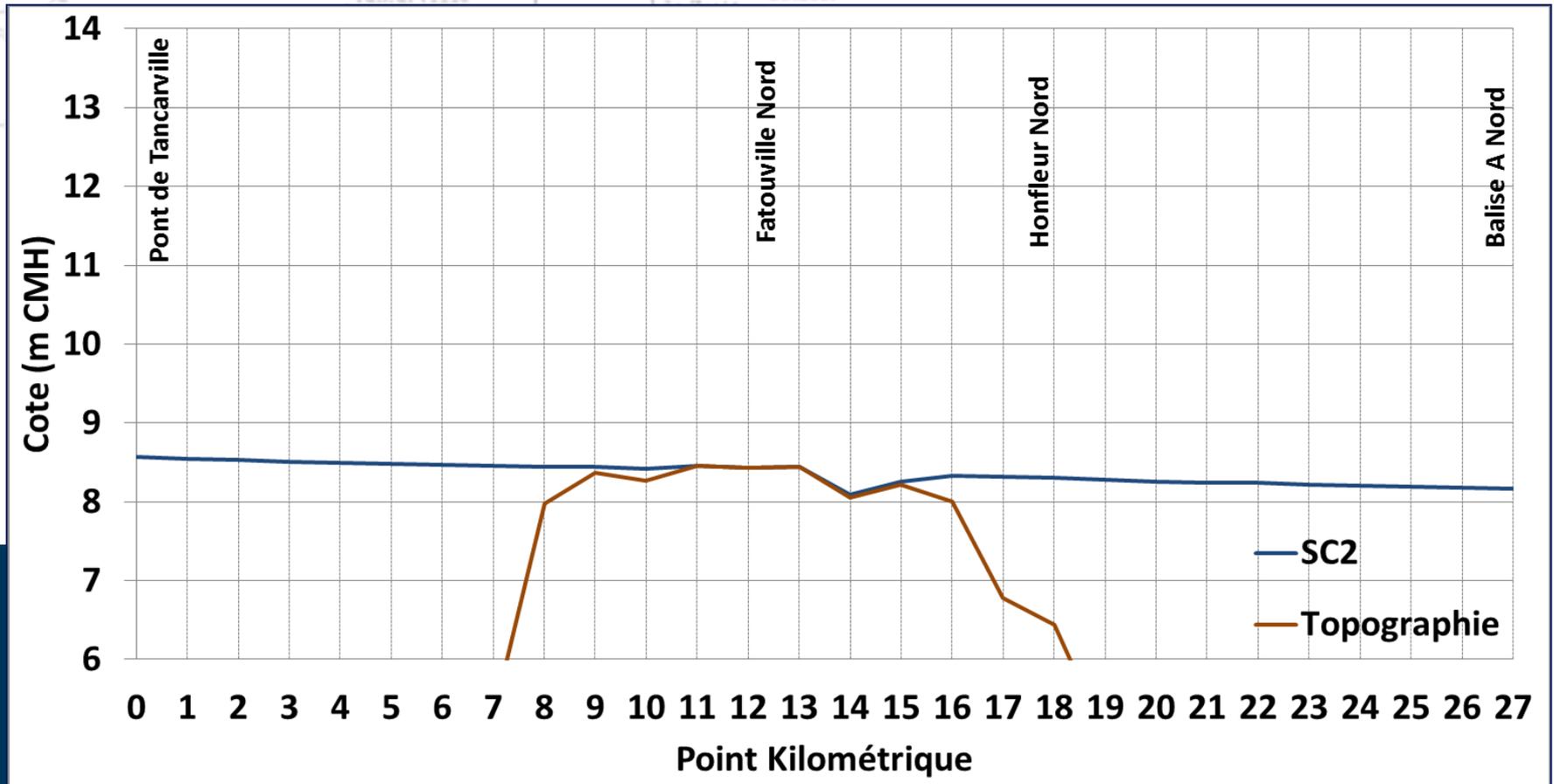
Caudebec-
en-Caux St-Wandrille-
Rançon



Scénario 2



Scénario 2

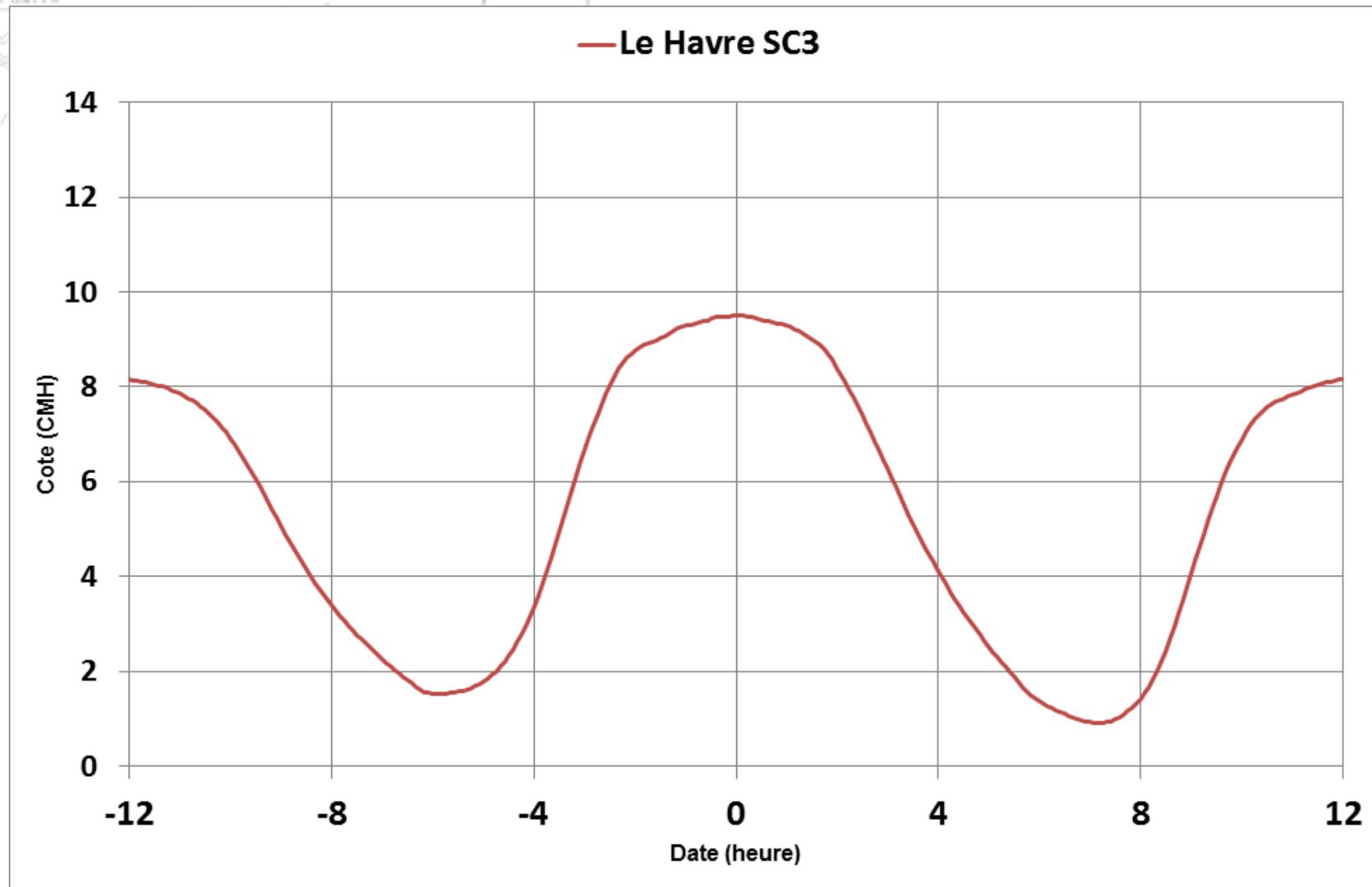




Scénario 3

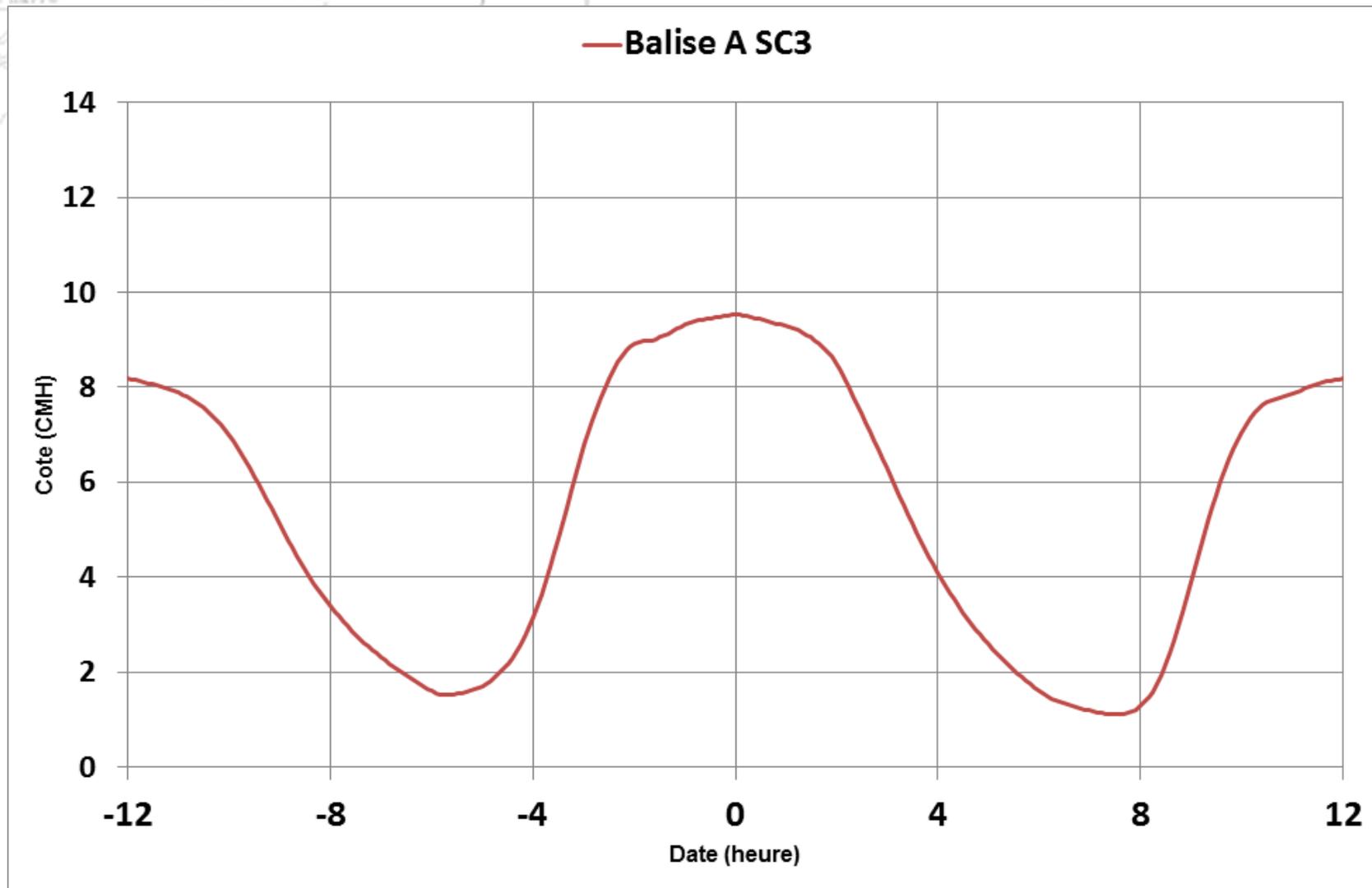
Scénario 3 : Le Havre

Caudebec-en-Caux
St-Wandrille-Rançon



Scénario 3 : Balise A

Caudebec-en-Caux St-Wandrille-Rançon



B – Figure 57

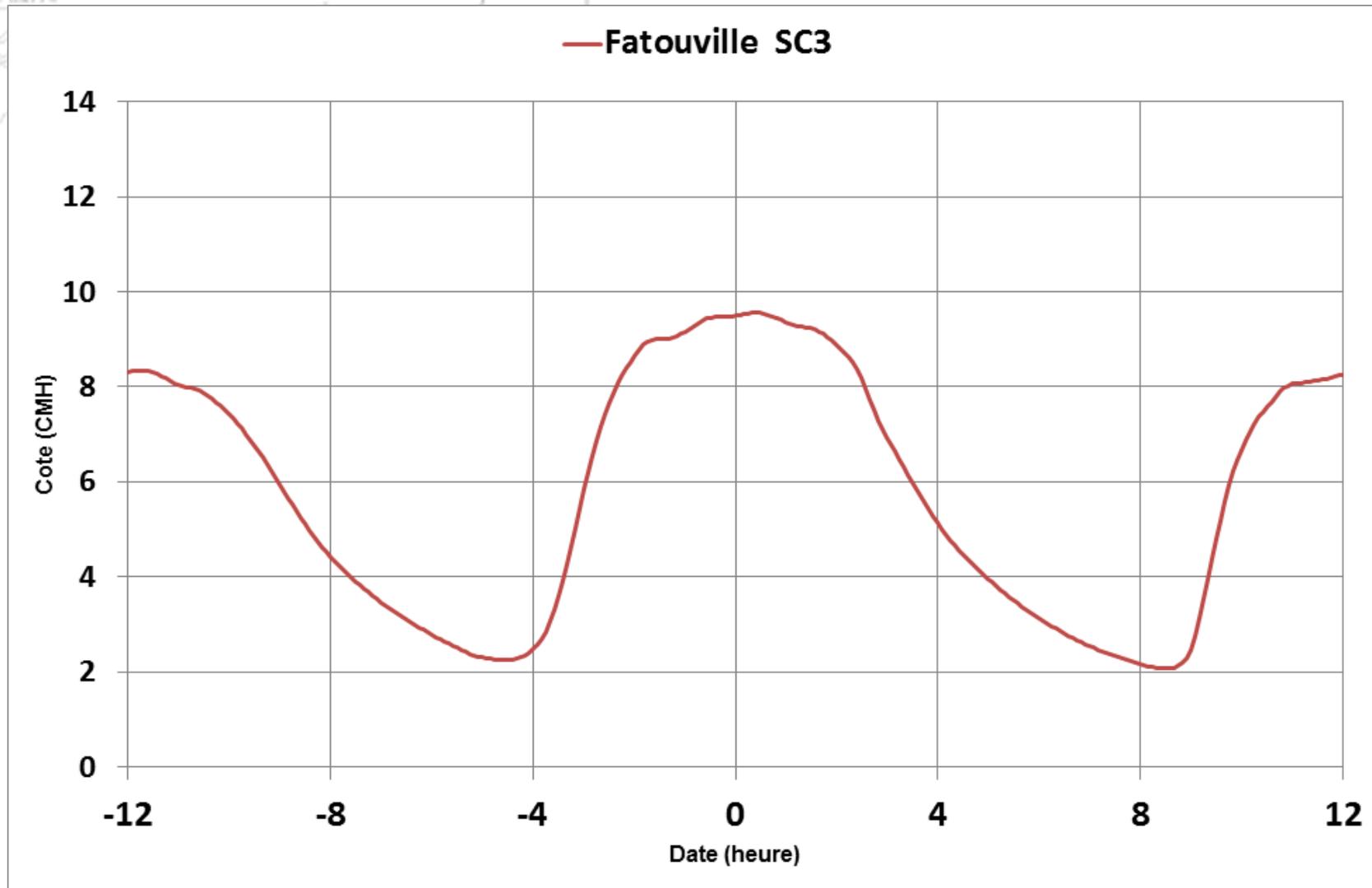
Scénario 3 : Honfleur

Caudebec-en-Caux - St-Wandrille-Rançon



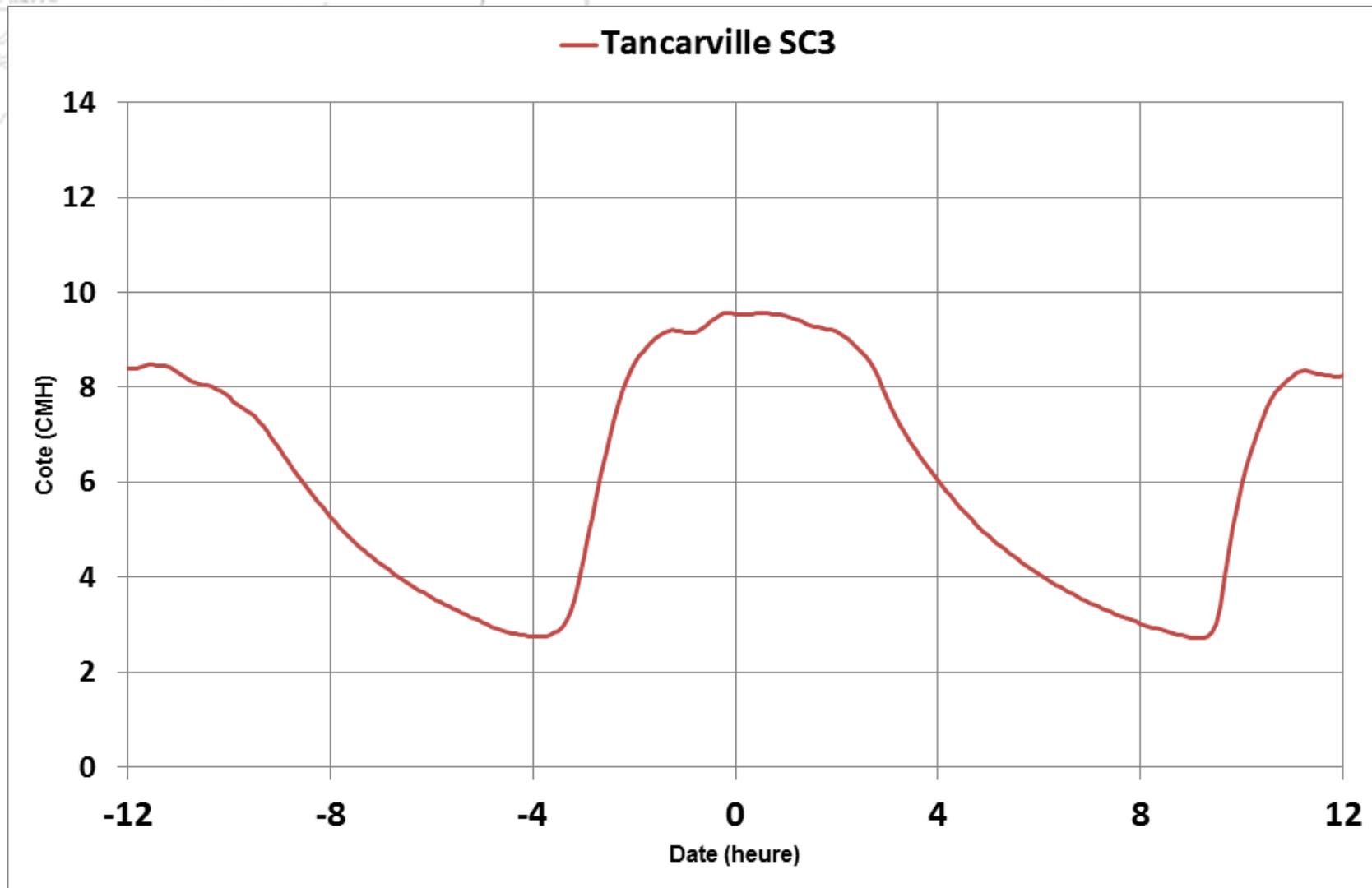
Scénario 3 : Fatouville

Caudebec-en-Caux
St-Wandrille-Rançon



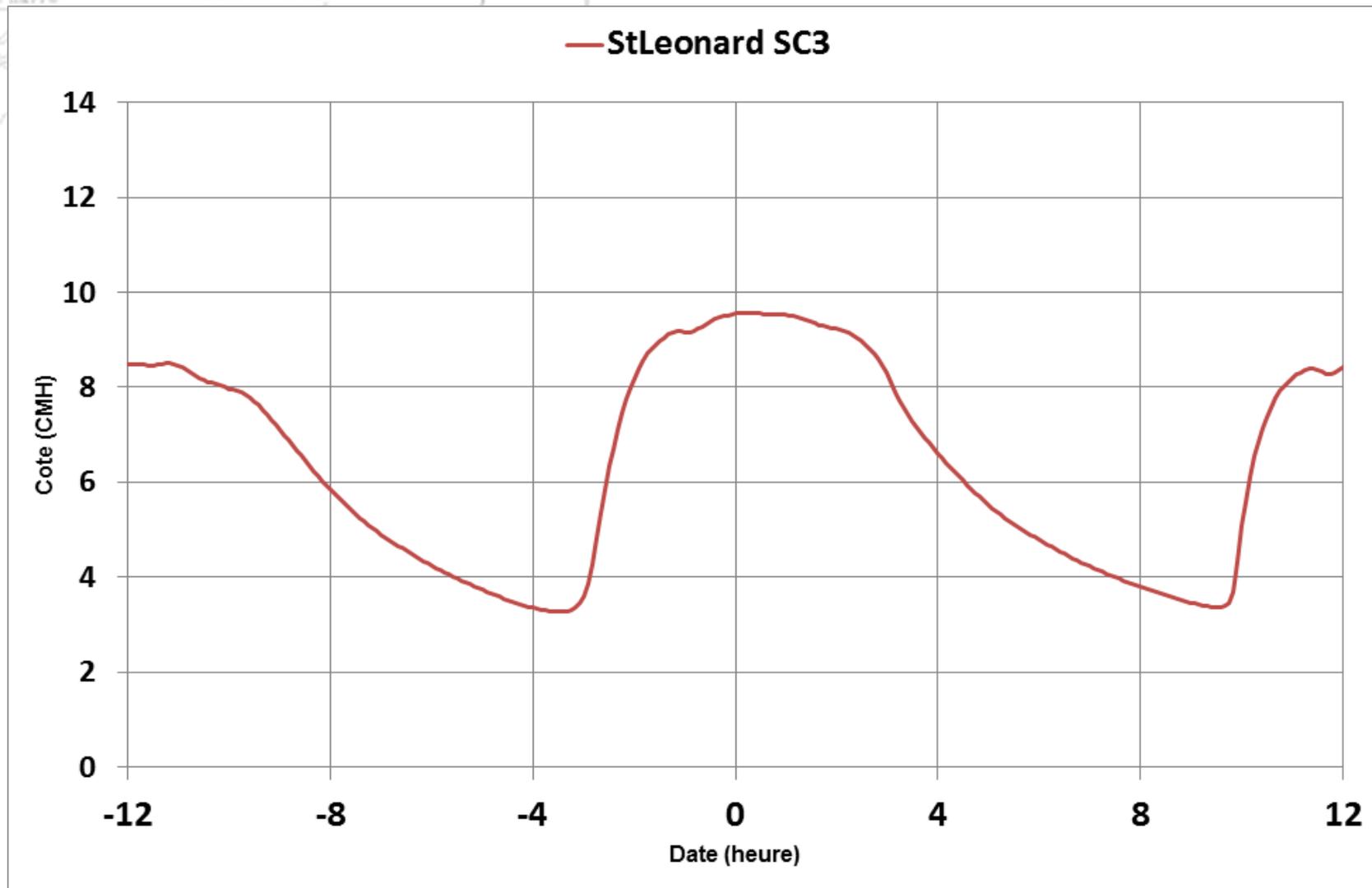
Scénario 3 : Tancarville

Caudebec-en-Caux
St-Wandrille-Rançon



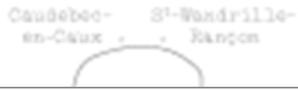
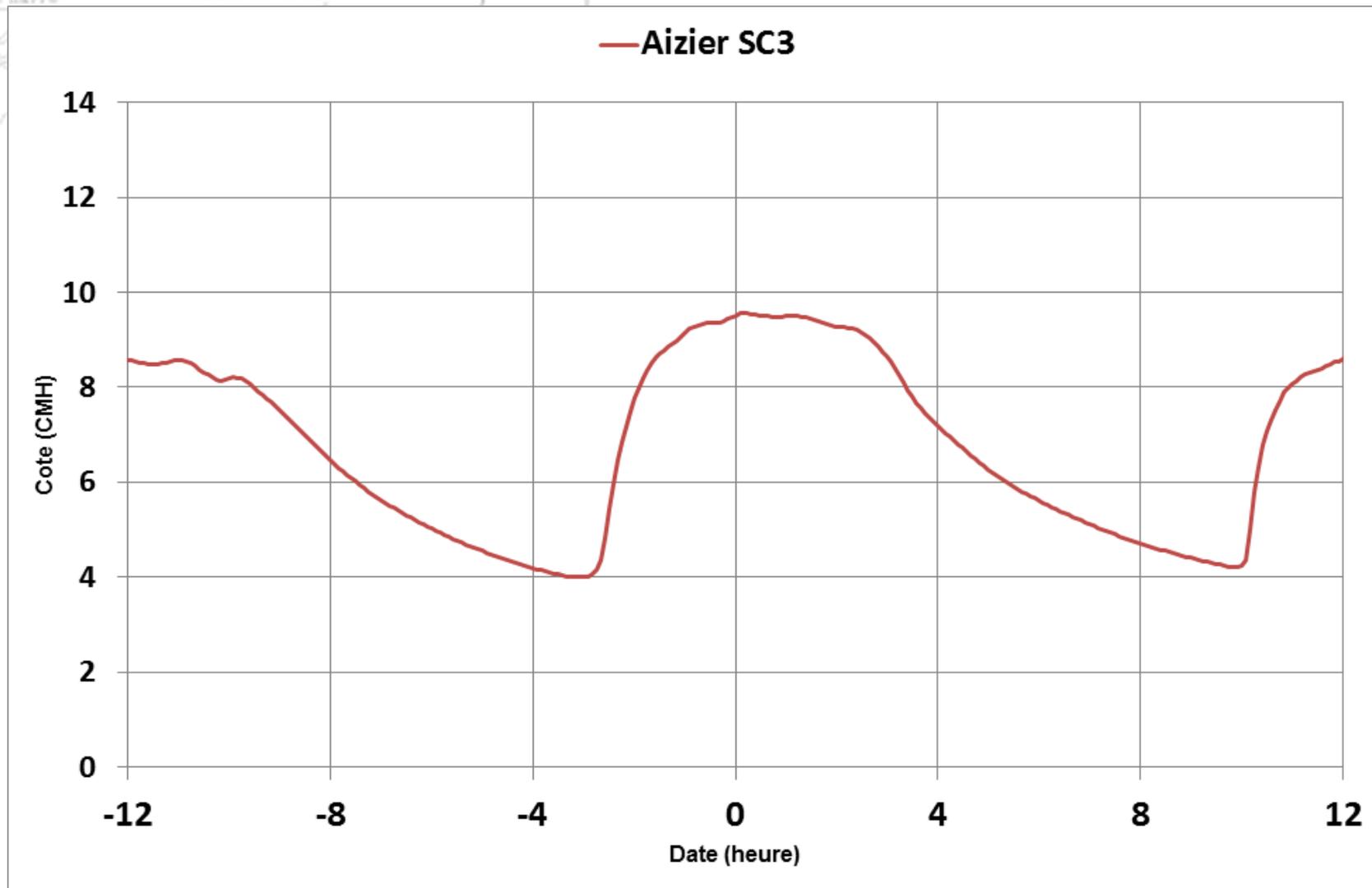
Scénario 3 : St Léonard

Caudebec-
en-Caux St-Wandrille-
Rançon



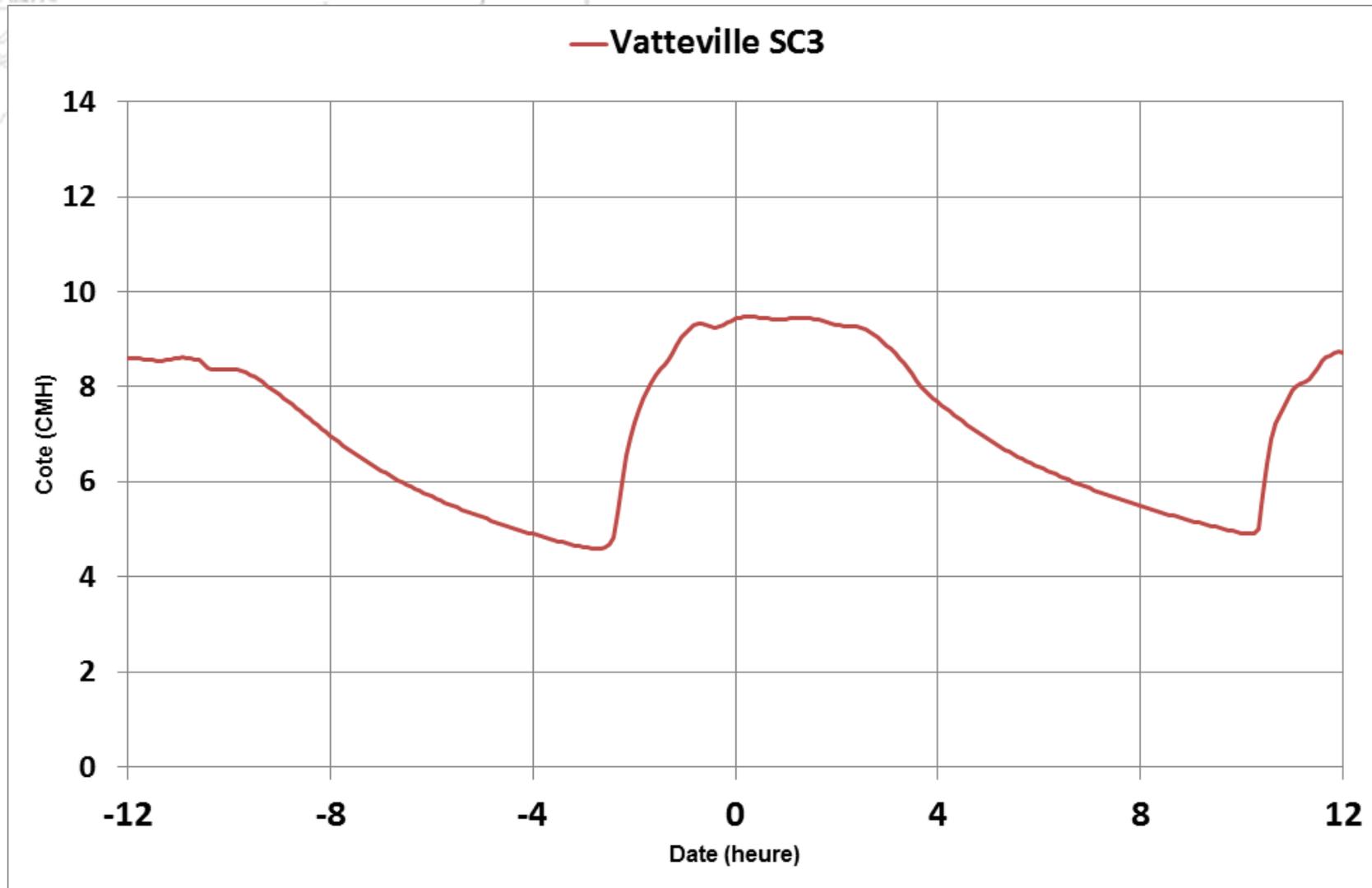
Scénario 3 : Aizier

Caudebec-
en-Caux St-Wandrille-
Rançon

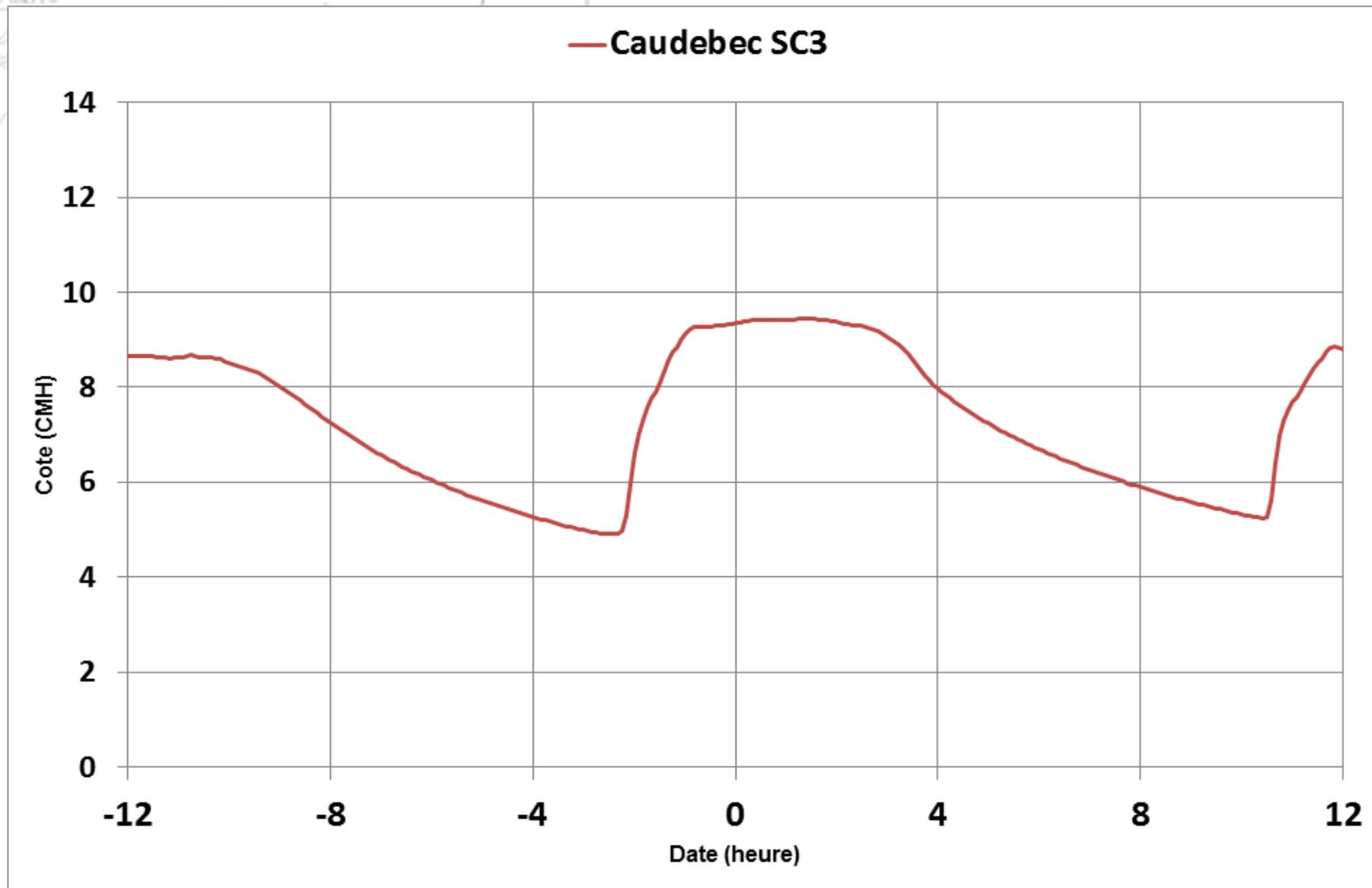
Scénario 3 : Vatteville

Caudebec-en-Caux St-Wandrille-Rançon

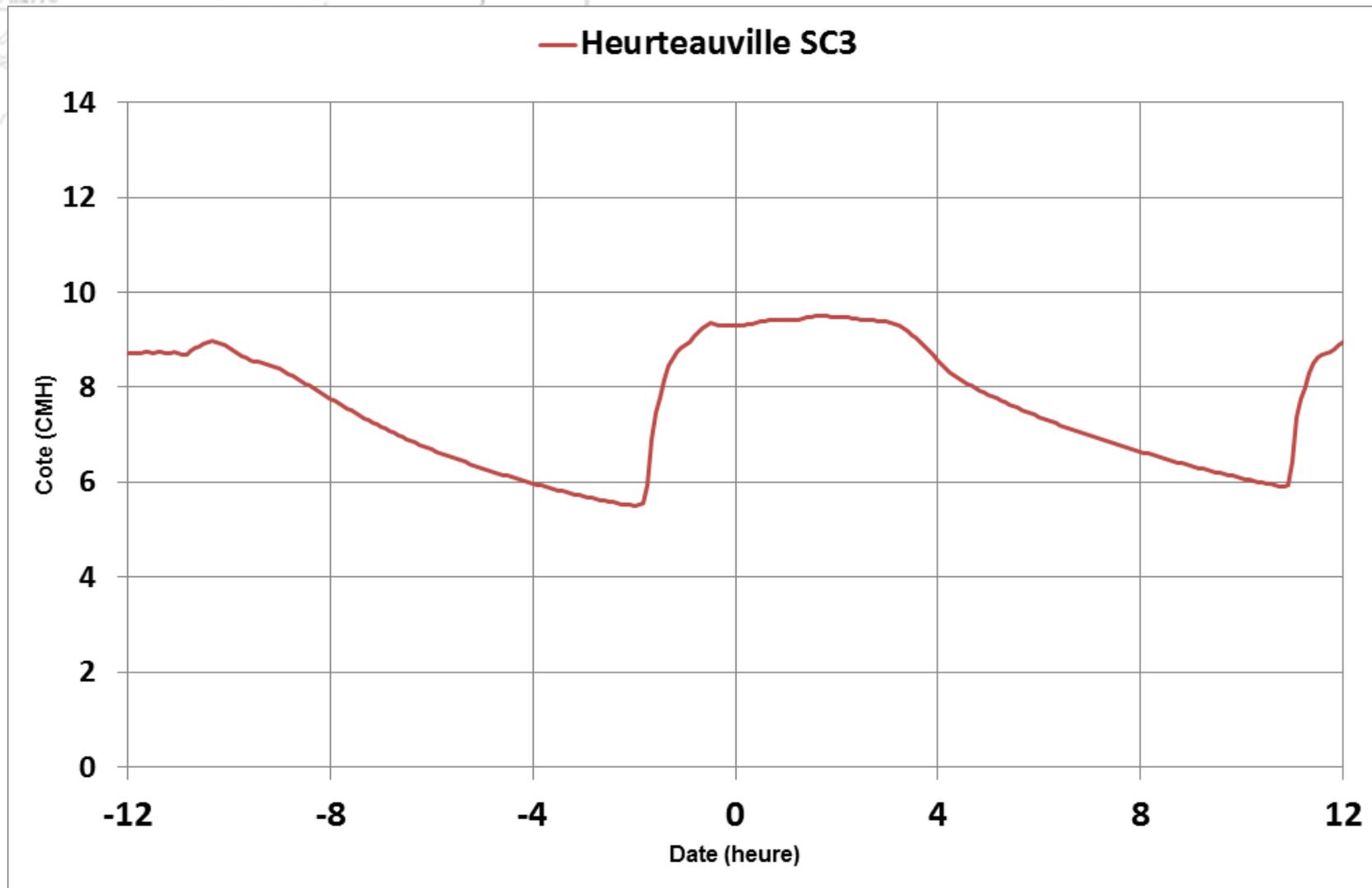


Scénario 3 : Caudebec

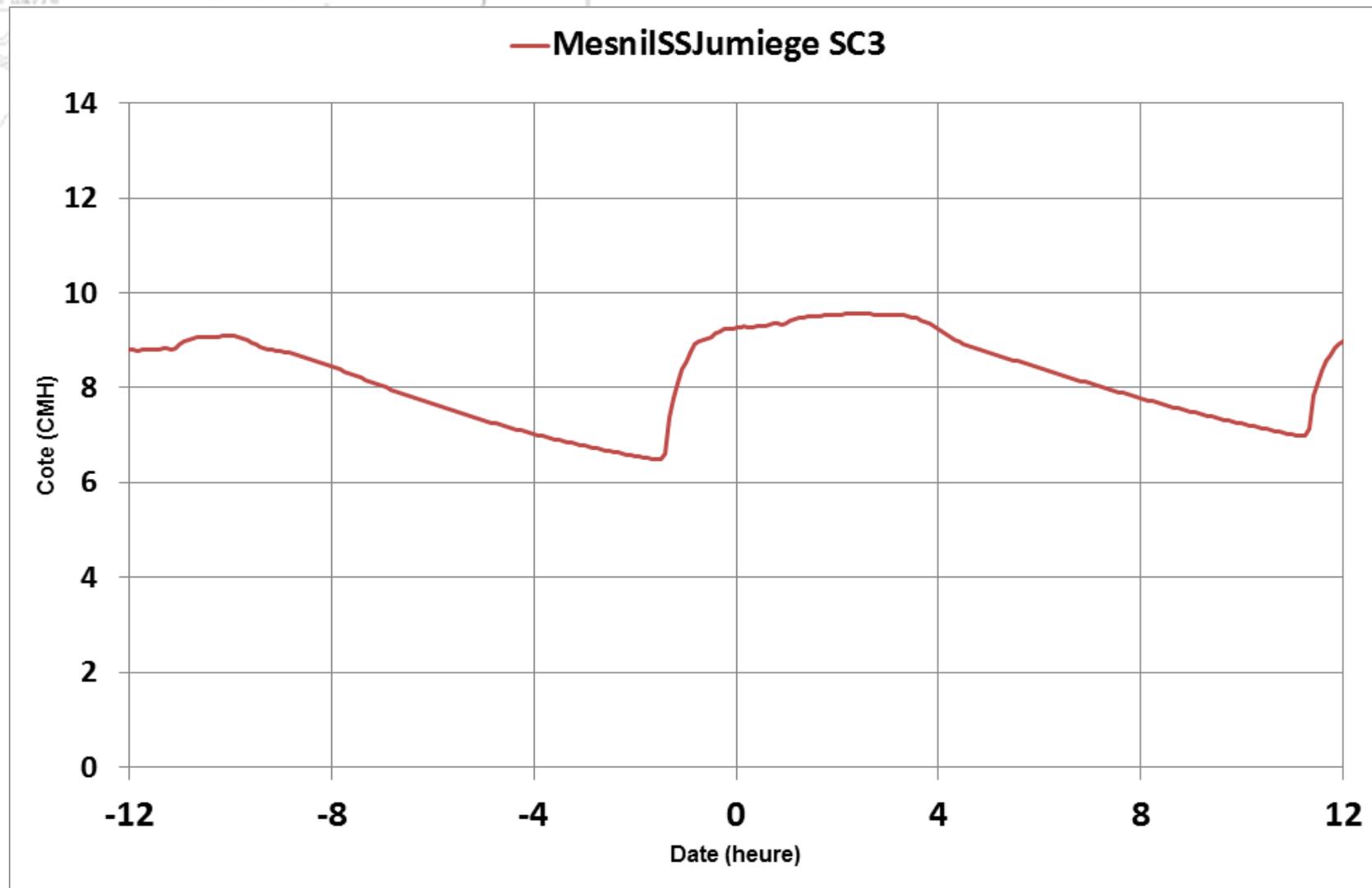
Caudebec-en-Caux St-Wandrille-Rançon



Scénario 3 : Heurteauville

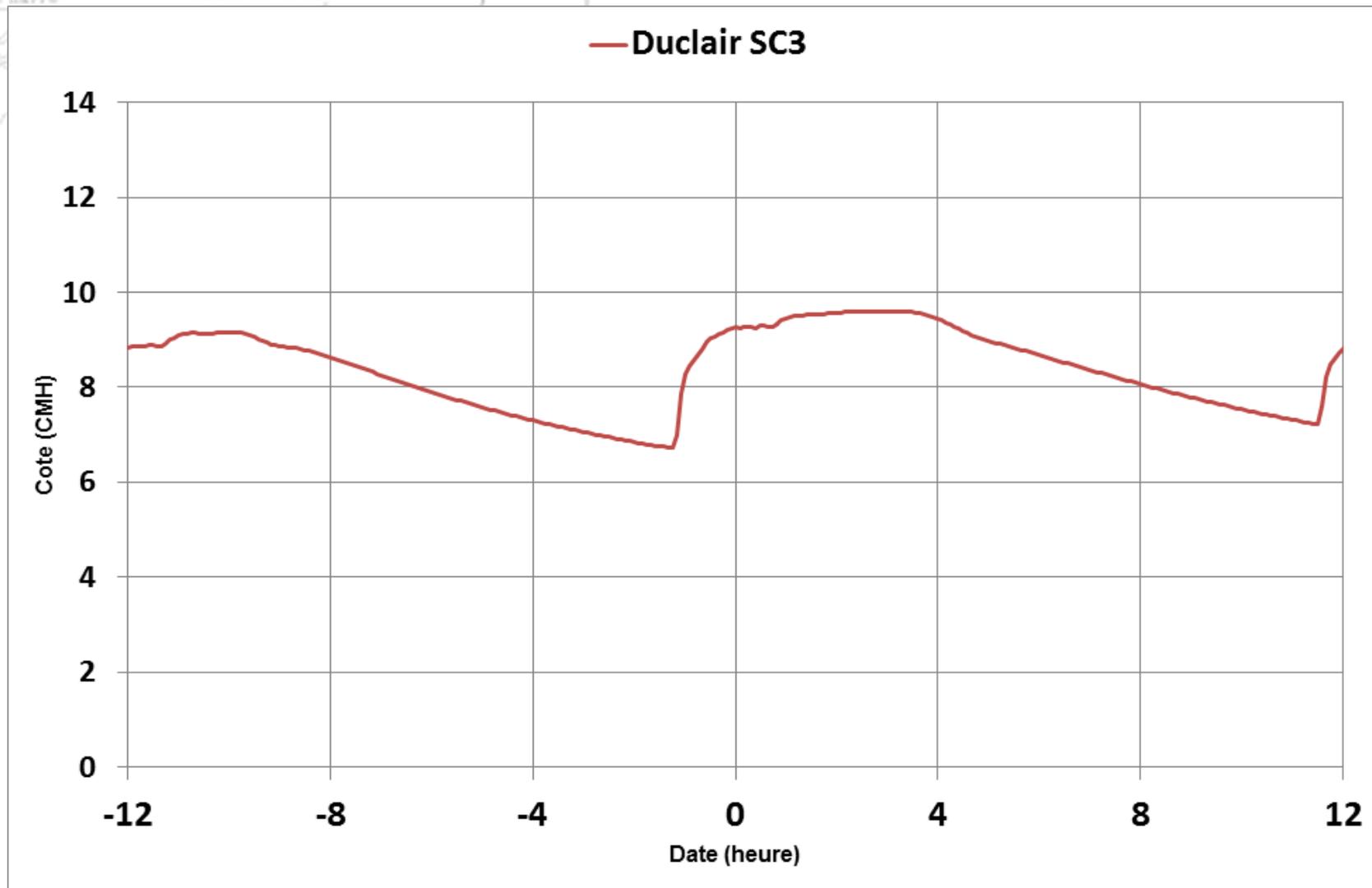


Scénario 3 : Mesnil-sous-Jumièges

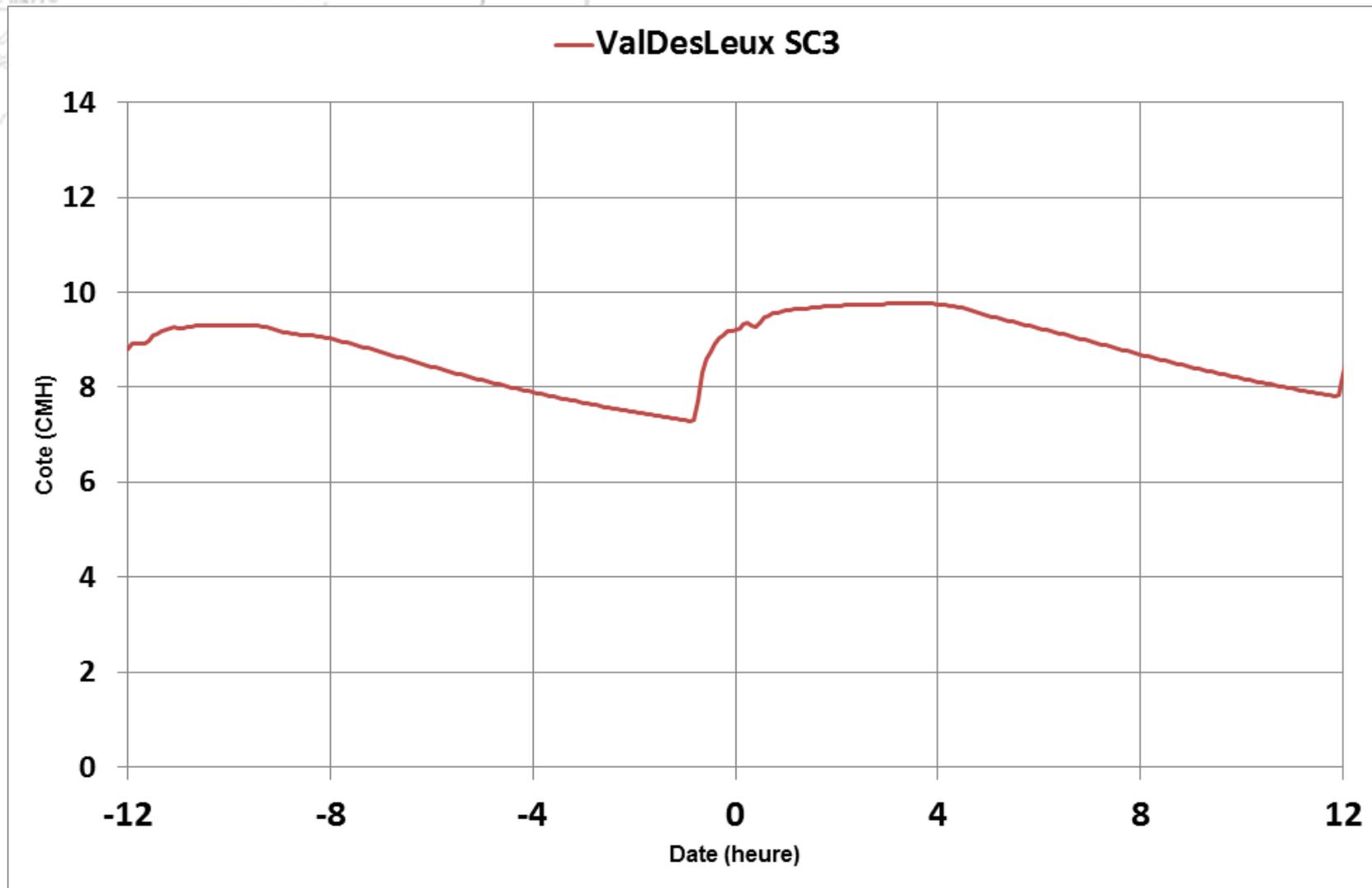


Scénario 3 : Duclair

Caudebec-en-Caux
St-Wandrille-Rançon

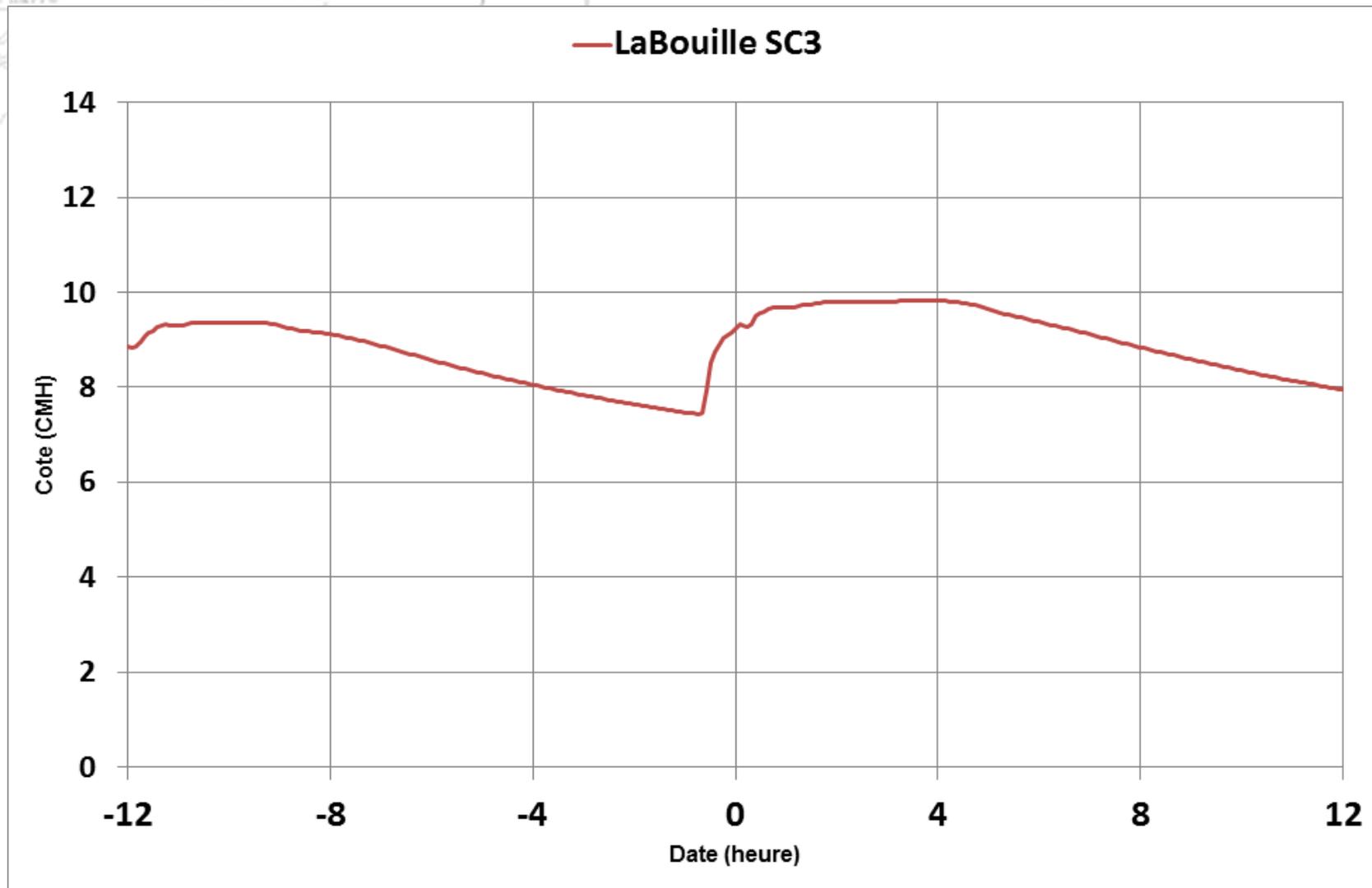


Scénario 3 : Val-des-Leux

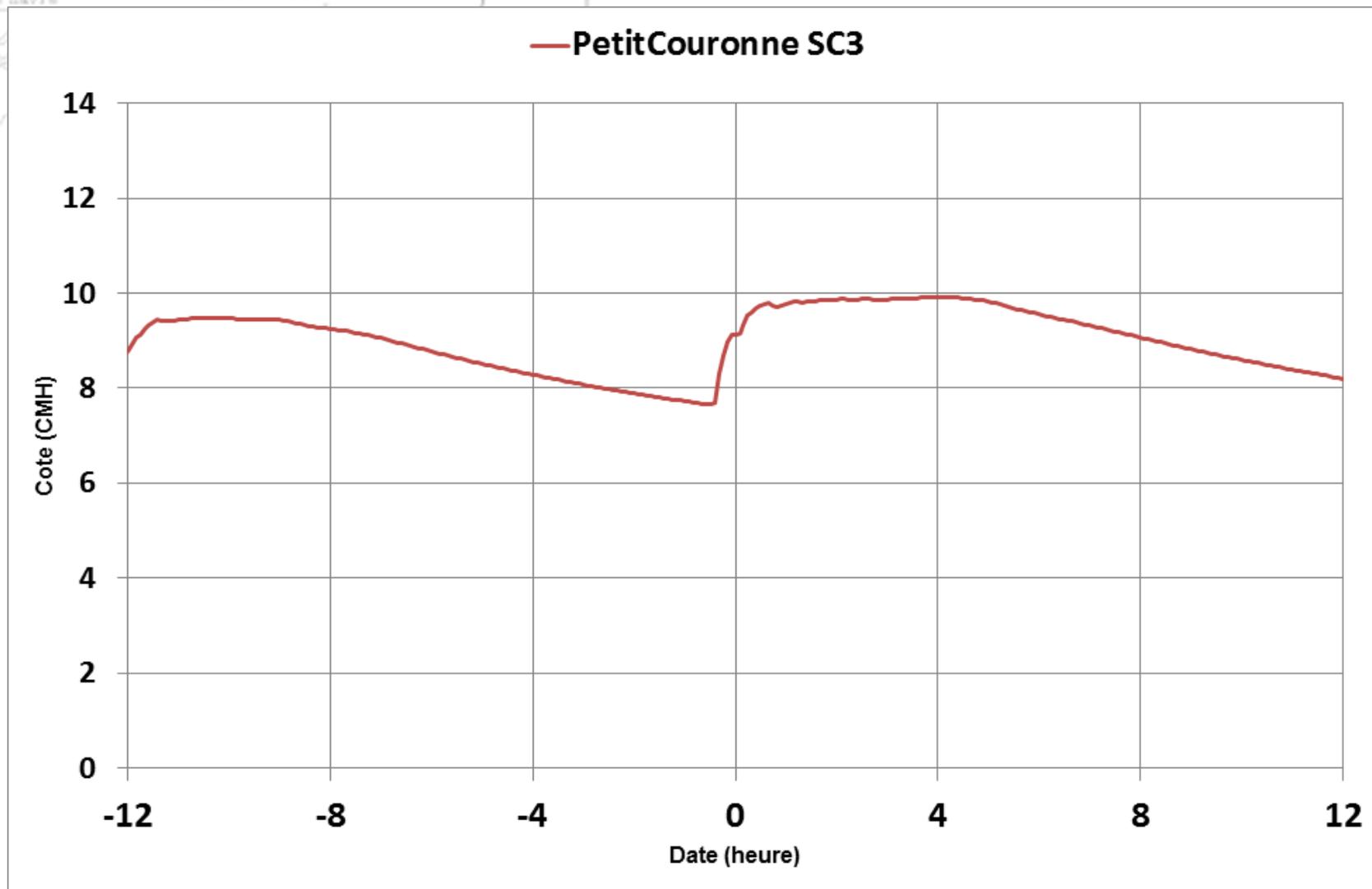


Scénario 3 : La Bouille

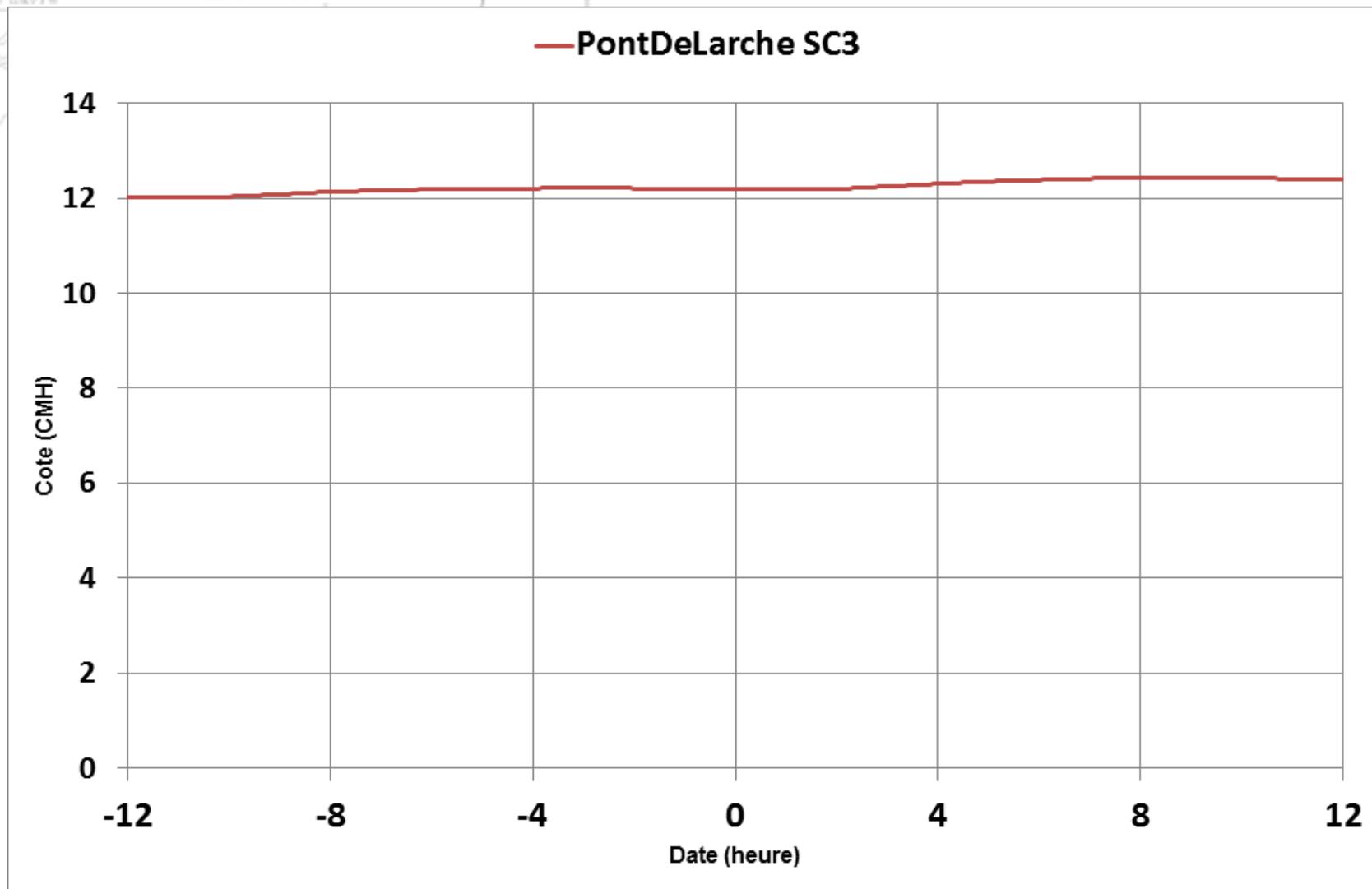
Caudebec-en-Caux St-Wandrille-Rançon



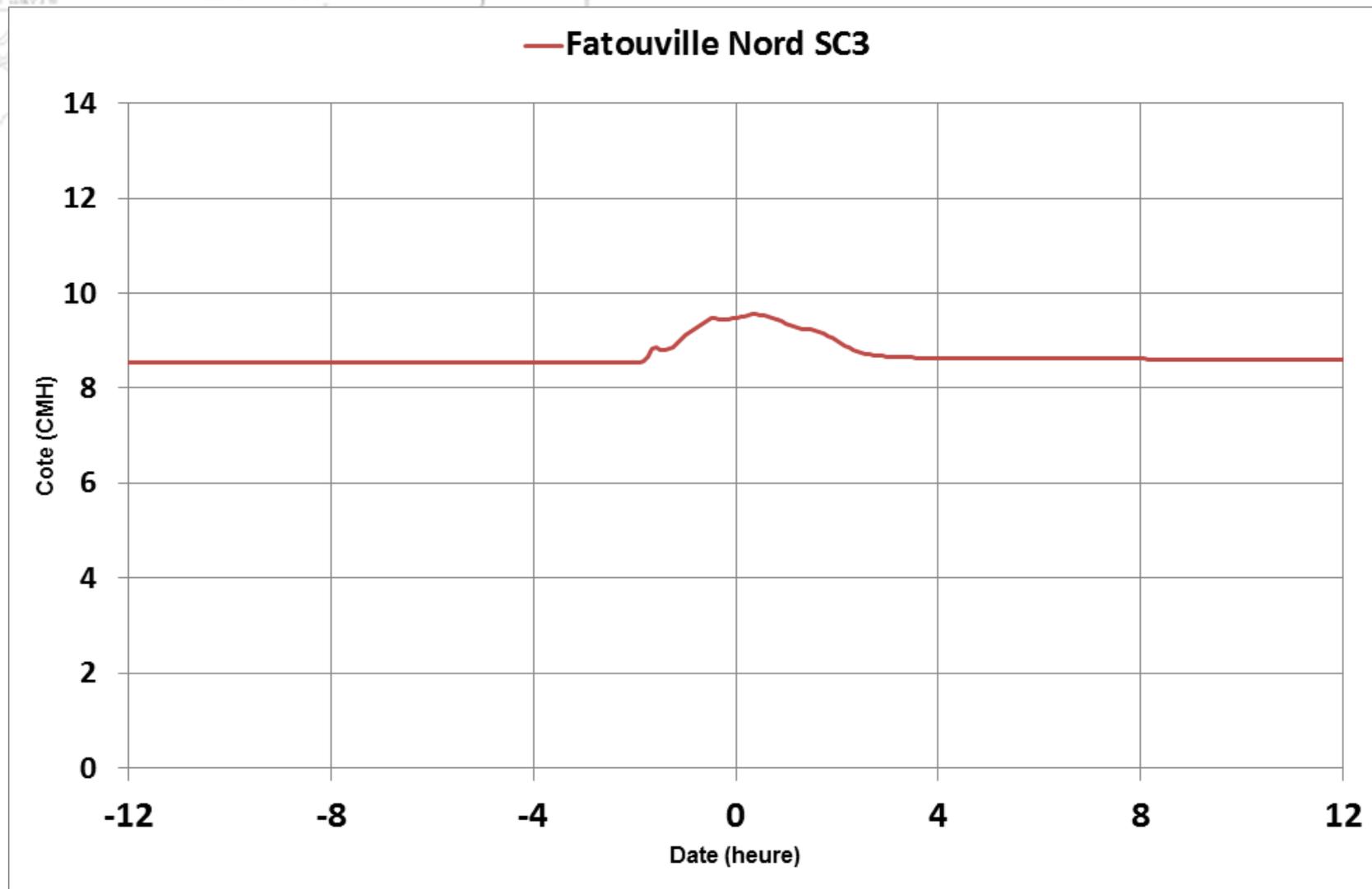
Scénario 3 : Petit Couronne



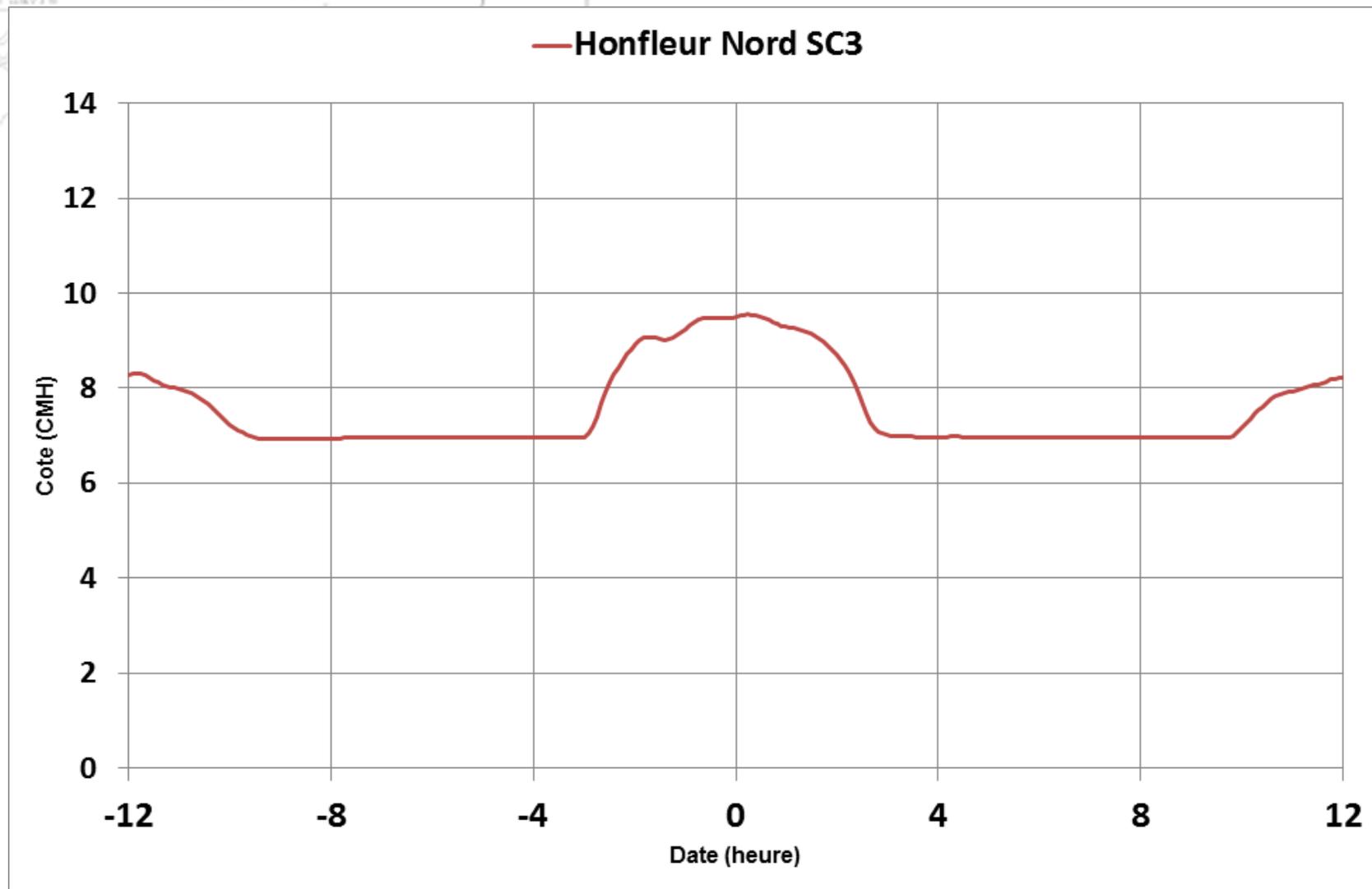
Scénario 3 : Pont-de-l'Arche



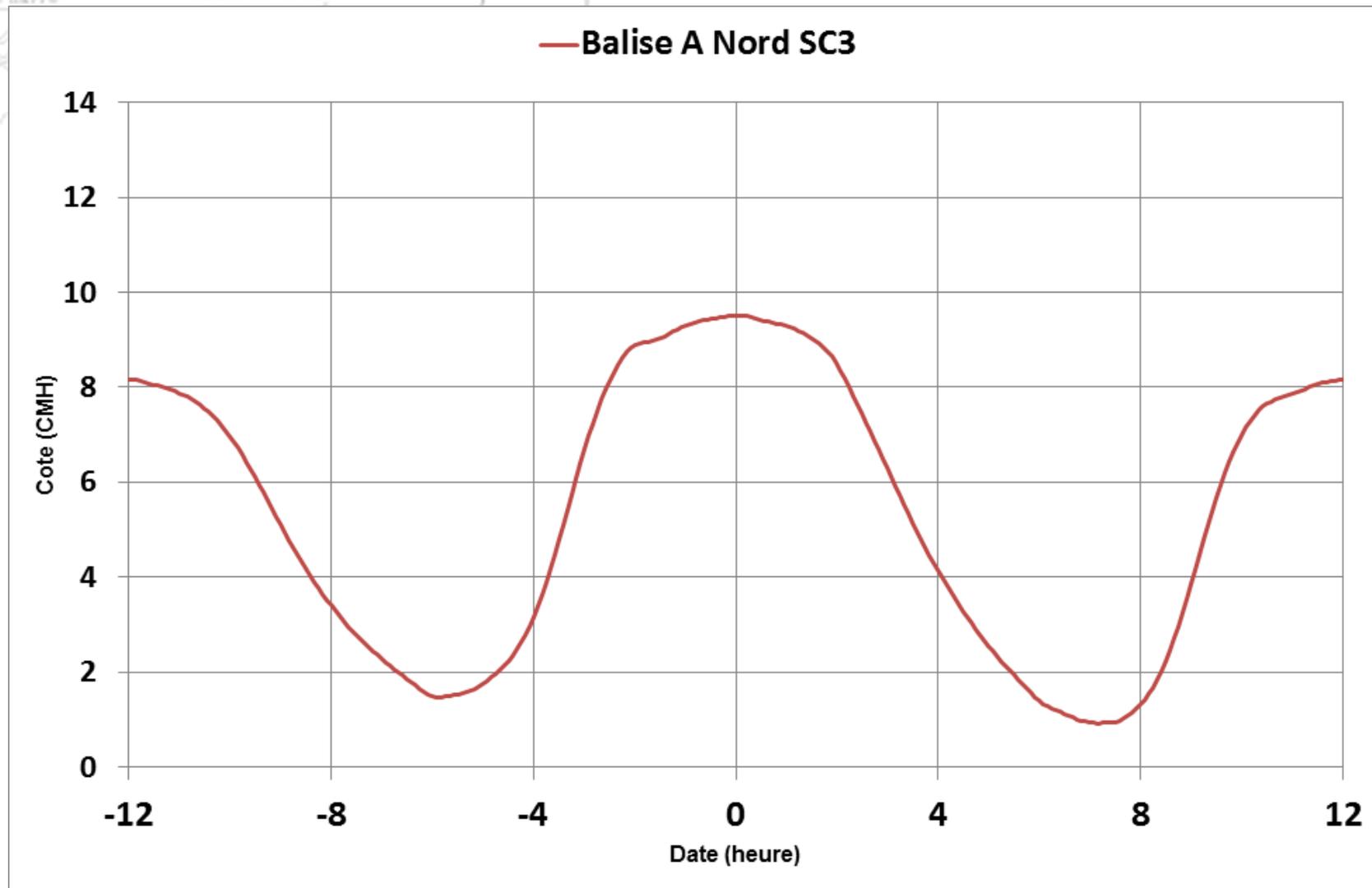
Scénario 3 : Nord de Fatouville



Scénario 3 : Nord de Honfleur

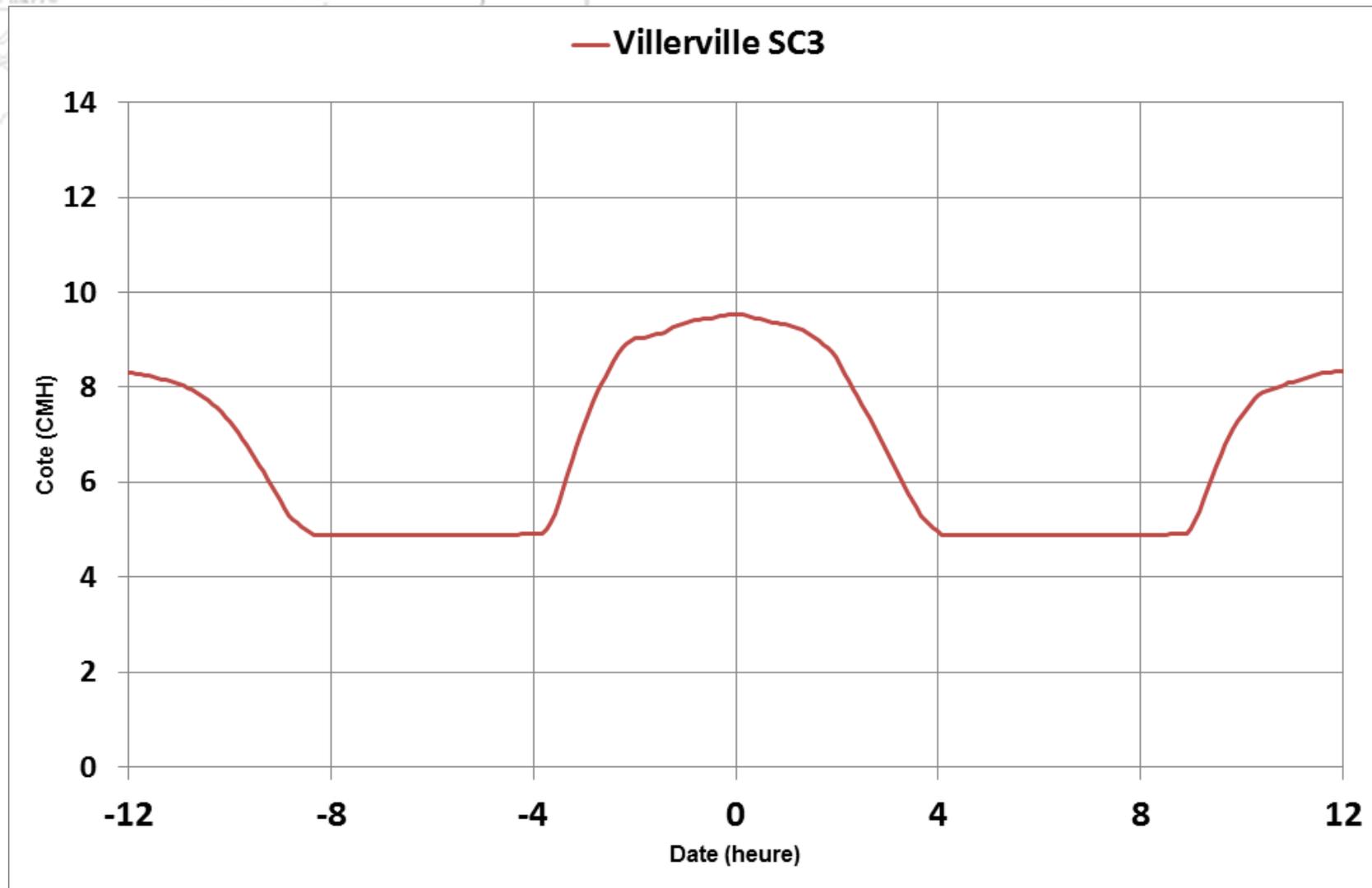


Scénario 3 : Nord de Balise A

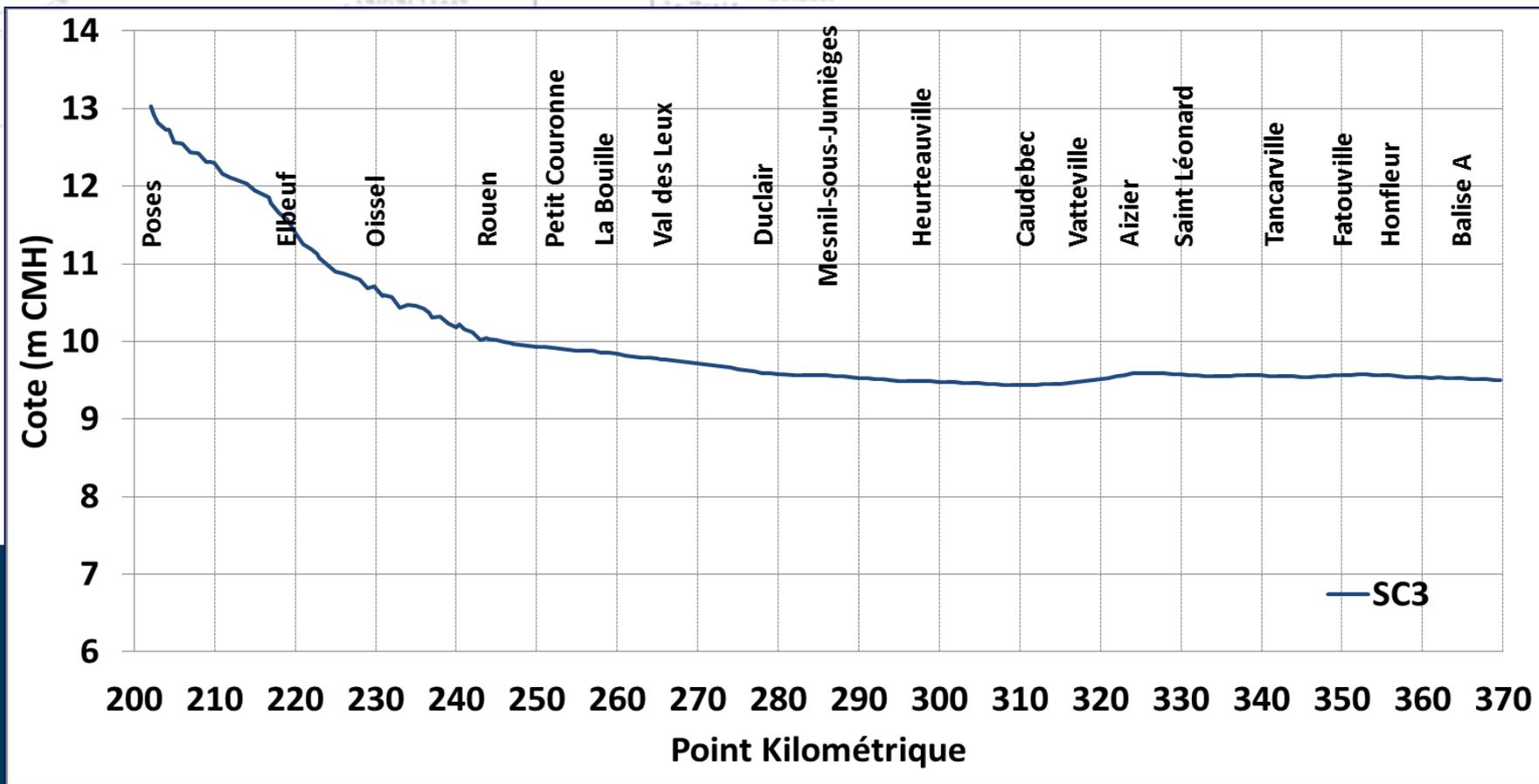


Scénario 3 : Villerville

Caudebec-
en-Caux St-Wandrille-
Rançon

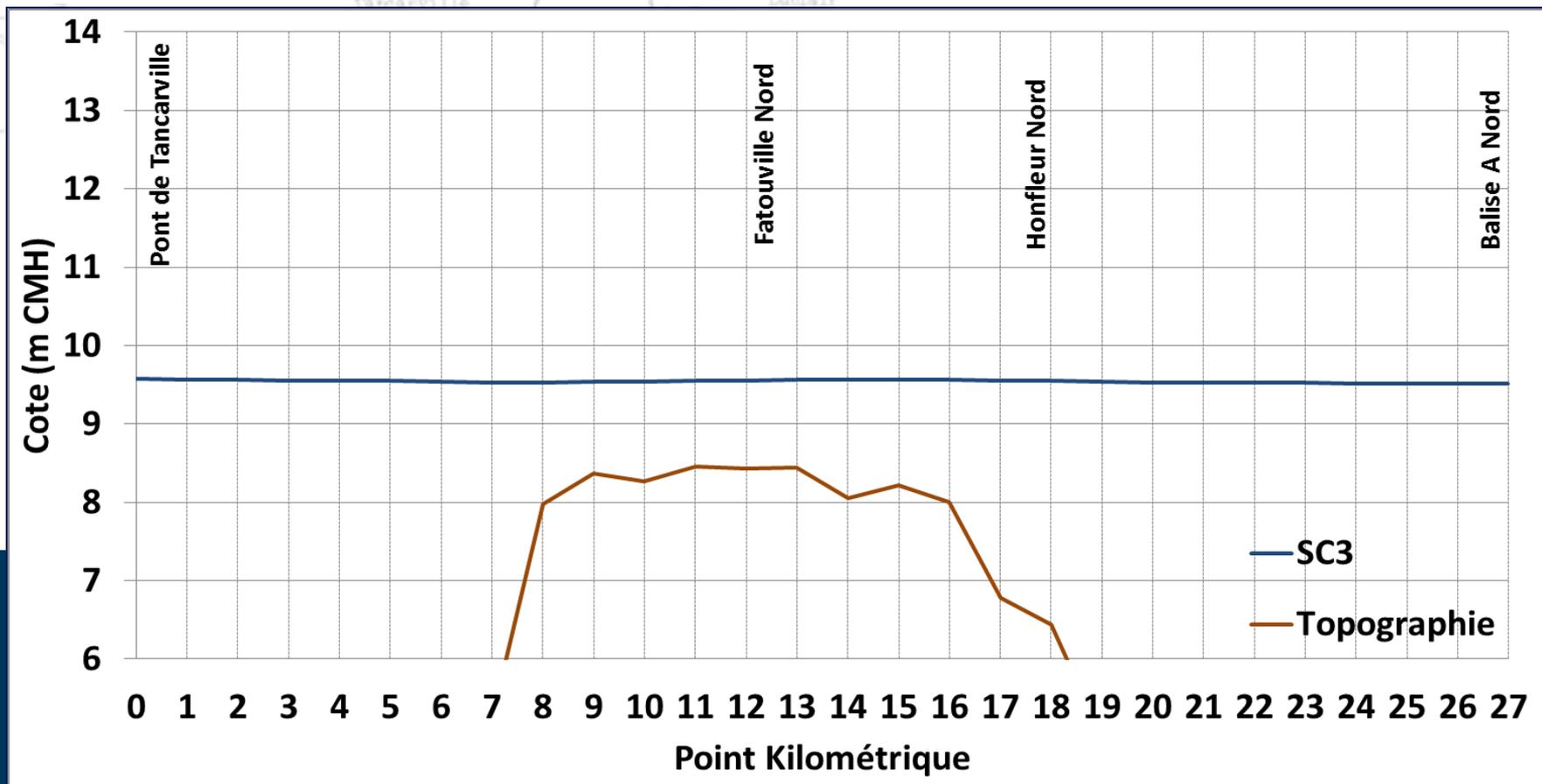


Scénario 3



B – Figure 79

Scénario 3

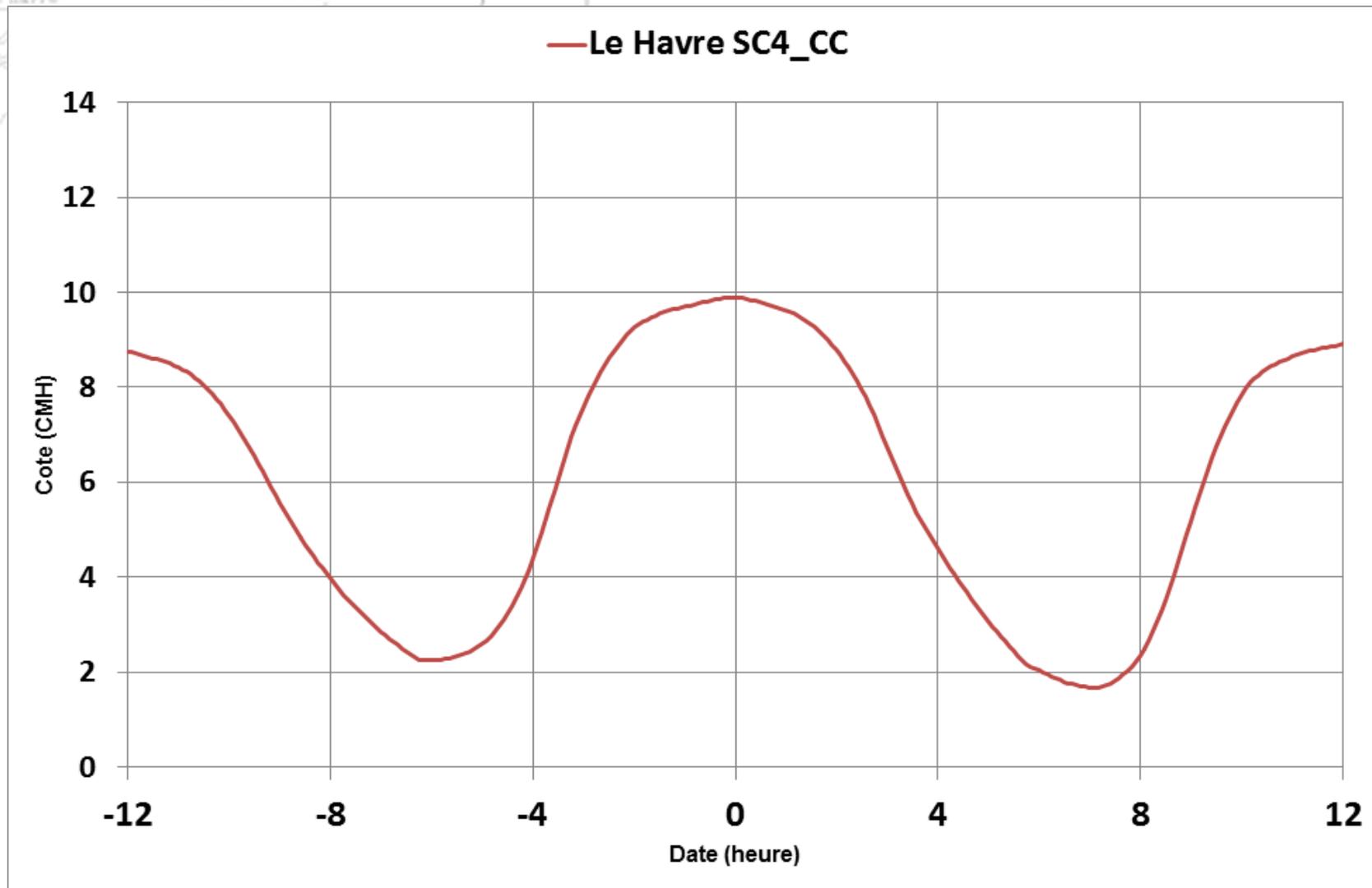




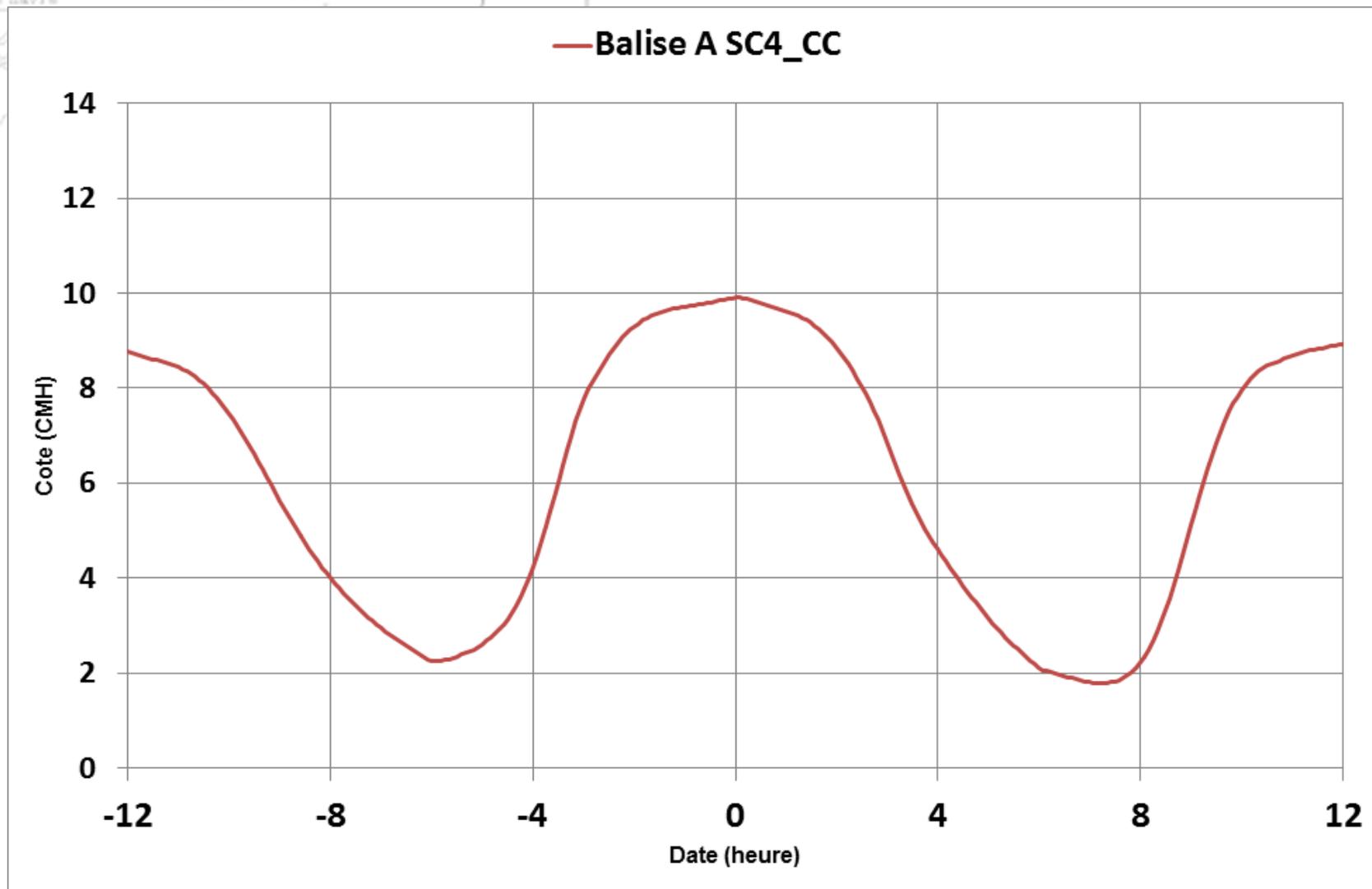
Scénario 4

Scénario 4 : Le Havre

Caudebec-en-Caux
St-Wandrille-Rançon

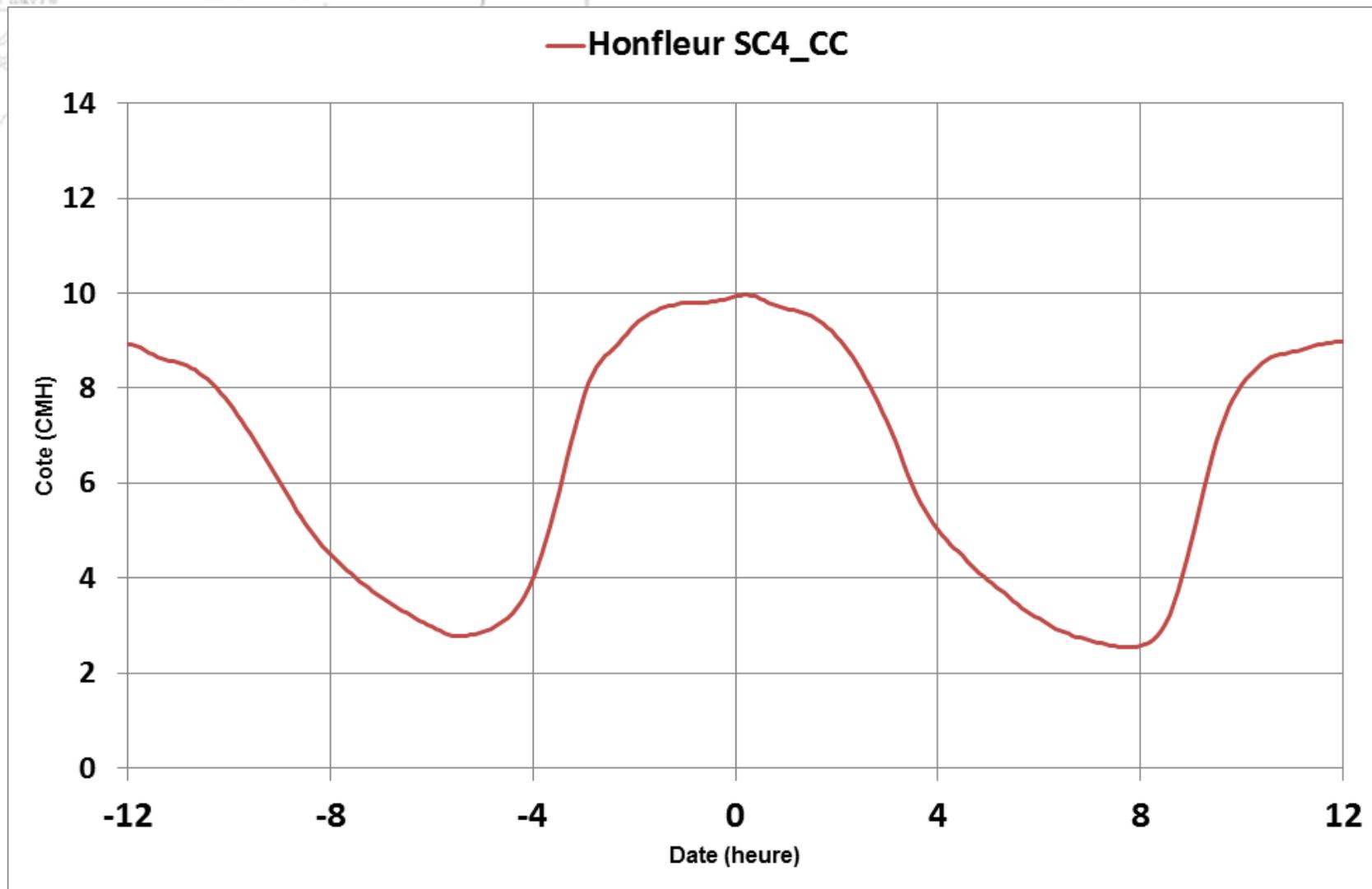


Scénario 4 : Balise A



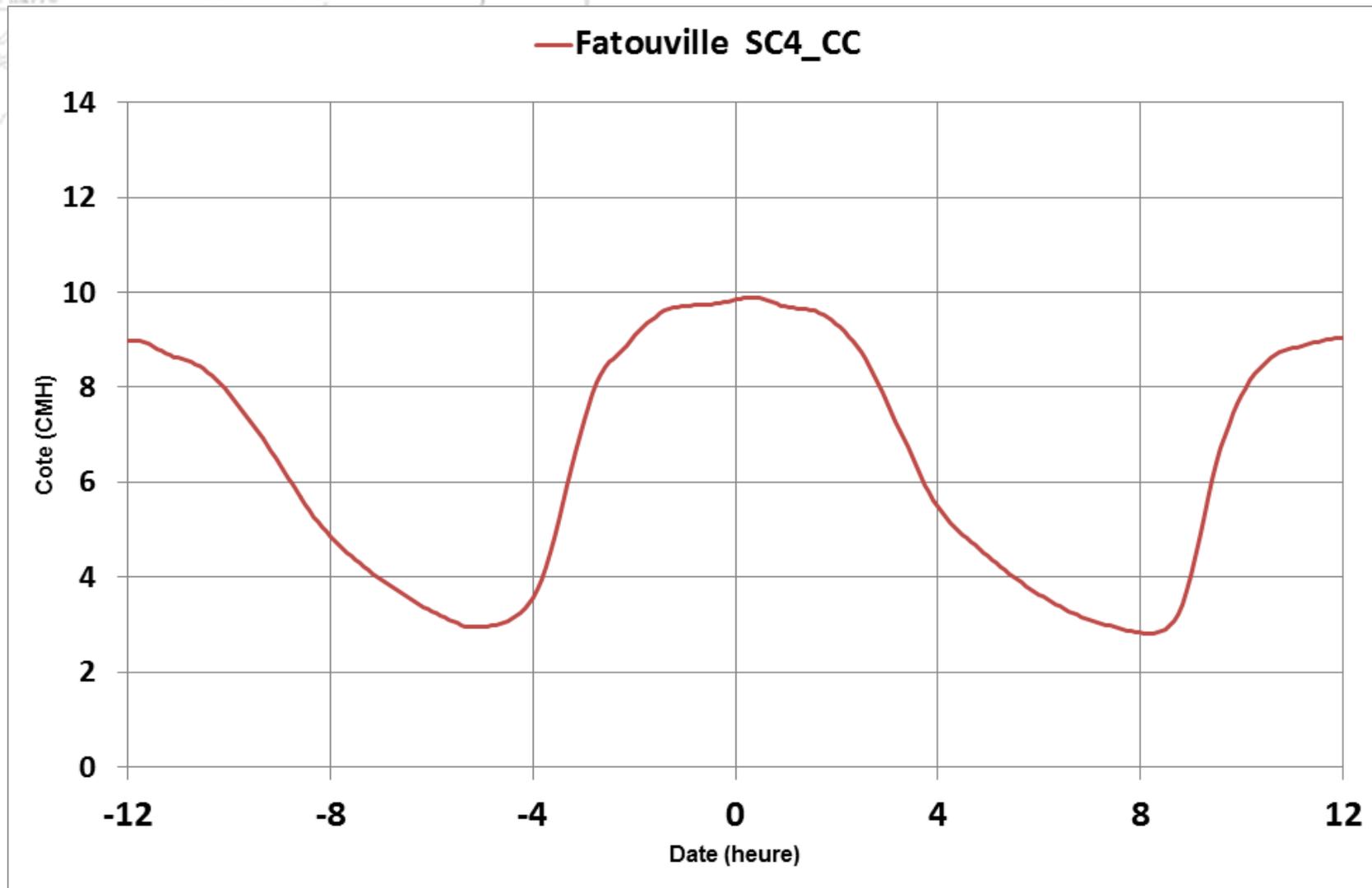
Scénario 4 : Honfleur

Caudebec-
en-Caux St-Wandrille-
Rançon



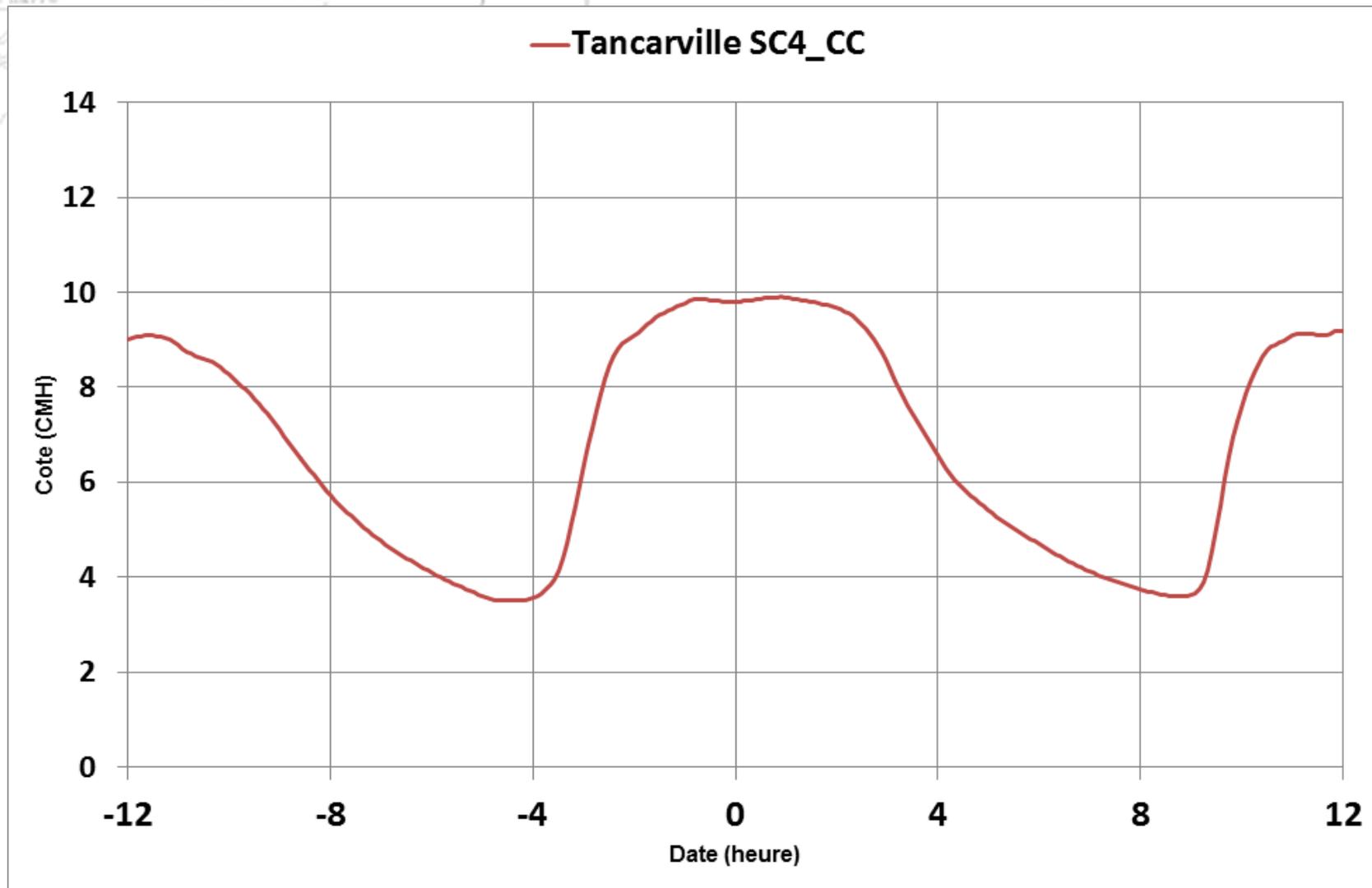
Scénario 4 : Fatouville

Caudebec-en-Caux
St-Wandrille-Rançon

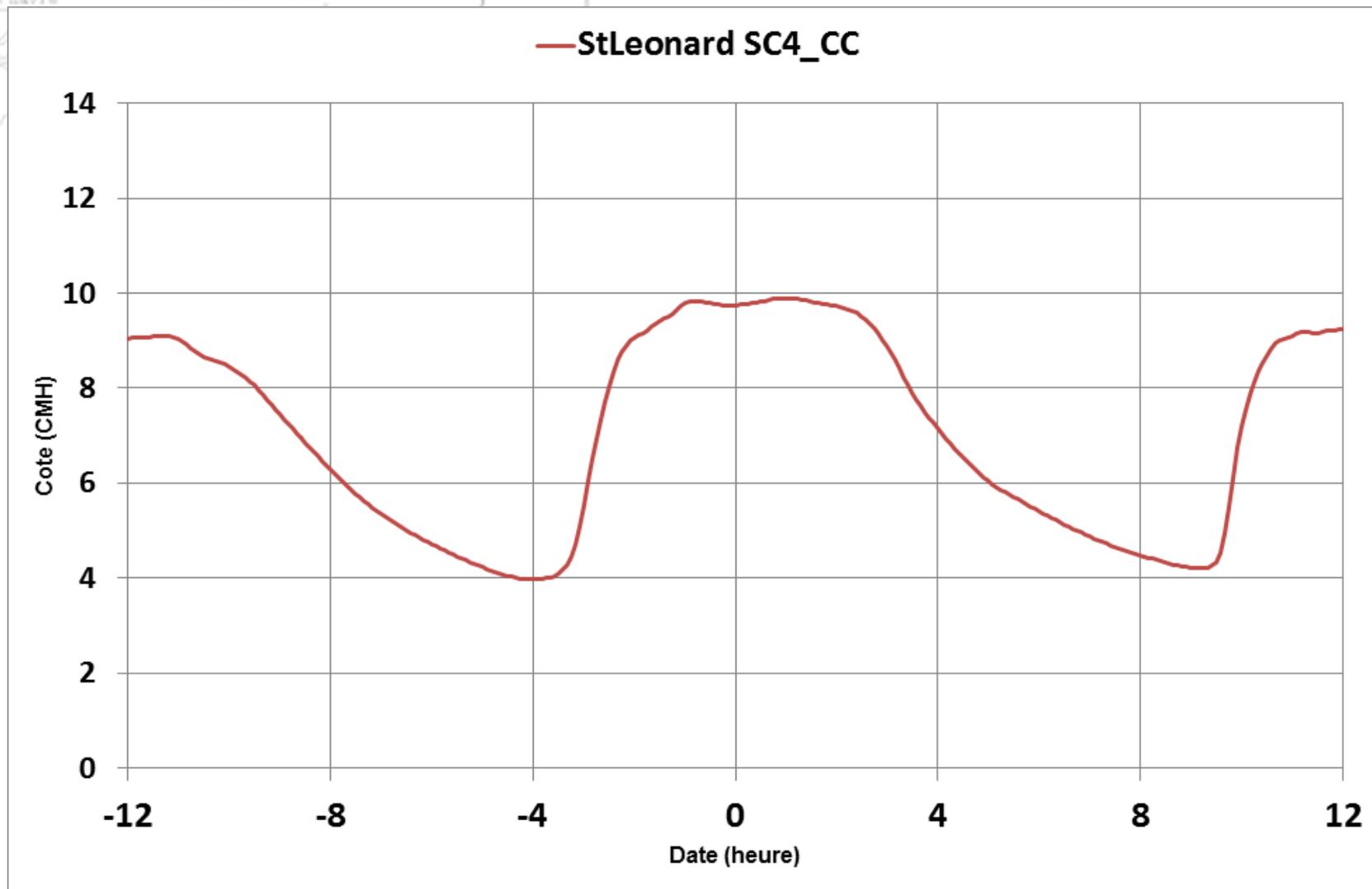


Scénario 4 : Tancarville

Caudebec-en-Caux
St-Wandrille-Rançon

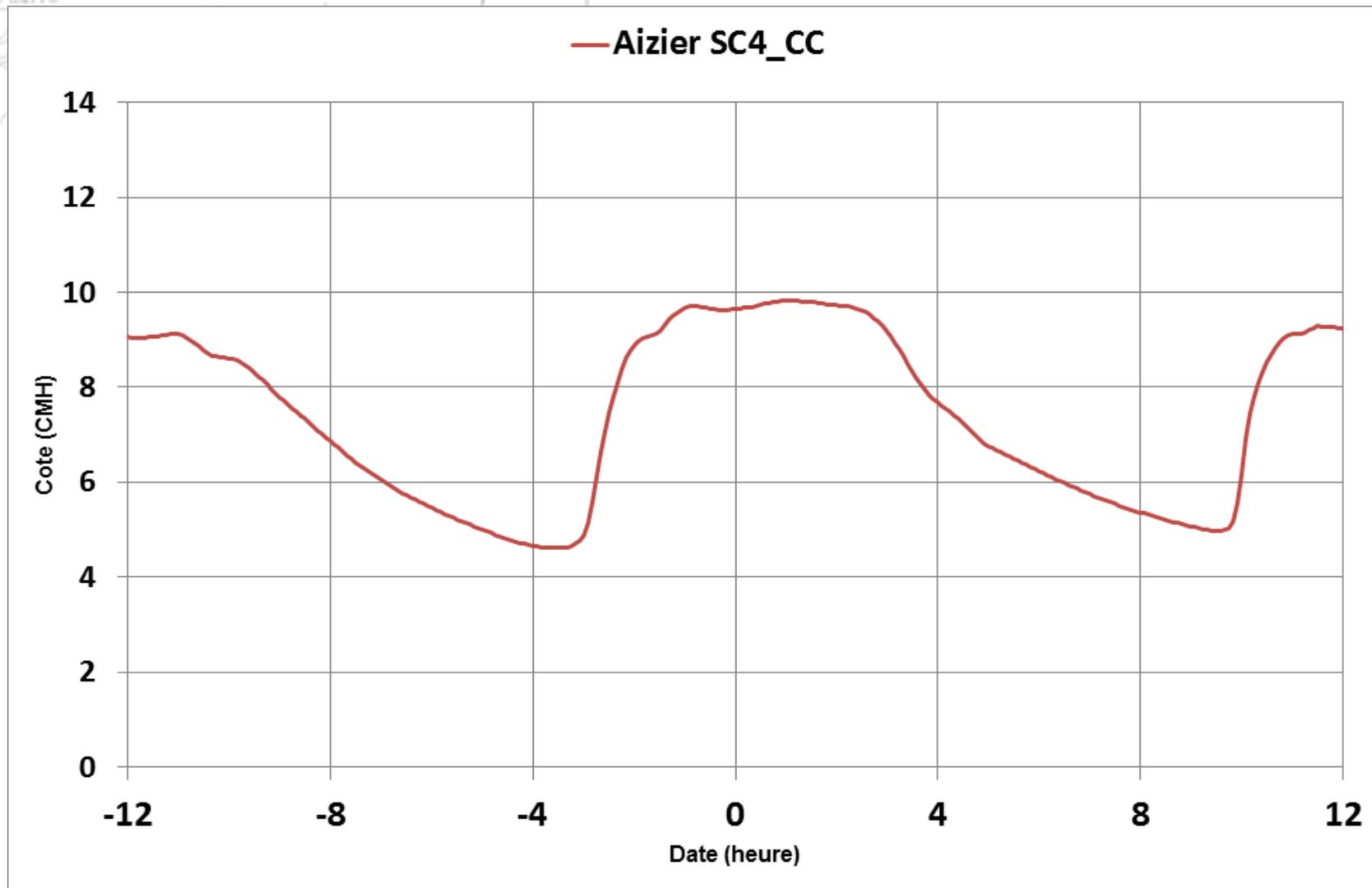


Scénario 4 : St Léonard



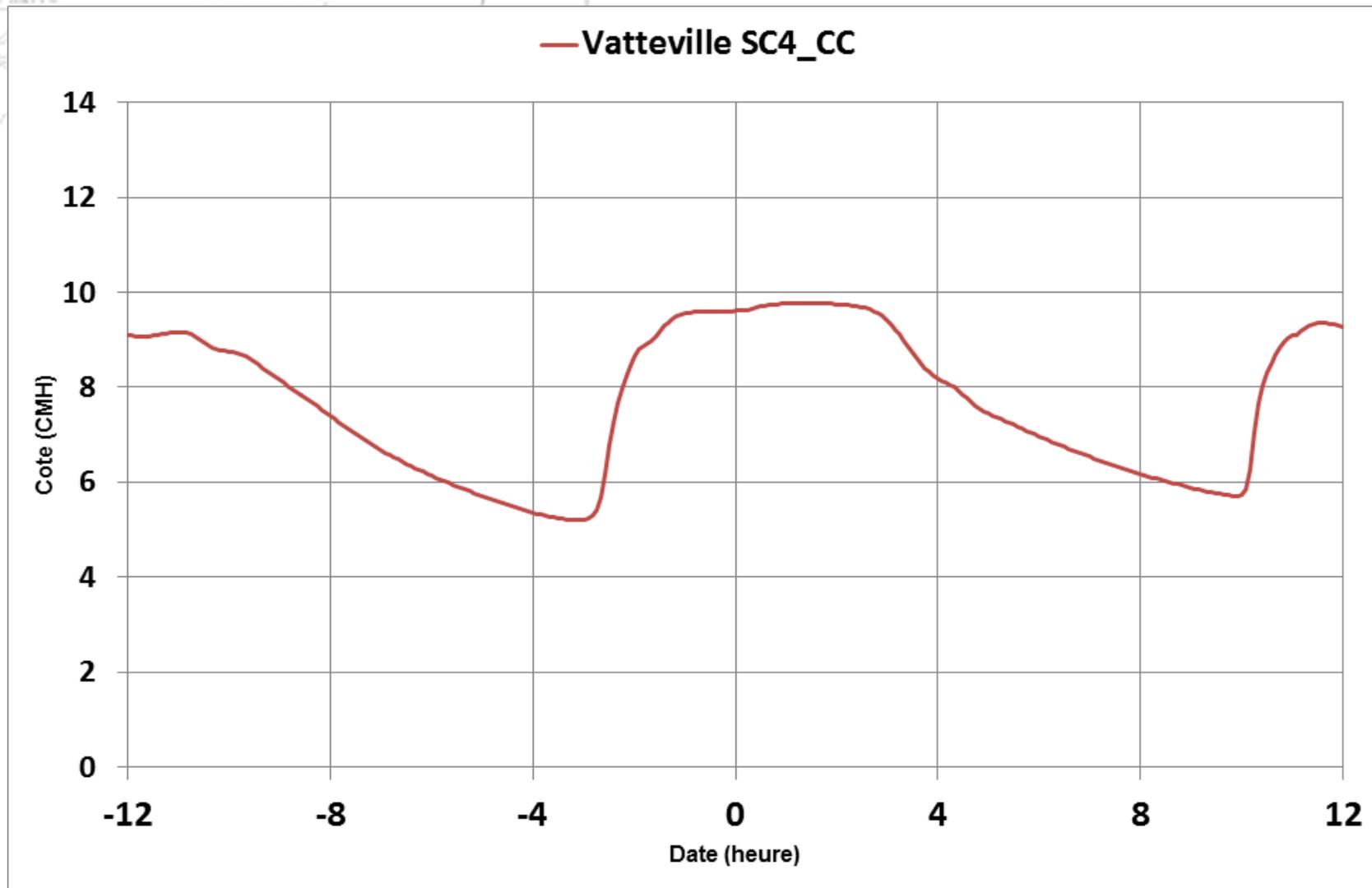
Scénario 4 : Aizier

Caudebec-en-Caux St-Wandrille-Rançon



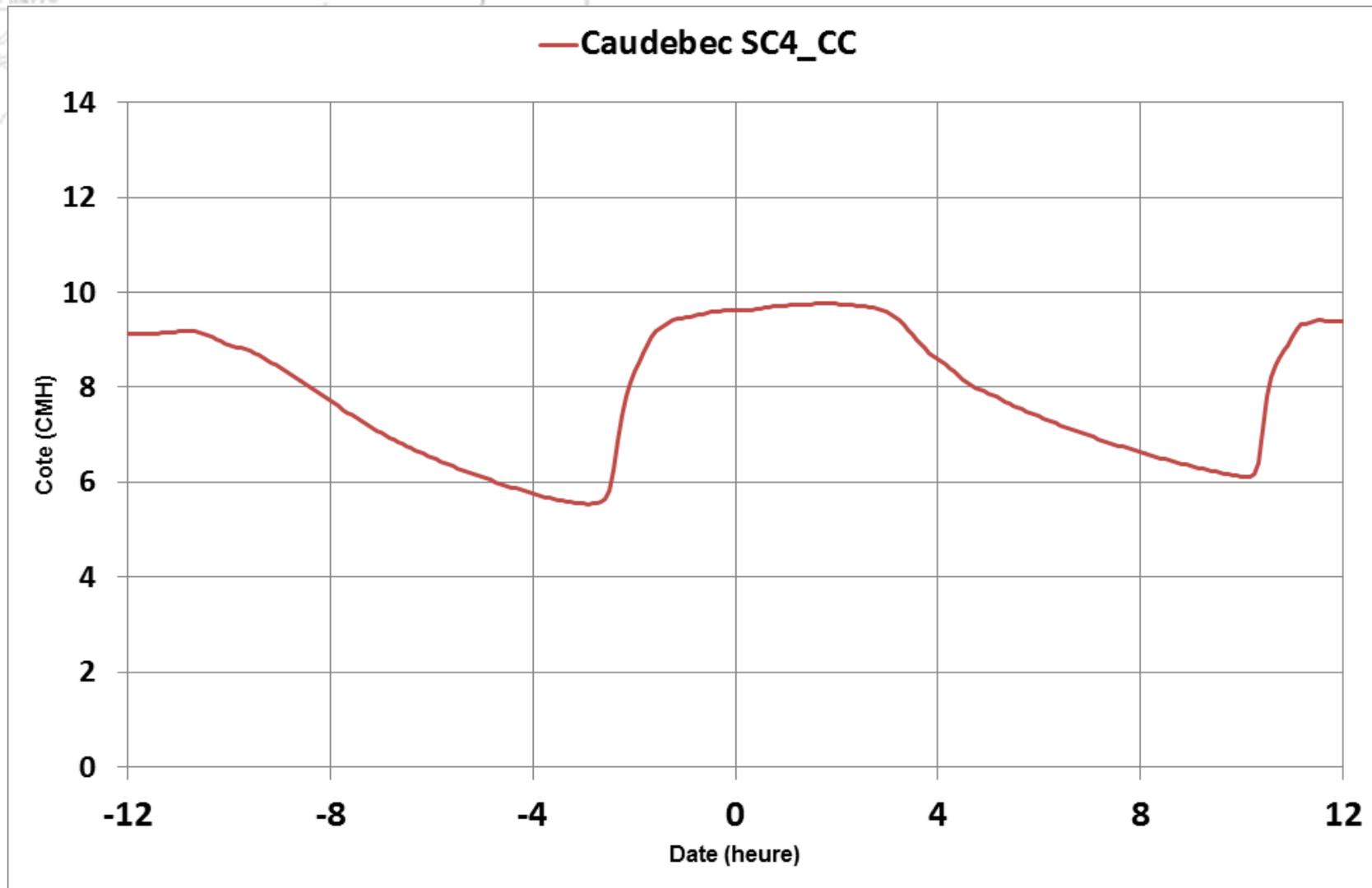
Scénario 4 : Vatteville

Caudebec-en-Caux St-Wandrille-Rançon

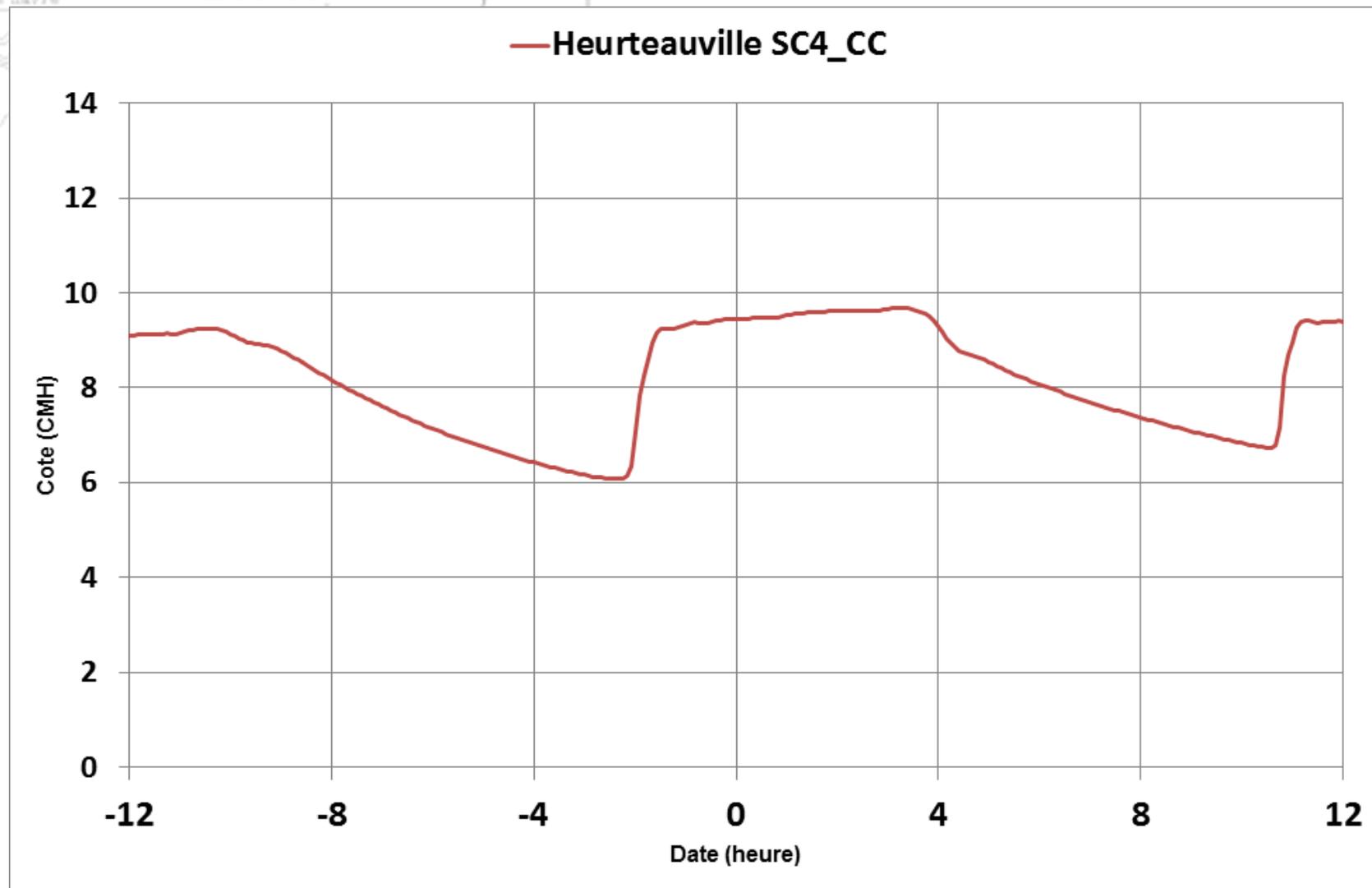


Scénario 4 : Caudebec

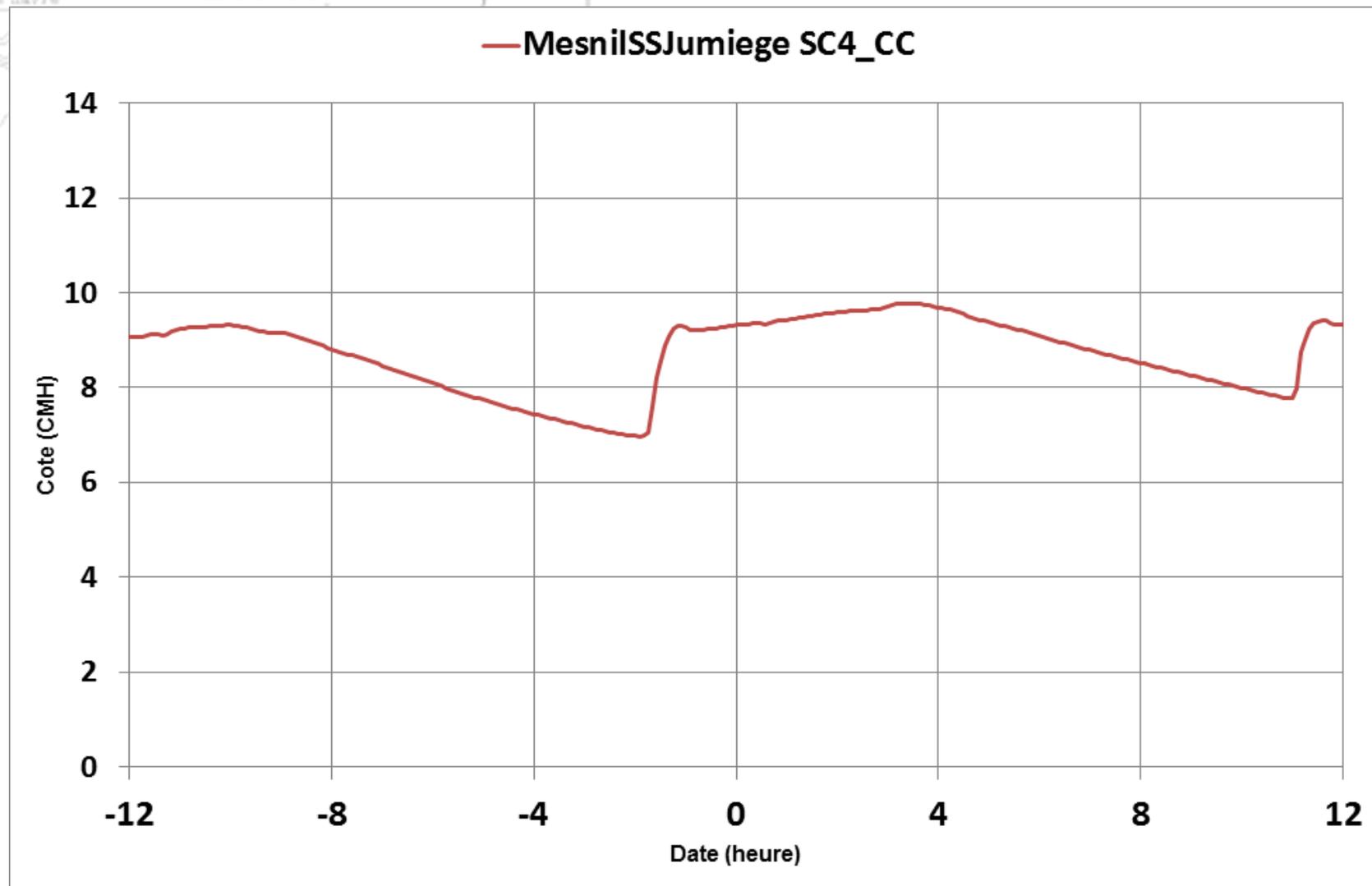
Caudebec-en-Caux St-Wandrille-Rançon



Scénario 4 : Heurteauville

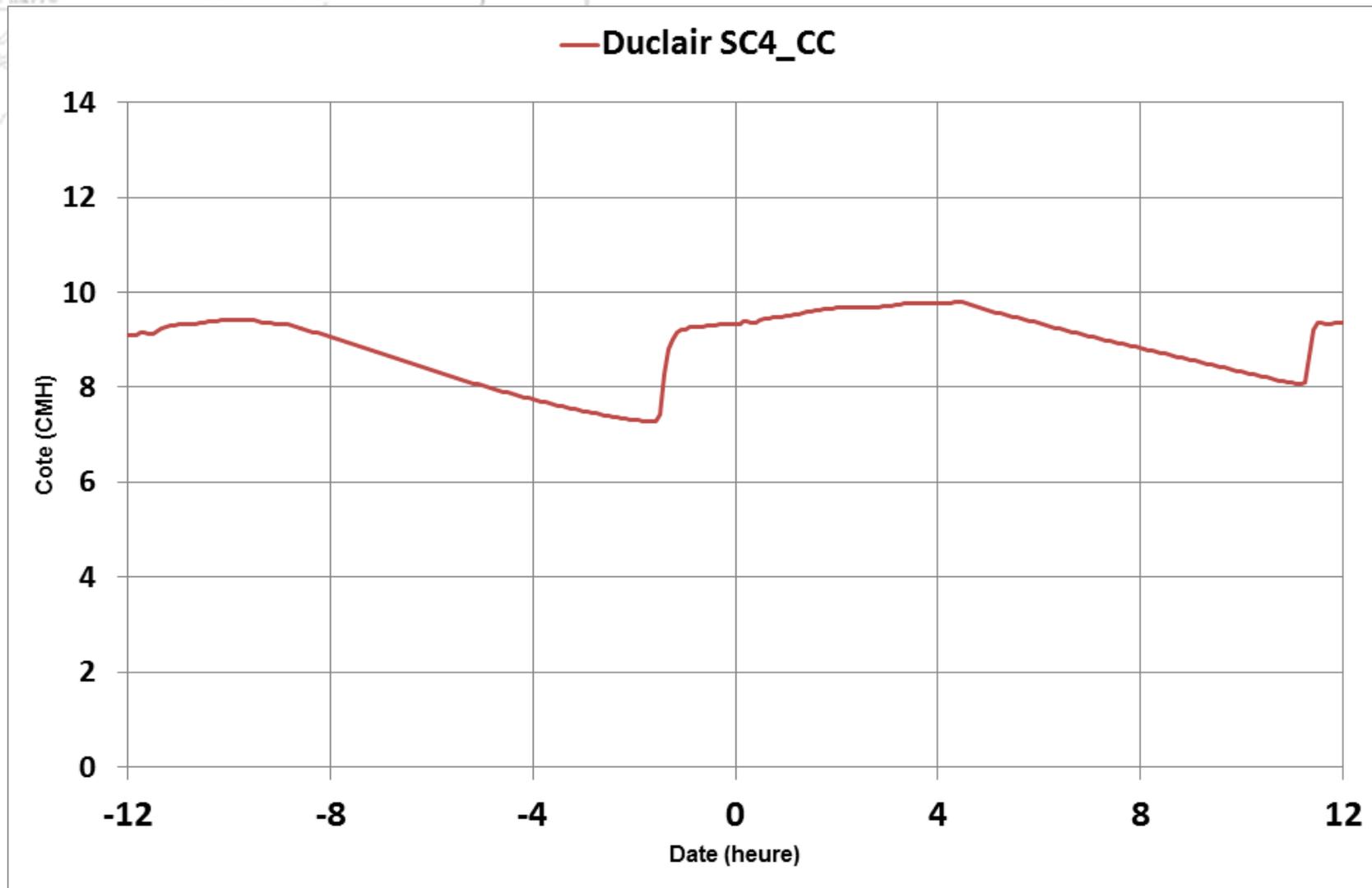


Scénario 4 : Mesnil-sous-Jumièges

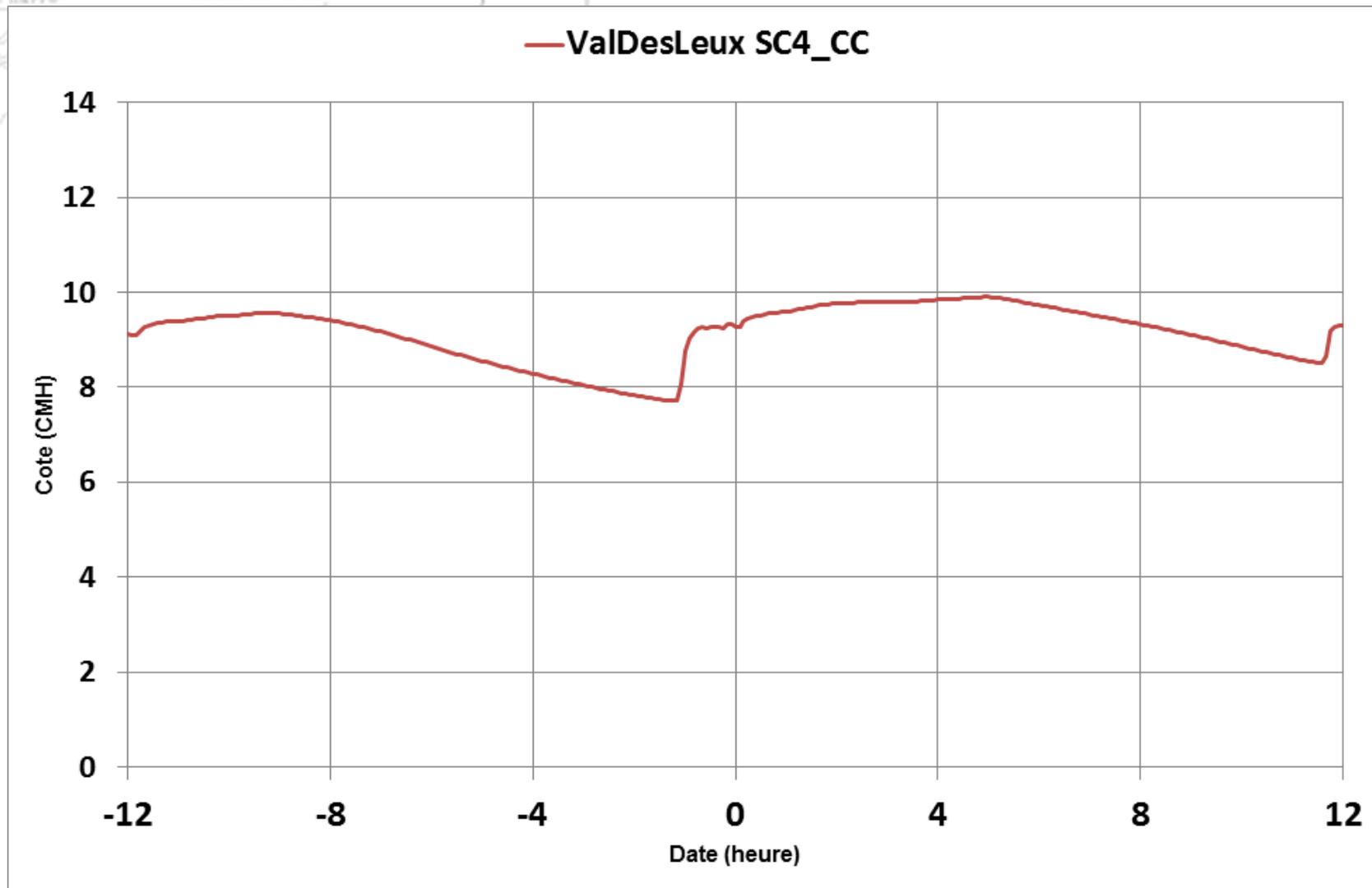


Scénario 4 : Duclair

Caudebec-en-Caux St-Wandrille-Rançon

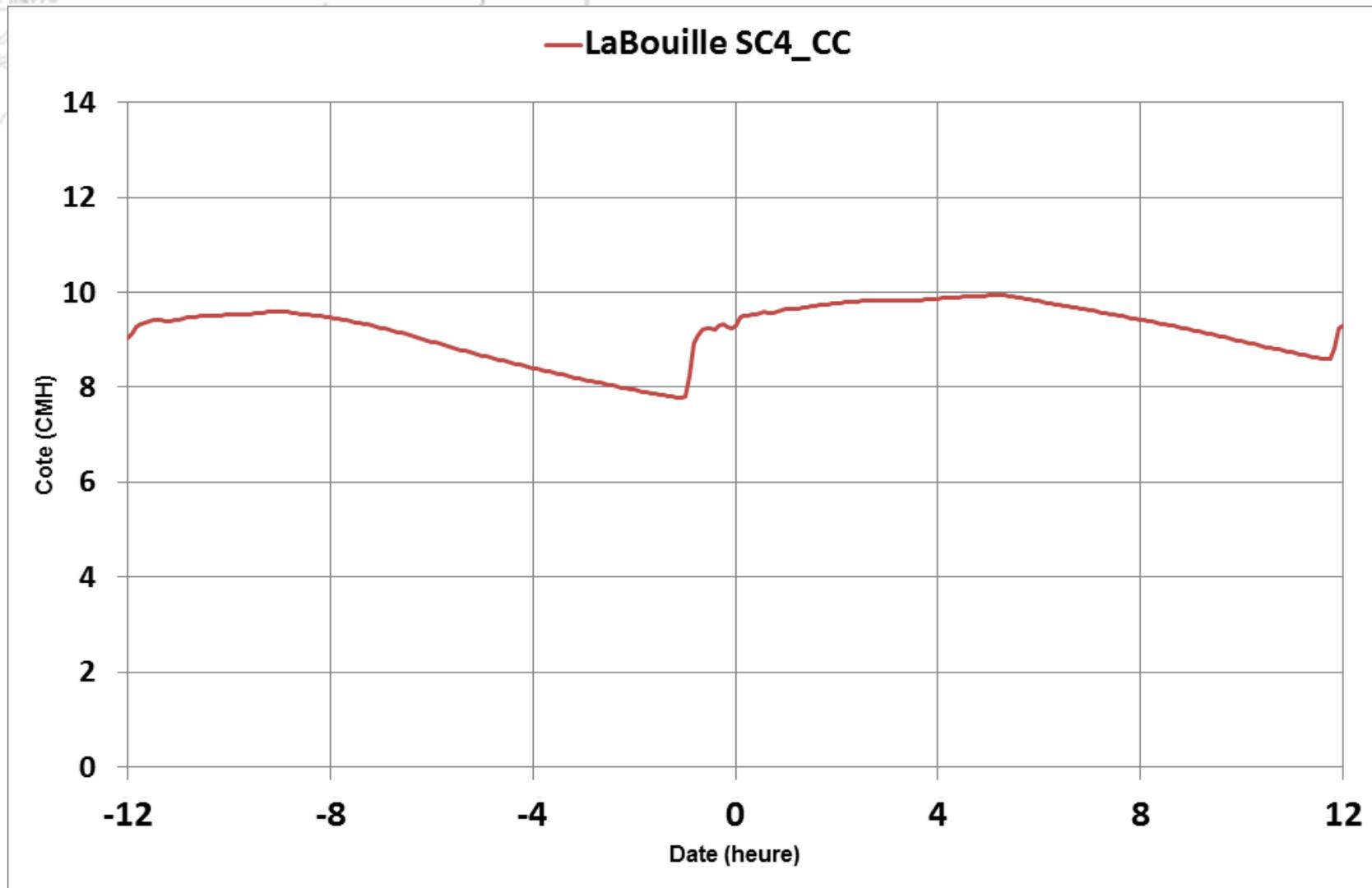


Scénario 4 : Val-des-Leux

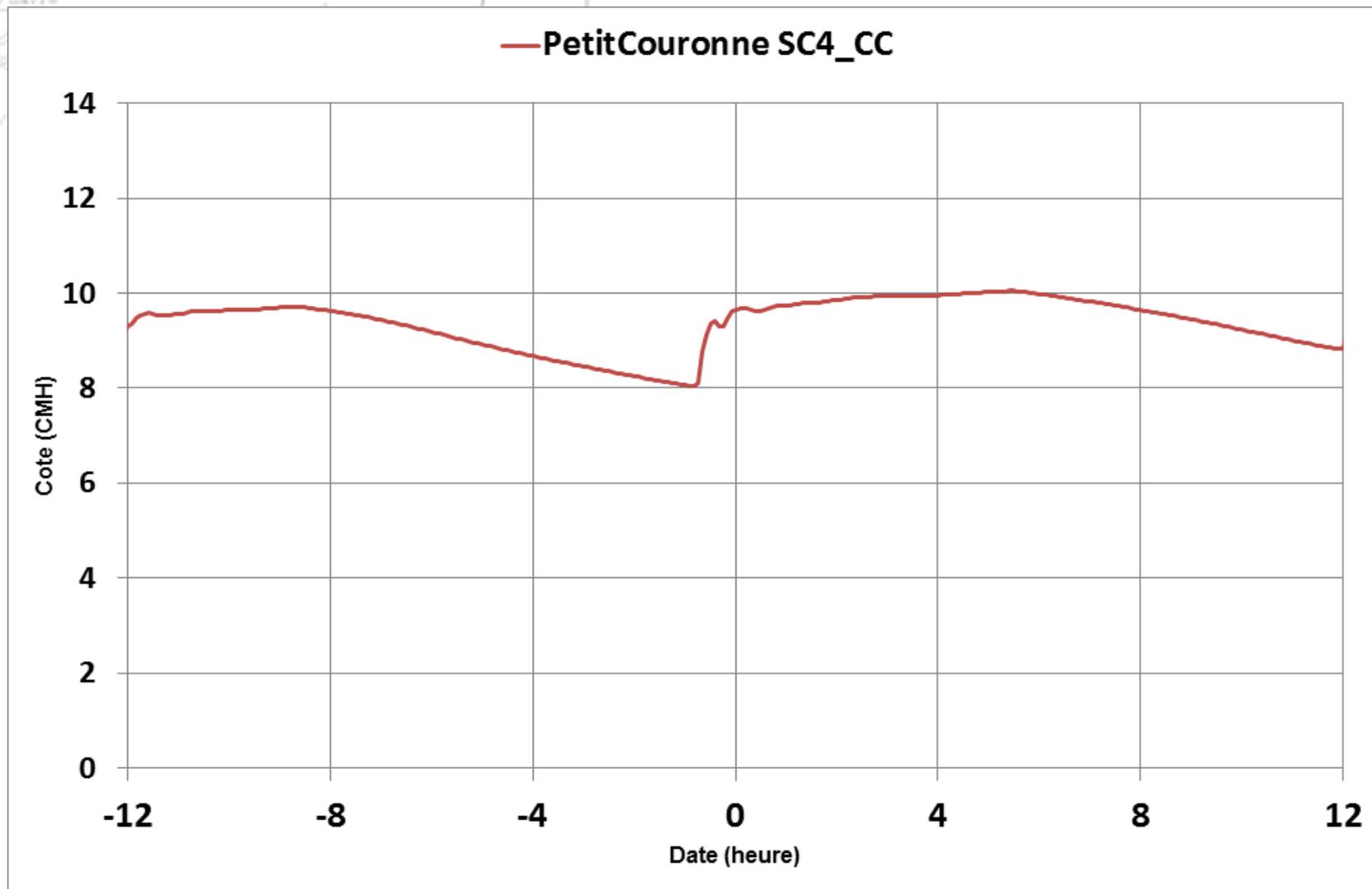


Scénario 4 : La Bouille

Caudebec-en-Caux St-Wandrille-Rançon

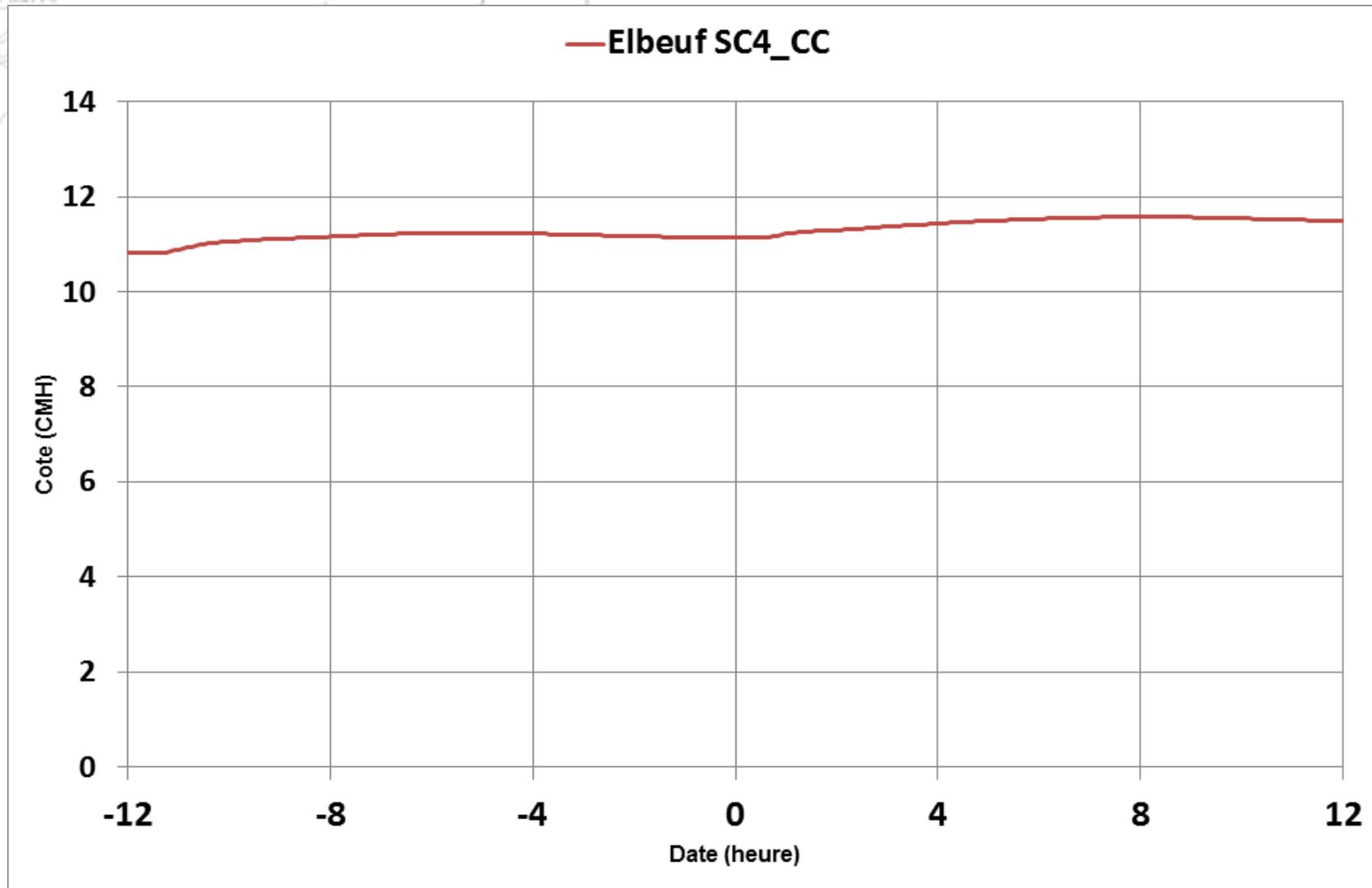


Scénario 4 : Petit Couronne

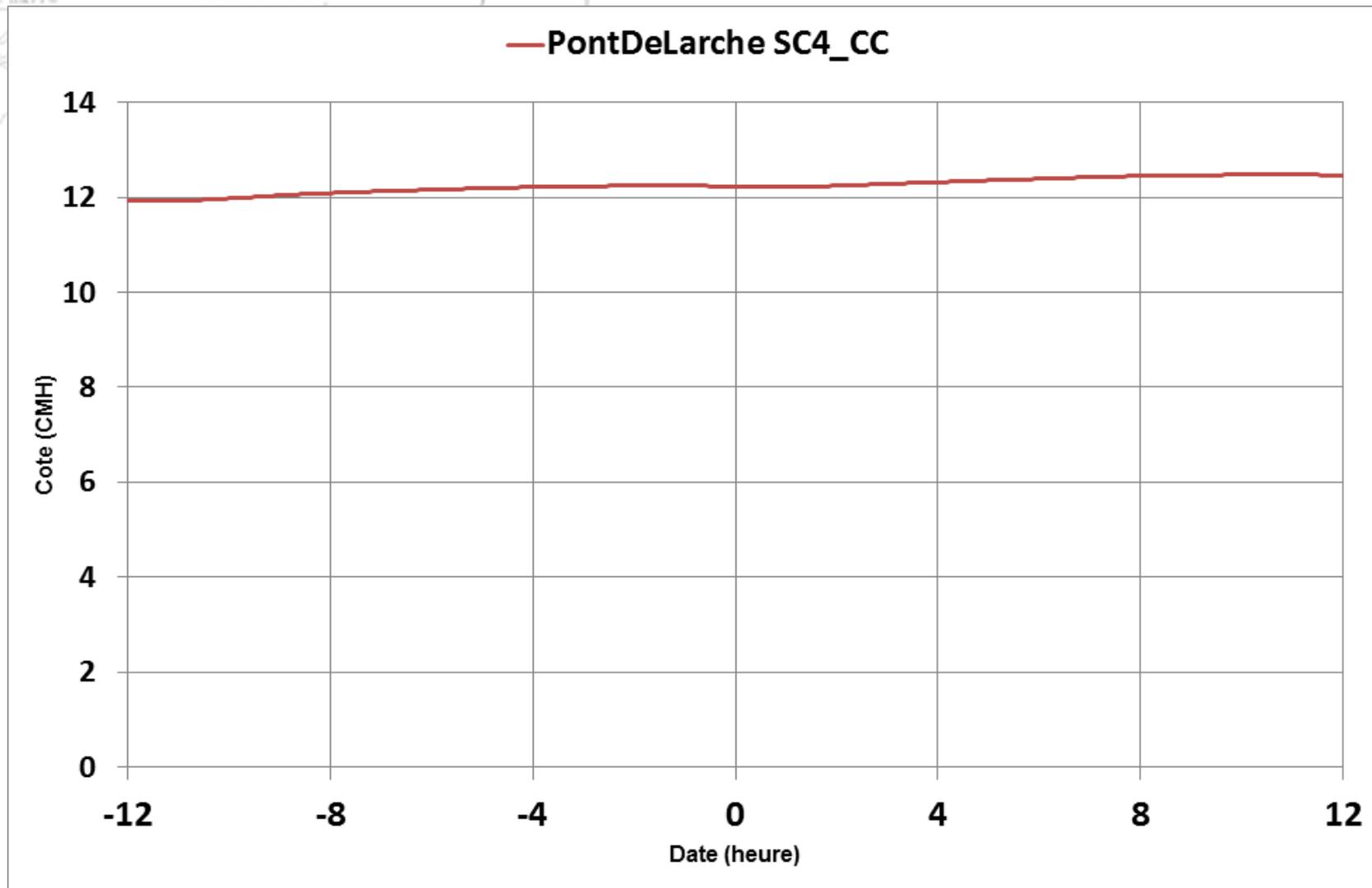


Scénario 4 : Elbeuf

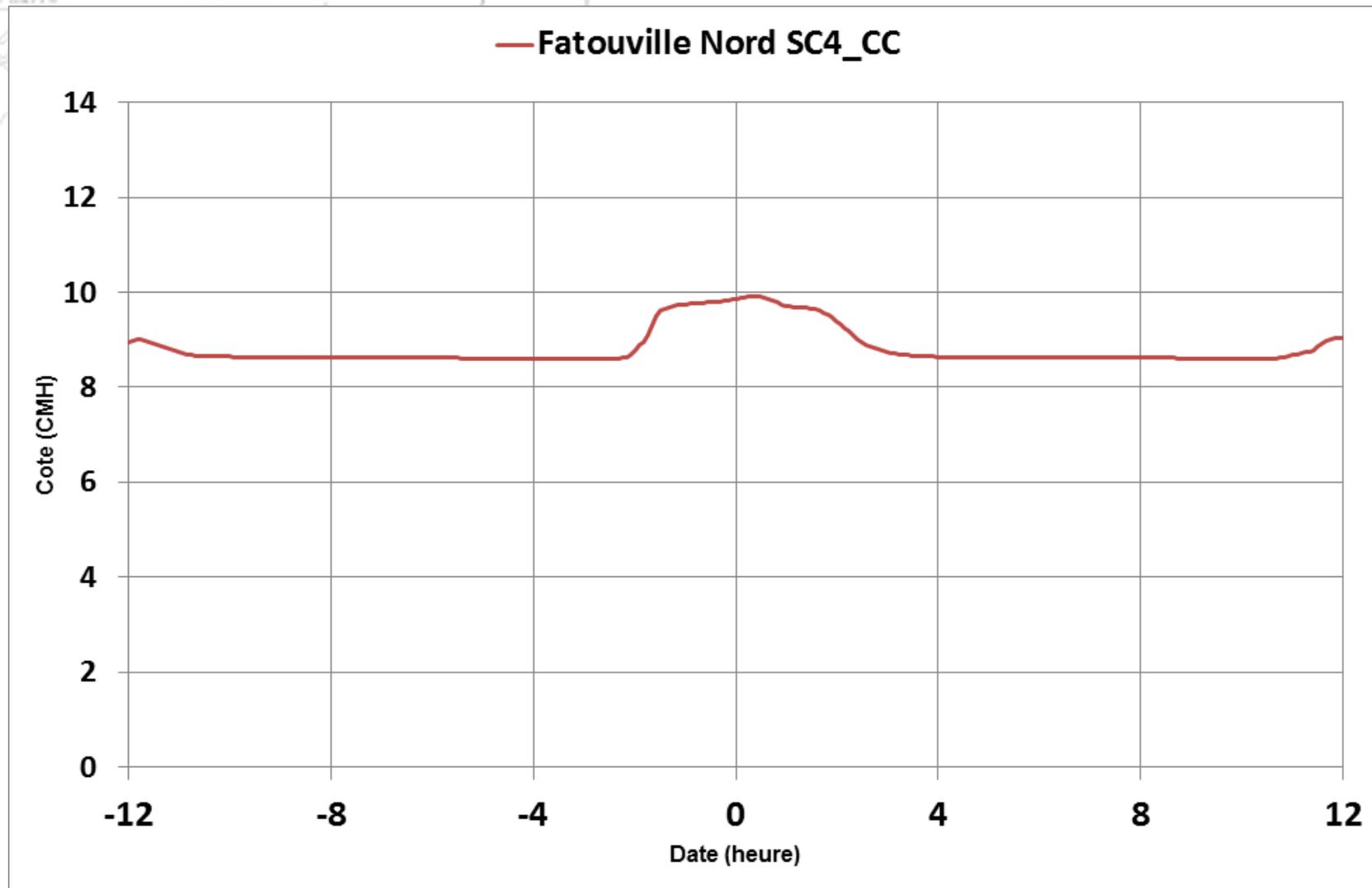
Caudebec-en-Caux - St-Wandrille-Rançon



Scénario 4 : Pont-de-l'Arche



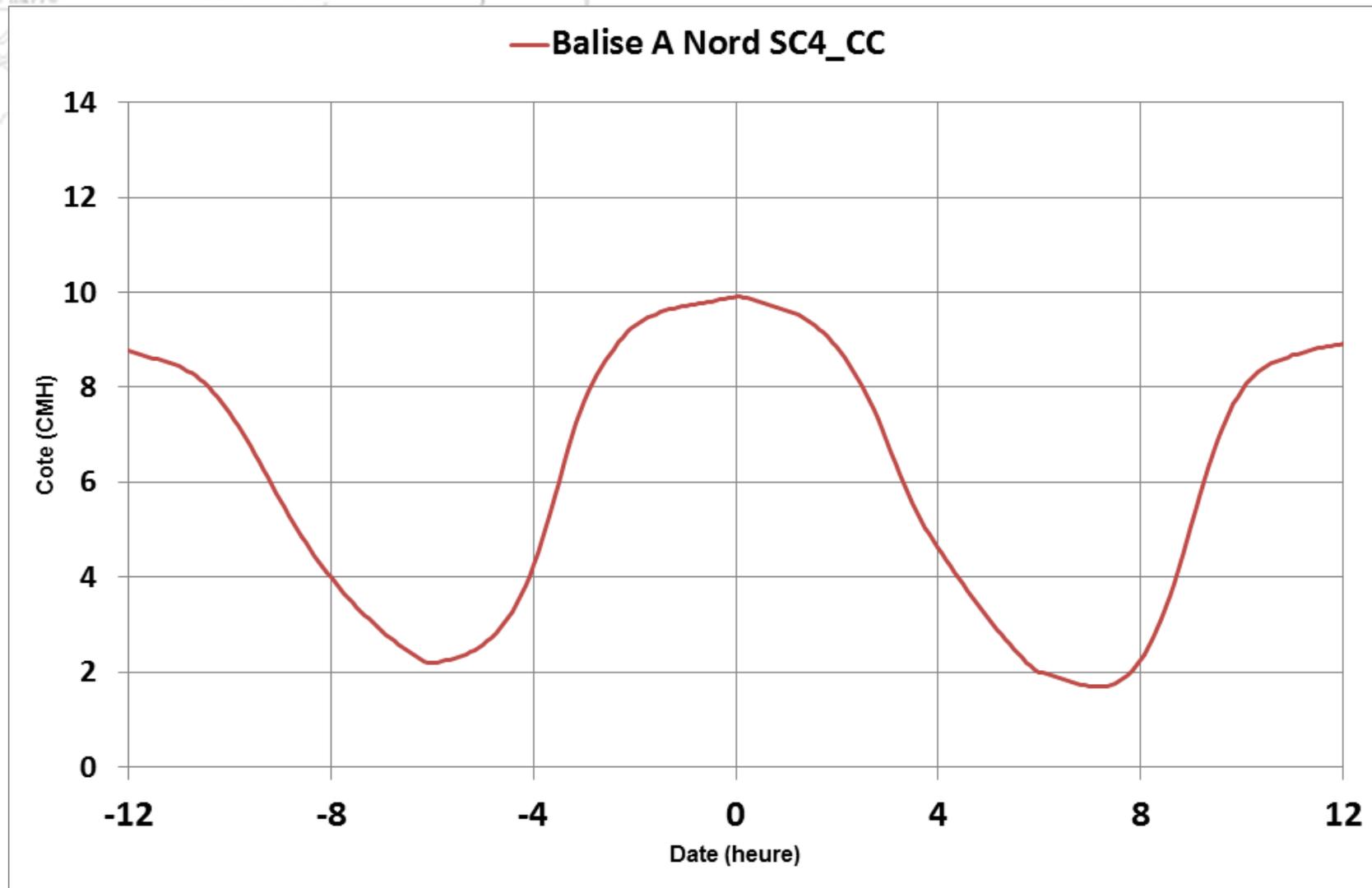
Scénario 4 : Nord de Fatouville



Scénario 4 : Nord de Honfleur

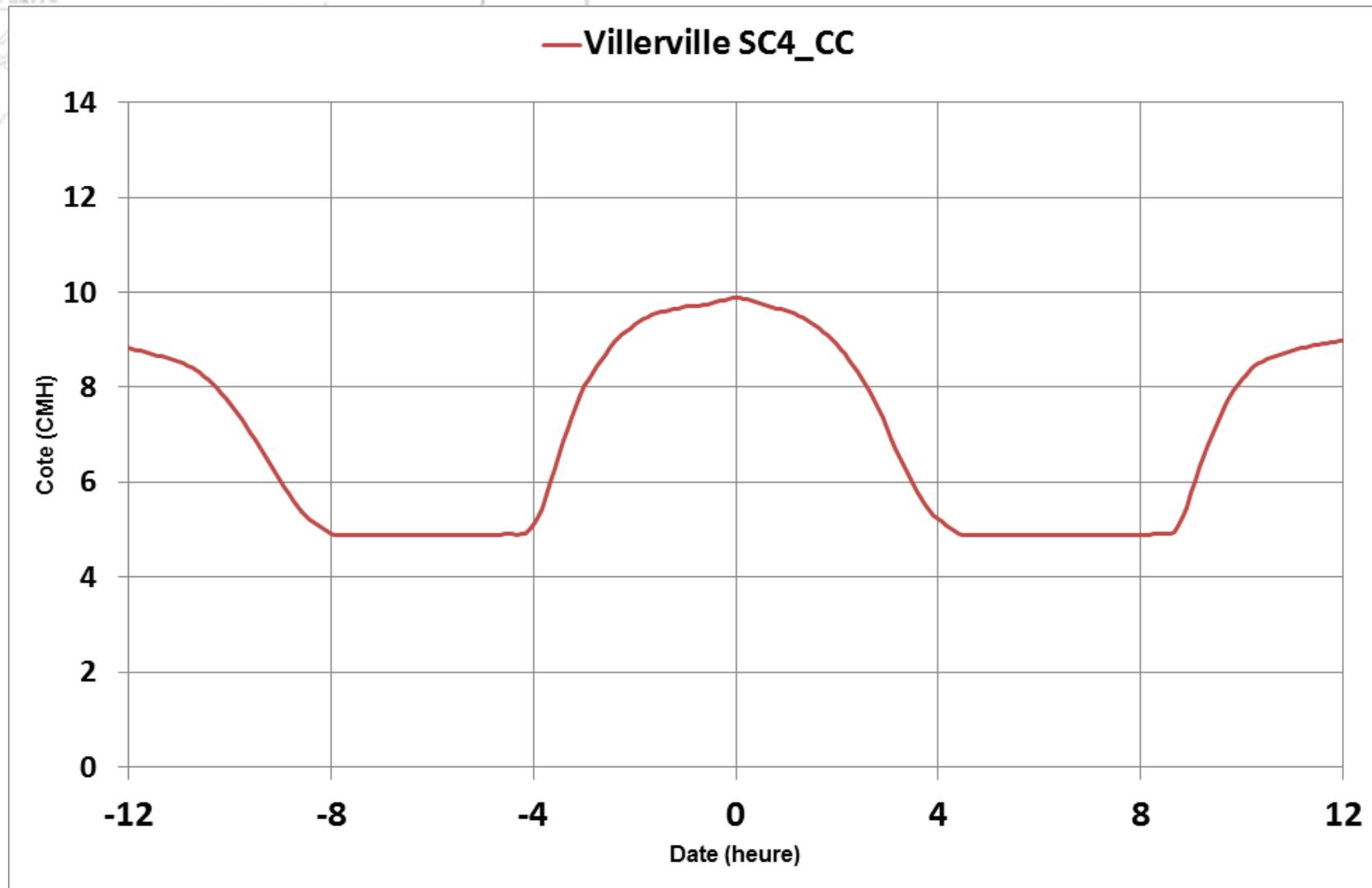


Scénario 4 : Nord de Balise A

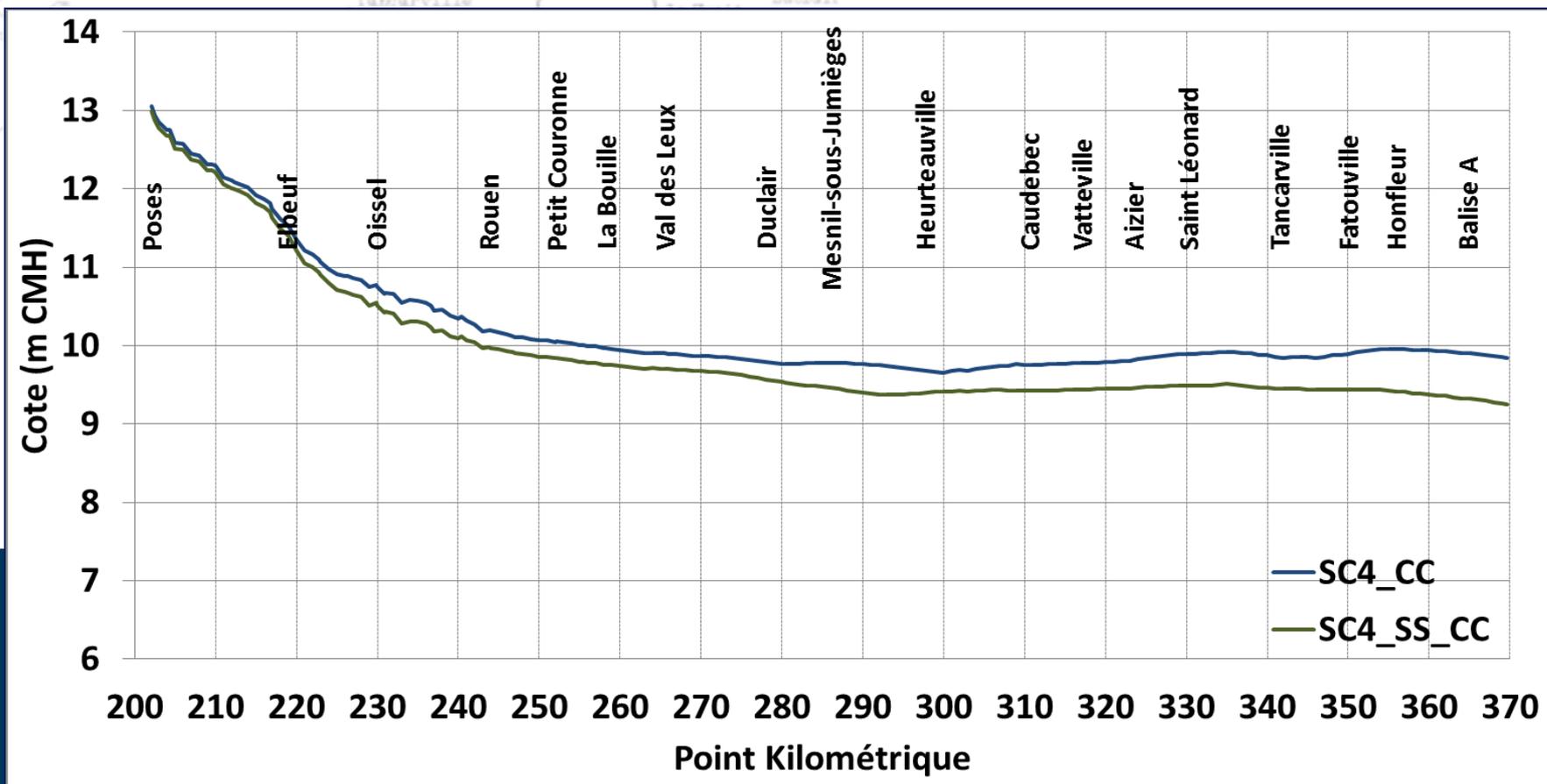


Scénario 4 : Villerville

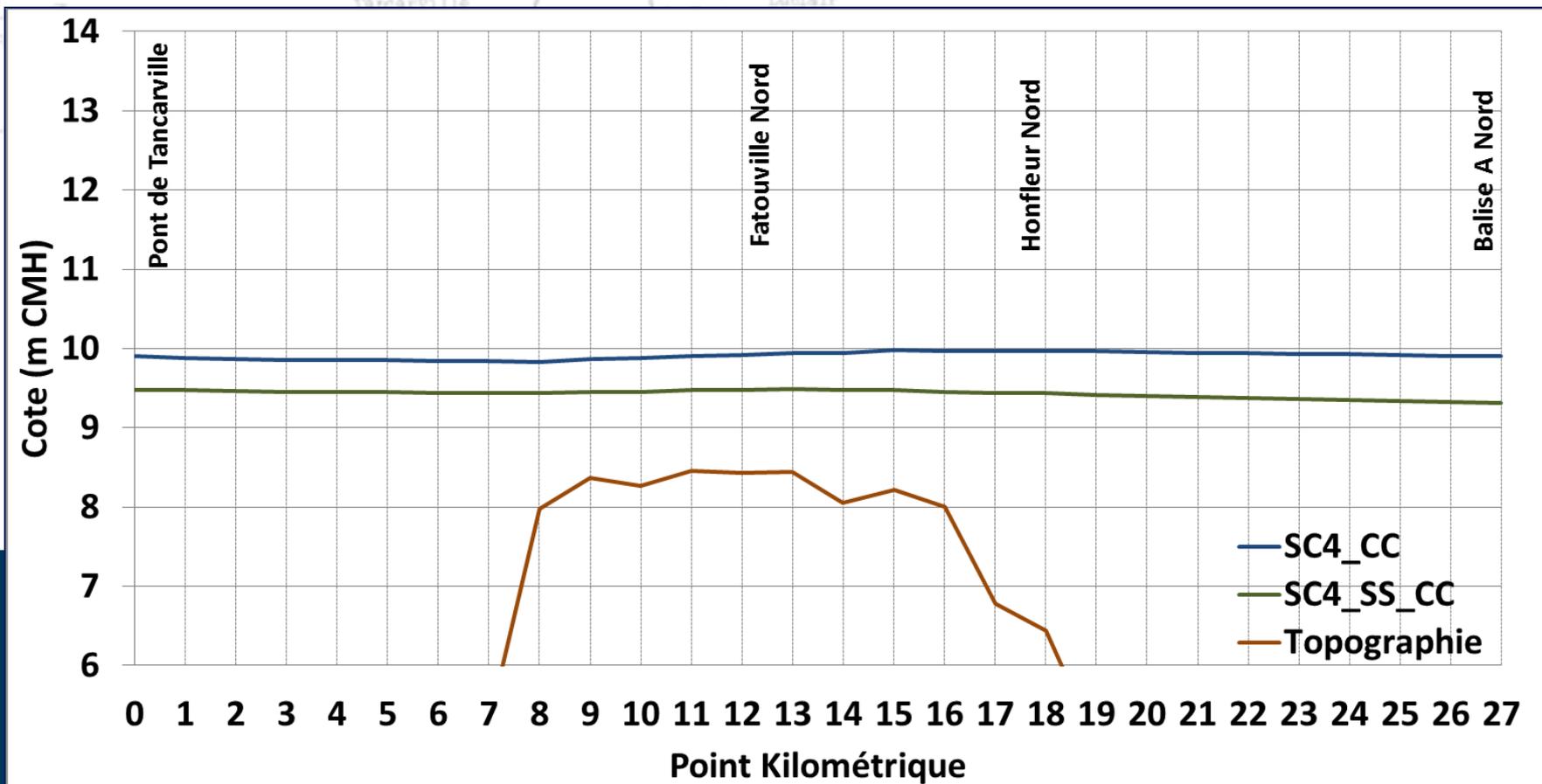
Caudebec-en-Caux St-Wandrille-Rançon



Scénario 4



Scénario 4

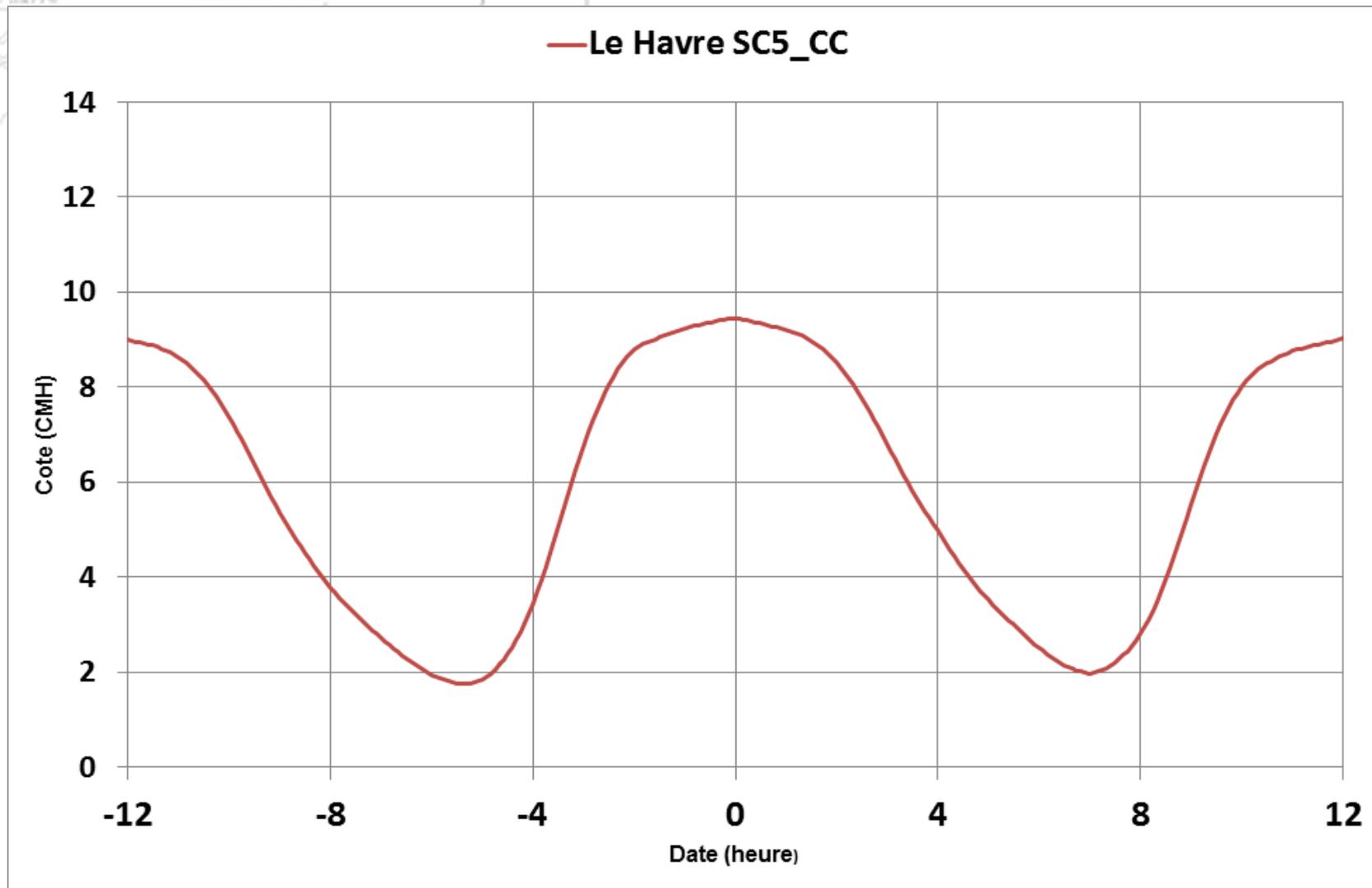




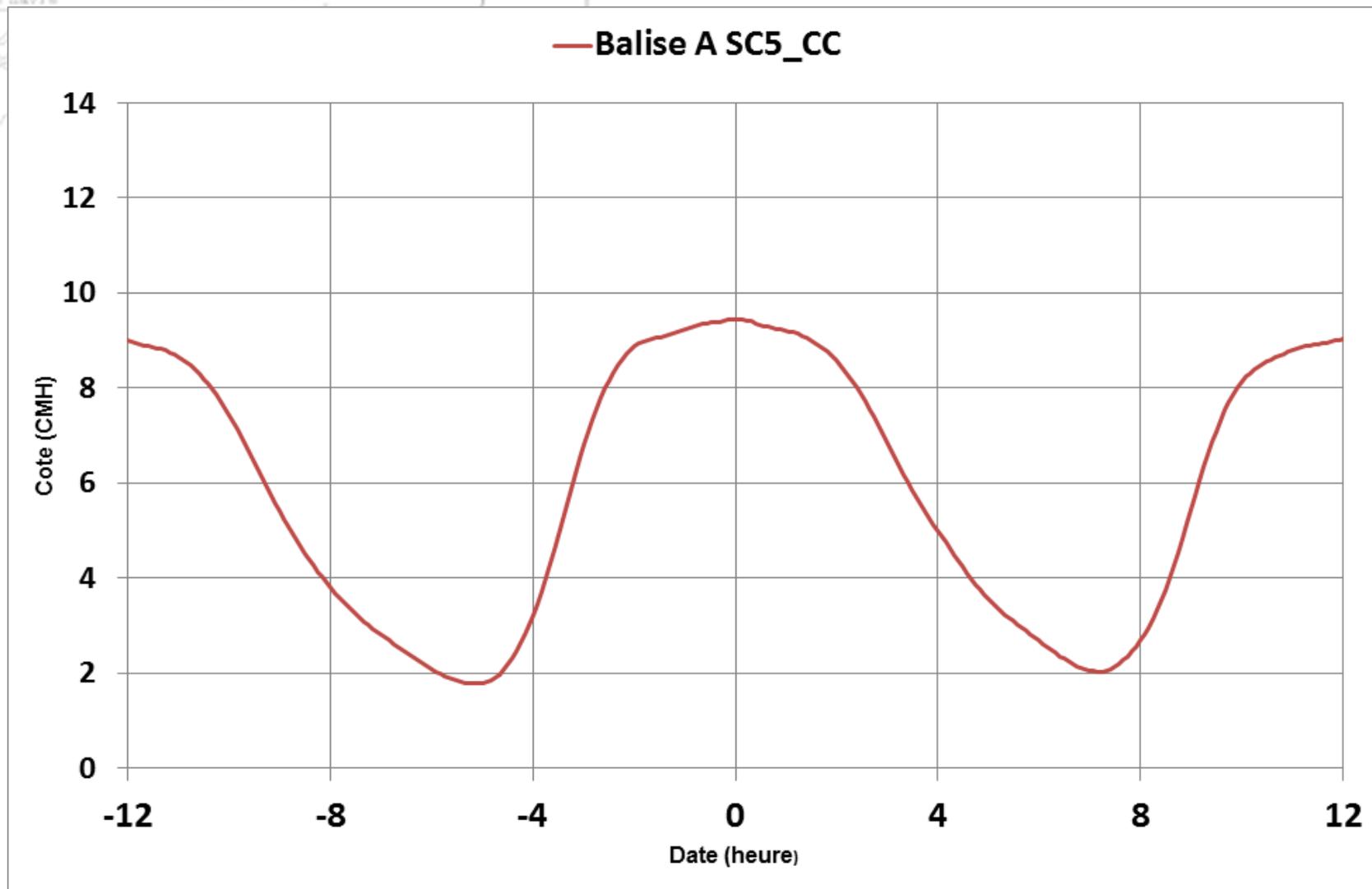
Scénario 5

Scénario 5 : Le Havre

Caudebec-
en-Caux St-Wandrille-
Rançon

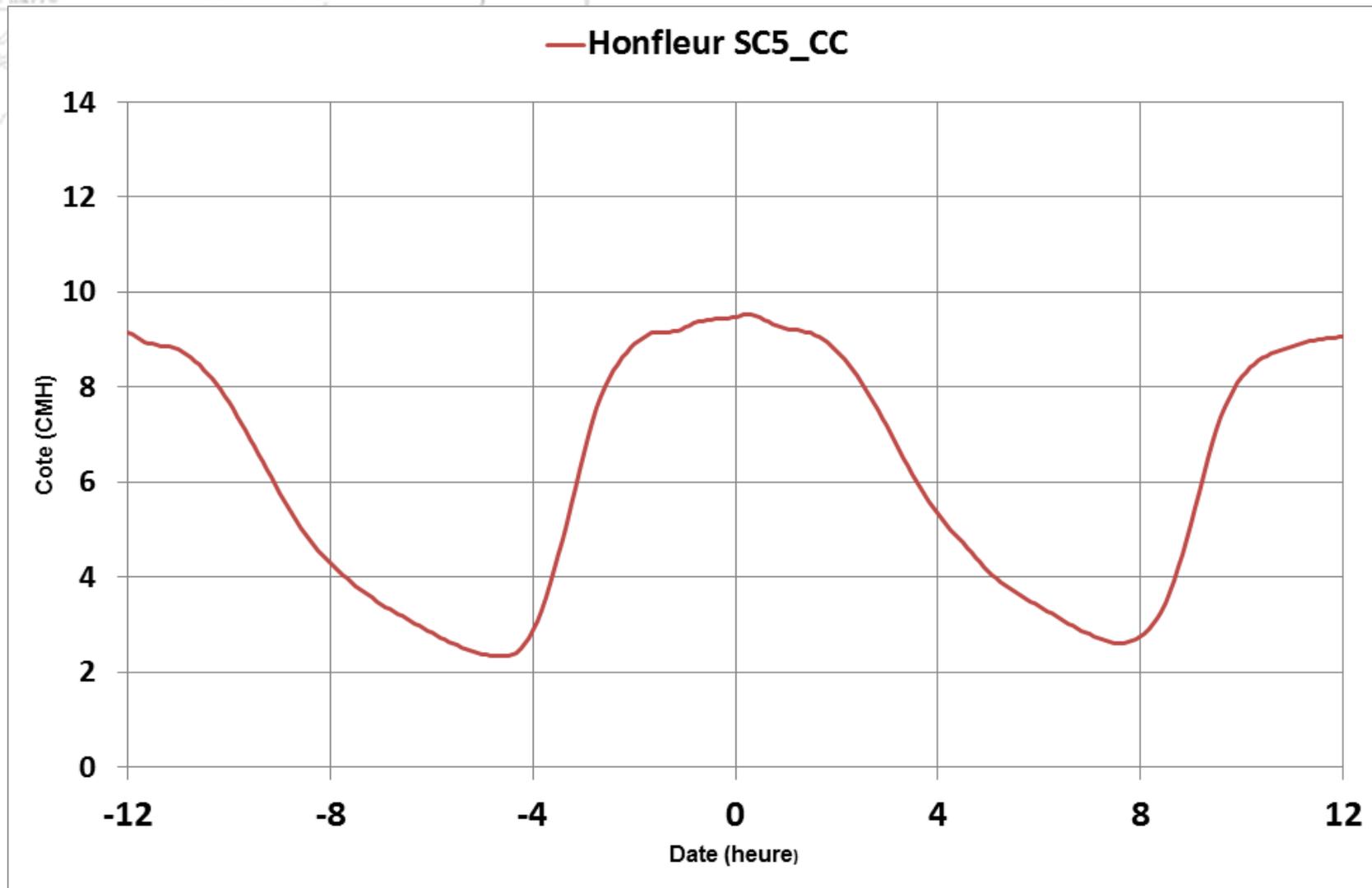


Scénario 5 : Balise A



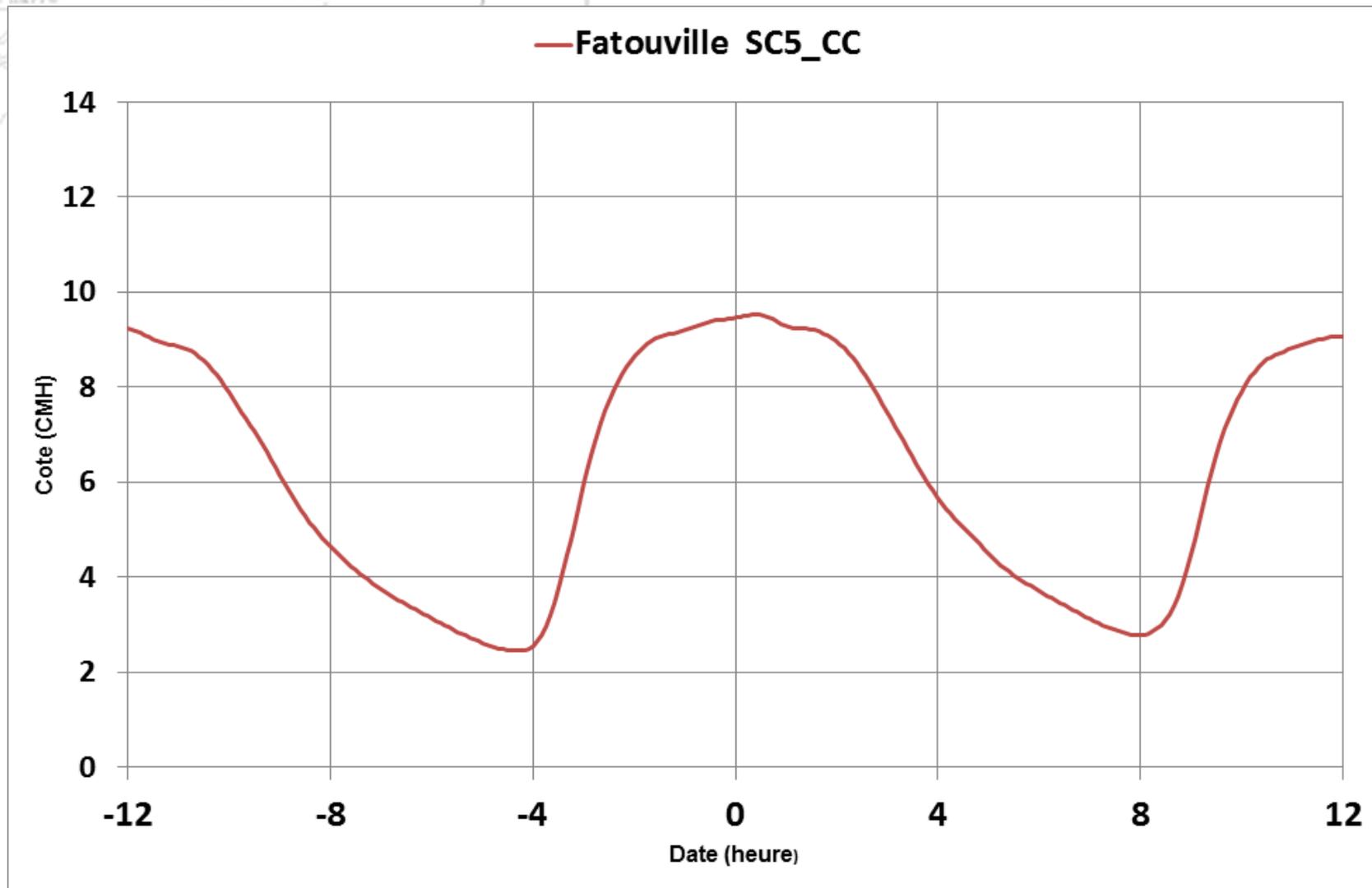
Scénario 5 : Honfleur

Cauzebec-en-Caux
St-Wandrille-Rançon



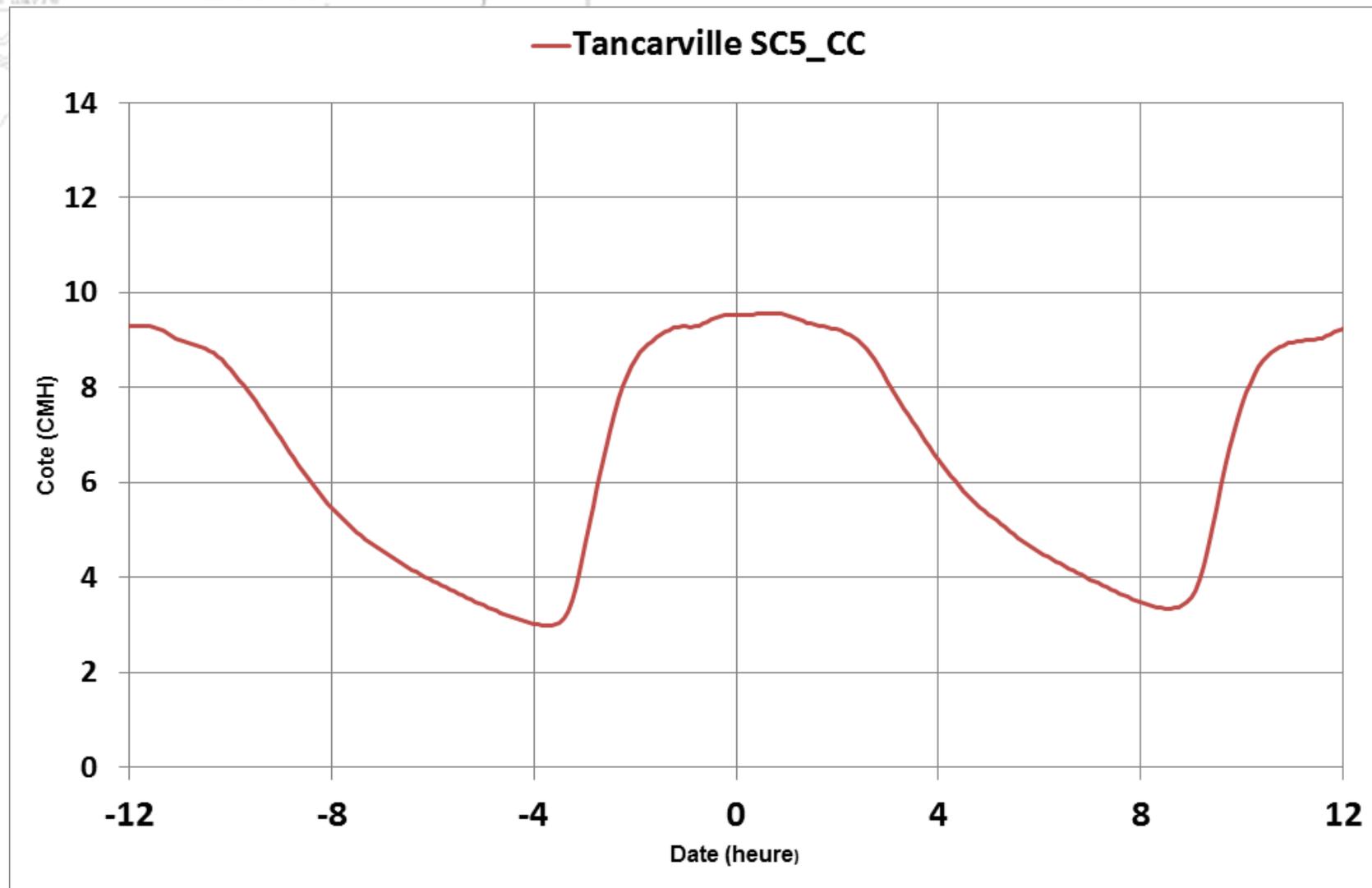
Scénario 5 : Fatouville

Caudebec-en-Caux - St-Wandrille-Rançon



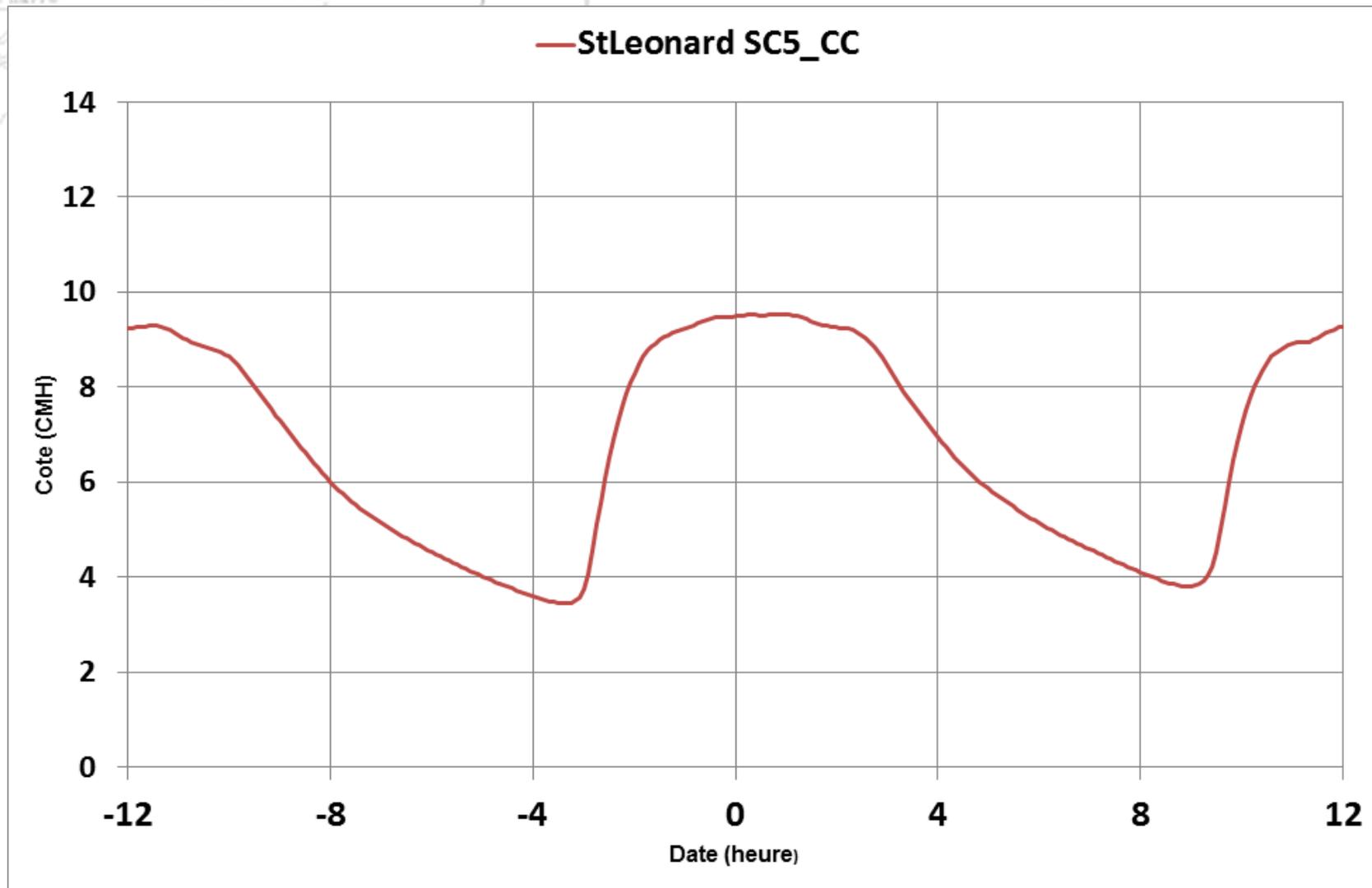
B – Figure 111

Scénario 5 : Tancarville



Scénario 5 : St Léonard

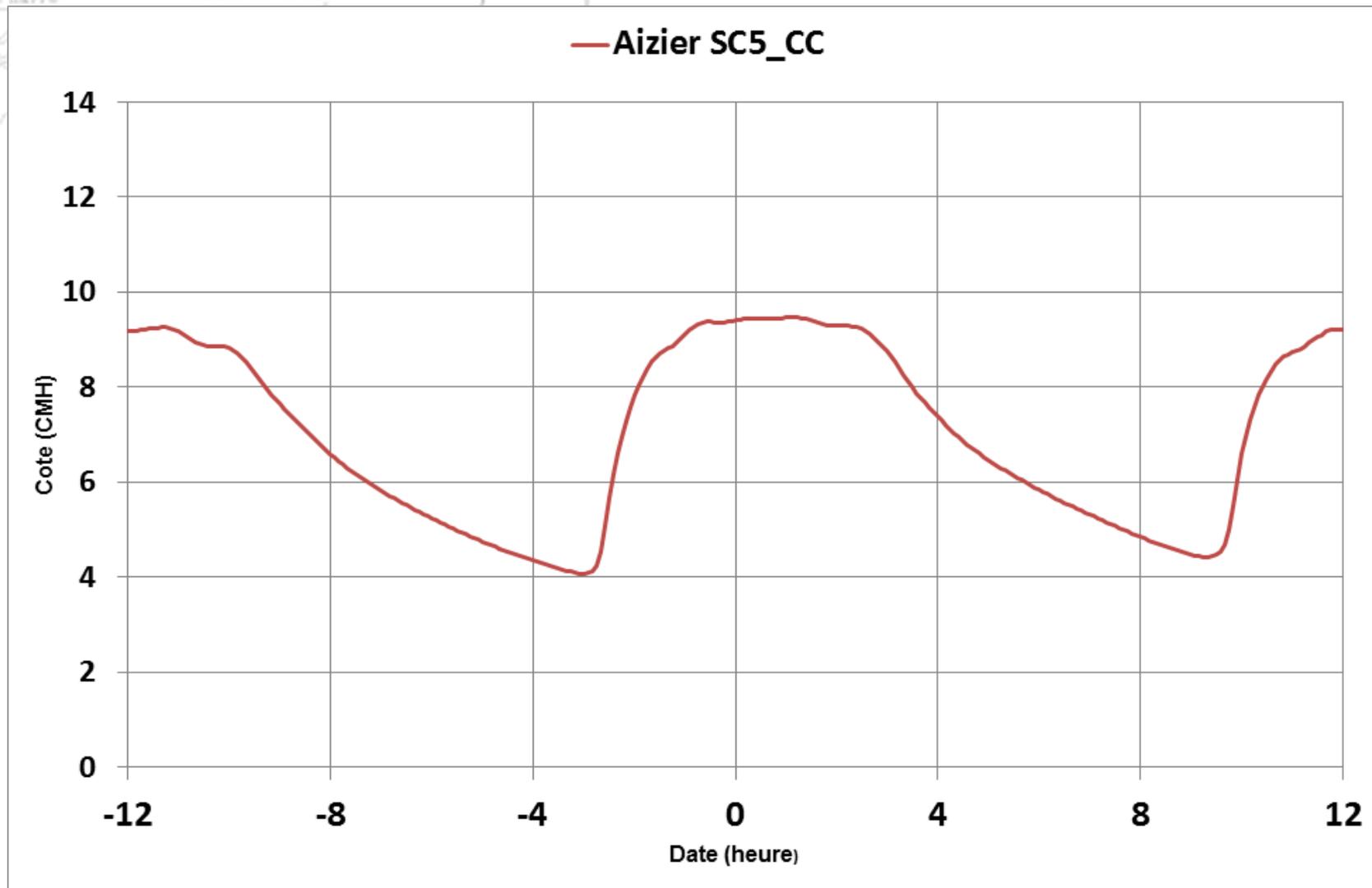
Caudebec-
en-Caux St-Wandrille-
Rançon



B – Figure 113

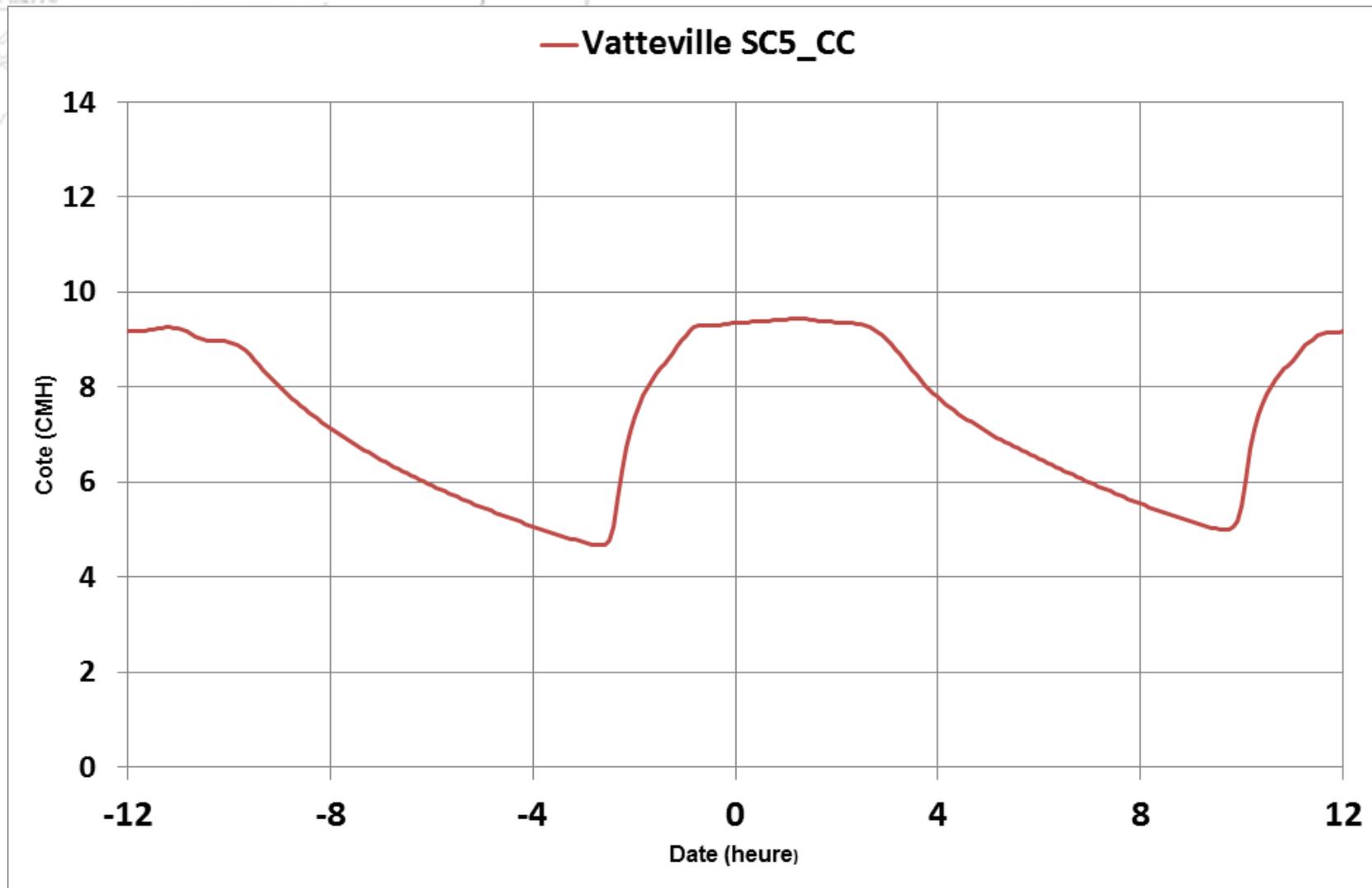
Scénario 5 : Aizier

Caudebec-en-Caux - St-Wandrille-Rançon



Scénario 5 : Vatteville

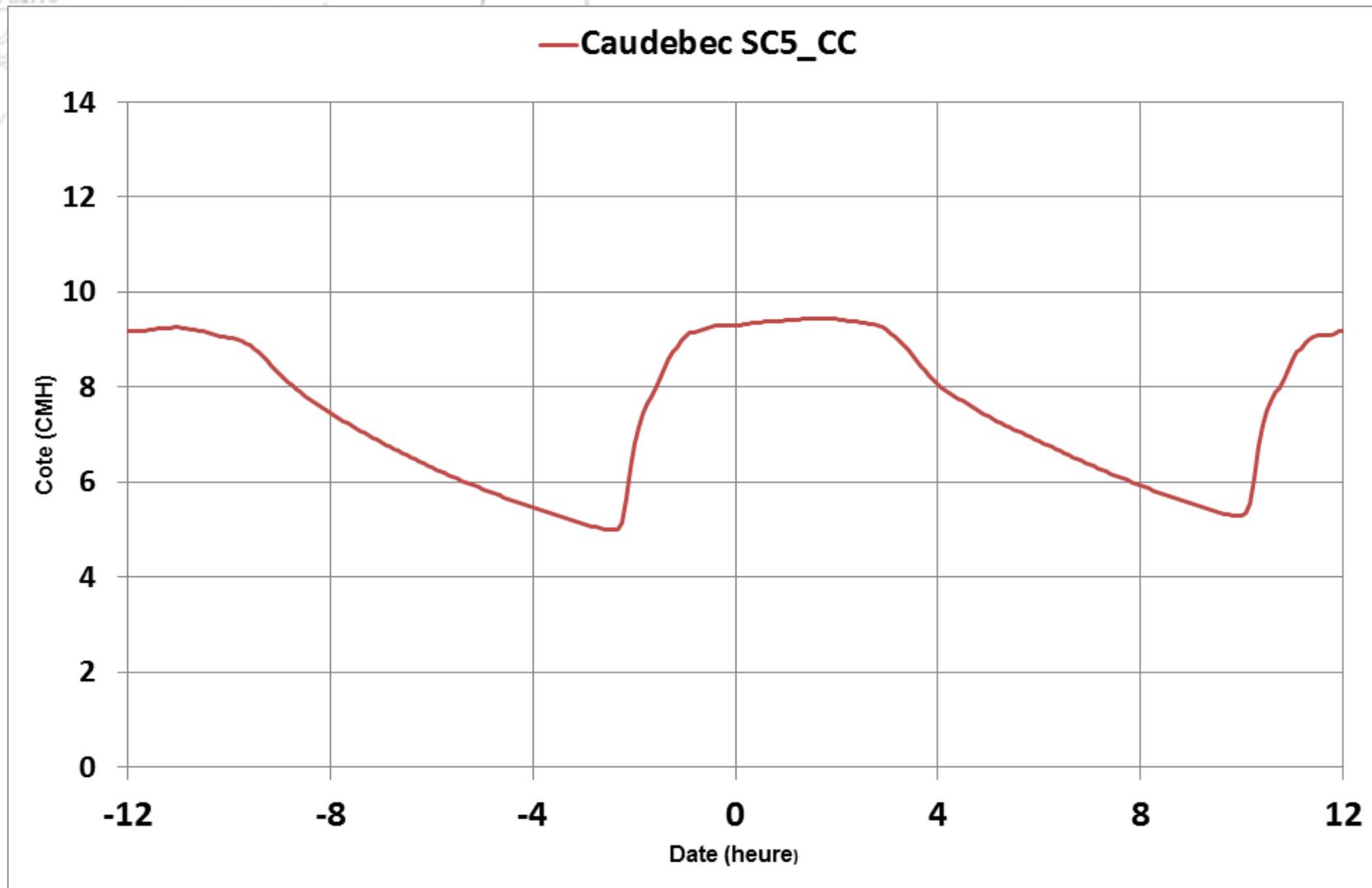
Caudebec-en-Caux St-Wandrille-Rançon



B – Figure 115

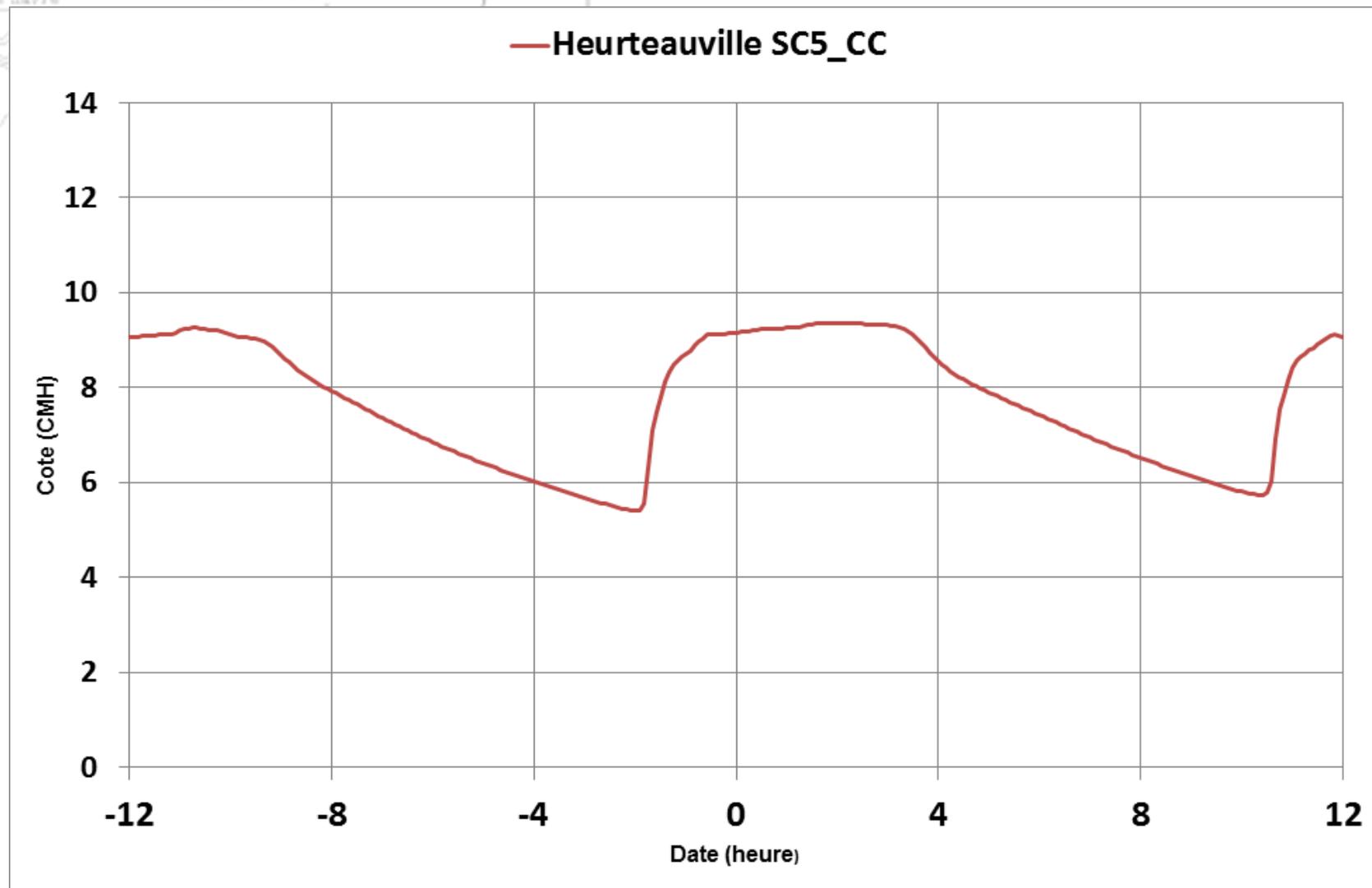
Scénario 5 : Caudebec

Caudebec-en-Caux St-Wandrille-Rançon



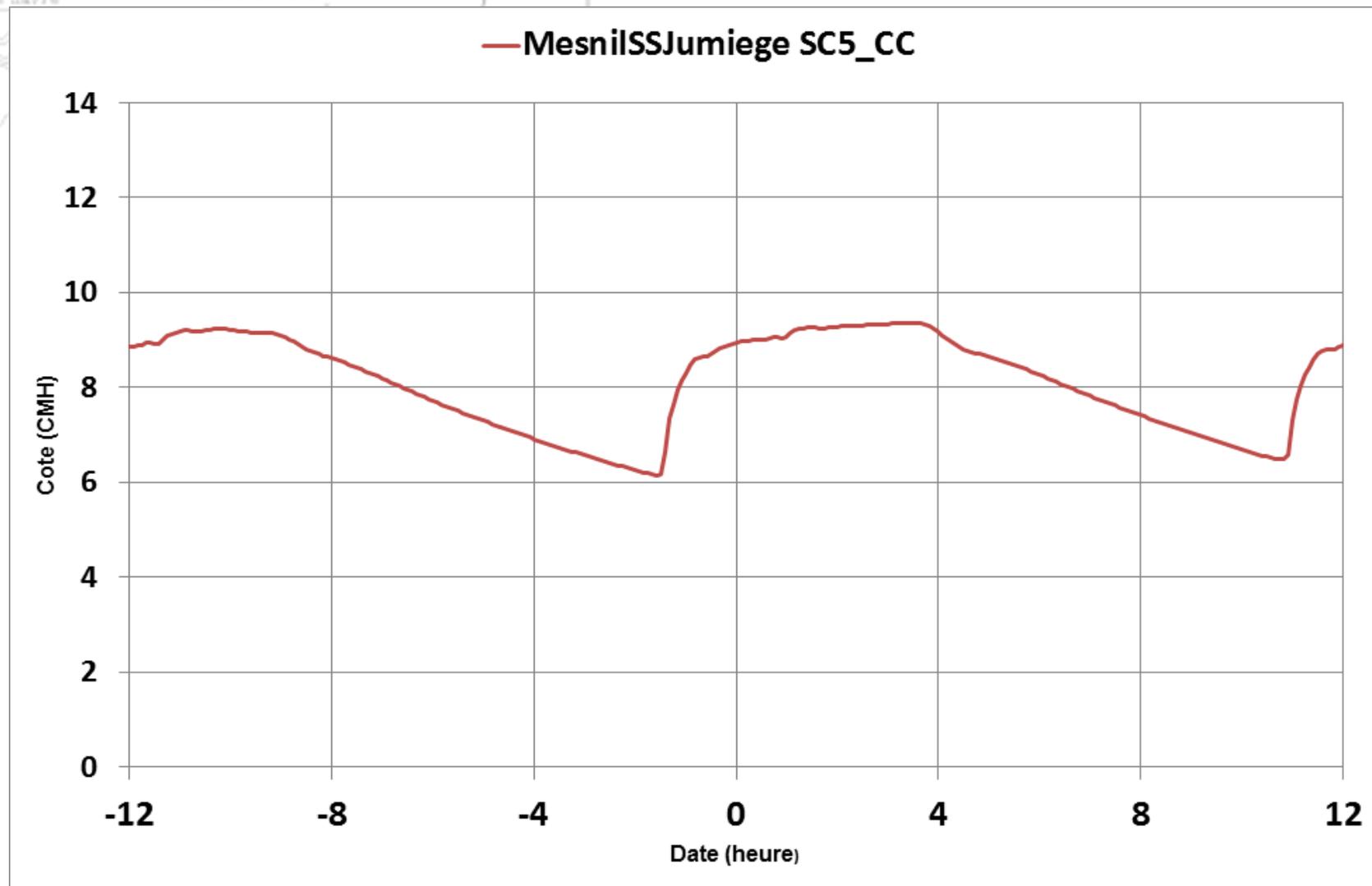
B – Figure 116

Scénario 5 : Heurteauville



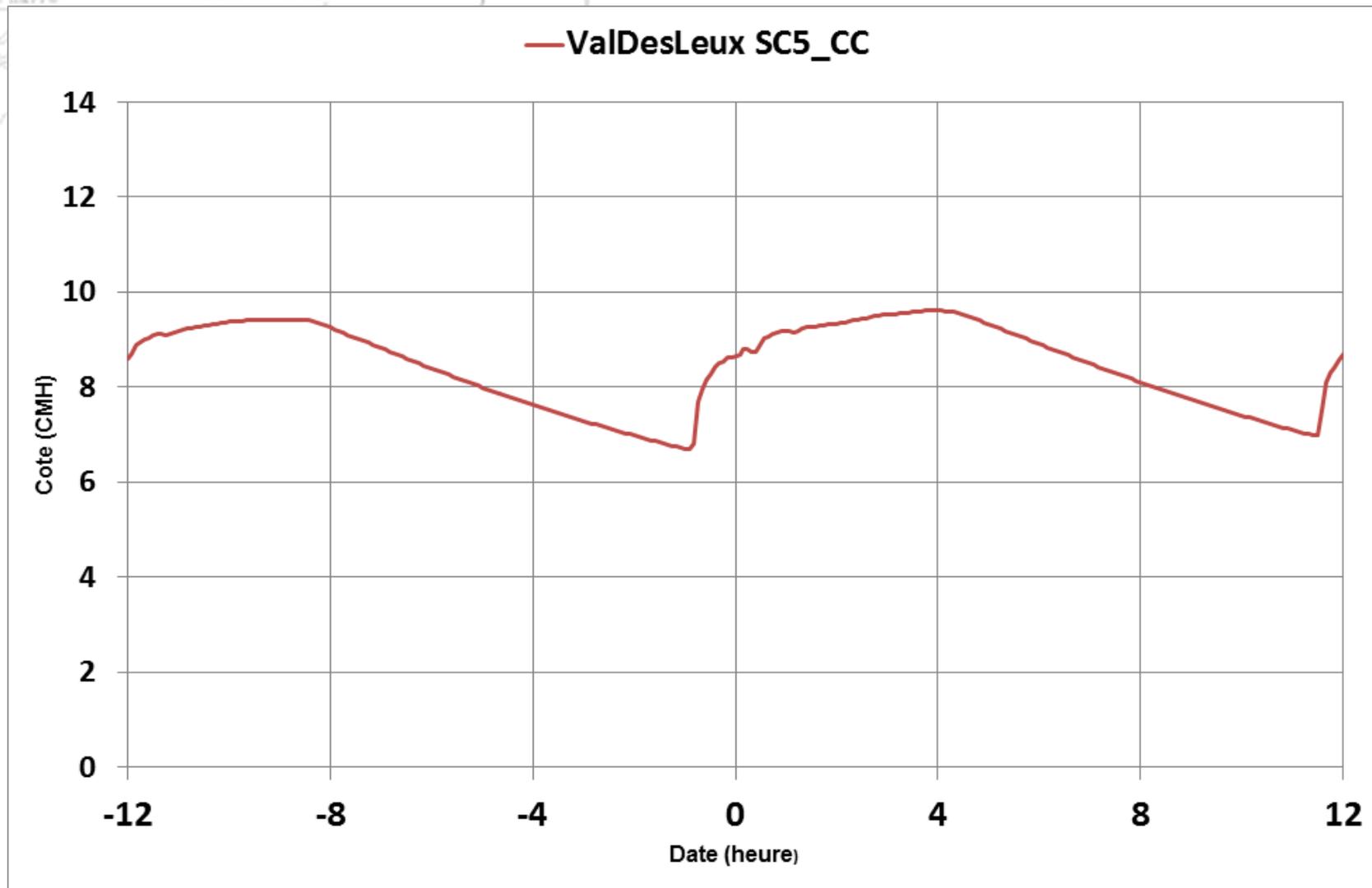
B – Figure 117

Scénario 5 : Mesnil-sous-Jumièges



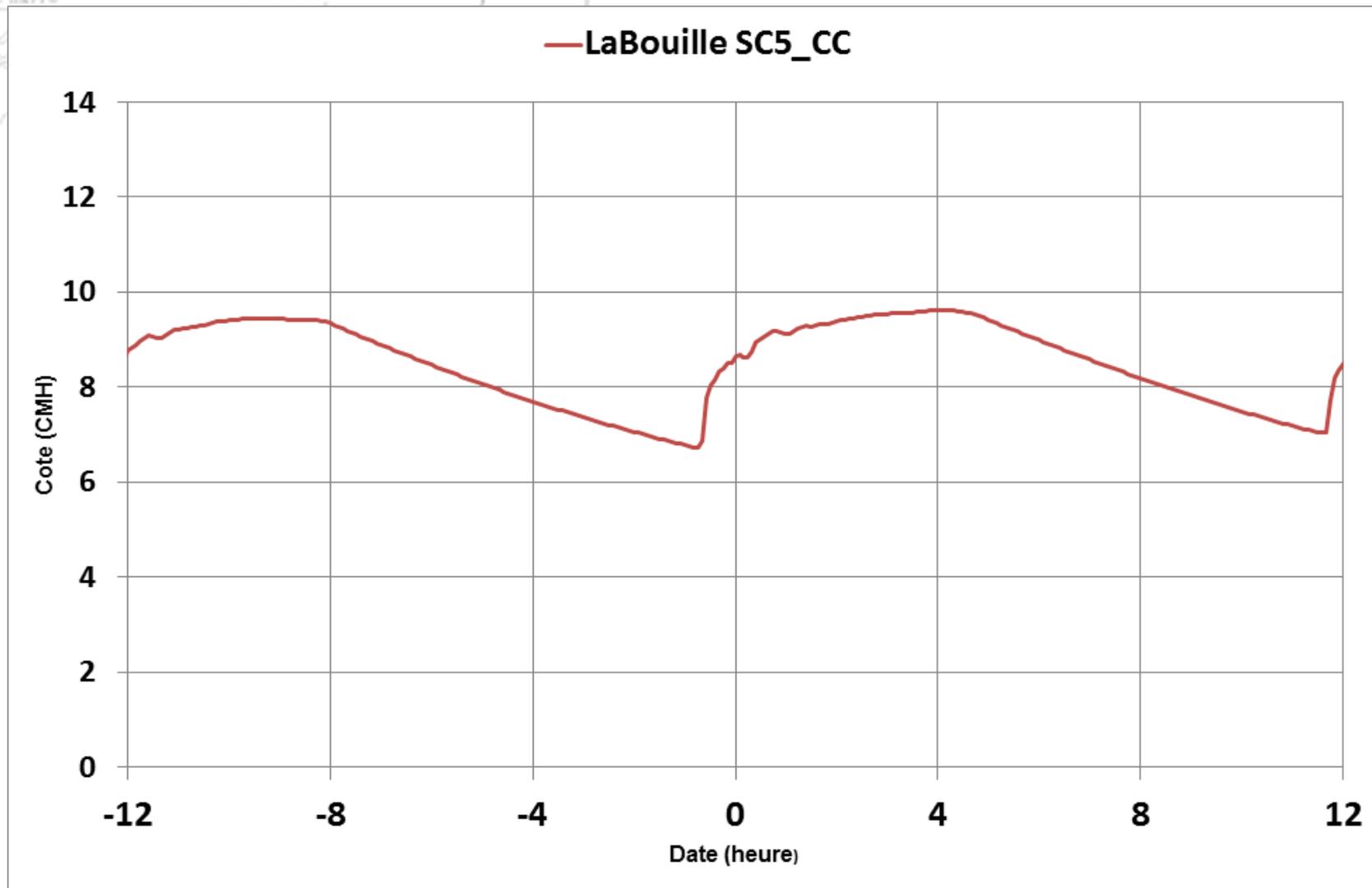
B – Figure 118

Scénario 5 : Val-des-Leux

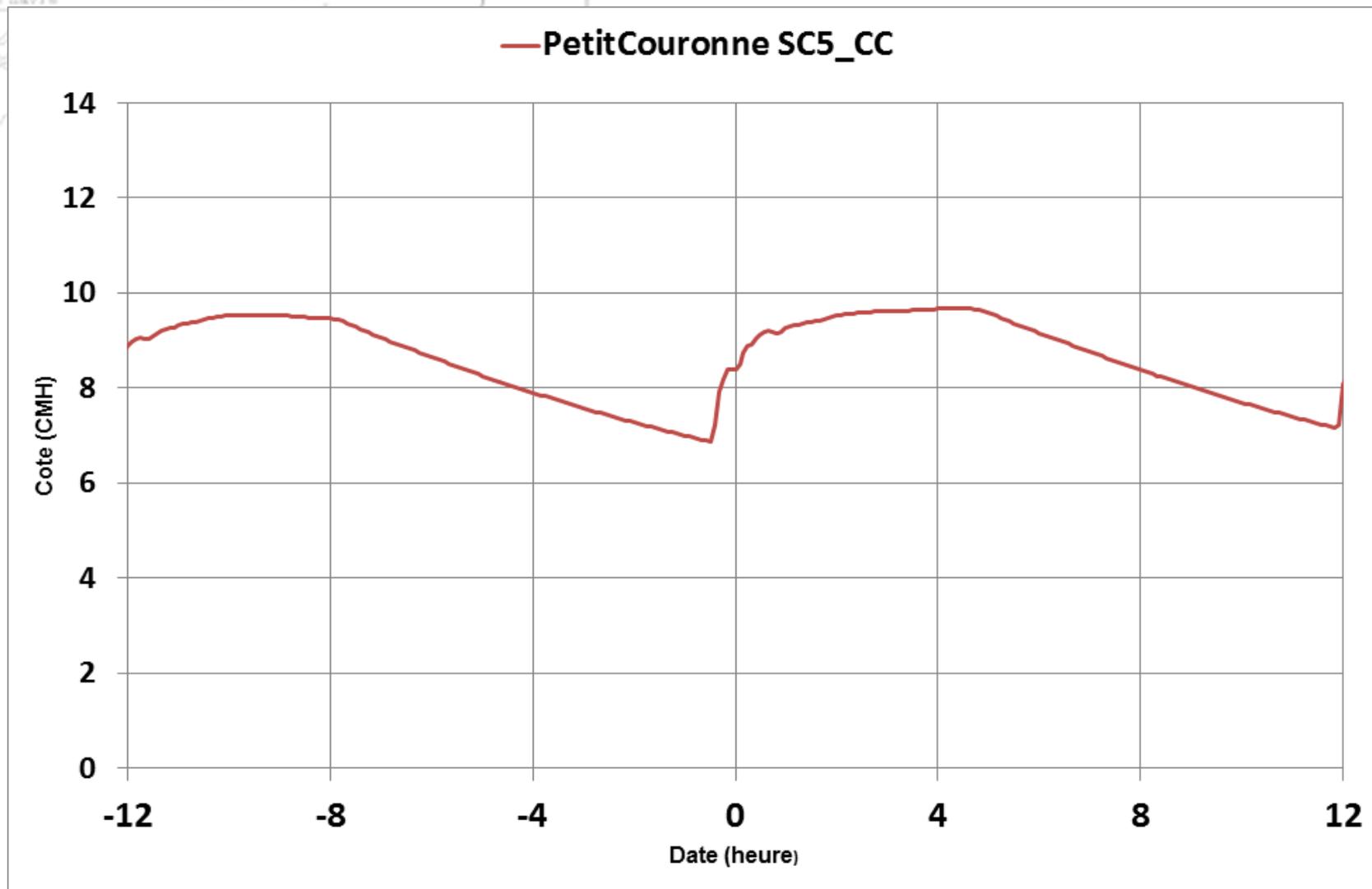


Scénario 5 : La Bouille

Caudebec-en-Caux St-Wandrille-Rançon



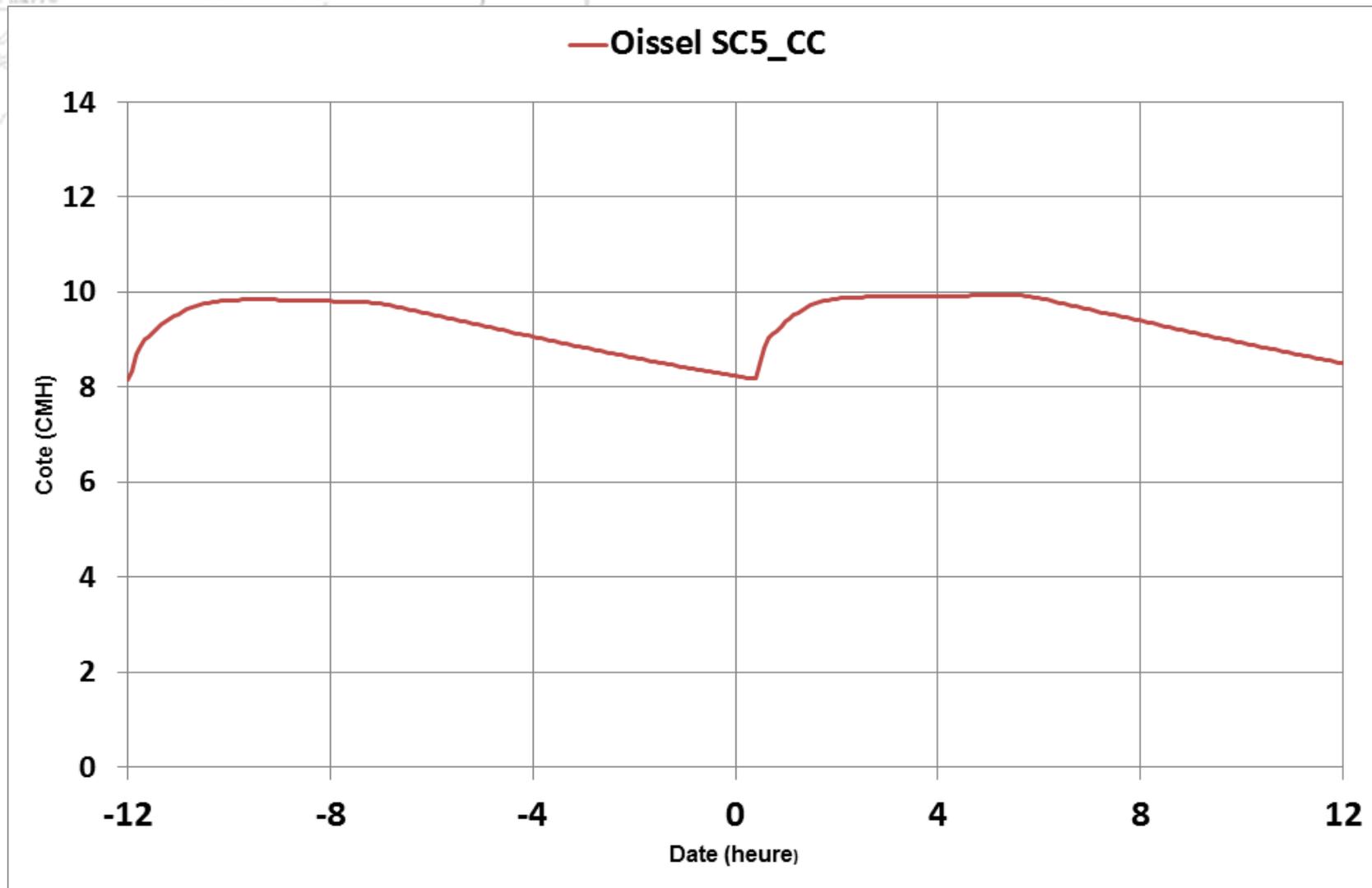
Scénario 5 : Petit Couronne



B – Figure 122

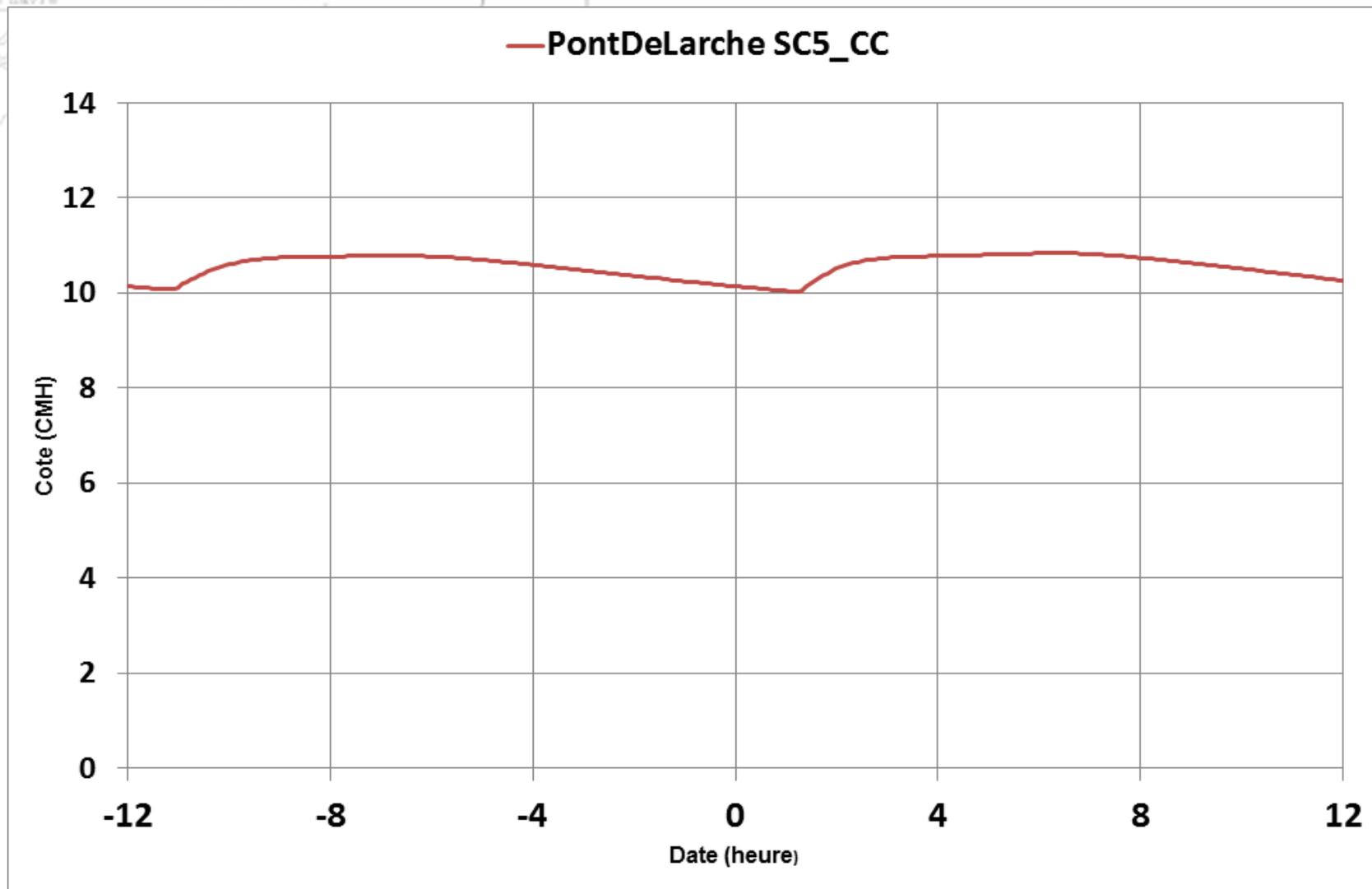
Scénario 5 : Oissel

Caudebec-
en-Caux St-Wandrille-
Rançon

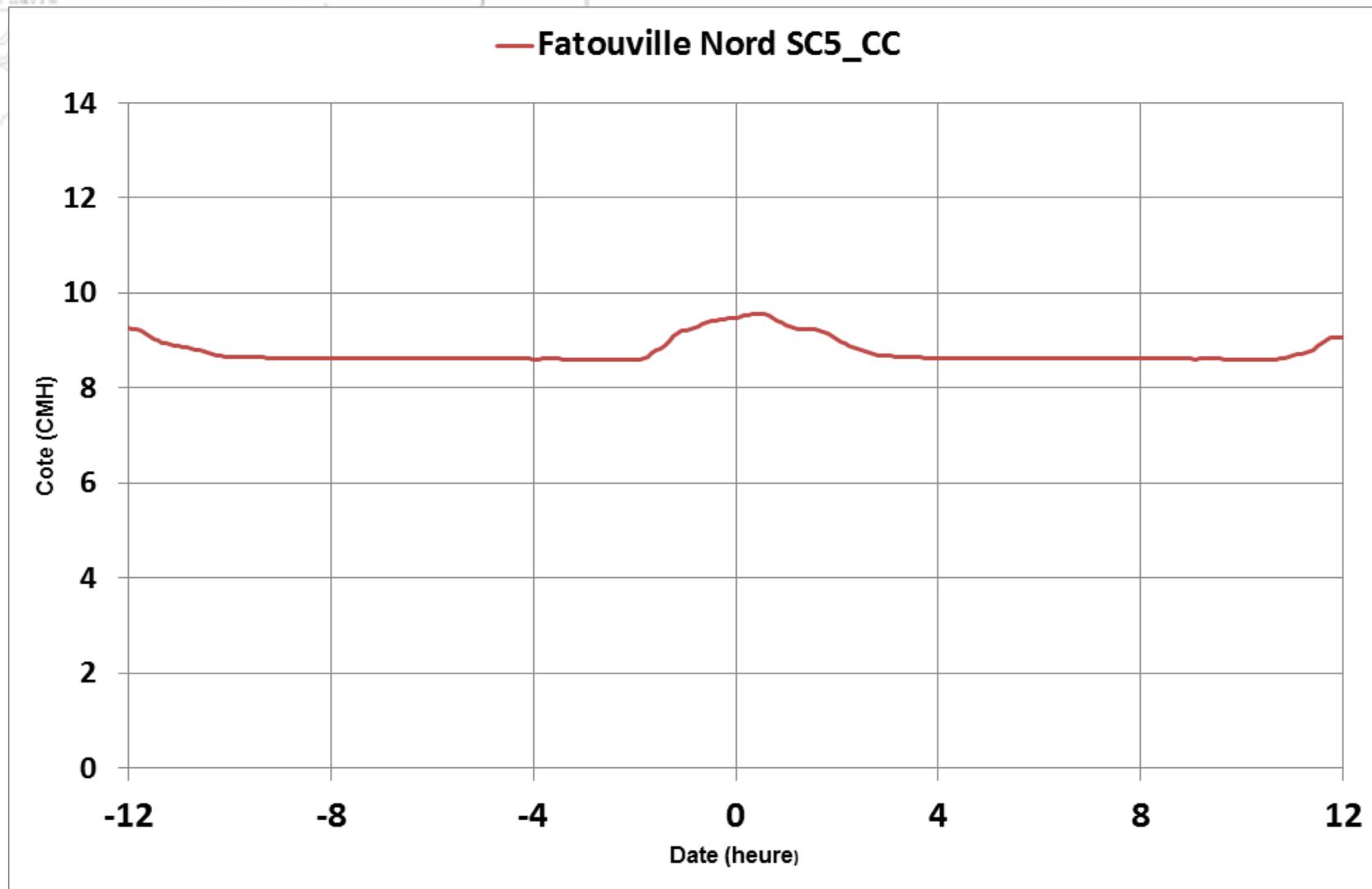


B – Figure 124

Scénario 5 : Pont-de-l'Arche

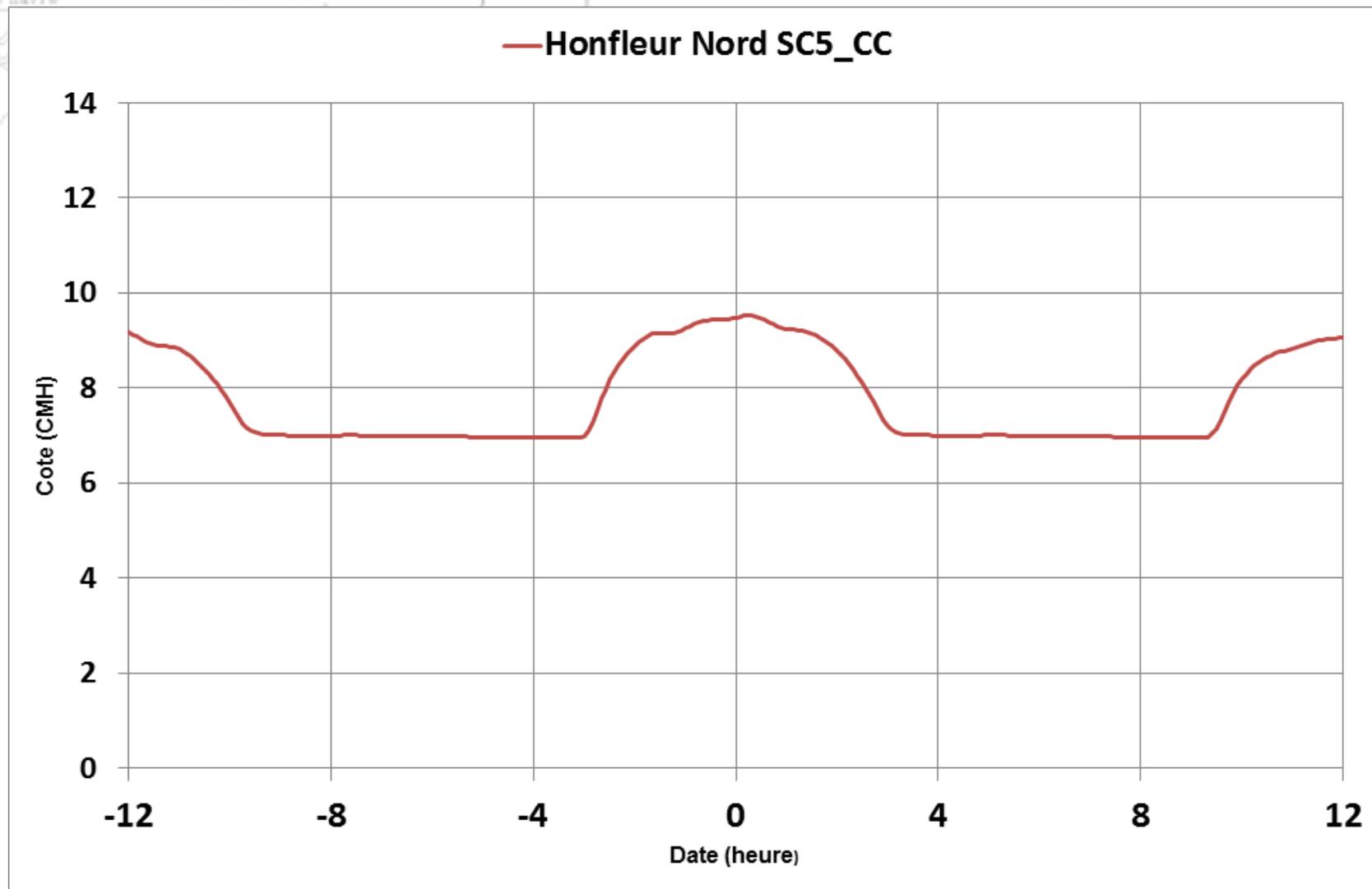


Scénario 5 : Nord de Fatouville

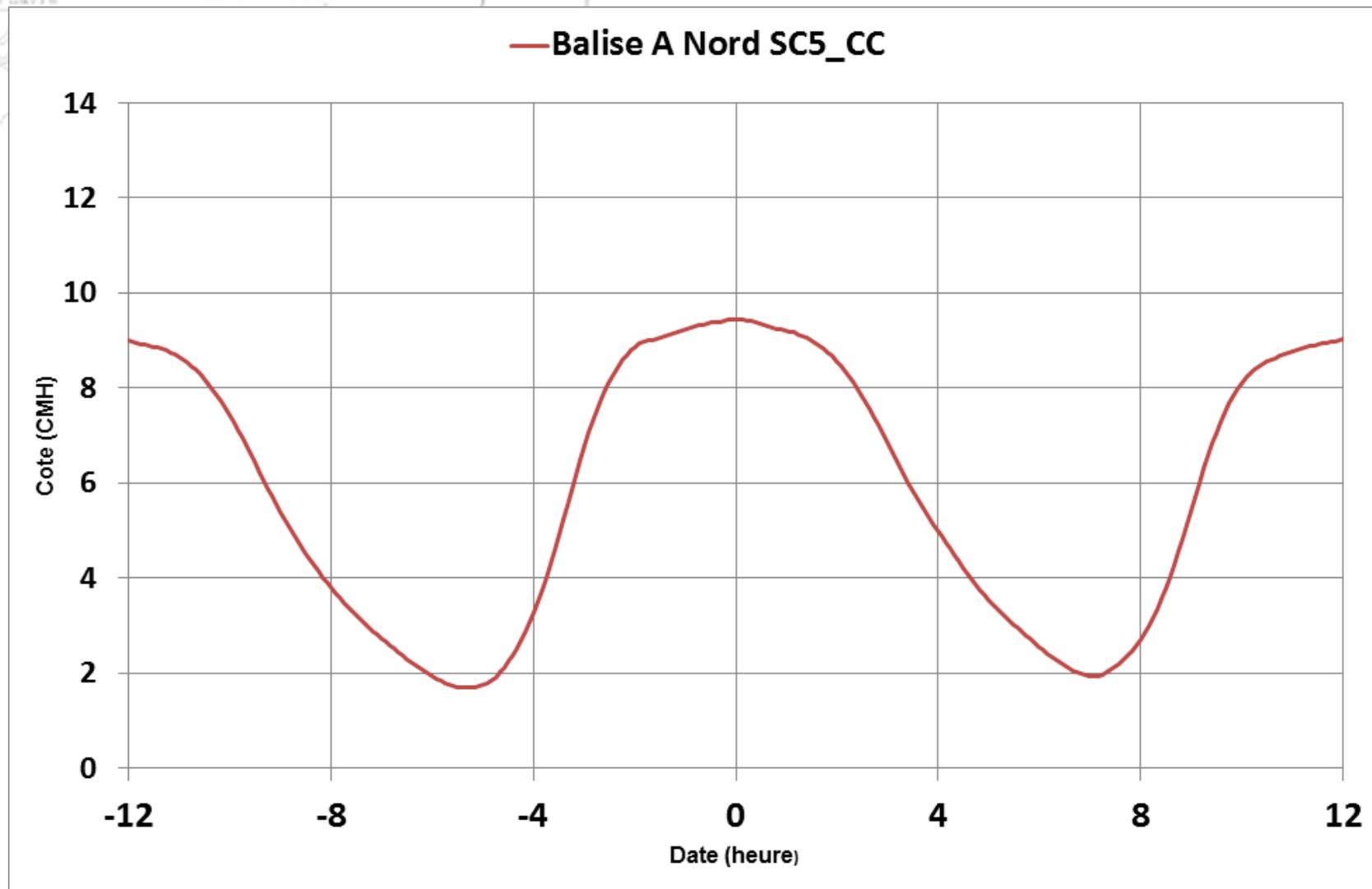


B – Figure 127

Scénario 5 : Nord de Honfleur

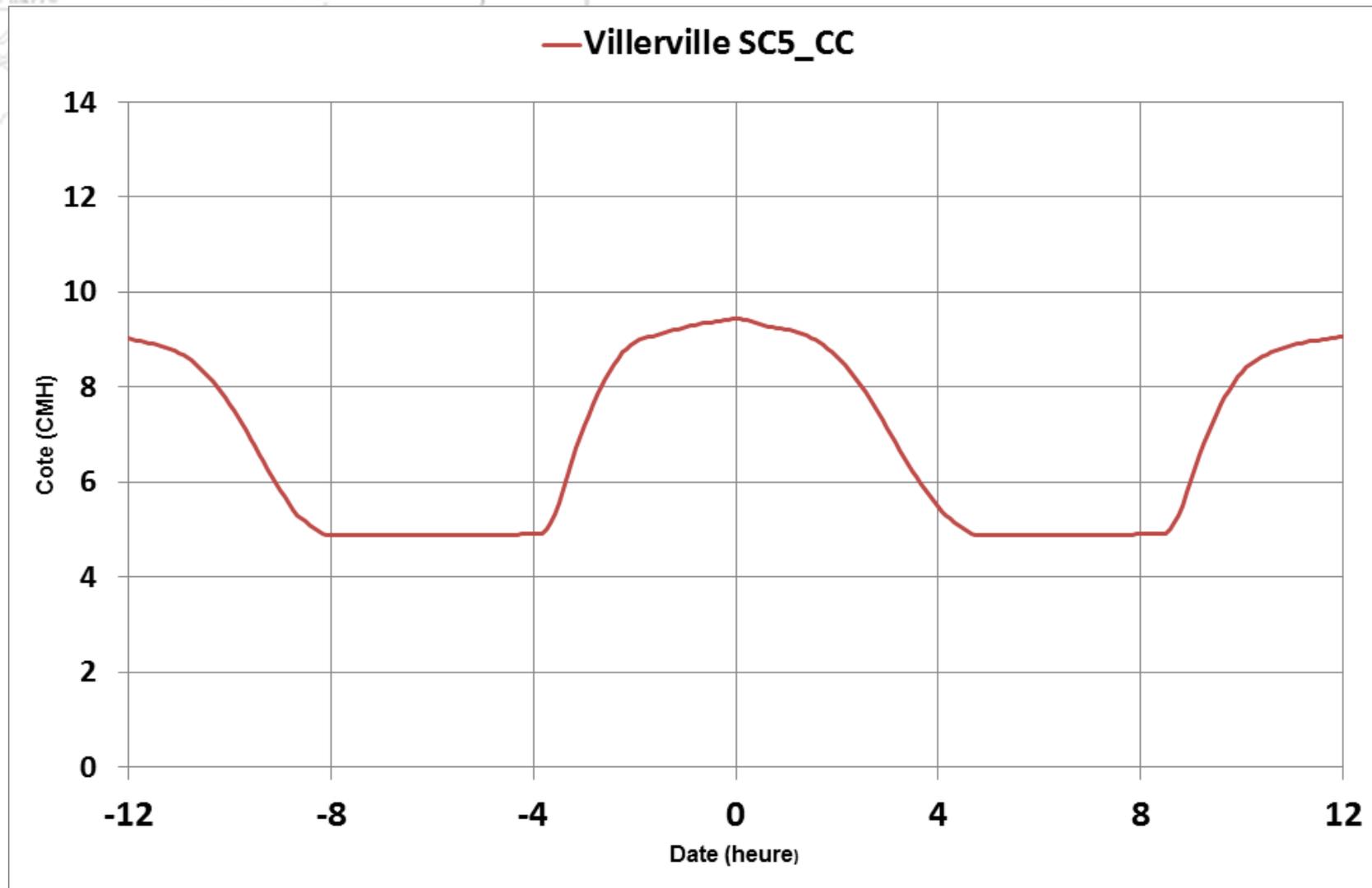


Scénario 5 : Nord de Balise A



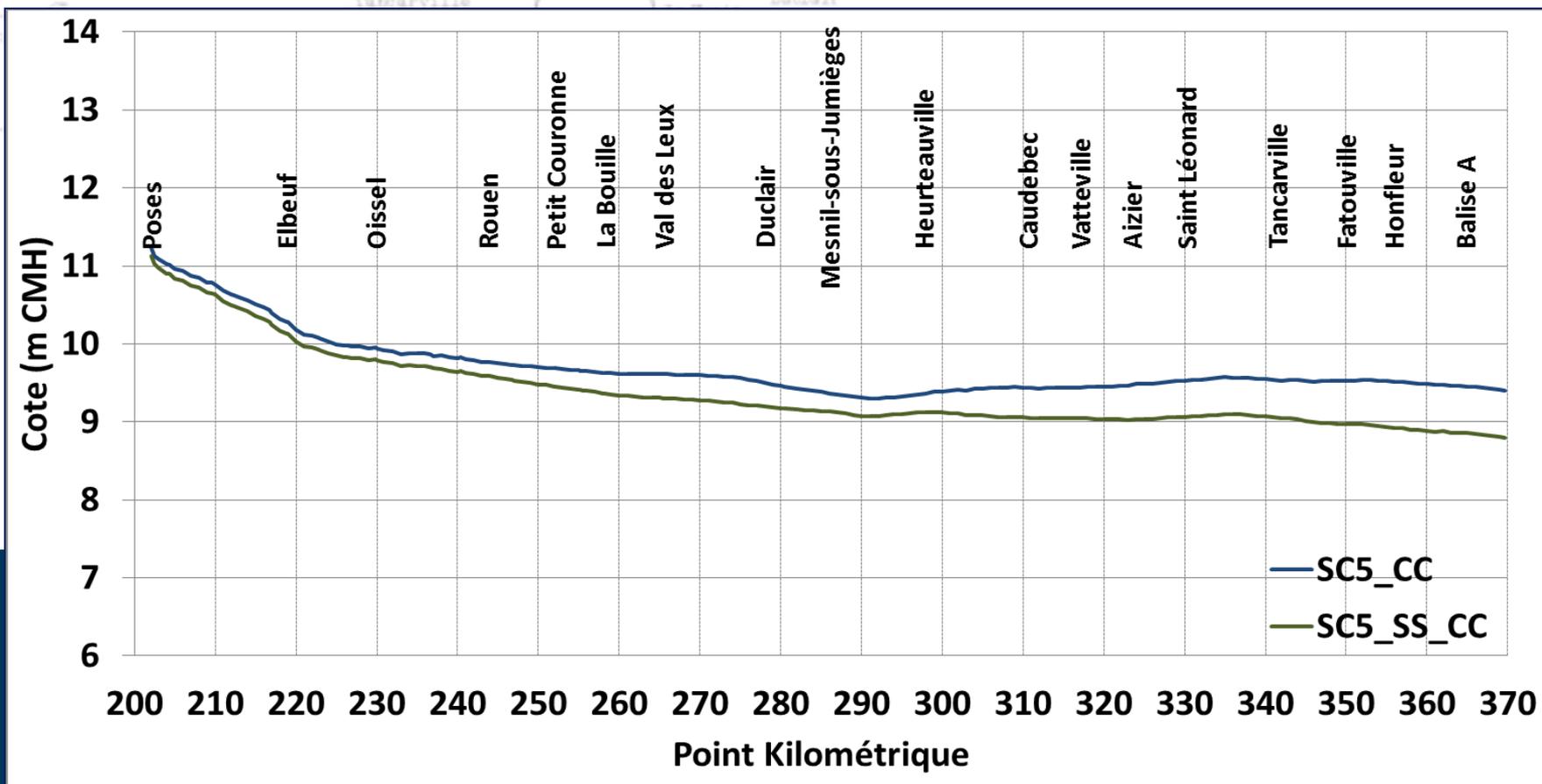
Scénario 5 : Villerville

Caudebec-en-Caux St-Wandrille-Rançon

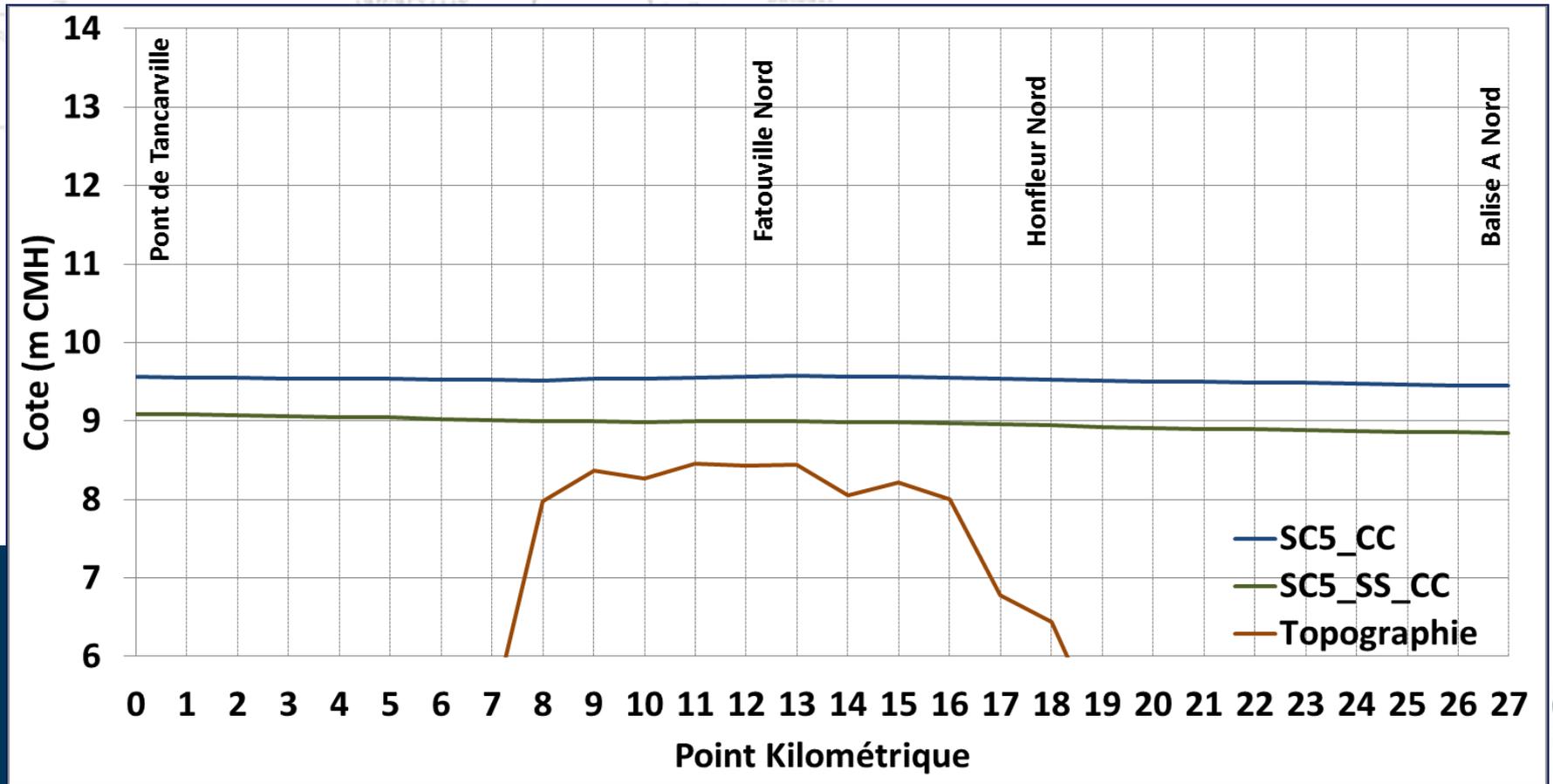


B – Figure 130

Scénario 5



Scénario 5

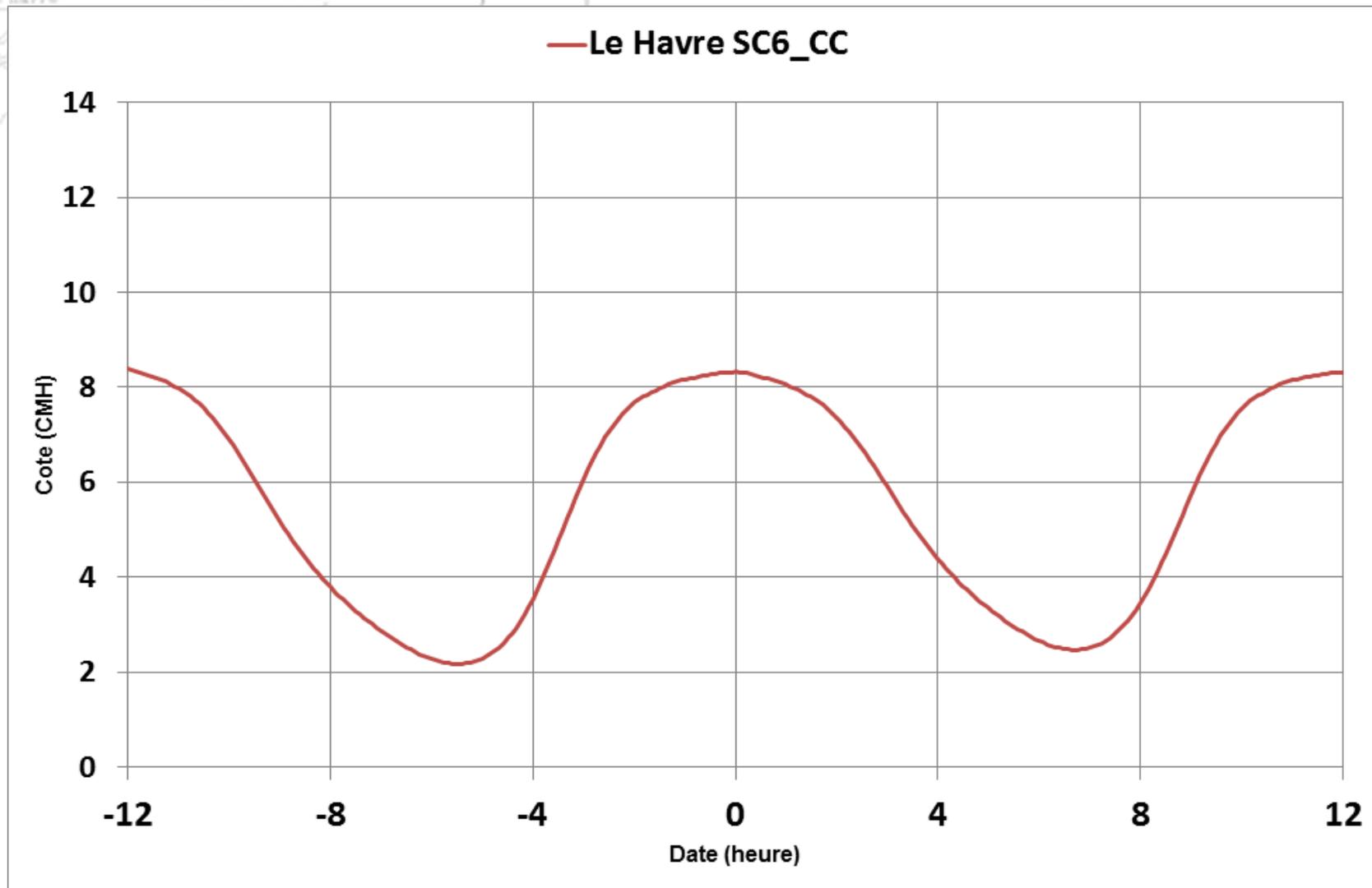




Scénario 6

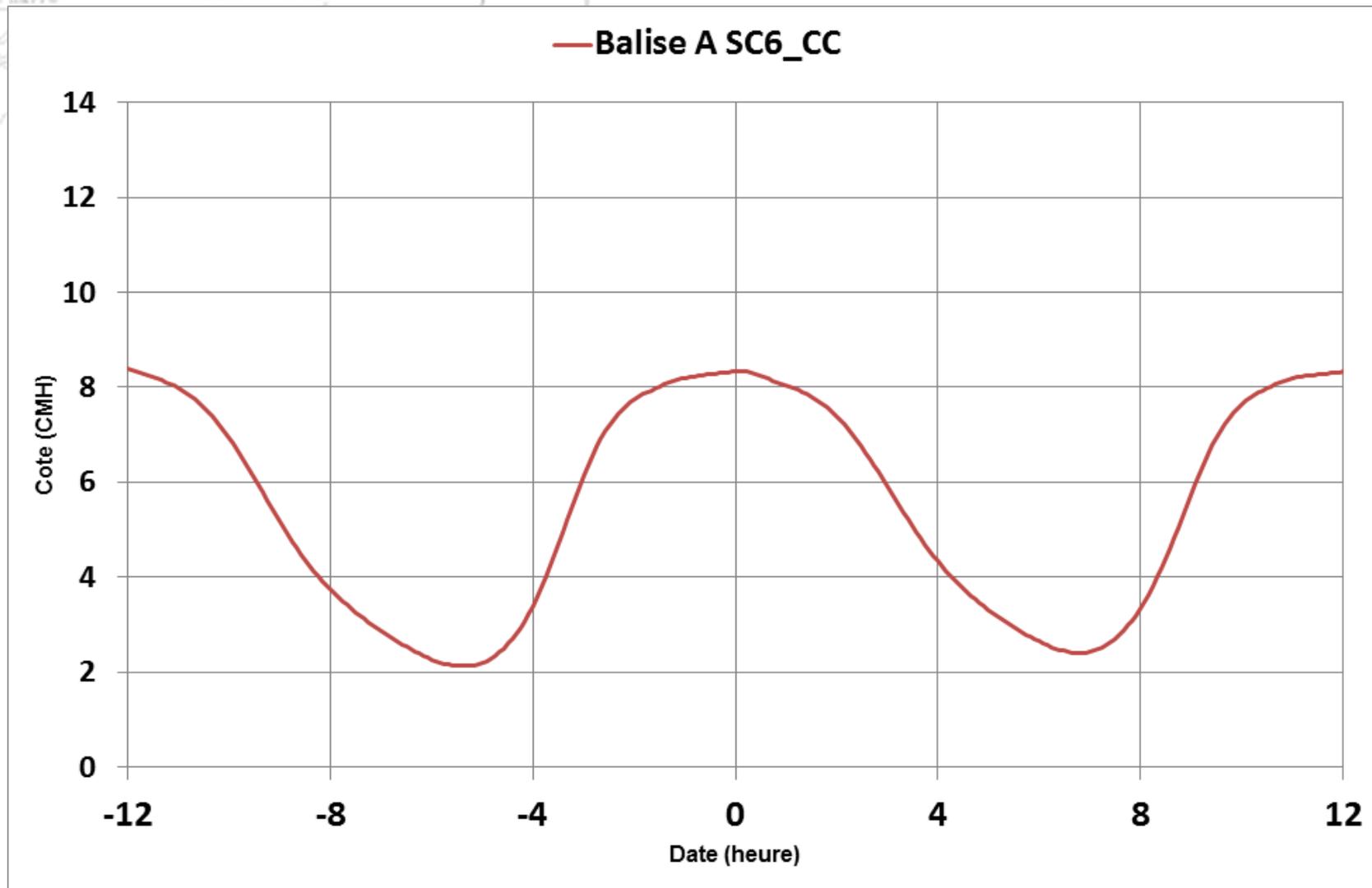
Scénario 6 : Le Havre

Caudebec-en-Caux
St-Wandrille-Rançon



Scénario 6 : Balise A

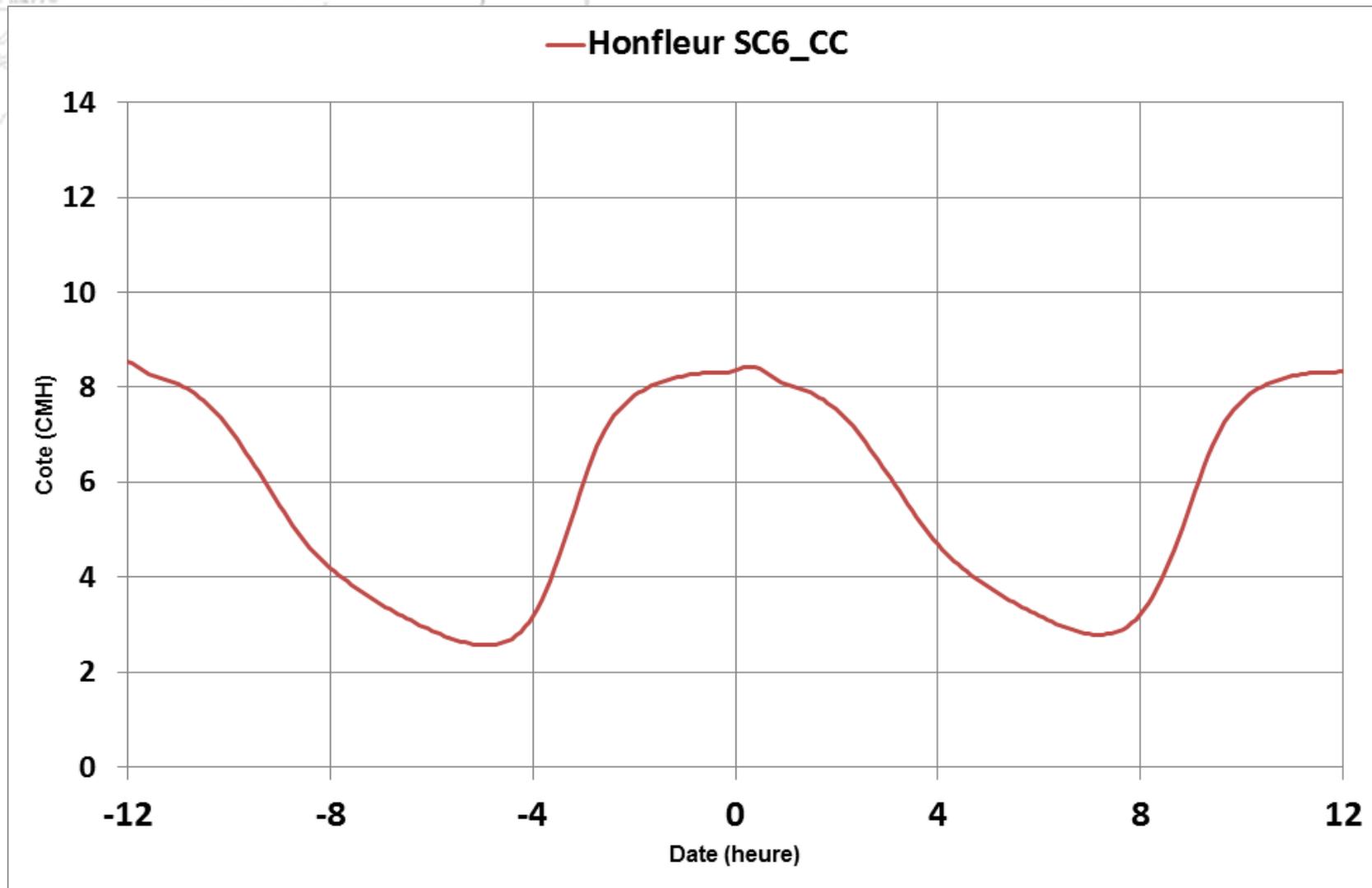
Caudebec-en-Caux
St-Wandrille-Rançon



B – Figure 135

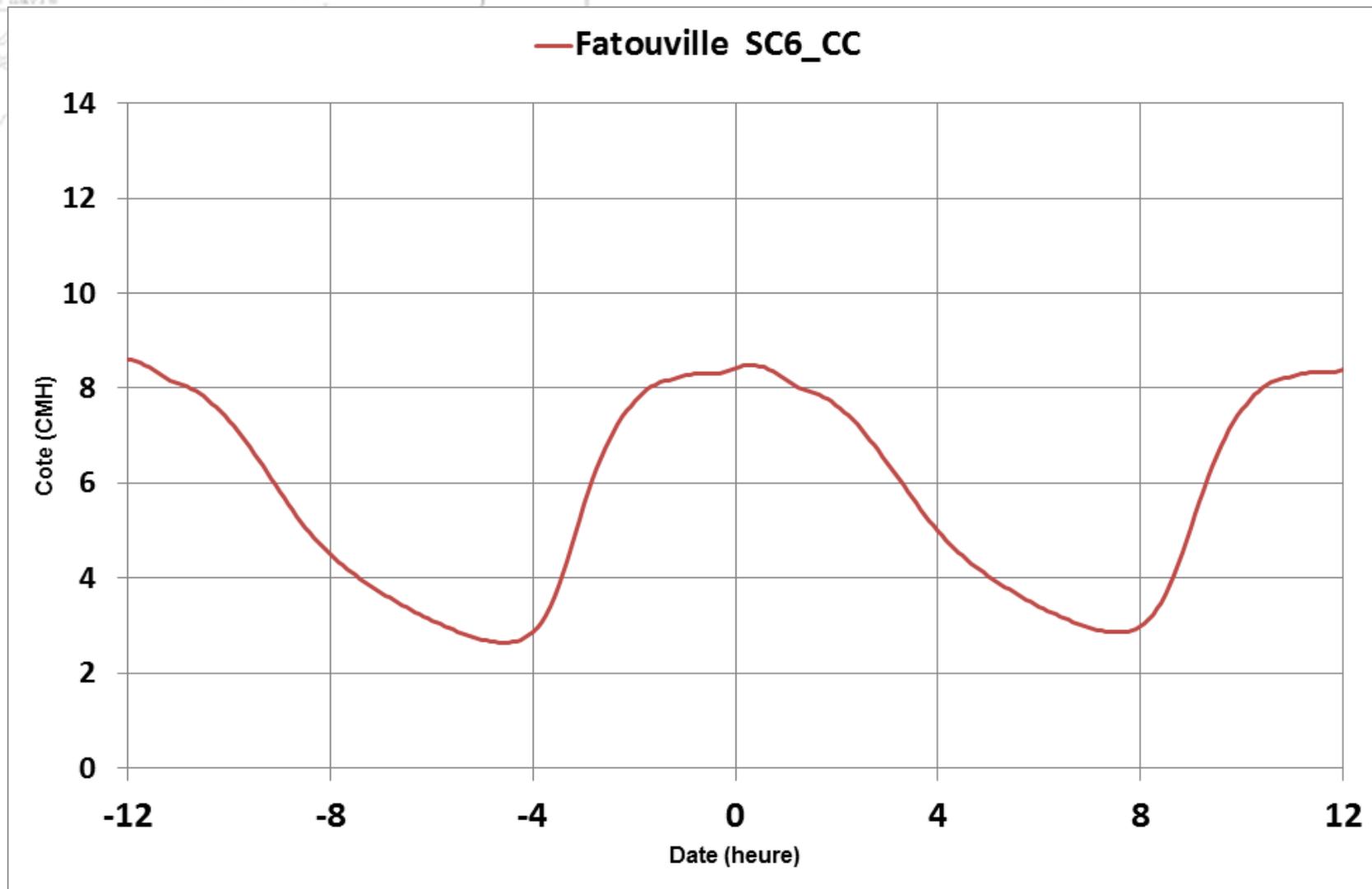
Scénario 6 : Honfleur

Caudebec-en-Caux
St-Wandrille-Rançon



Scénario 6 : Fatouville

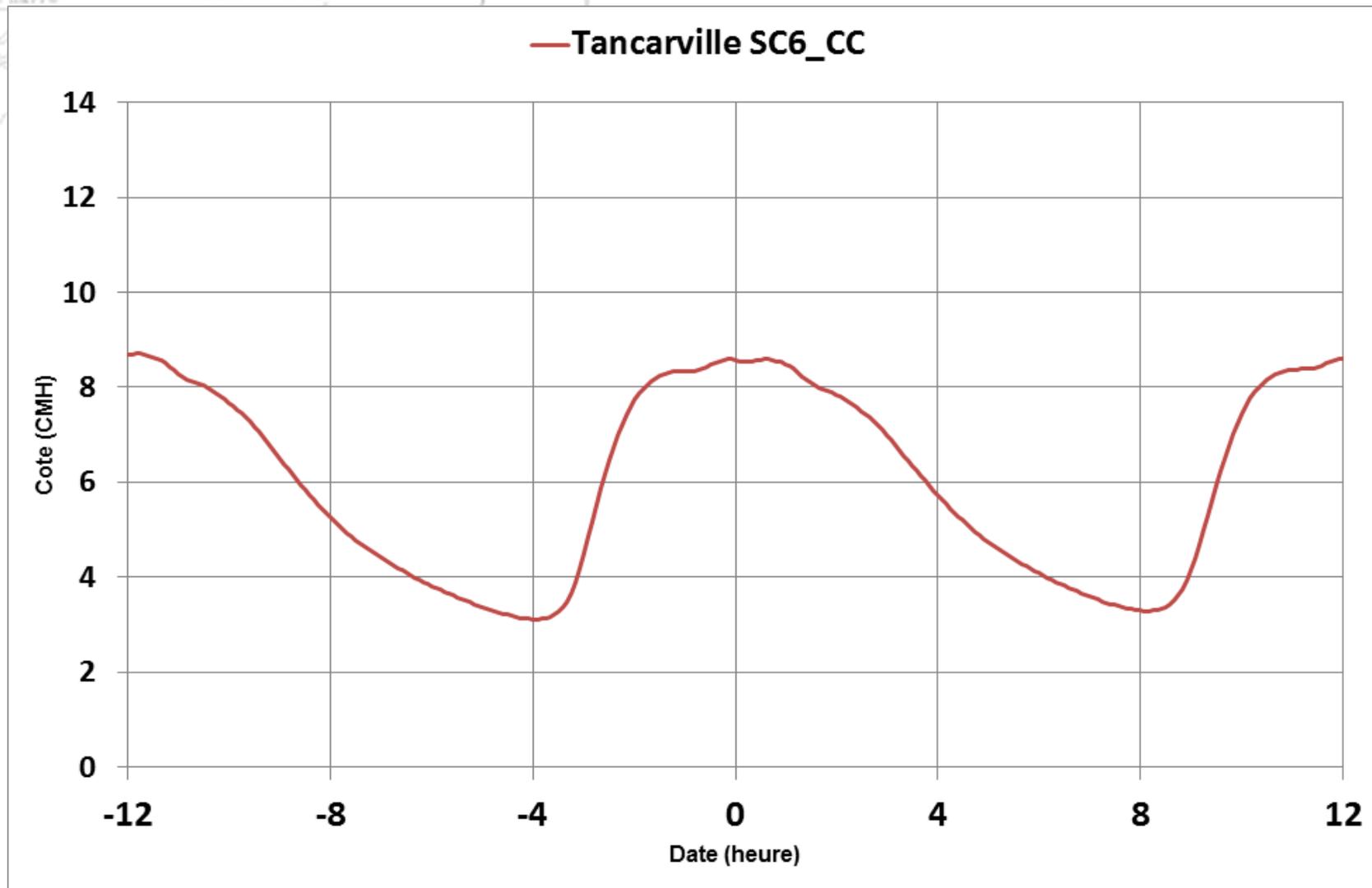
Caudebec-en-Caux - St-Wandrille-Rançon



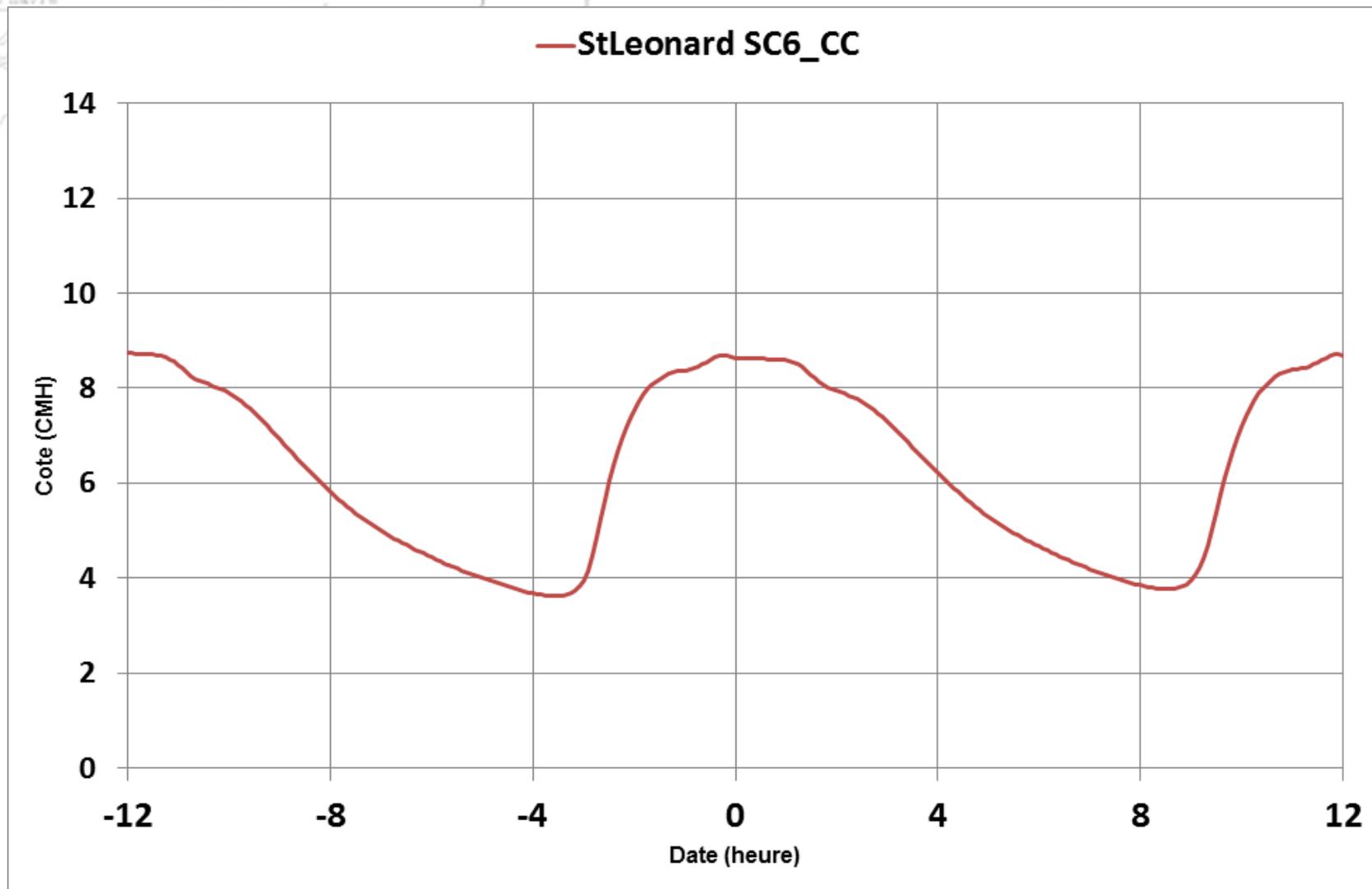
B – Figure 137

Scénario 6 : Tancarville

Caudebec-en-Caux
St-Wandrille-Rançon

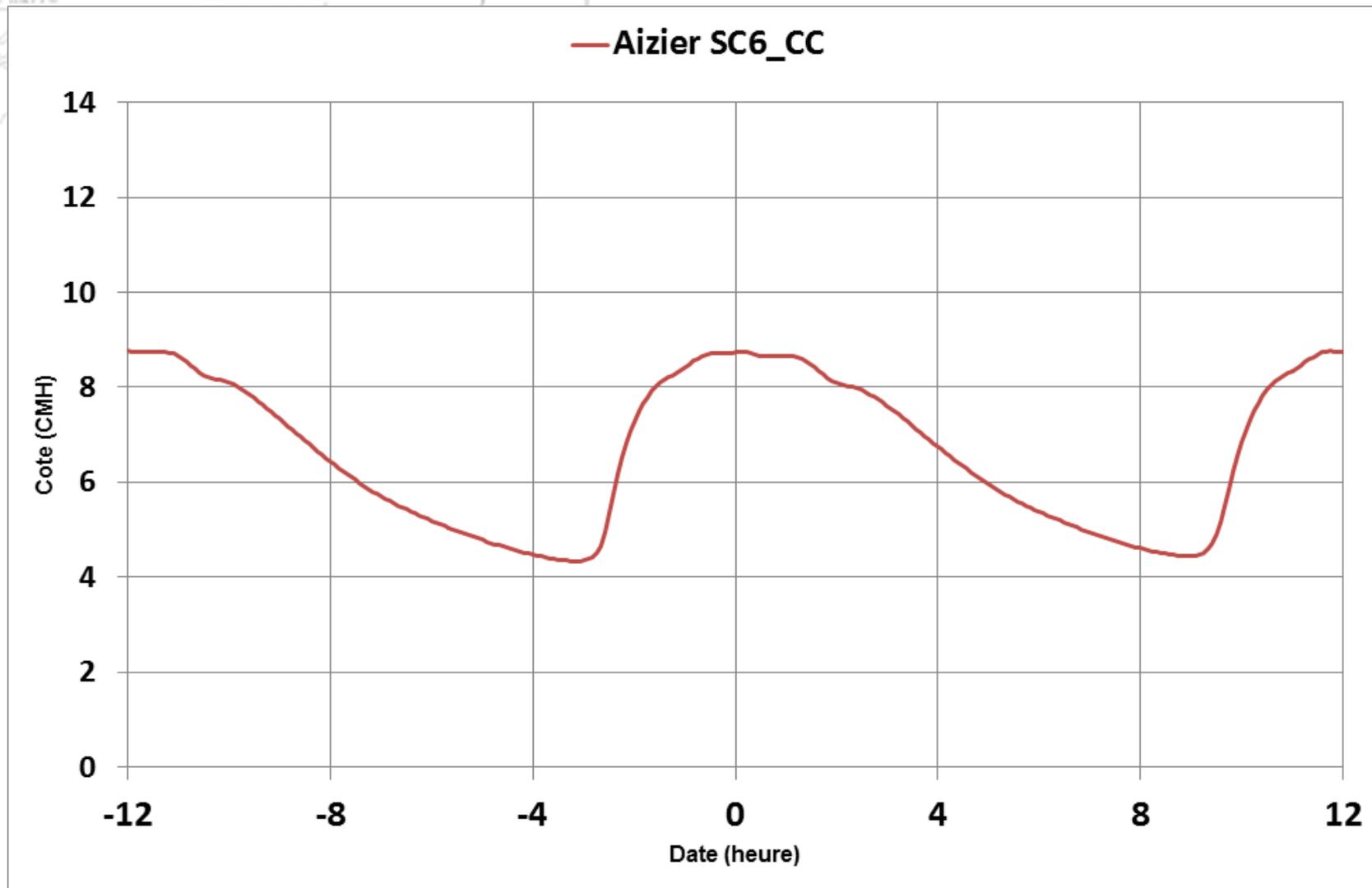


Scénario 6 : St Léonard



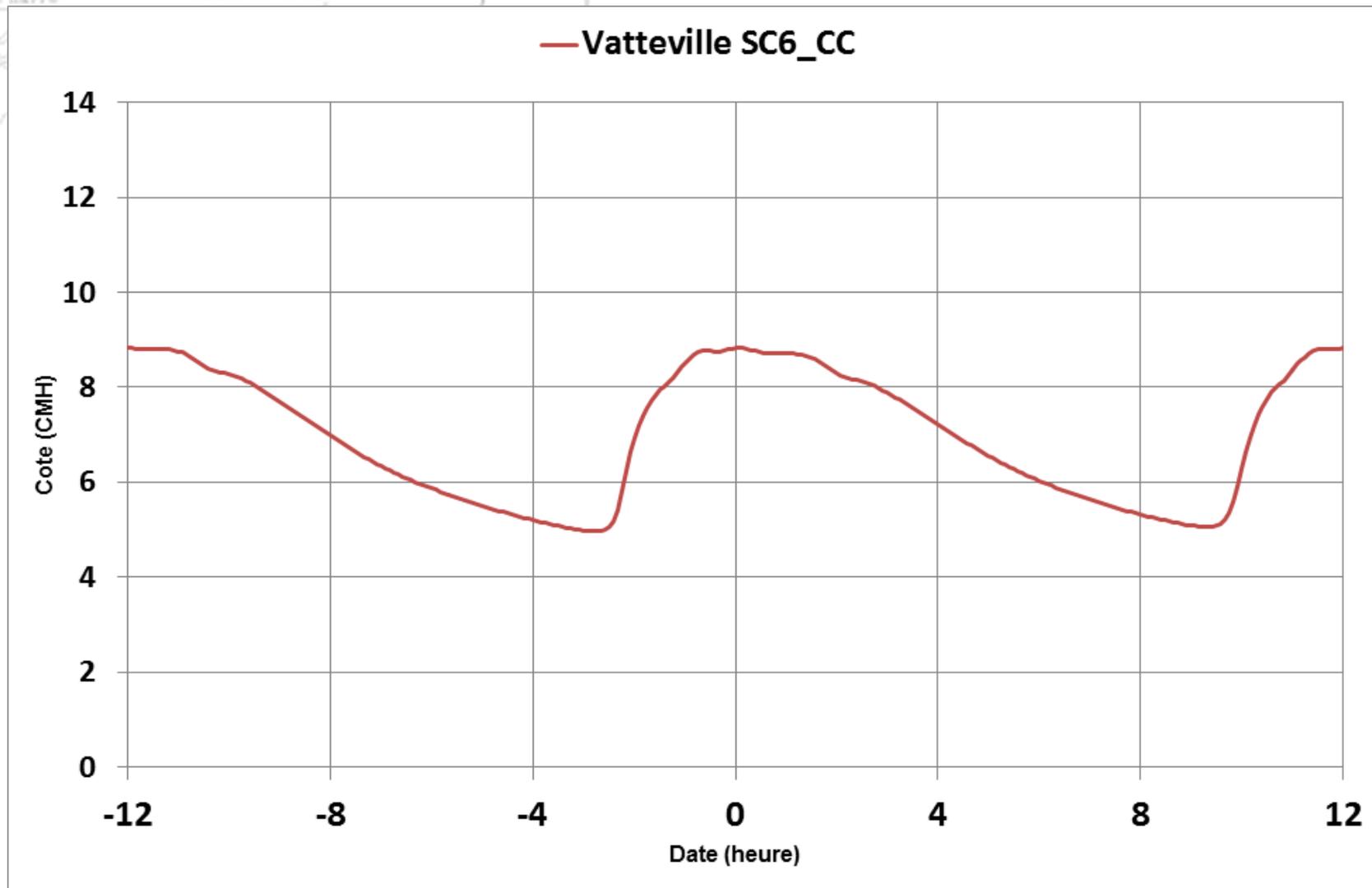
Scénario 6 : Aizier

Caudebec-en-Caux - St-Wandrille-Rançon



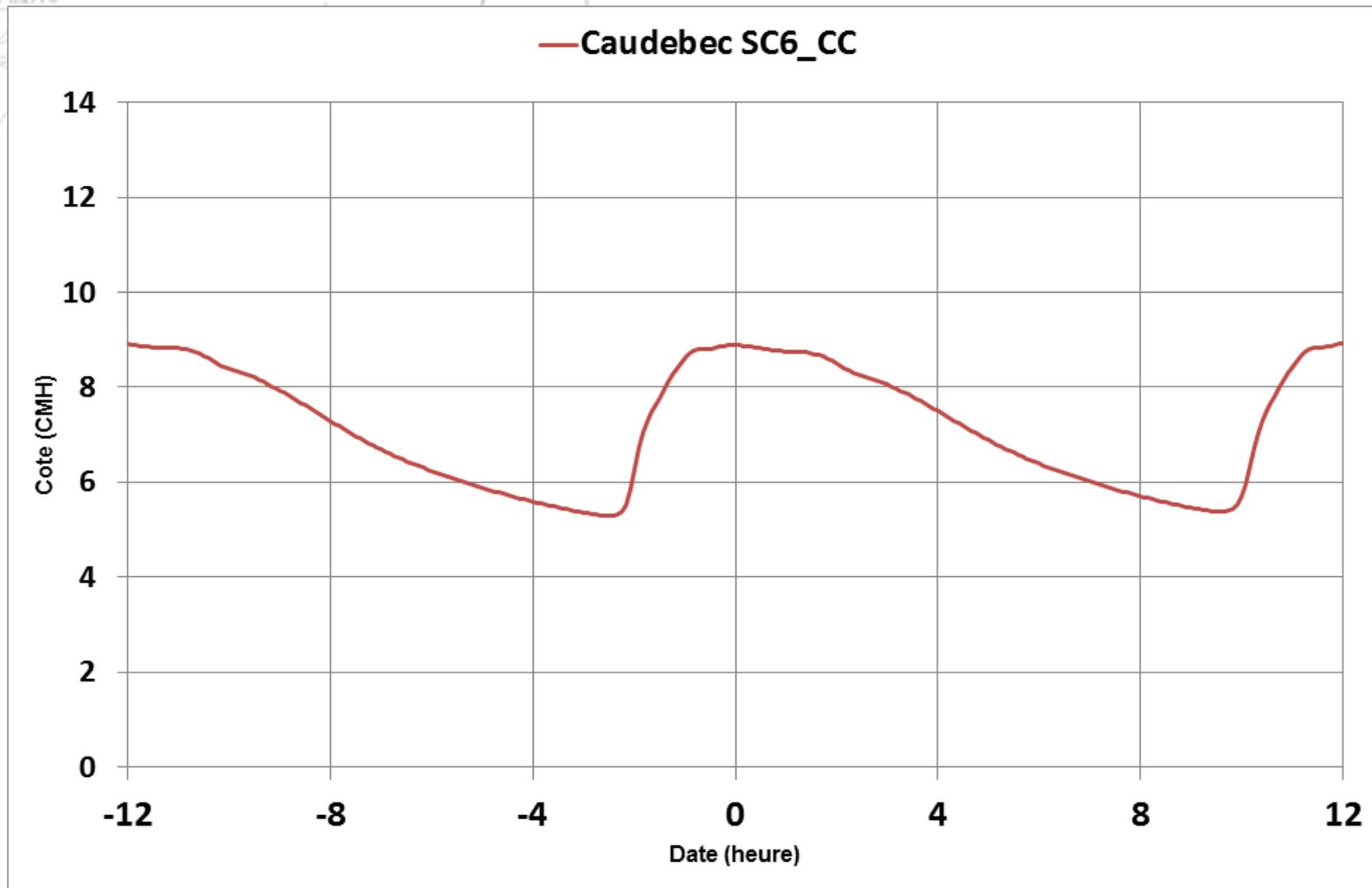
Scénario 6 : Vatteville

Caudebec-
en-Caux St-Wandrille-
Rançon

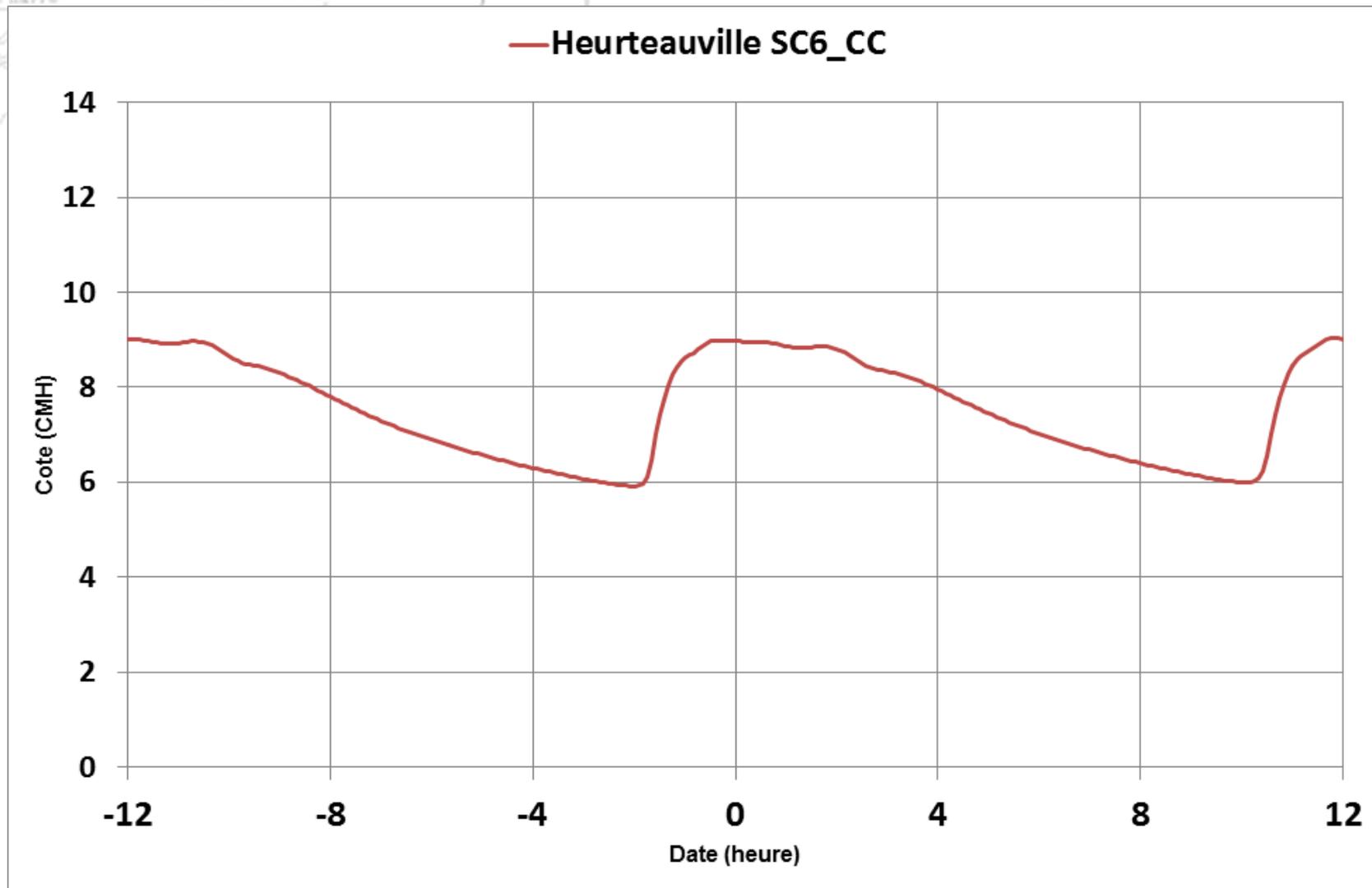


Scénario 6 : Caudebec

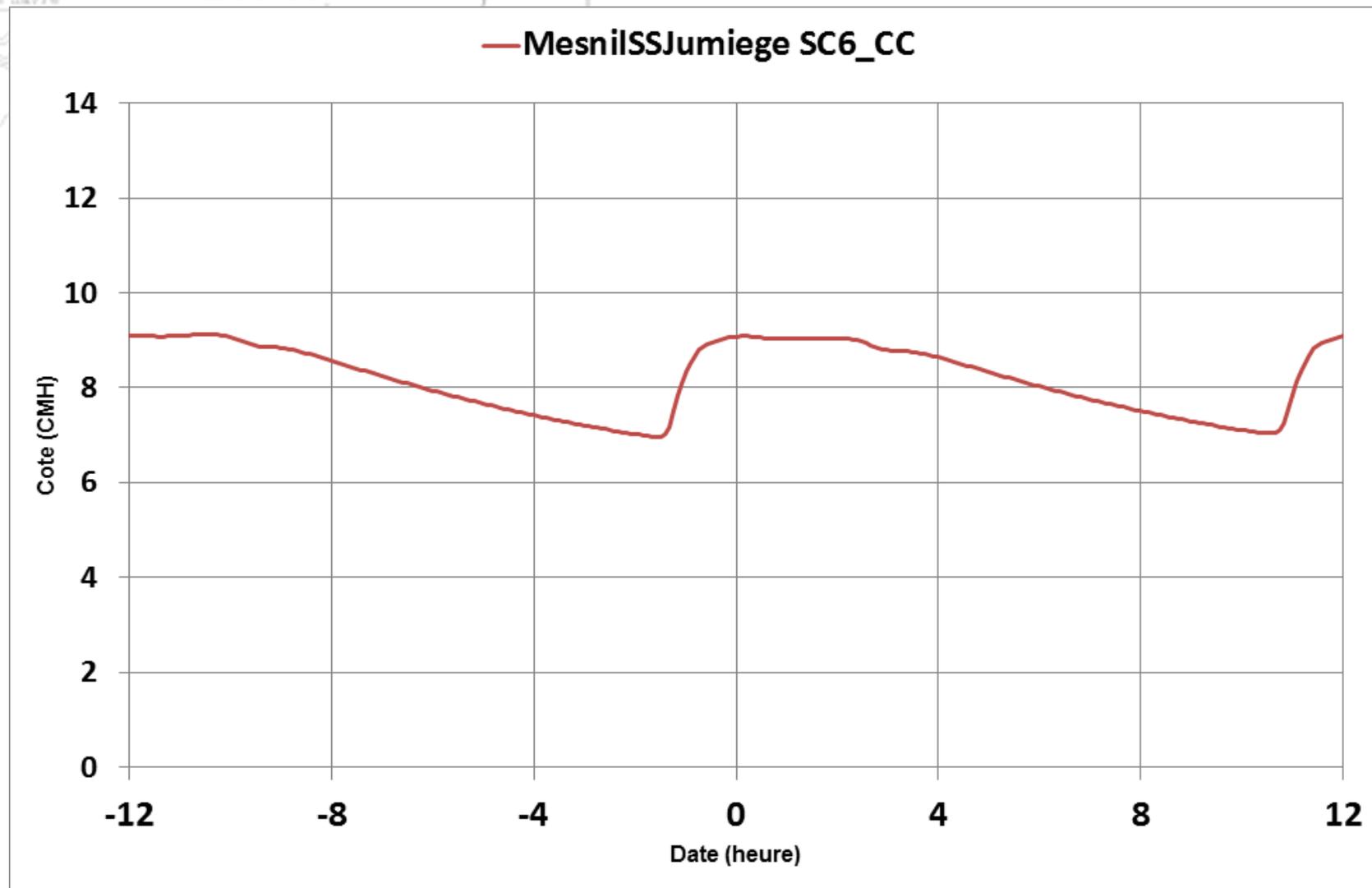
Caudebec-en-Caux St-Wandrille-Rançon



Scénario 6 : Heurteauville

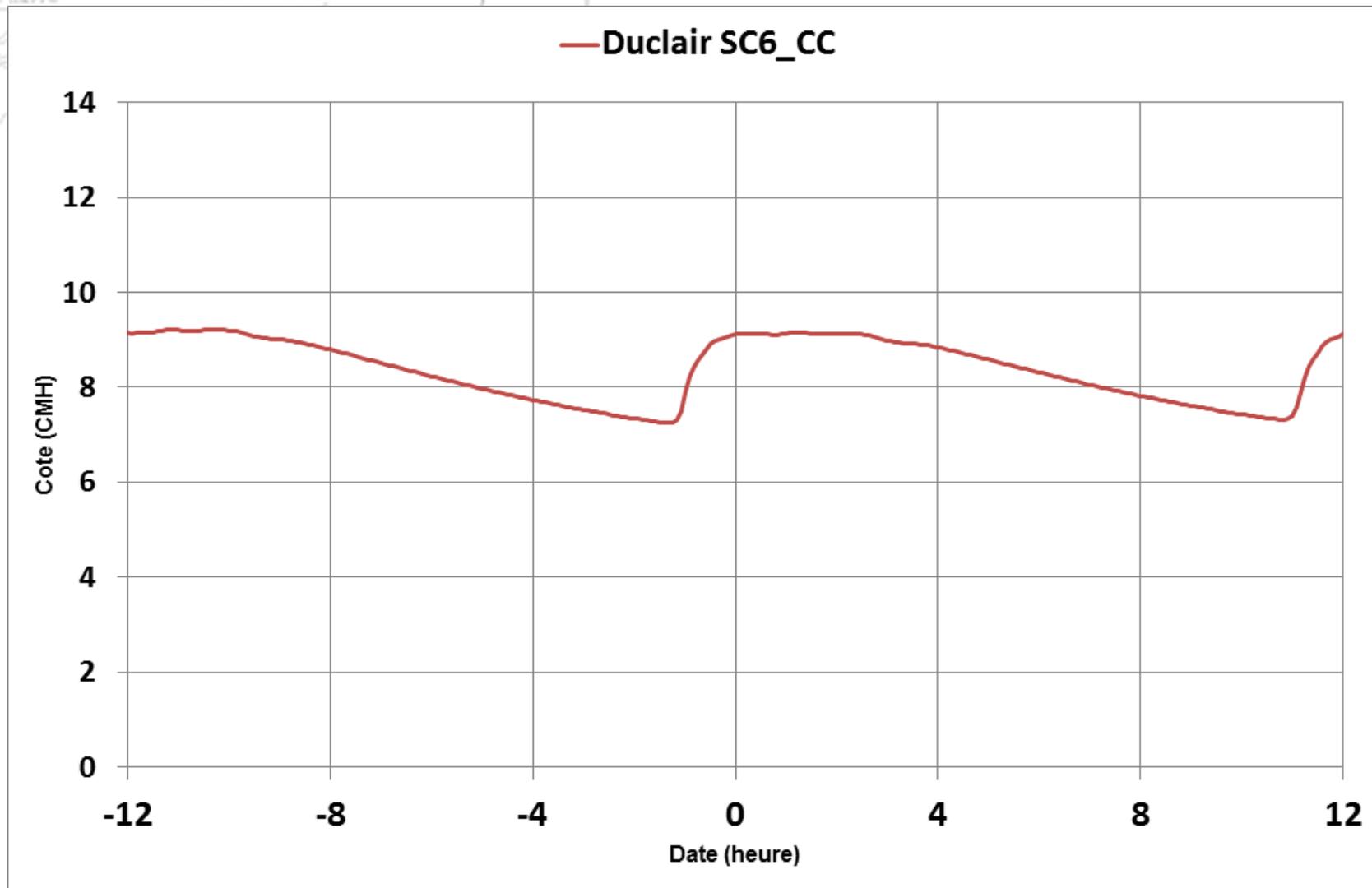


Scénario 6 : Mesnil-sous-Jumièges

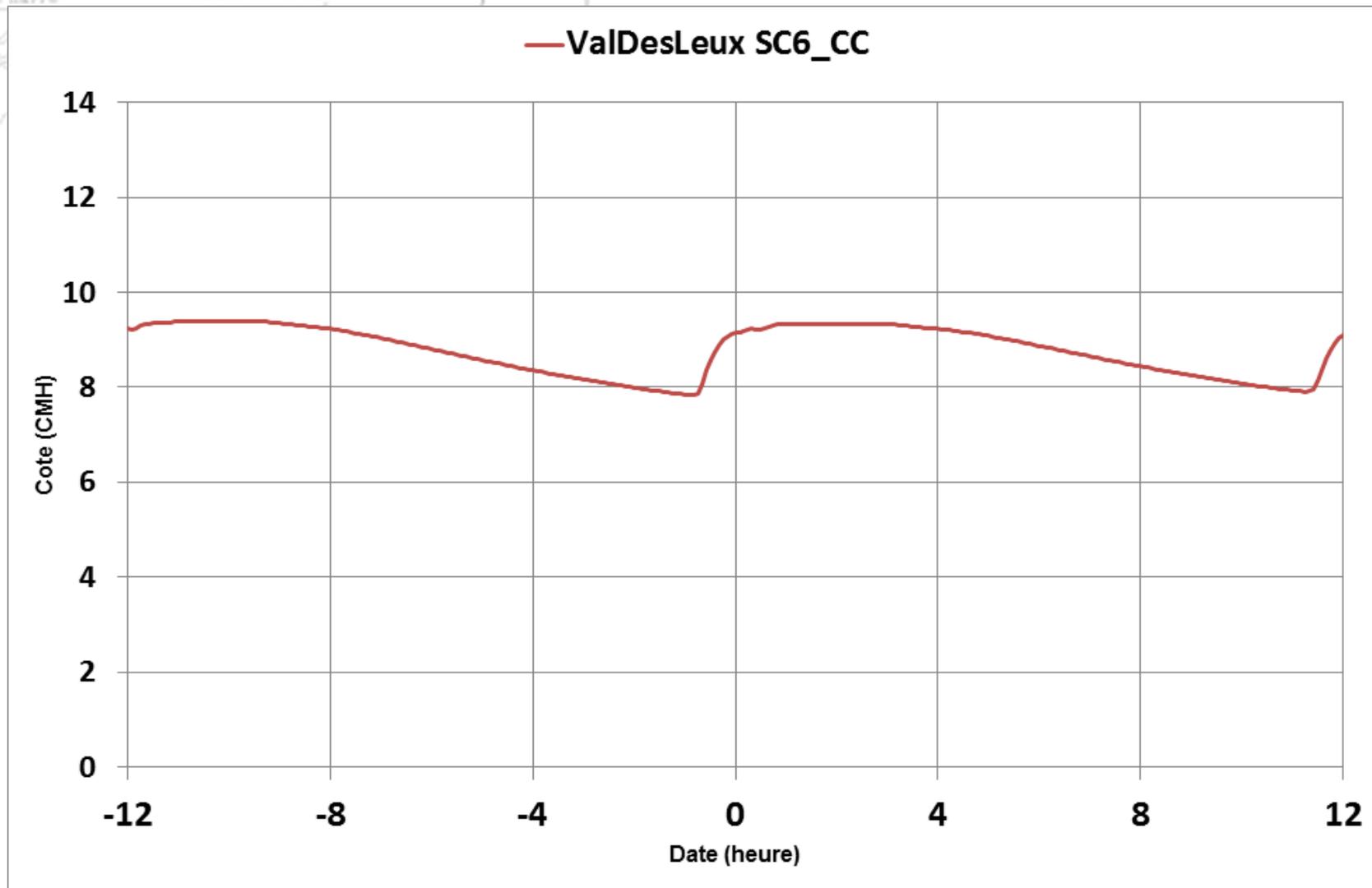


Scénario 6 : Duclair

Caudebec-
en-Caux St-Wandrille-
Rançon



Scénario 6 : Val-des-Leux



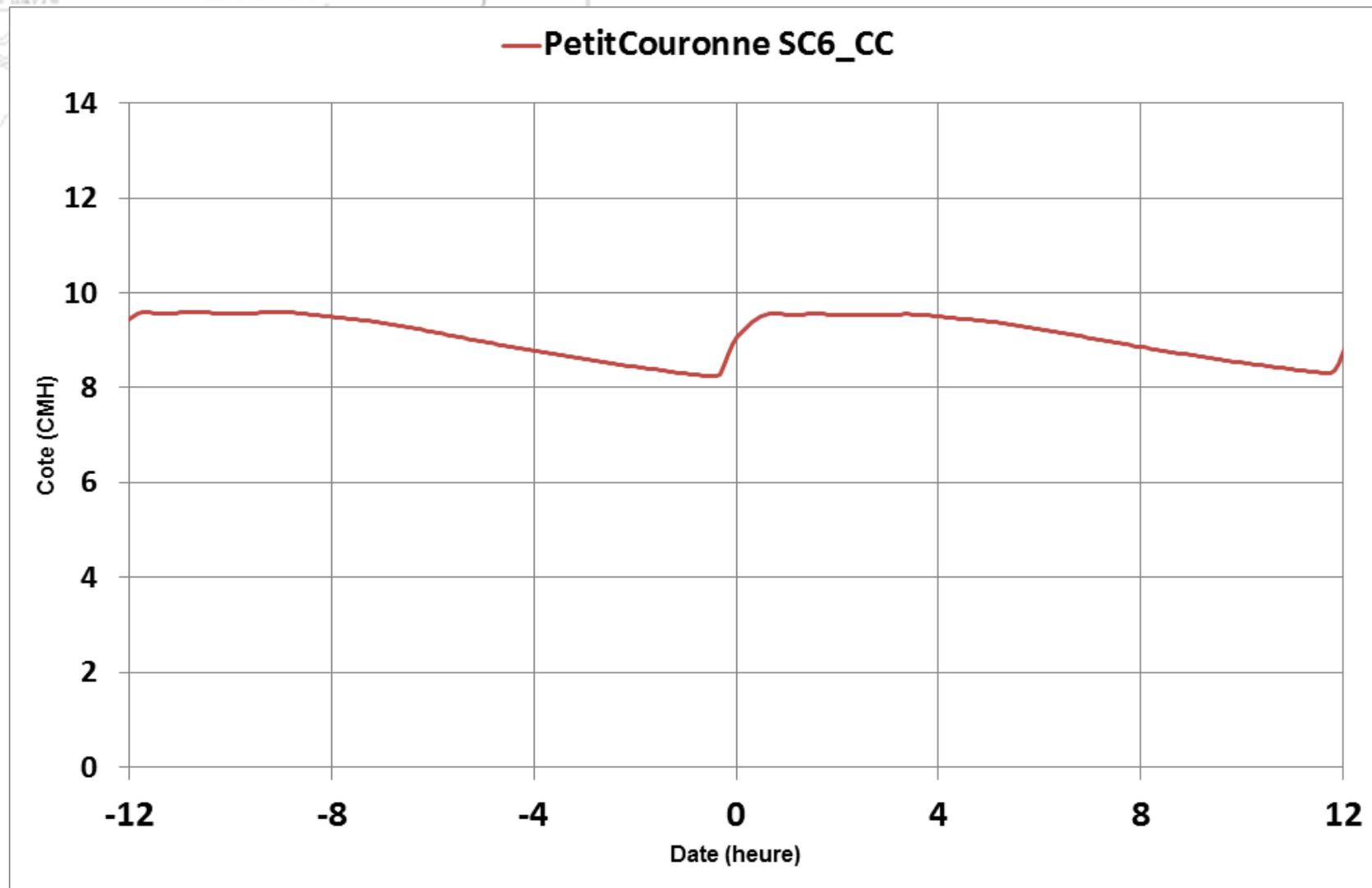
Scénario 6 : La Bouille

Caudebec-en-Caux St-Wandrille-Rançon



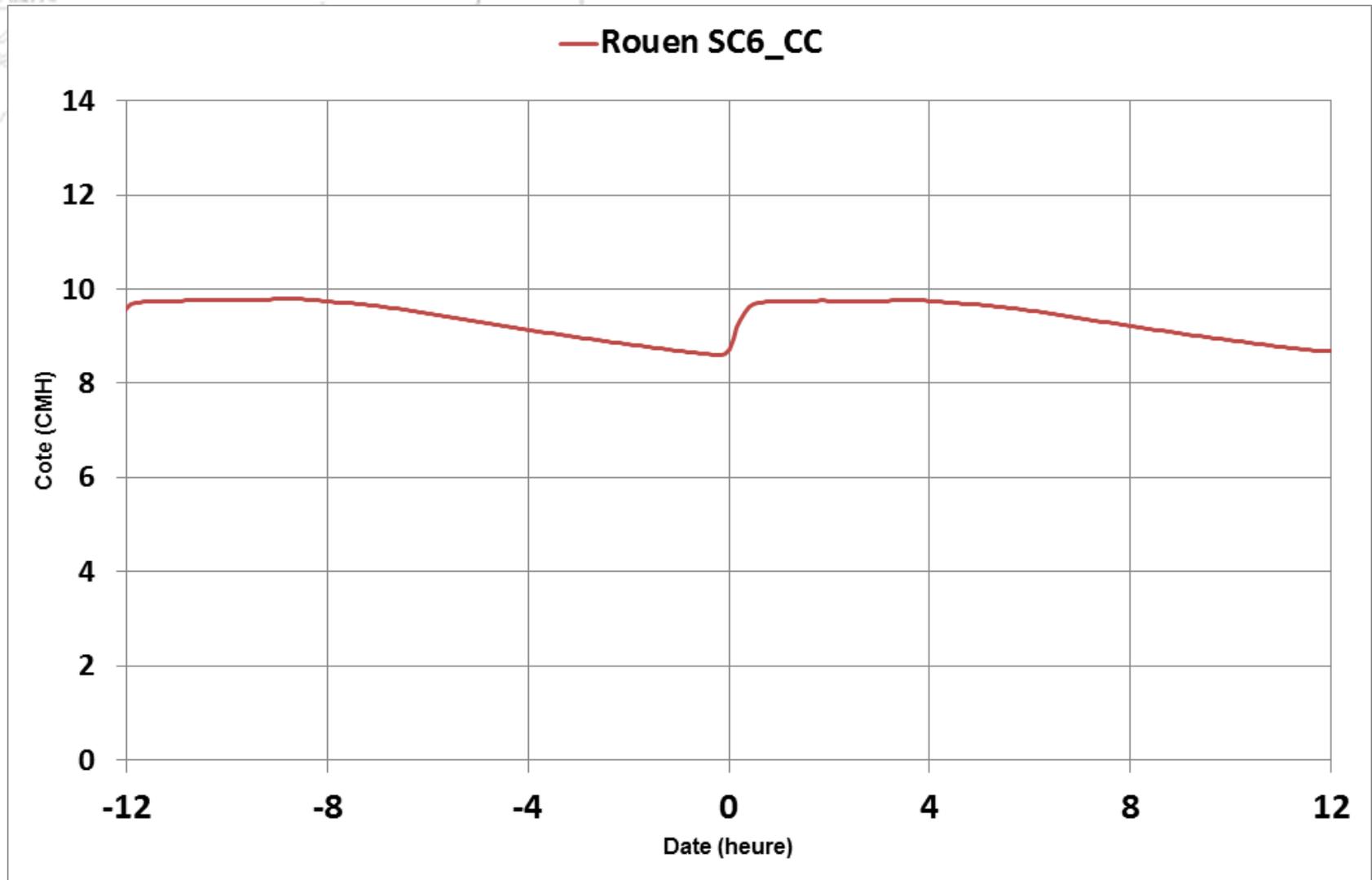
B – Figure 147

Scénario 6 : Petit Couronne



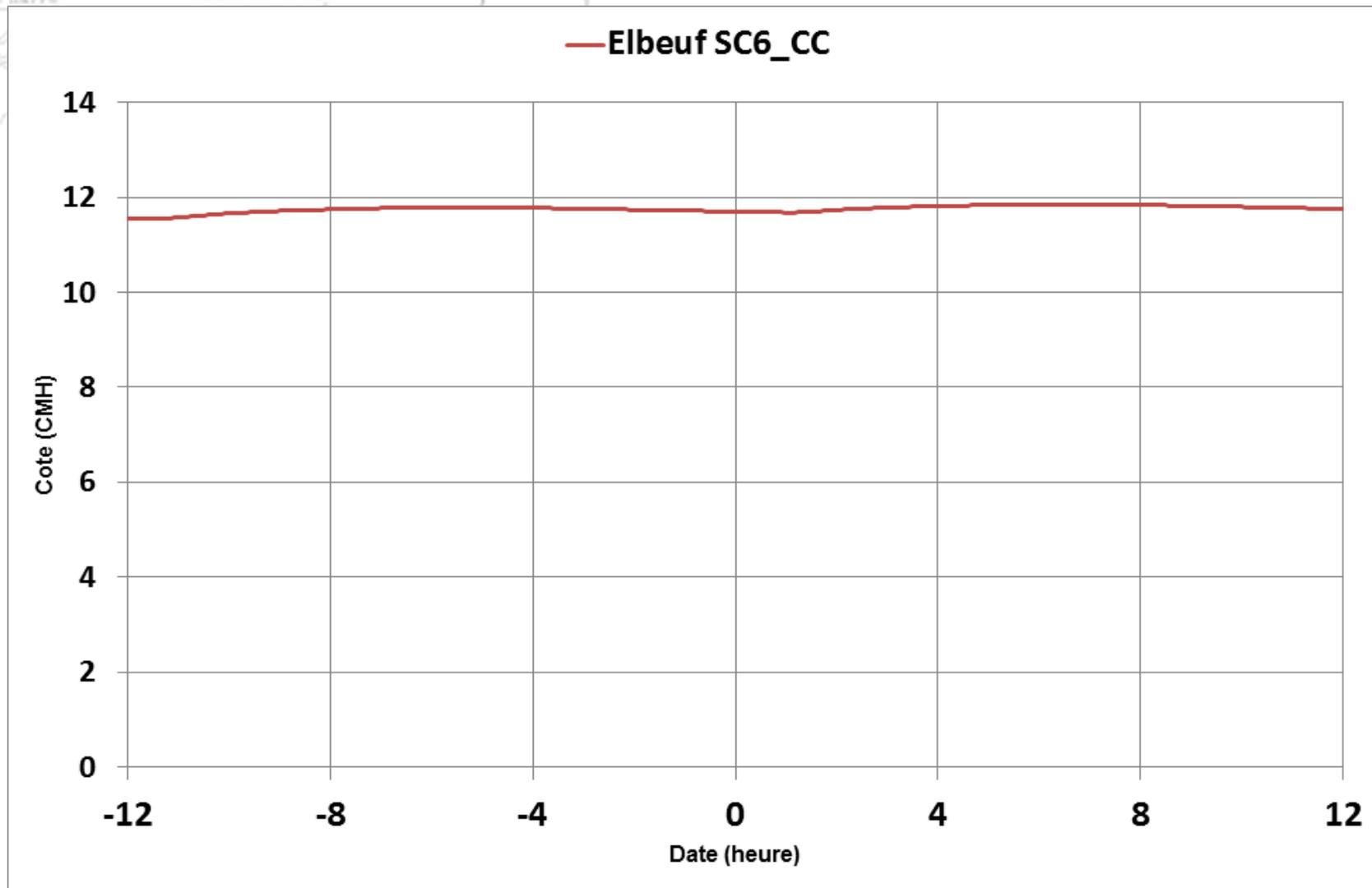
Scénario 6 : Rouen

Caudebec-en-Caux St-Wandrille-Rançon

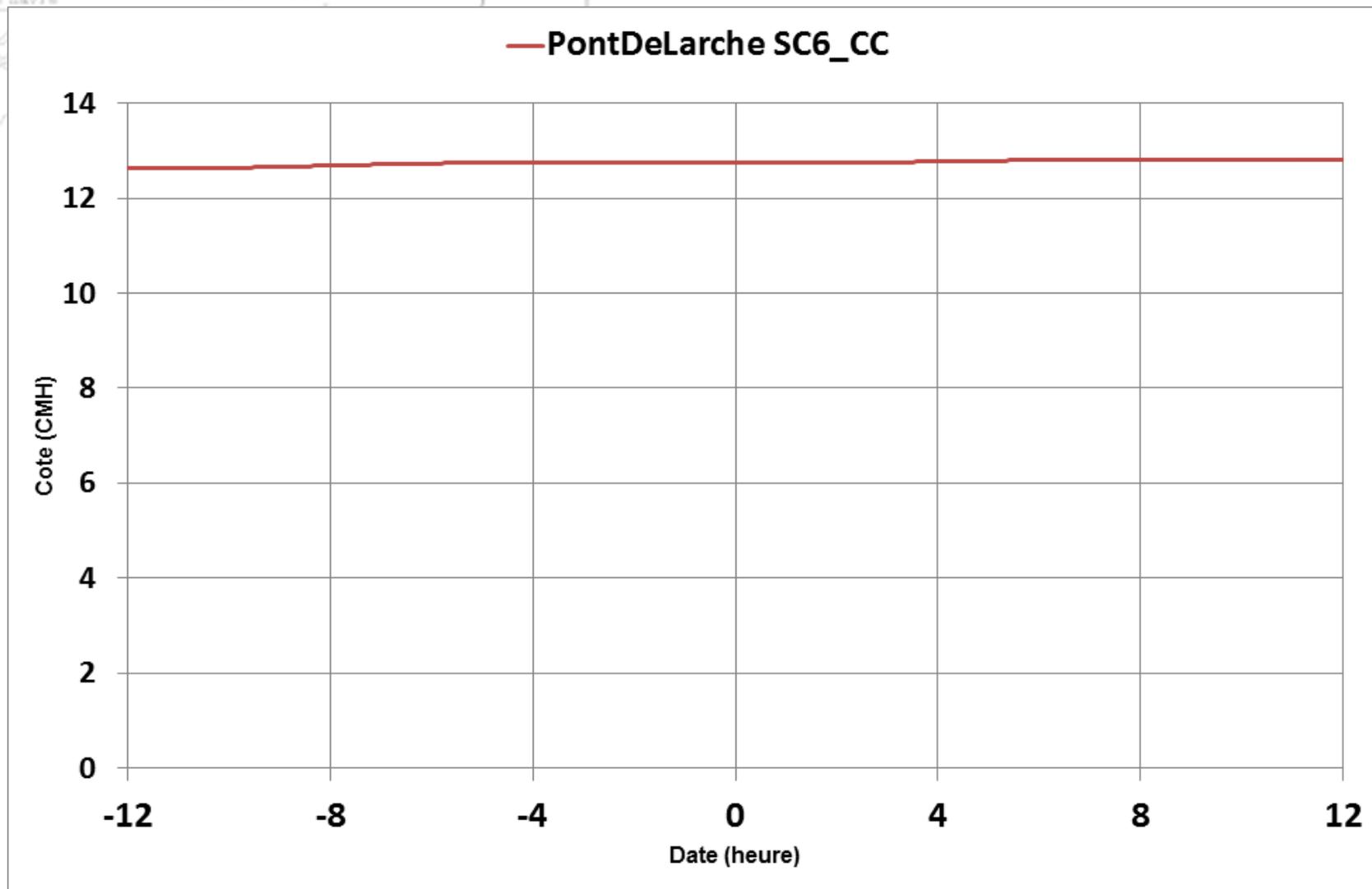


Scénario 6 : Elbeuf

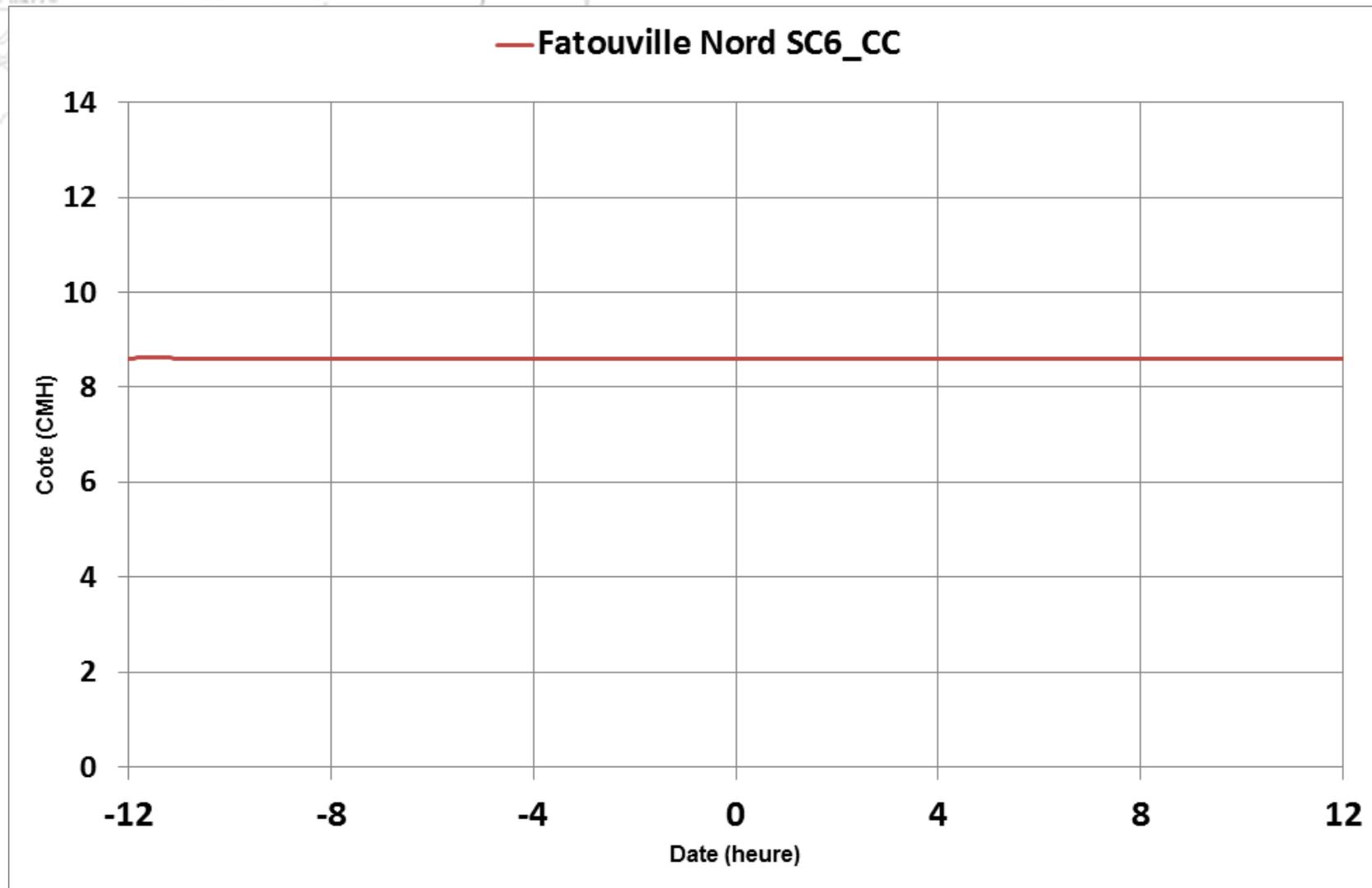
Caudebec-en-Caux - St-Wandrille-Rançon



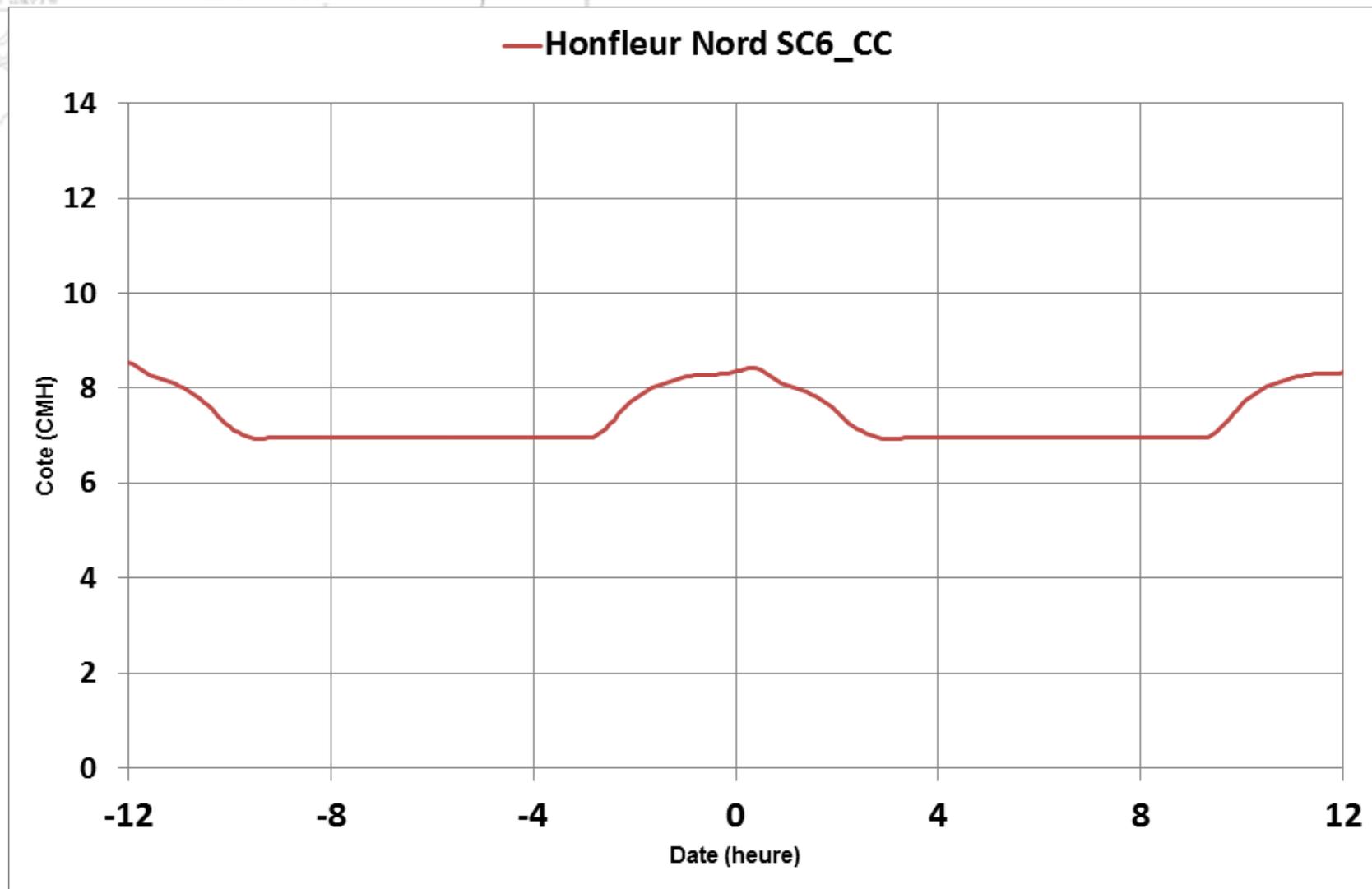
Scénario 6 : Pont-de-l'Arche



Scénario 6 : Nord de Fatouville

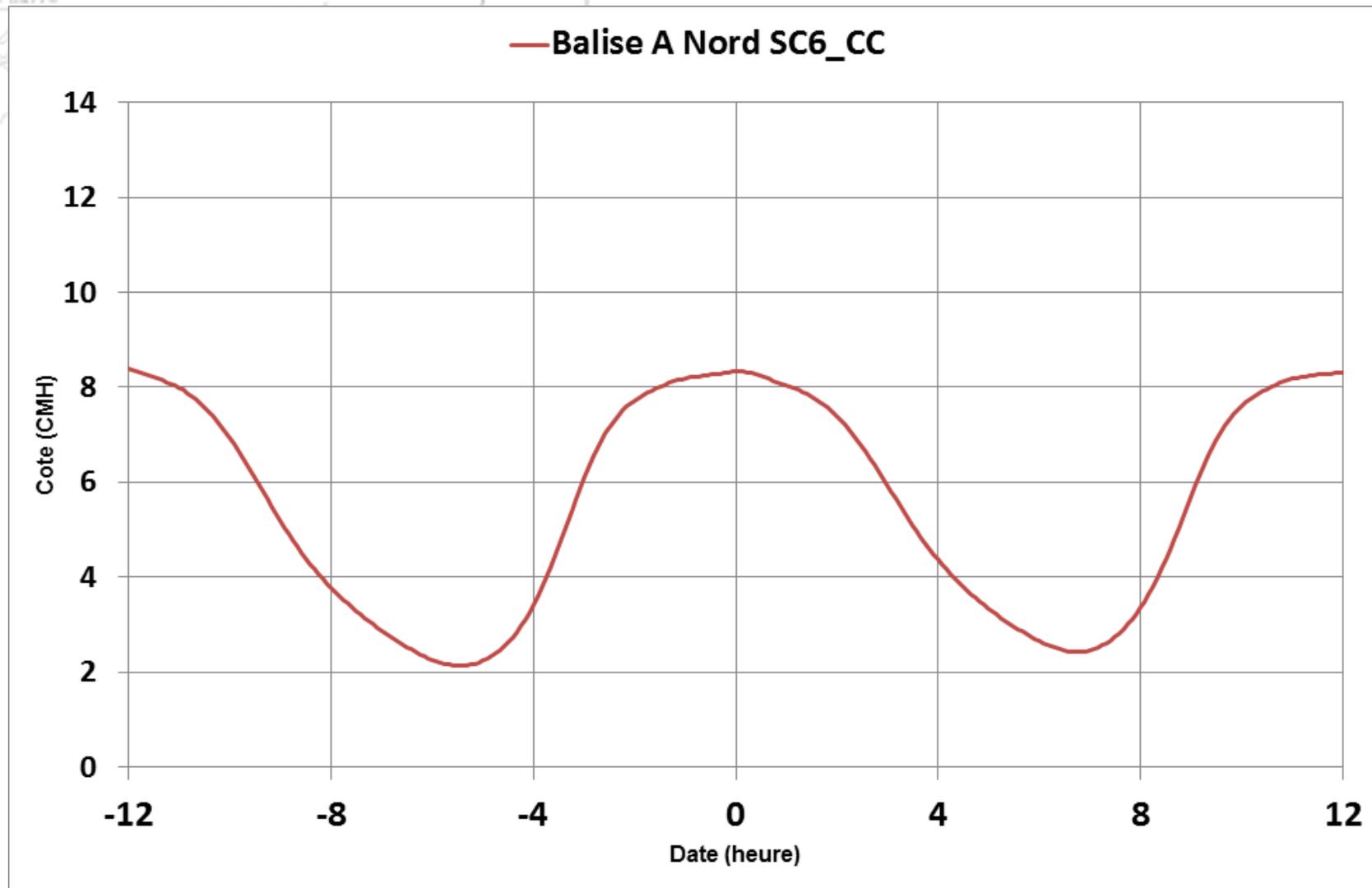


Scénario 6 : Nord de Honfleur



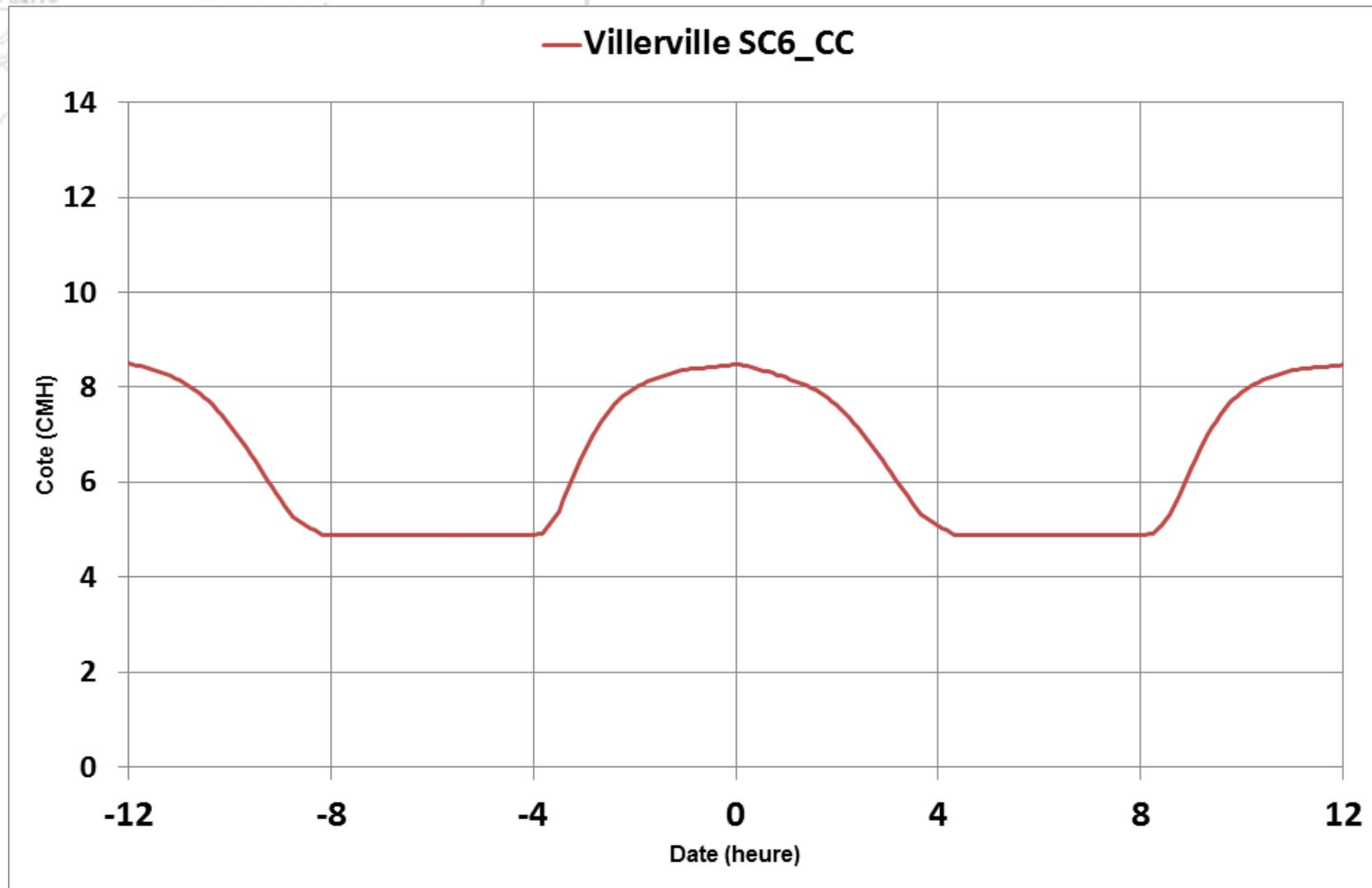
B – Figure 154

Scénario 6 : Nord de Balise A

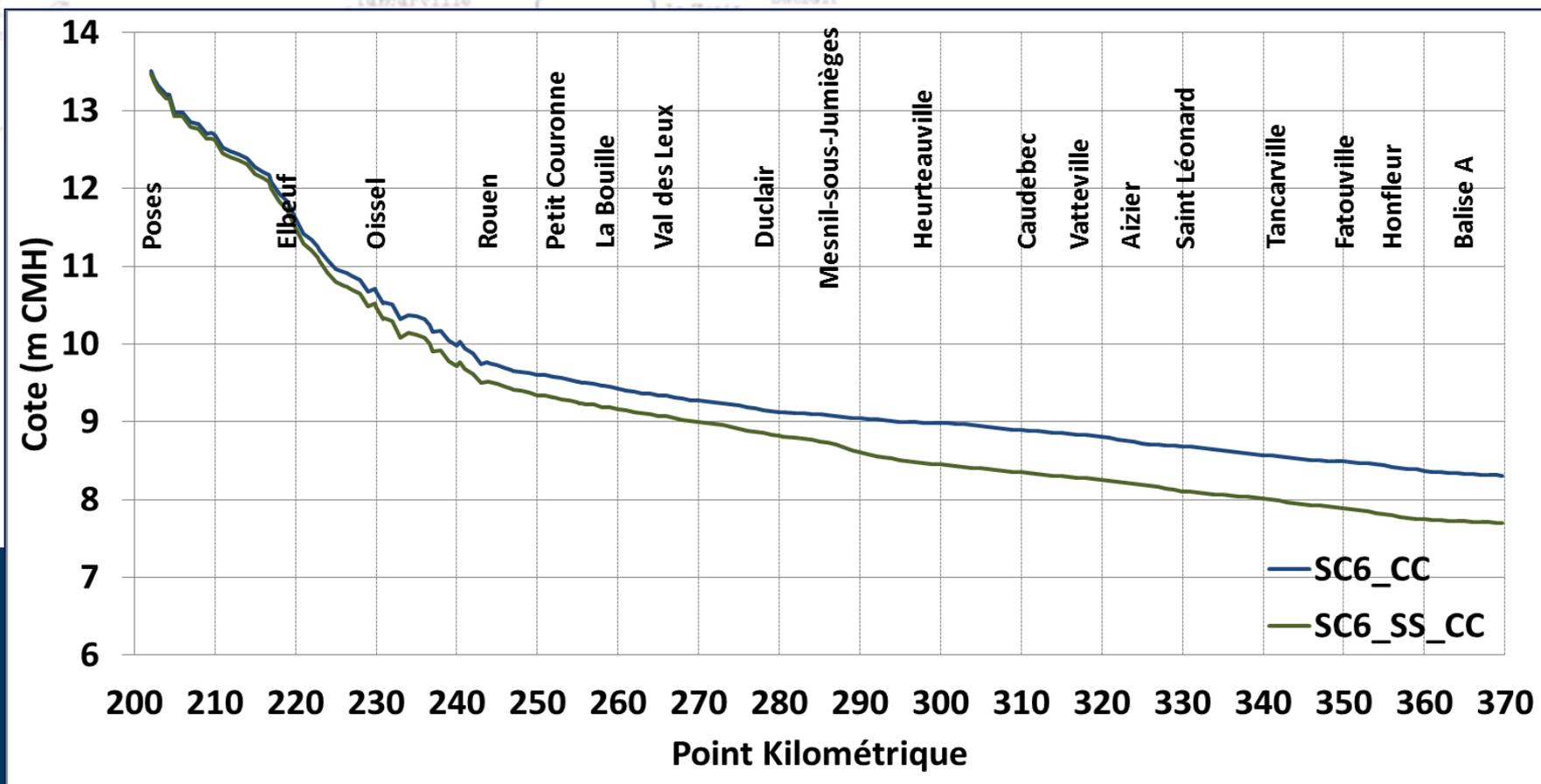


Scénario 6 : Villerville

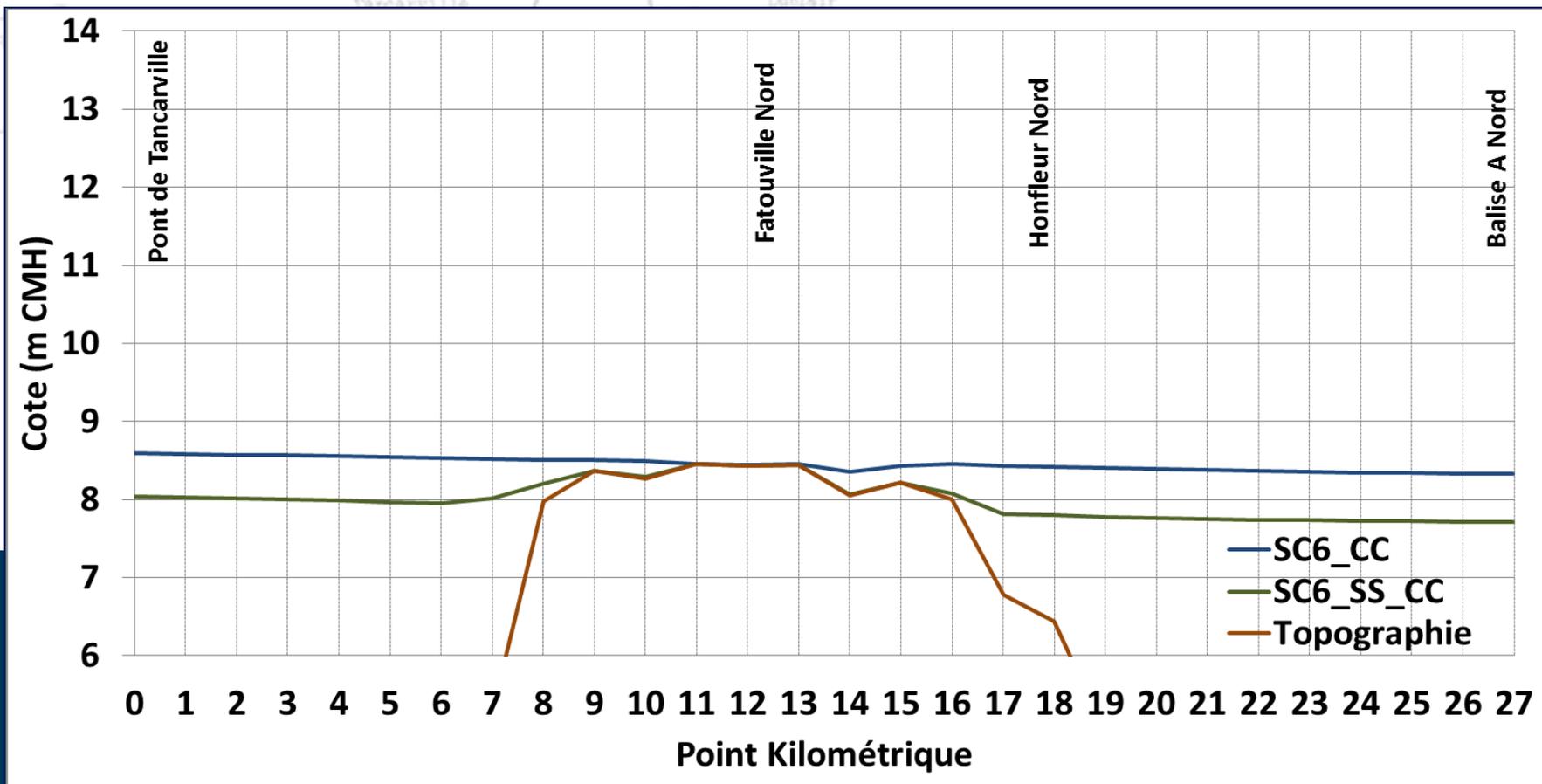
Caudebec-en-Caux
St-Wandrille-Rançon



Scénario 6



Scénario 6



Annexe C.

**ZONES DE DEBORDEMENT ET VOLUMES
ECHANGES**



GROUPEMENT D'INTERET PUBLIC SEINE AVAL

Modèle numérique bidimensionnel de l'estuaire de la Seine

Zones de débordement et volumes échangés

Scénarii d'exploitation

N°	Scénario de référence	Type de scénario	Débit (Tps de retour)	Marée (Coefficient)	Surcote (Tps de retour)	Niveau marin (Elévation)	Murets (Présence)	Chroniques	Remarque
1	SCA2 Variante	événement centennal maritime	1	fort (coef>100)	100	0	oui	reconstruites sur la base des données	
2	SCA3	événement centennal fluvio-maritime	10	moyen/fort (coef.95)	10	0	oui	reconstruite sur la base des données	
3	SCA5 Variante	événement extrême	100	fort (coef>100)	100	0	oui	reconstruites sur la base des données	niveau d'eau ciblé au Havre: 9,50 m CMH
4	SCA5 Variante + SCC2	événement extrême + changement climatique	100	fort (coef>100)	20	0/ +60cm	non	reconstruites sur la base des données	niveau d'eau ciblé au Havre: 9,30 m CMH
5	'type' 25/12/1999 + SCC2 + SAM1	événement décennal fluvio-maritime + changement climatique	1 (1400 m3/s à Poses)	104	2	0/ +60cm	non	réelles	événement moyen pour le TRI à l'aval de Rouen
6	'type' 29/01/1910 + SCC2 + SAM1	événement centennal fluvial + changement climatique	>100 (3000m3/s à Poses)	78	1	0/ +60cm	non	réelles	événement moyen pour le TRI à l'amont de Rouen



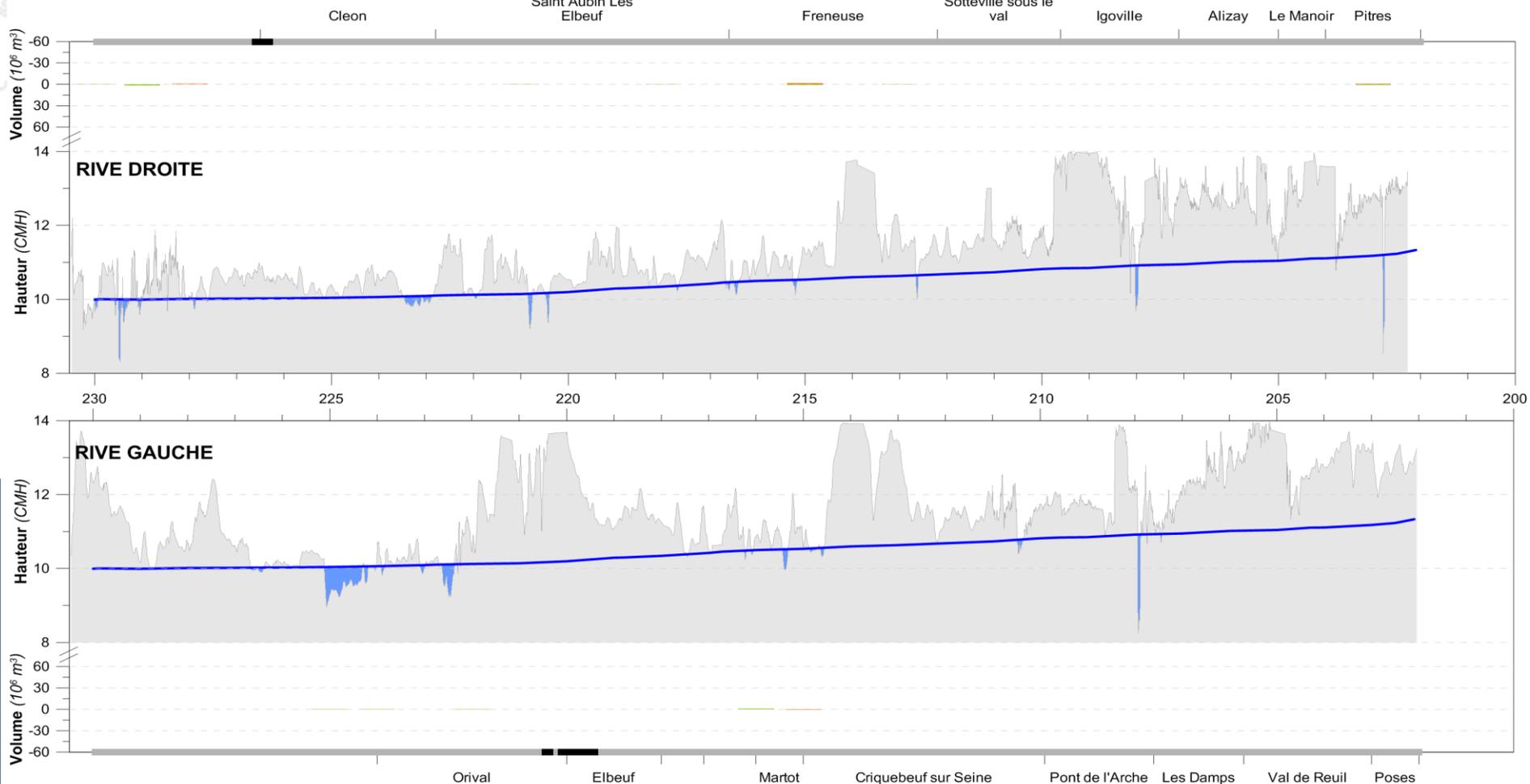
Scénario 1

Scénario 1

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

1/5

Scénario 1 : Q_{Poses} : 1 an ($1450\text{m}^3/\text{s}$) ; Coeff. de marée : 106 ; Surcote : 100 ans (1.32m)



Modélisation du scénario 1 : - Bathy-topographie actuelle - Murets de protection pris en compte	Hauteur (CMH) — Ligne d'eau maximale — Niveau de la berge (avec murets)	Volume d'eau échangé ■ Du lit mineur vers le lit majeur ■ Du lit majeur vers le lit mineur + Pas de données	Murets de protection ■ Présents ■ Absents
--	--	---	--

GIP Seine-Aval, 2013 - Source des données : ARTELIA

C – Figure 4



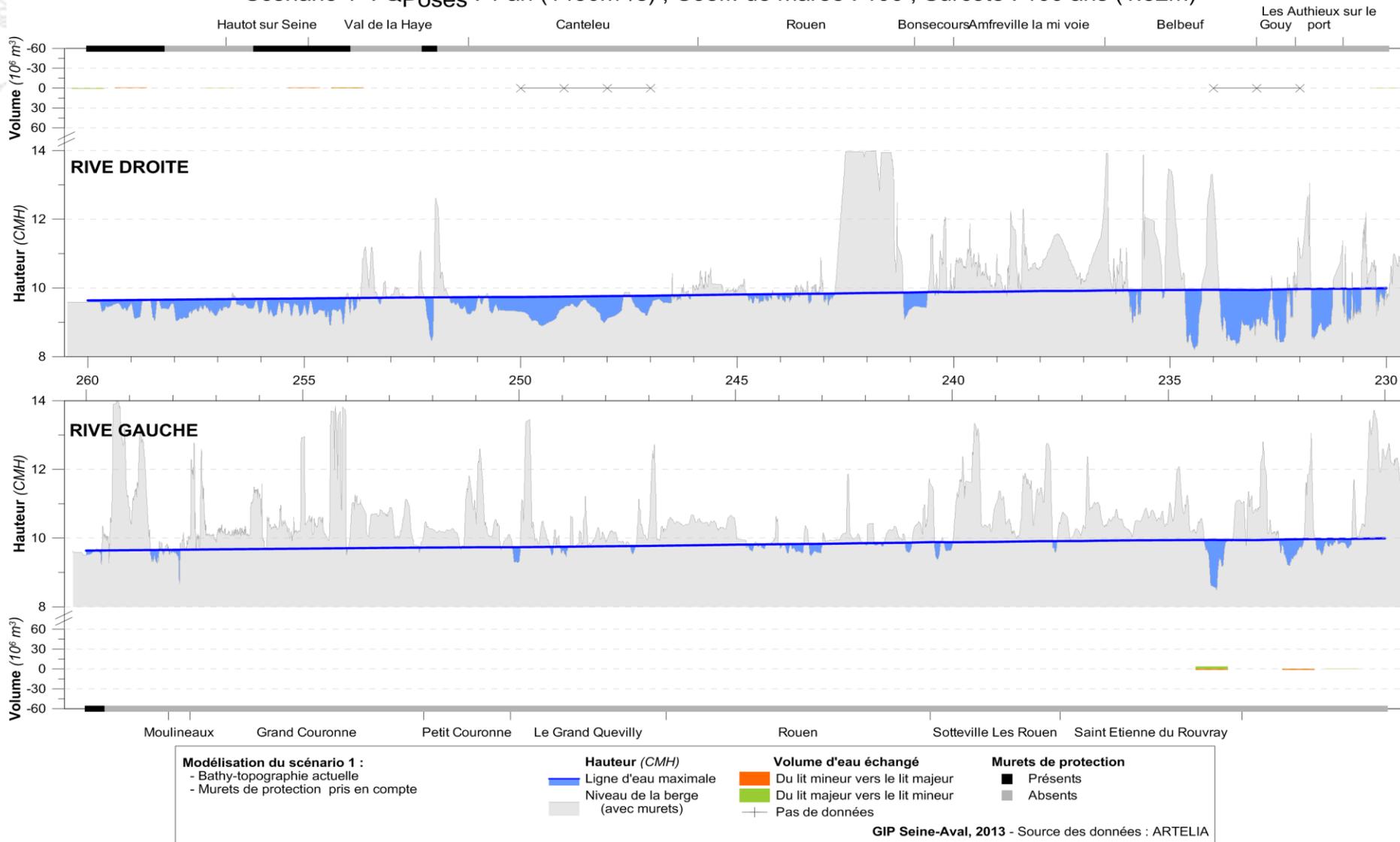
12-2013 4

Scénario 1

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

2/5

Scénario 1 : Q_{POSES} : 1 an ($1450m^3/s$) ; Coeff. de marée : 106 ; Surcote : 100 ans (1.32m)



C – Figure 5



Scénario 1

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

3/5

Scénario 1 : Q_{Poses} : 1 an ($1450m^3/s$) ; Coeff. de marée : 106 ; Surcote : 100 ans (1.32m)



Modélisation du scénario 1 :
 - Bathy-topographie actuelle
 - Murets de protection pris en compte

Hauteur (CMH)
 - Ligne d'eau maximale
 - Niveau de la berge (avec murets)

Volume d'eau échangé
 - Du lit mineur vers le lit majeur
 - Du lit majeur vers le lit mineur
 - Pas de données

Murets de protection
 - Présents
 - Absents

GIP Seine-Aval, 2013 - Source des données : ARTELIA

C – Figure 6

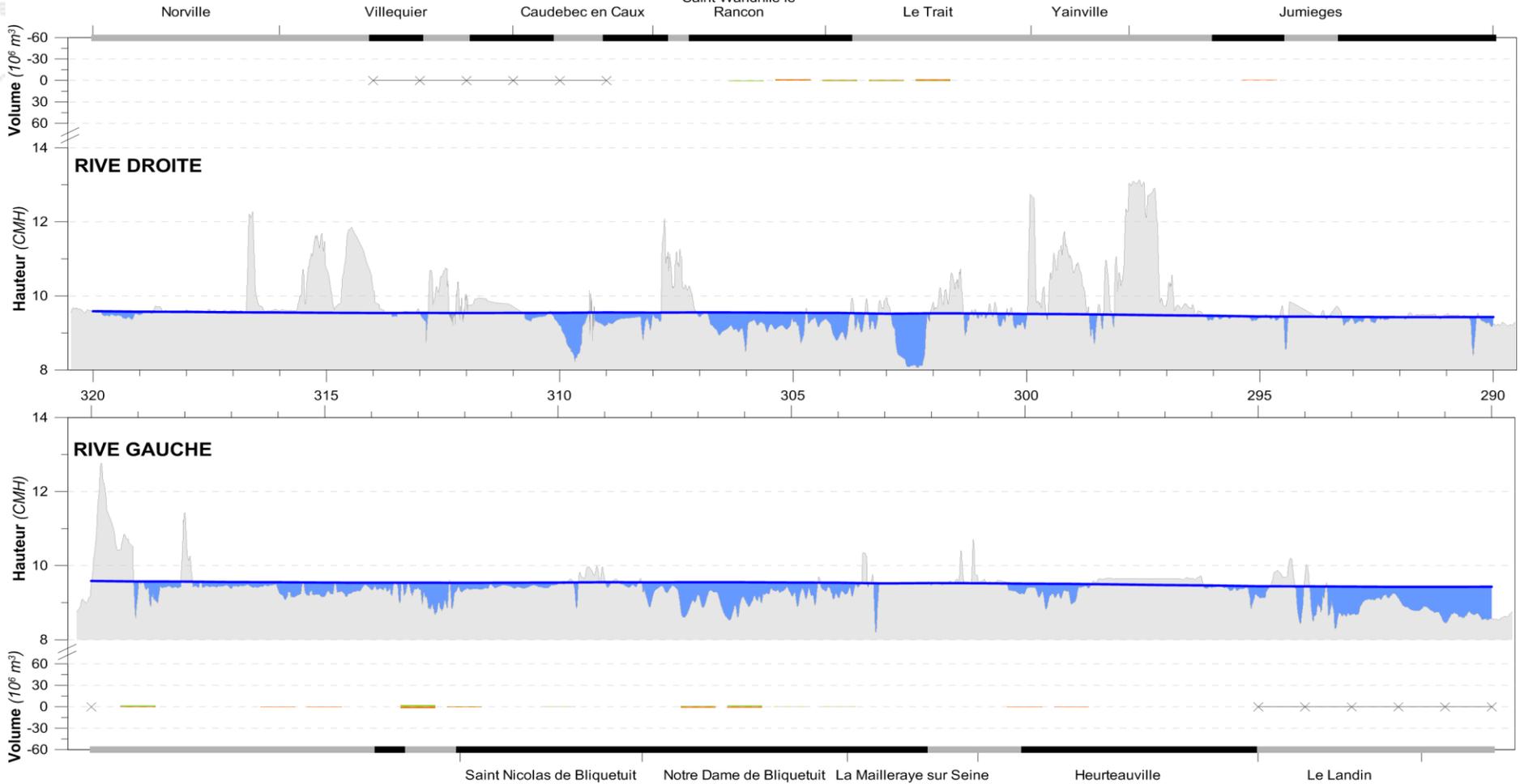


Scénario 1

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

4/5

Scénario 1 : Q_{POSES} : 1 an ($1450m^3/s$) ; Coeff. de marée : 106 ; Surcote : 100 ans (1.32m)



Modélisation du scénario 1 :
 - Bathy-topographie actuelle
 - Murets de protection pris en compte

Hauteur (CMH)	Volume d'eau échangé	Murets de protection
— Ligne d'eau maximale	■ Du lit mineur vers le lit majeur	■ Présents
— Niveau de la berge (avec murets)	■ Du lit majeur vers le lit mineur	■ Absents
	+ Pas de données	

GIP Seine-Aval, 2013 - Source des données : ARTELIA

C – Figure 7



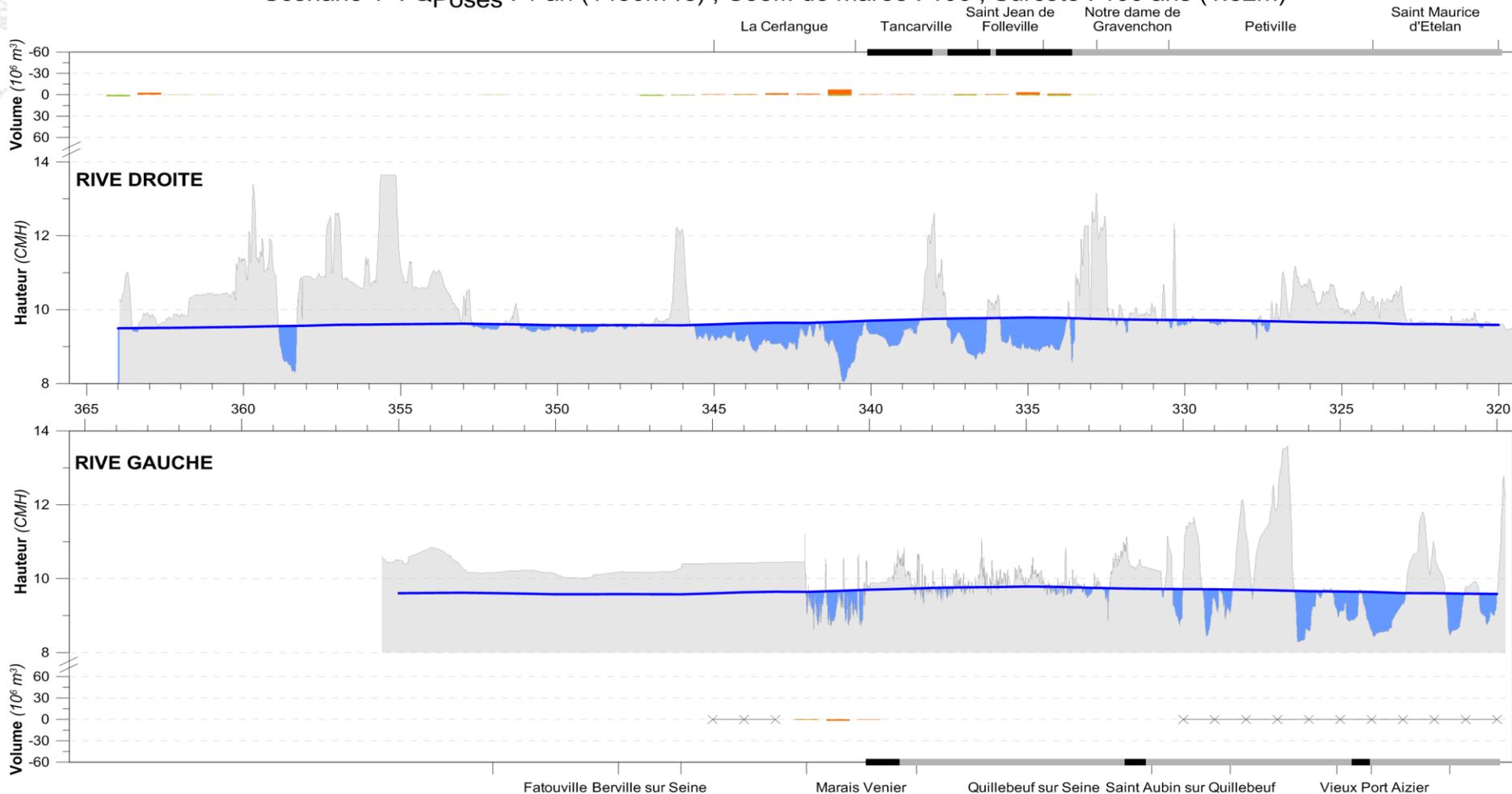
12-2013 7

Scénario 1

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

5/5

Scénario 1 : Q_{POSES} : 1 an ($1450\text{m}^3/\text{s}$) ; Coeff. de marée : 106 ; Surcote : 100 ans (1.32m)



Modélisation du scénario 1 :
 - Bathy-topographie actuelle
 - Murets de protection pris en compte

Hauteur (CMH)	Volume d'eau échangé	Murets de protection
— Ligne d'eau maximale	■ Du lit mineur vers le lit majeur	■ Présents
■ Niveau de la berge (avec murets)	■ Du lit majeur vers le lit mineur	■ Absents
	+ Pas de données	

GIP Seine-Aval, 2013 - Source des données : ARTELIA

C – Figure 8





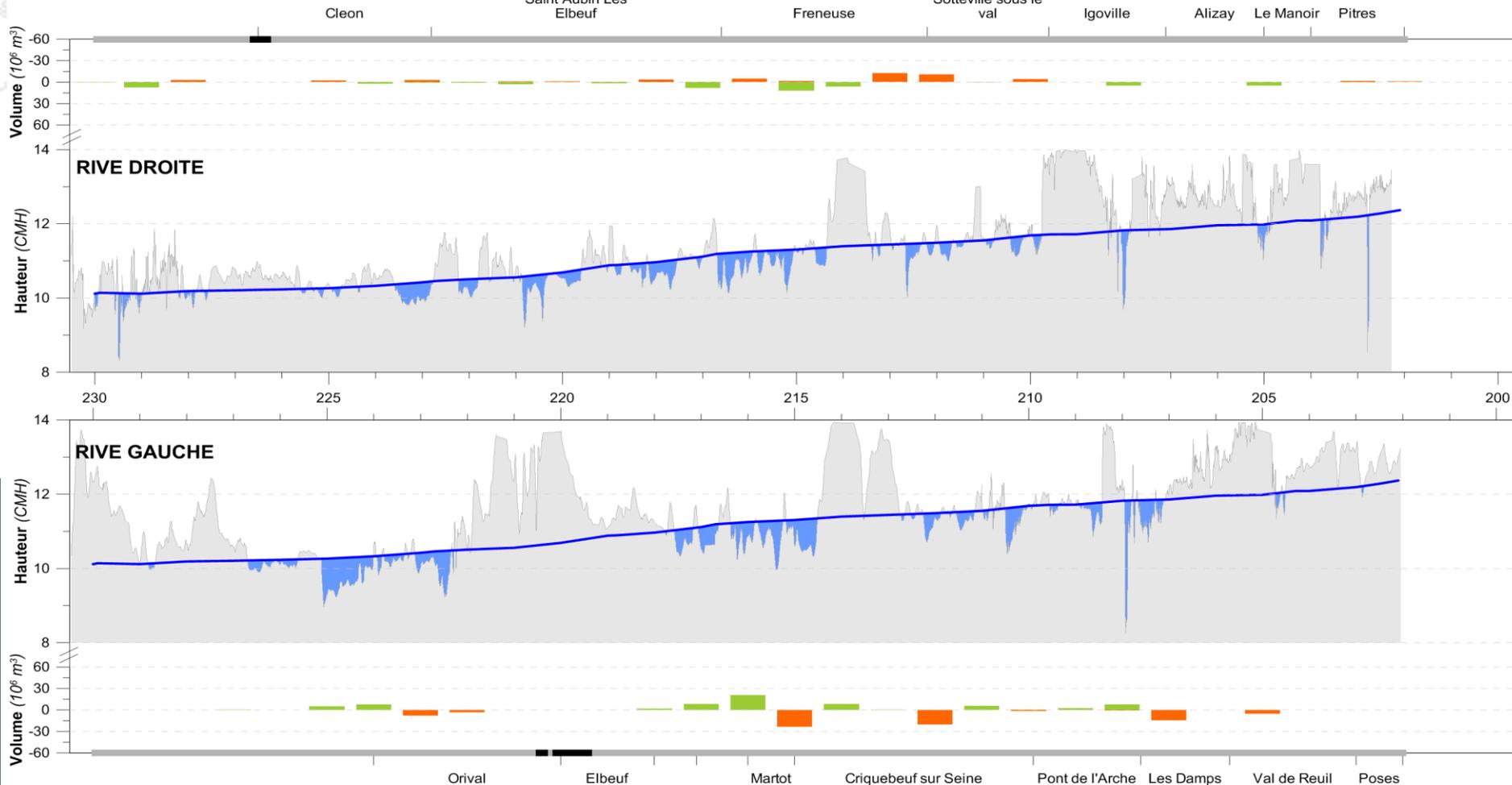
Scénario 2

Scénario 2

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

1/5

Scénario 2 : Q_{Poses} : 10 ans (2230m³/s) ; Coeff. de marée : 95 ; Surcote : 10 ans (1.04m)



Modélisation du scénario 2 :

- Bathy-topographie actuelle
- Murets de protection pris en compte

Hauteur (CMH)

- Ligne d'eau maximale
- Niveau de la berge (avec murets)

Volume d'eau échangé

- Du lit mineur vers le lit majeur
- Du lit majeur vers le lit mineur
- Pas de données

Murets de protection

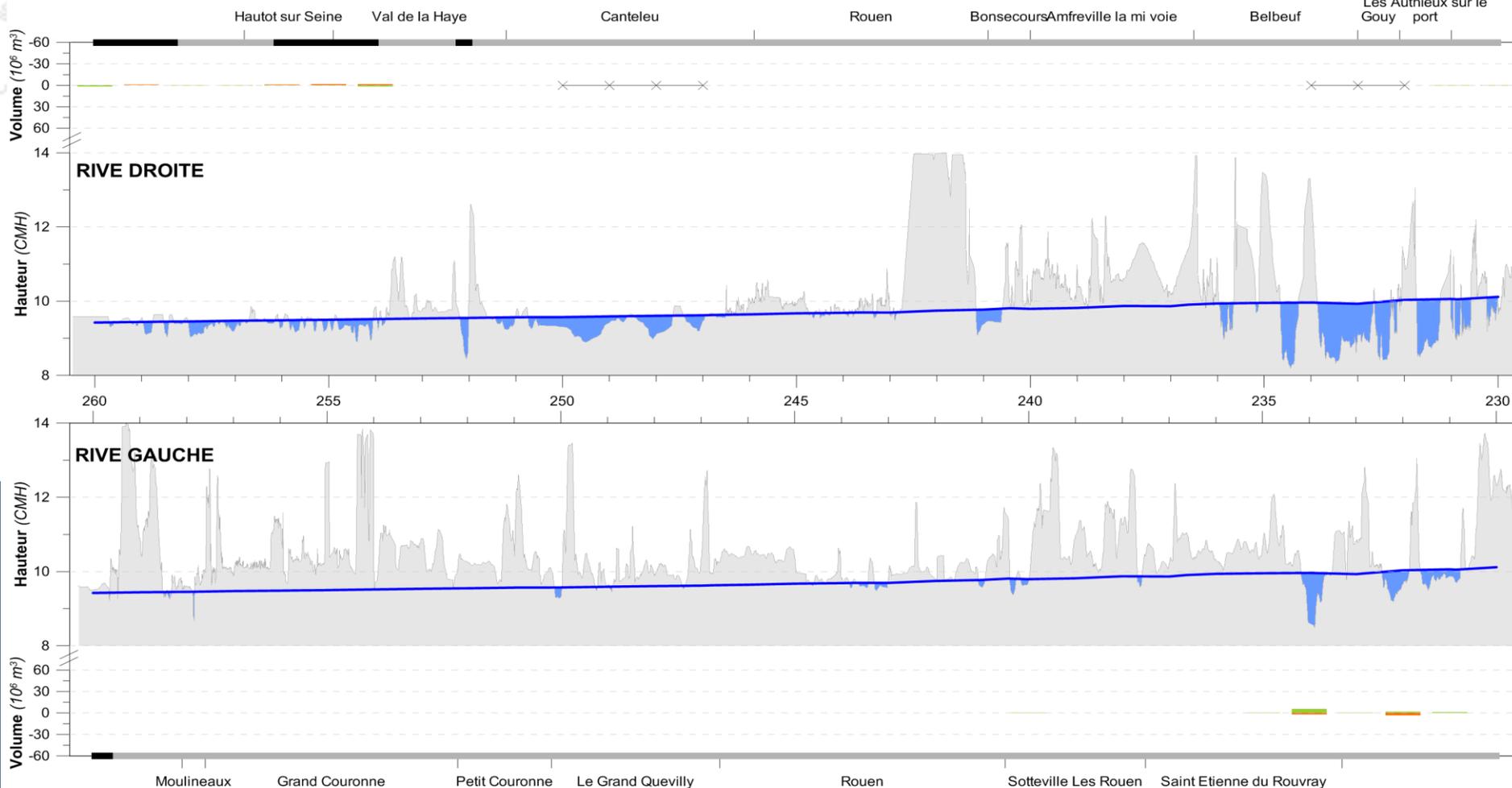
- Présents
- Absents

Scénario 2

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

2/5

Scénario 2 : Q_{Poses} : 10 ans ($2230\text{m}^3/\text{s}$) ; Coeff. de marée : 95 ; Surcote : 10 ans (1.04m)



Modélisation du scénario 2 :

- Bathy-topographie actuelle
- Murets de protection pris en compte

Hauteur (CMH)

- Ligne d'eau maximale
- Niveau de la berge (avec murets)

Volume d'eau échangé

- Du lit mineur vers le lit majeur
- Du lit majeur vers le lit mineur
- Pas de données

Murets de protection

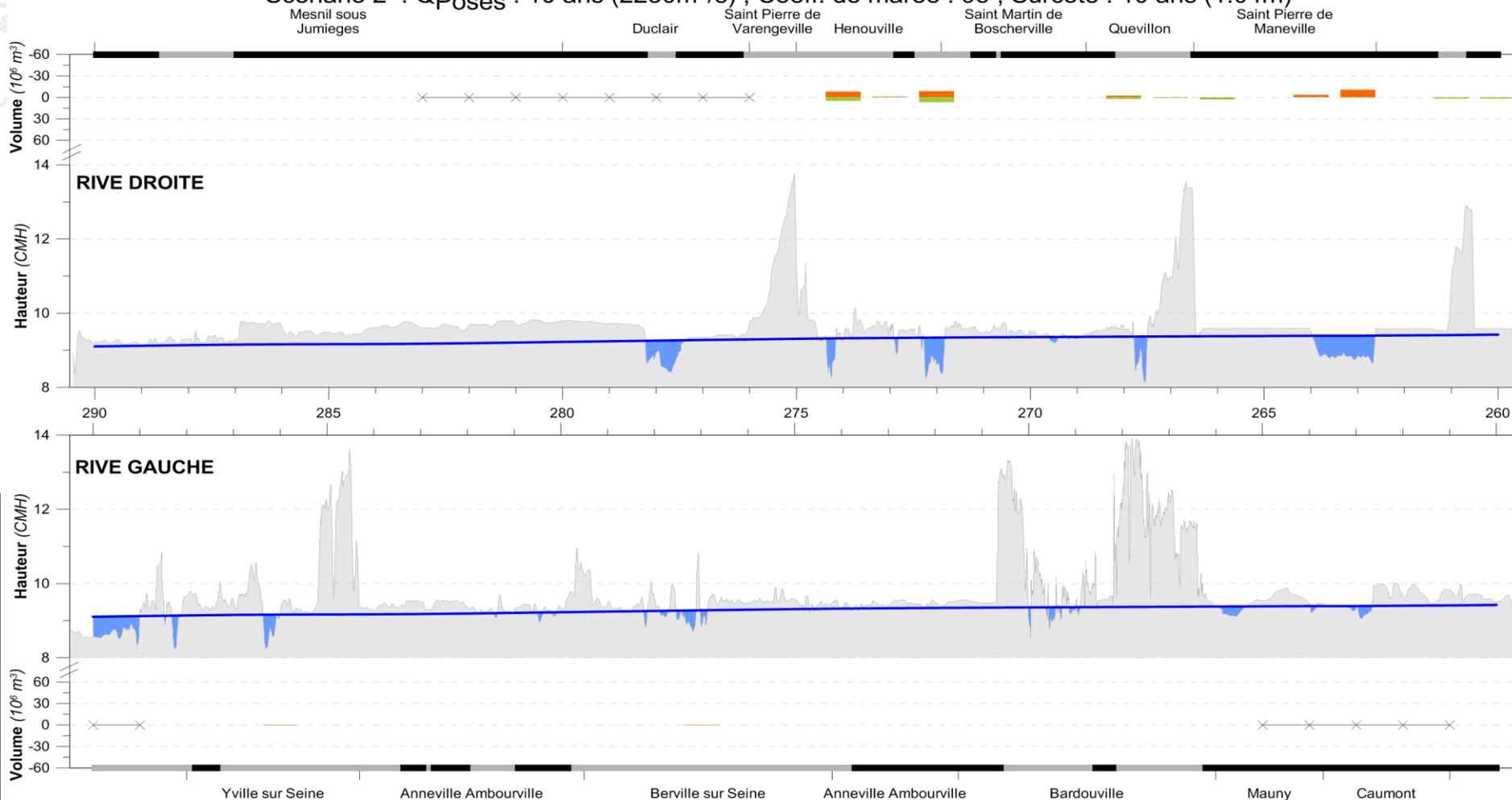
- Présents
- Absents

Scénario 2

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

3/5

Scénario 2 : Q_{Poses} : 10 ans ($2230\text{m}^3/\text{s}$) ; Coeff. de marée : 95 ; Surcote : 10 ans (1.04m)



Modélisation du scénario 2 :

- Bathy-topographie actuelle
- Murets de protection pris en compte

Hauteur (CMH)

- Ligne d'eau maximale
- Niveau de la berge (avec murets)

Volume d'eau échangé

- Du lit mineur vers le lit majeur
- Du lit majeur vers le lit mineur
- × Pas de données

Murets de protection

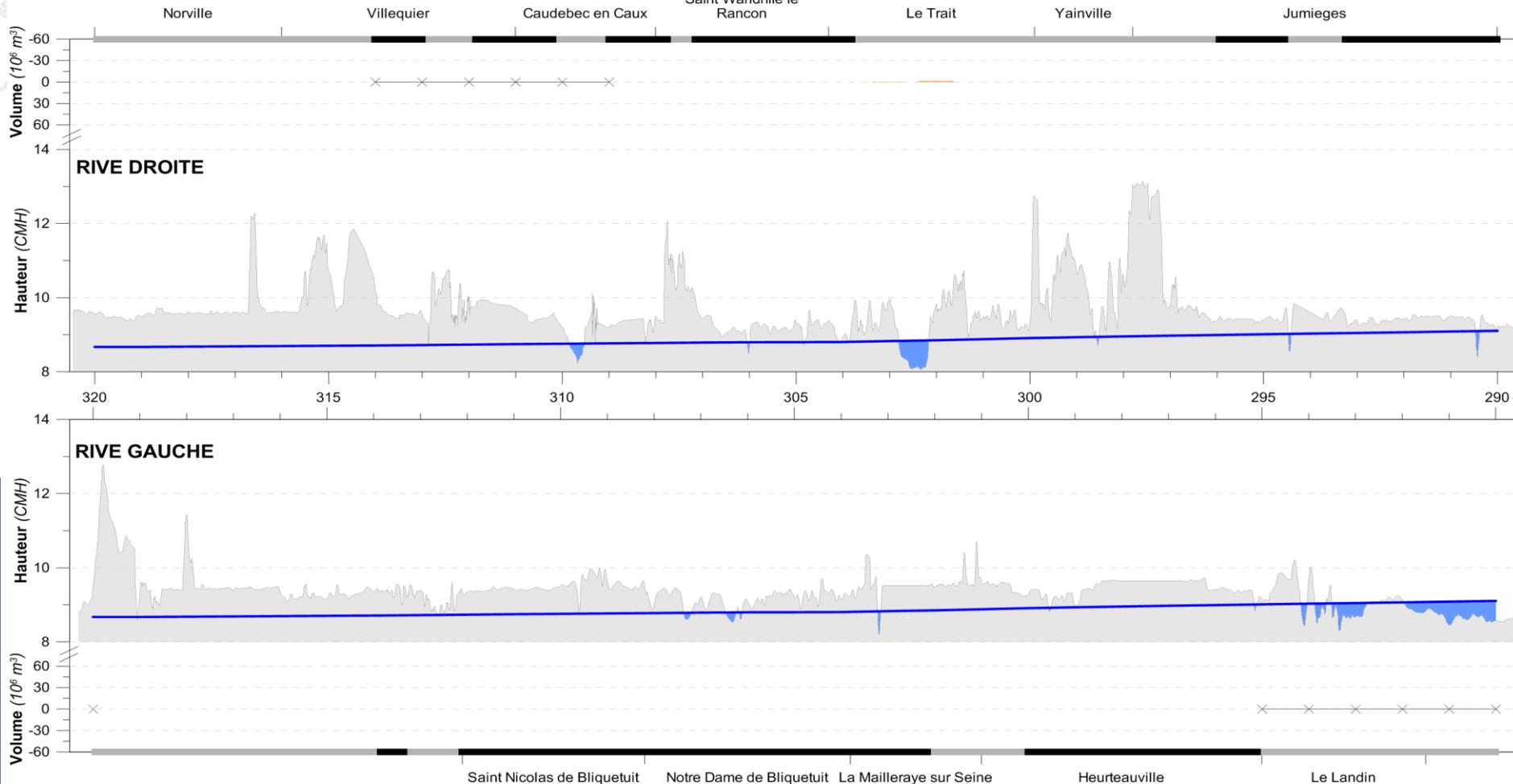
- Présents
- Absents

Scénario 2

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

4/5

Scénario 2 : Q_{Poses} : 10 ans ($2230\text{m}^3/\text{s}$) ; Coeff. de marée : 95 ; Surcote : 10 ans (1.04m)



Modélisation du scénario 2 :

- Bathy-topographie actuelle
- Murets de protection pris en compte

Hauteur (CMH)

- Ligne d'eau maximale
- Niveau de la berge (avec murets)

Volume d'eau échangé

- Du lit mineur vers le lit majeur
- Du lit majeur vers le lit mineur
- + Pas de données

Murets de protection

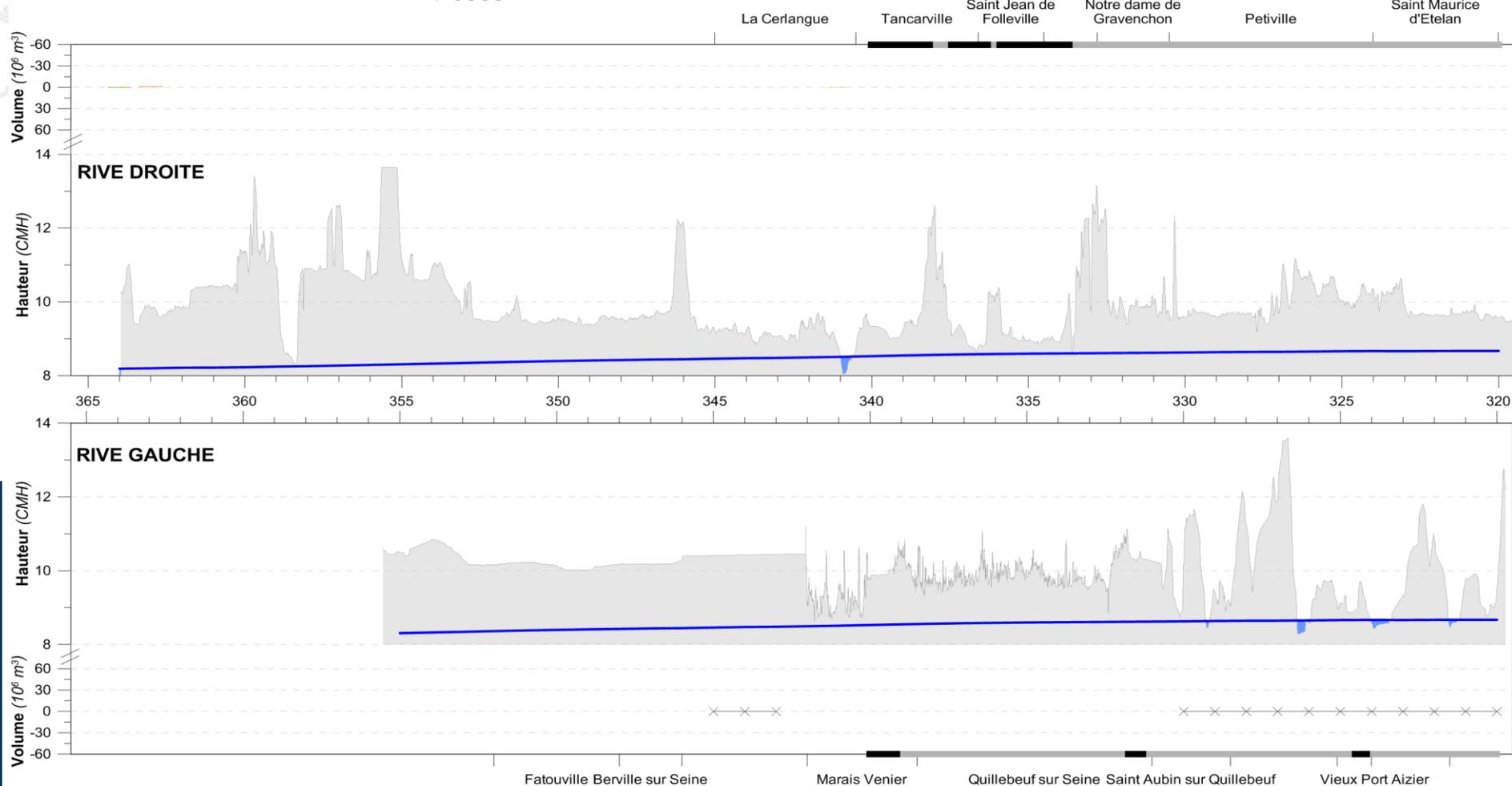
- Présents
- Absents

Scénario 2

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

5/5

Scénario 2 : Q_{Poses} : 10 ans ($2230\text{m}^3/\text{s}$) ; Coeff. de marée : 95 ; Surcote : 10 ans (1.04m)



Modélisation du scénario 2 :

- Bathy-topographie actuelle
- Murets de protection pris en compte

Hauteur (CMH)

- Ligne d'eau maximale
- Niveau de la berge (avec murets)

Volume d'eau échangé

- Du lit mineur vers le lit majeur
- Du lit majeur vers le lit mineur
- Pas de données

Murets de protection

- Présents
- Absents



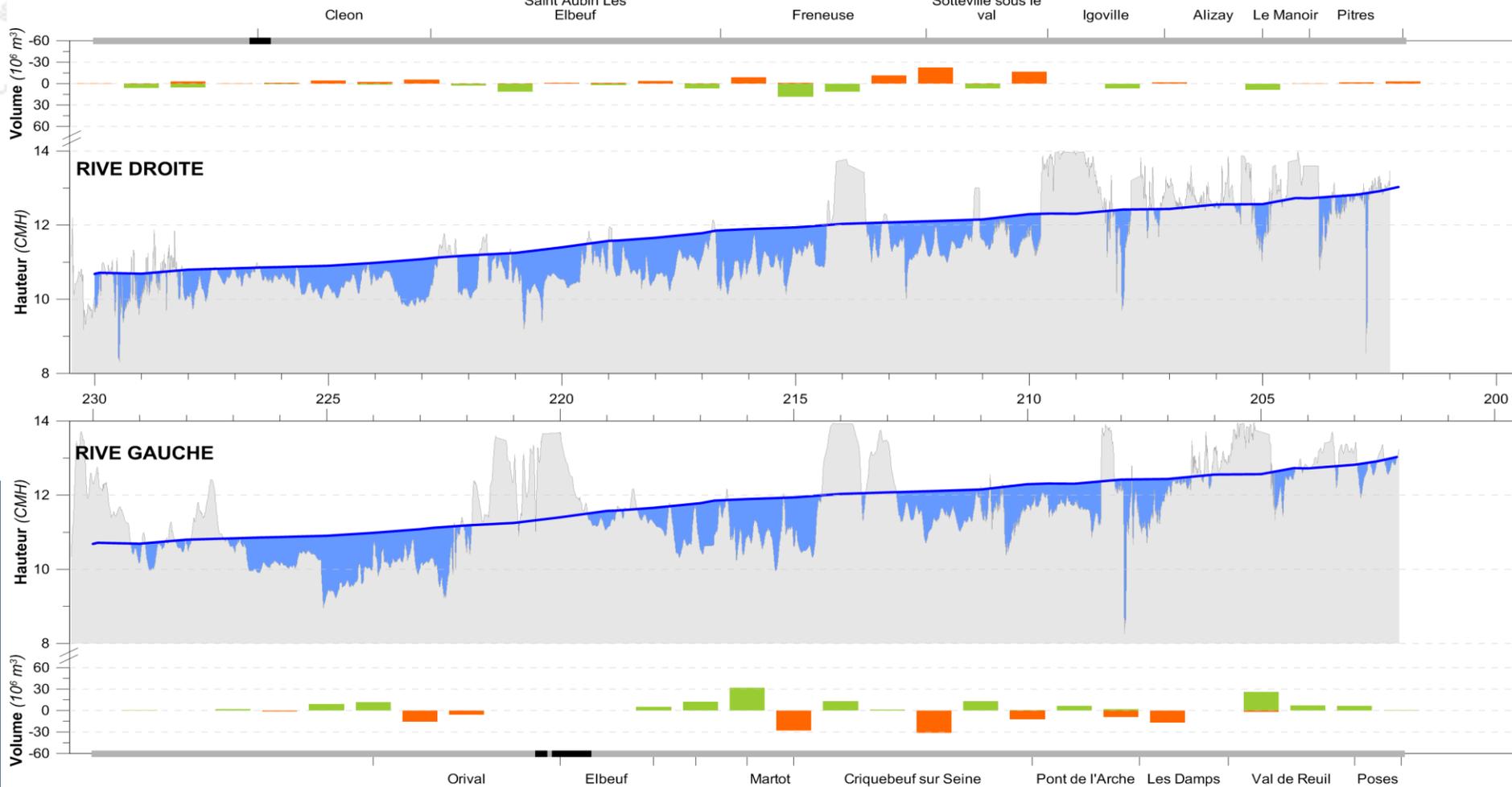
Scénario3

Scénario 3

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

1/5

Scénario 3 : Q_{Poses} : 100 ans ($2623\text{m}^3/\text{s}$) ; Coeff. de marée : 116 ; Surcote : 100 ans (1.32m)



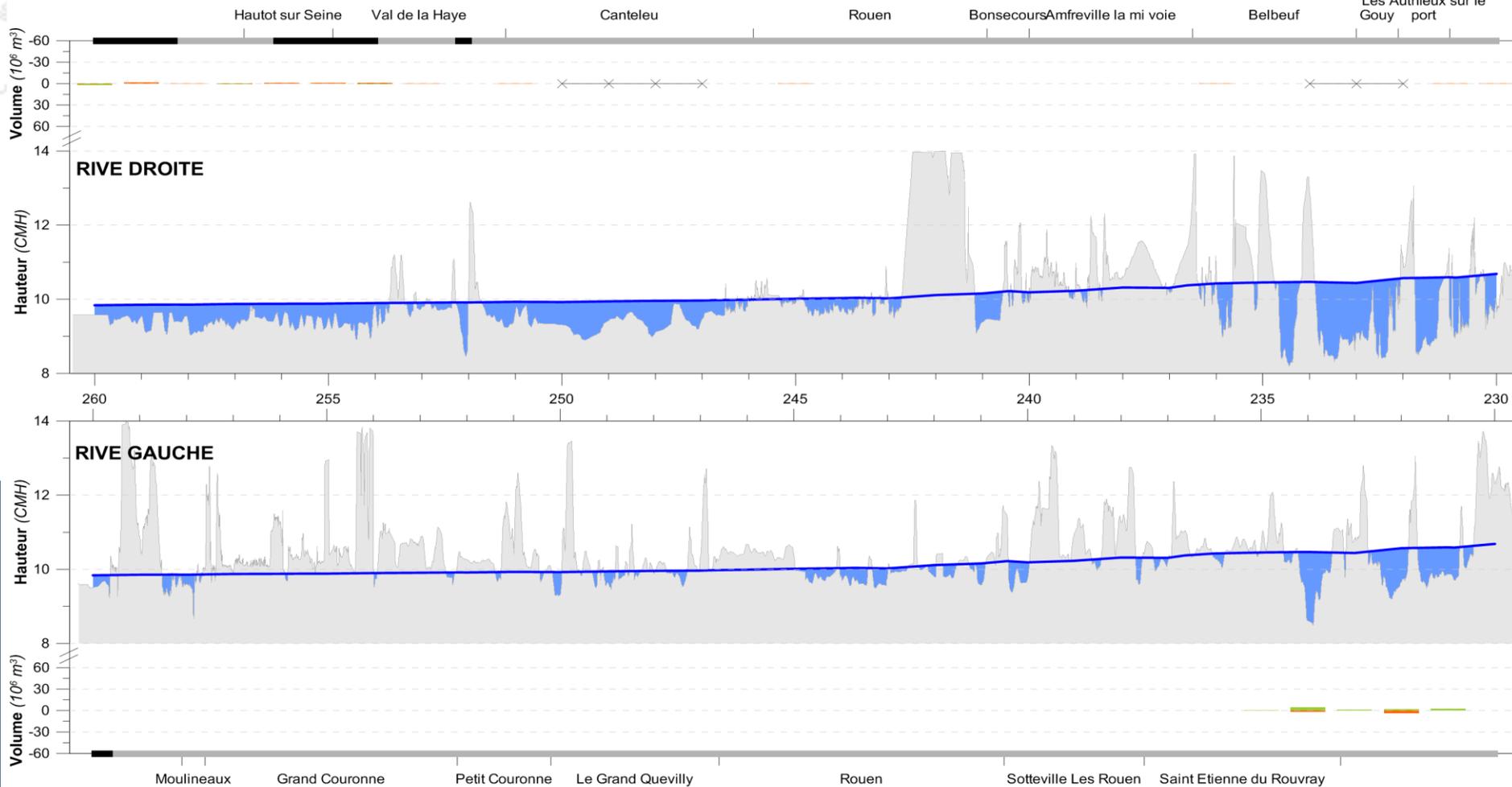
Modélisation du scénario 3 : - Bathy-topographie actuelle - Murets de protection pris en compte	Hauteur (CMH) - Ligne d'eau maximale - Niveau de la berge (avec murets)	Volume d'eau échangé - Du lit mineur vers le lit majeur - Du lit majeur vers le lit mineur - Pas de données	Murets de protection - Présents - Absents
	GIP Seine-Aval, 2013 - Source des données : ARTELIA		

Scénario 3

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

2/5

Scénario 3 : Q_{Poses} : 100 ans ($2623\text{m}^3/\text{s}$) ; Coeff. de marée : 116 ; Surcote : 100 ans (1.32m)



Modélisation du scénario 3 :
 - Bathy-topographie actuelle
 - Murets de protection pris en compte

Hauteur (CMH)
 - Ligne d'eau maximale
 - Niveau de la berge (avec murets)

Volume d'eau échangé
 - Du lit mineur vers le lit majeur
 - Du lit majeur vers le lit mineur
 - Pas de données

Murets de protection
 - Présents
 - Absents

GIP Seine-Aval, 2013 - Source des données : ARTELIA

C – Figure 17

ARTELIA

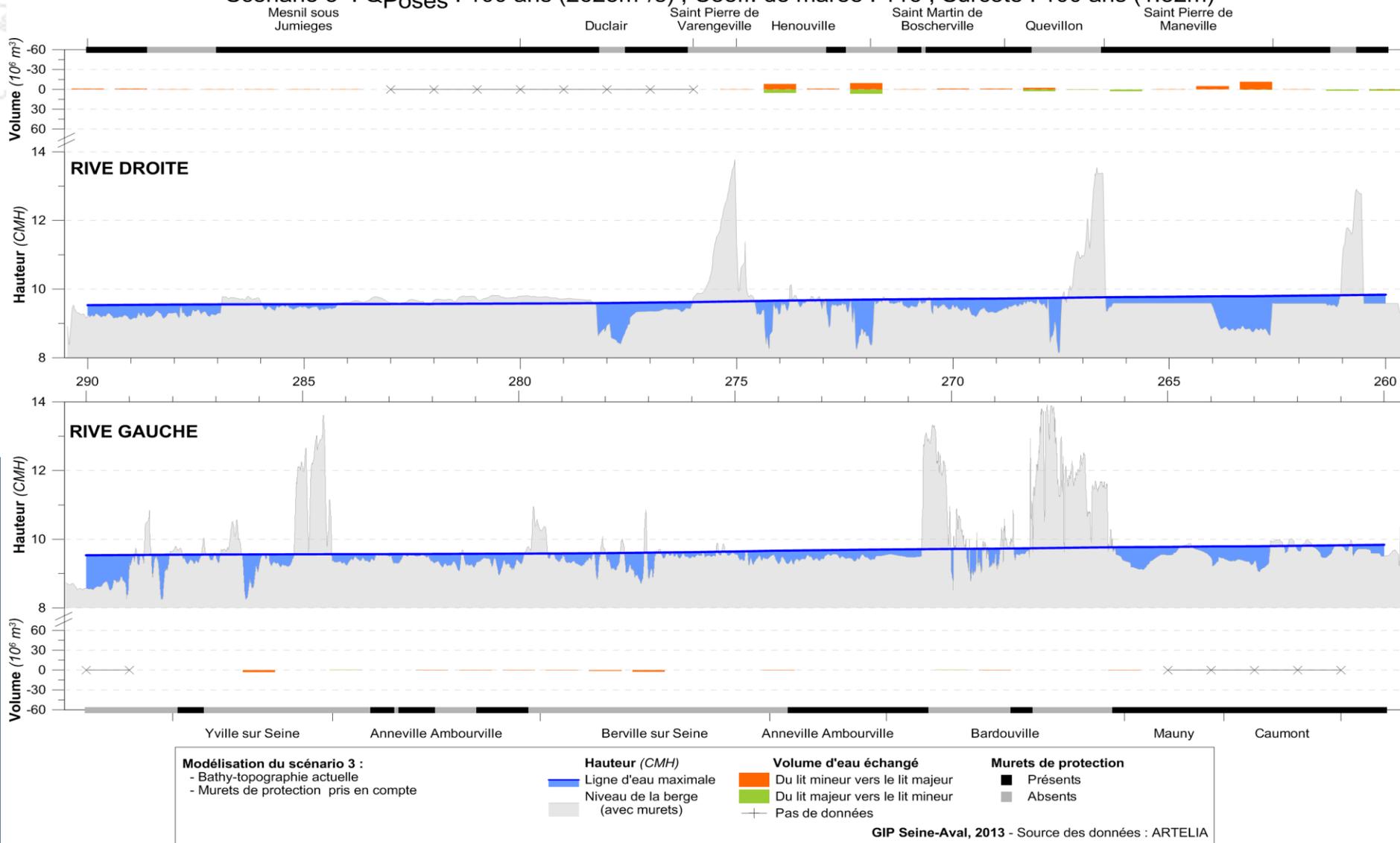
12-2013 17

Scénario 3

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

3/5

Scénario 3 : Q_{Poses} : 100 ans ($2623\text{m}^3/\text{s}$) ; Coeff. de marée : 116 ; Surcote : 100 ans (1.32m)

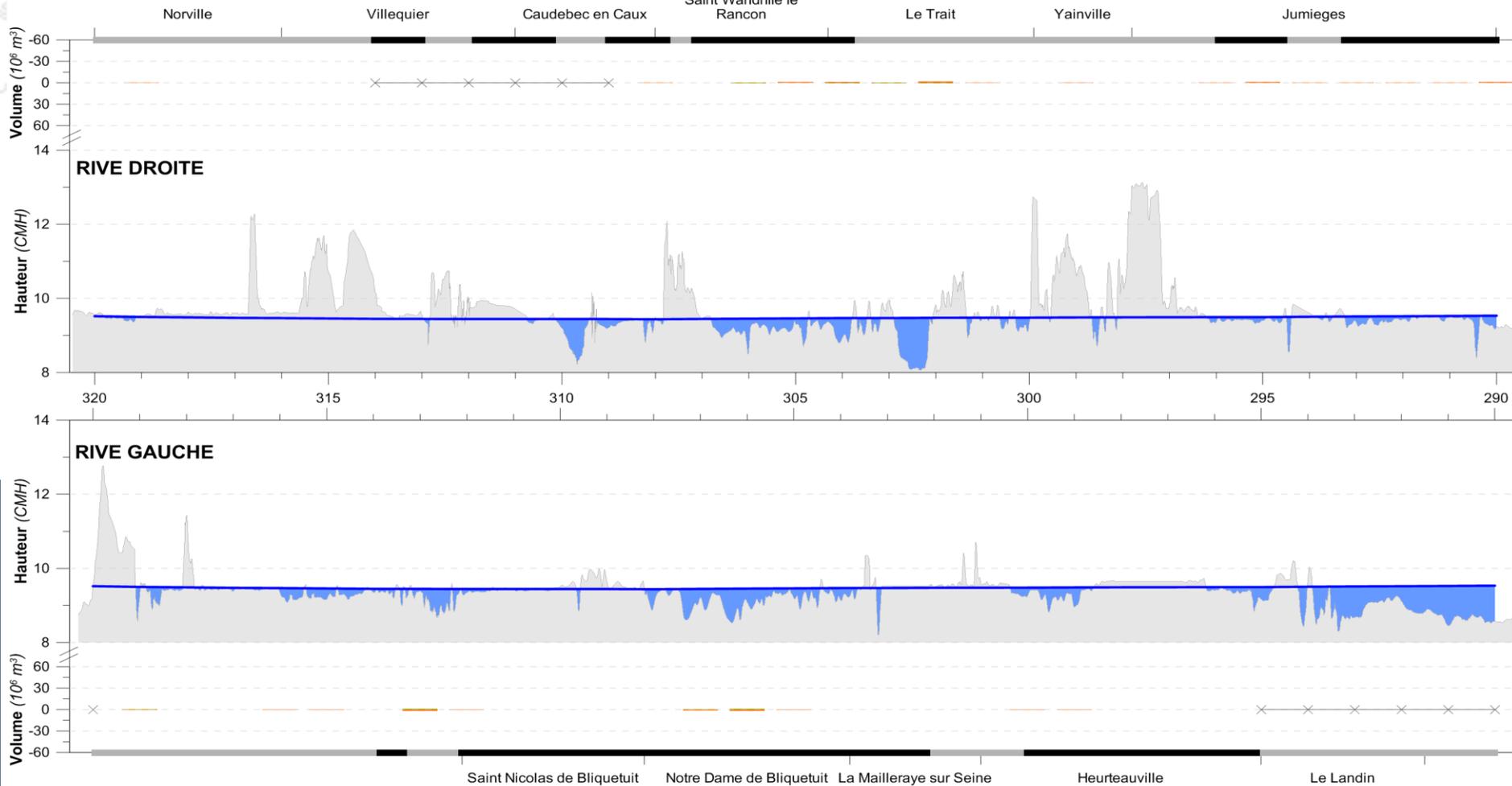


Scénario 3

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

4/5

Scénario 3 : Q_{Poses} : 100 ans ($2623\text{m}^3/\text{s}$) ; Coeff. de marée : 116 ; Surcote : 100 ans (1.32m)



Modélisation du scénario 3 :
- Bathy-topographie actuelle
- Murets de protection pris en compte

Hauteur (CMH)
— Ligne d'eau maximale
— Niveau de la berge (avec murets)

Volume d'eau échangé
■ Du lit mineur vers le lit majeur
■ Du lit majeur vers le lit mineur
+ Pas de données

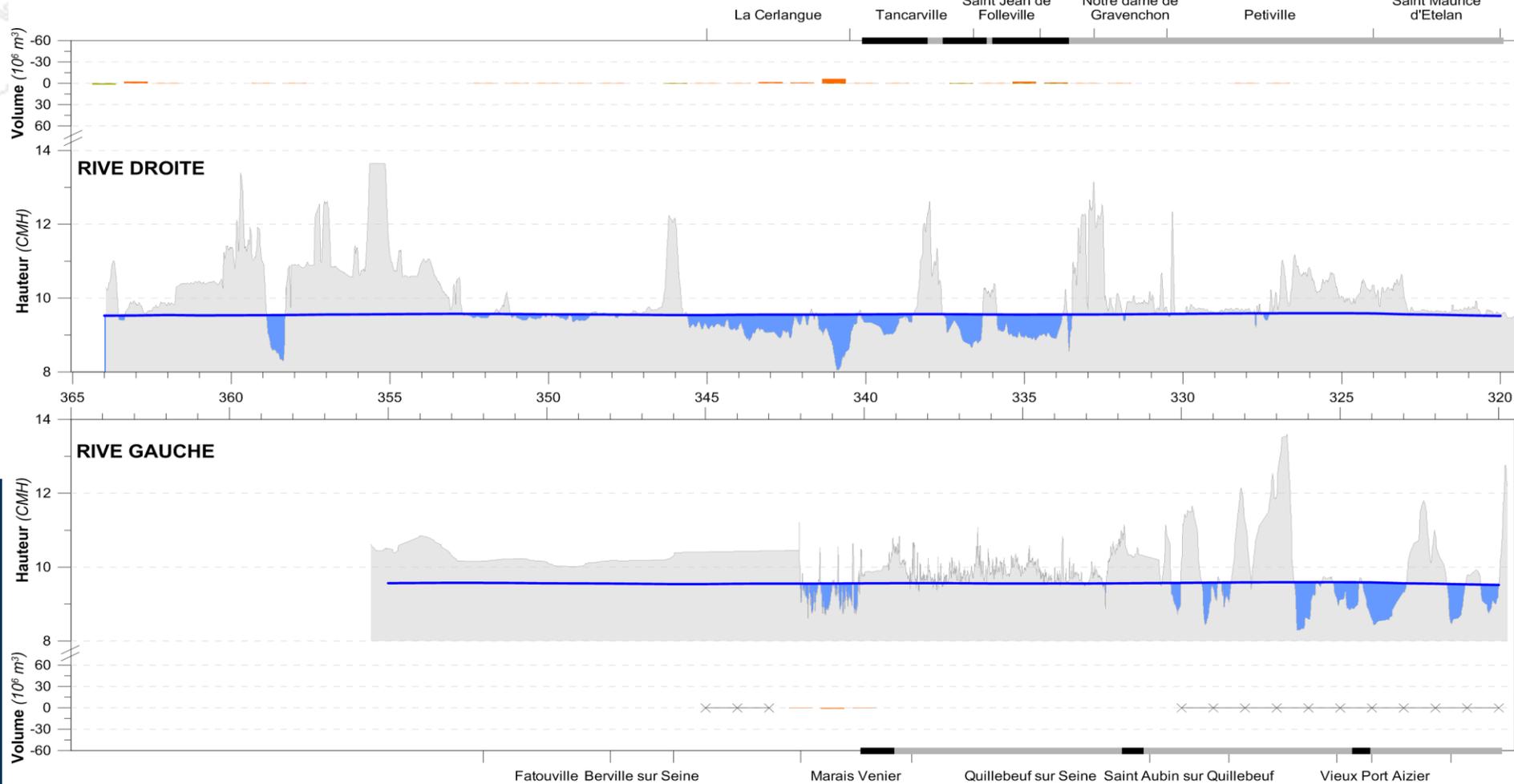
Murets de protection
■ Présents
■ Absents

Scénario 3

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

5/5

Scénario 3 : Q_{Poses} : 100 ans ($2623\text{m}^3/\text{s}$) ; Coeff. de marée : 116 ; Surcote : 100 ans (1.32m)



Modélisation du scénario 3 :
- Bathy-topographie actuelle
- Murets de protection pris en compte

Hauteur (CMH)
— Ligne d'eau maximale
— Niveau de la berge (avec murets)

Volume d'eau échangé
■ Du lit mineur vers le lit majeur
■ Du lit majeur vers le lit mineur
+ Pas de données

Murets de protection
■ Présents
■ Absents



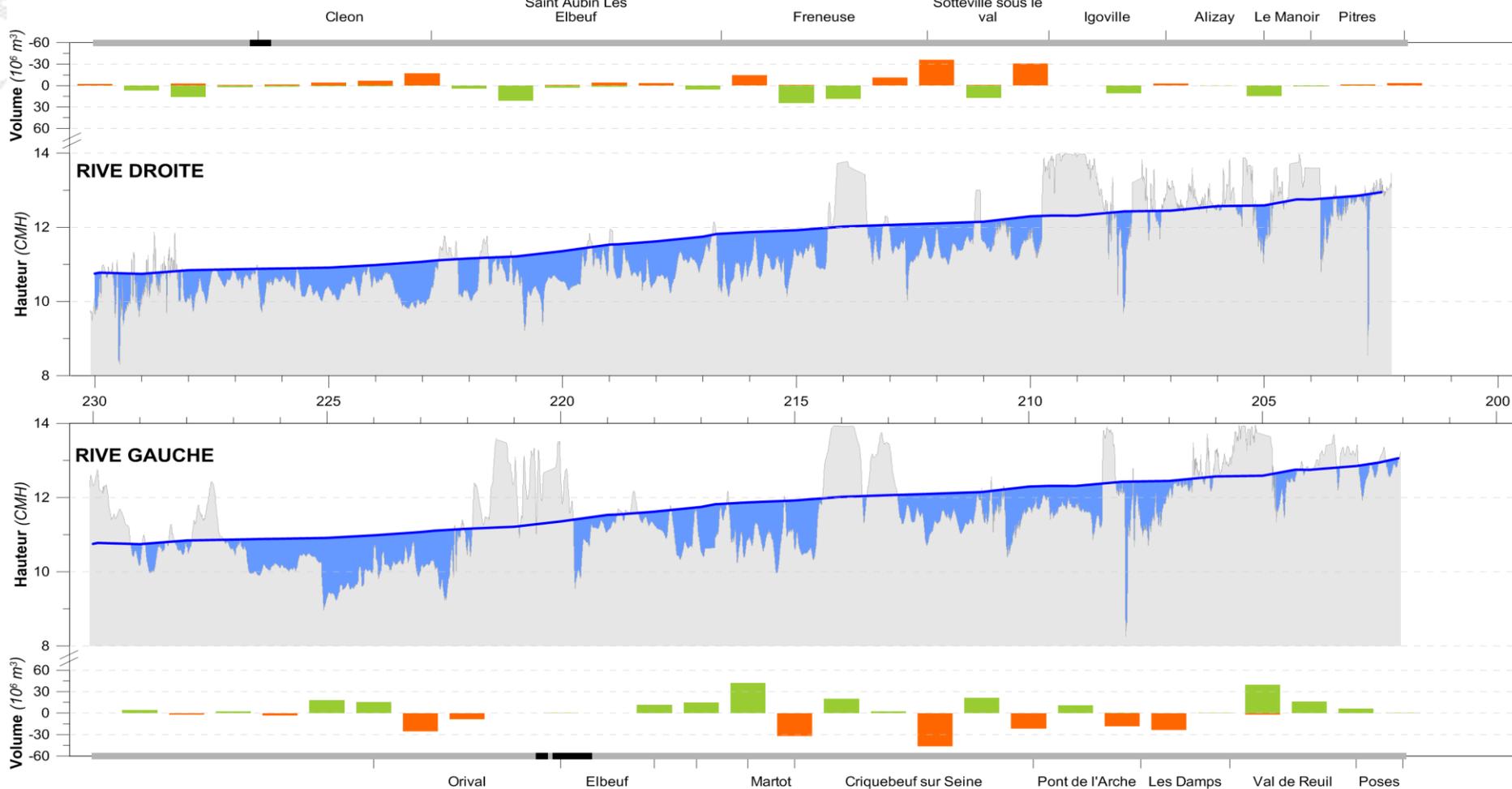
Scénario 4

Scénario 4

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

1/5

Scénario 4 : Q_{Poses} : 100 ans ($2623\text{m}^3/\text{s}$) ; Coeff. de marée : 116 ; Surcote : 20 ans (1.12m) ; Elevation du niveau marin : +60cm au Havre



Modélisation du scénario 4 :

- Bathy-topographie actuelle
- Murets de protection non pris en compte
- Elevation du niveau marin : +60cm au Havre

Hauteur (CMH)

- Ligne d'eau maximale
- Niveau de la berge (sans murets)

Volume d'eau échangé

- Du lit mineur vers le lit majeur
- Du lit majeur vers le lit mineur
- Pas de données

Murets de protection

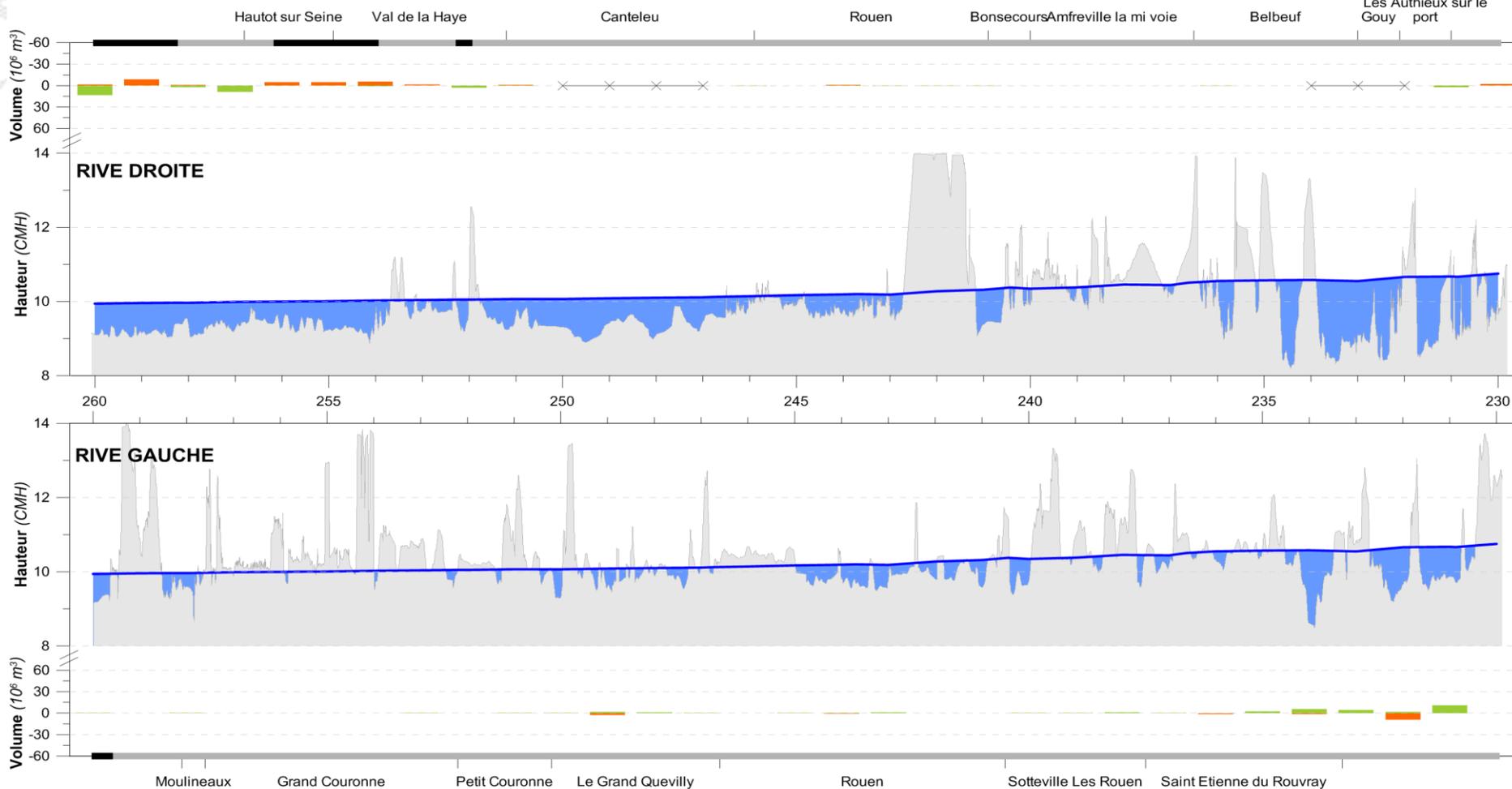
- Présents
- Absents

Scénario 4

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

2/5

Scénario 4 : Q_{Poses} : 100 ans ($2623m^3/s$) ; Coeff. de marée : 116 ; Surcote : 20 ans (1.12m) ; Elevation du niveau marin : +60cm au Havre



Modélisation du scénario 4 :

- Bathy-topographie actuelle
- Murets de protection non pris en compte
- Elevation du niveau marin : +60cm au Havre

Hauteur (CMH)

- Ligne d'eau maximale
- Niveau de la berge (sans murets)

Volume d'eau échangé

- Du lit mineur vers le lit majeur
- Du lit majeur vers le lit mineur
- Pas de données

Murets de protection

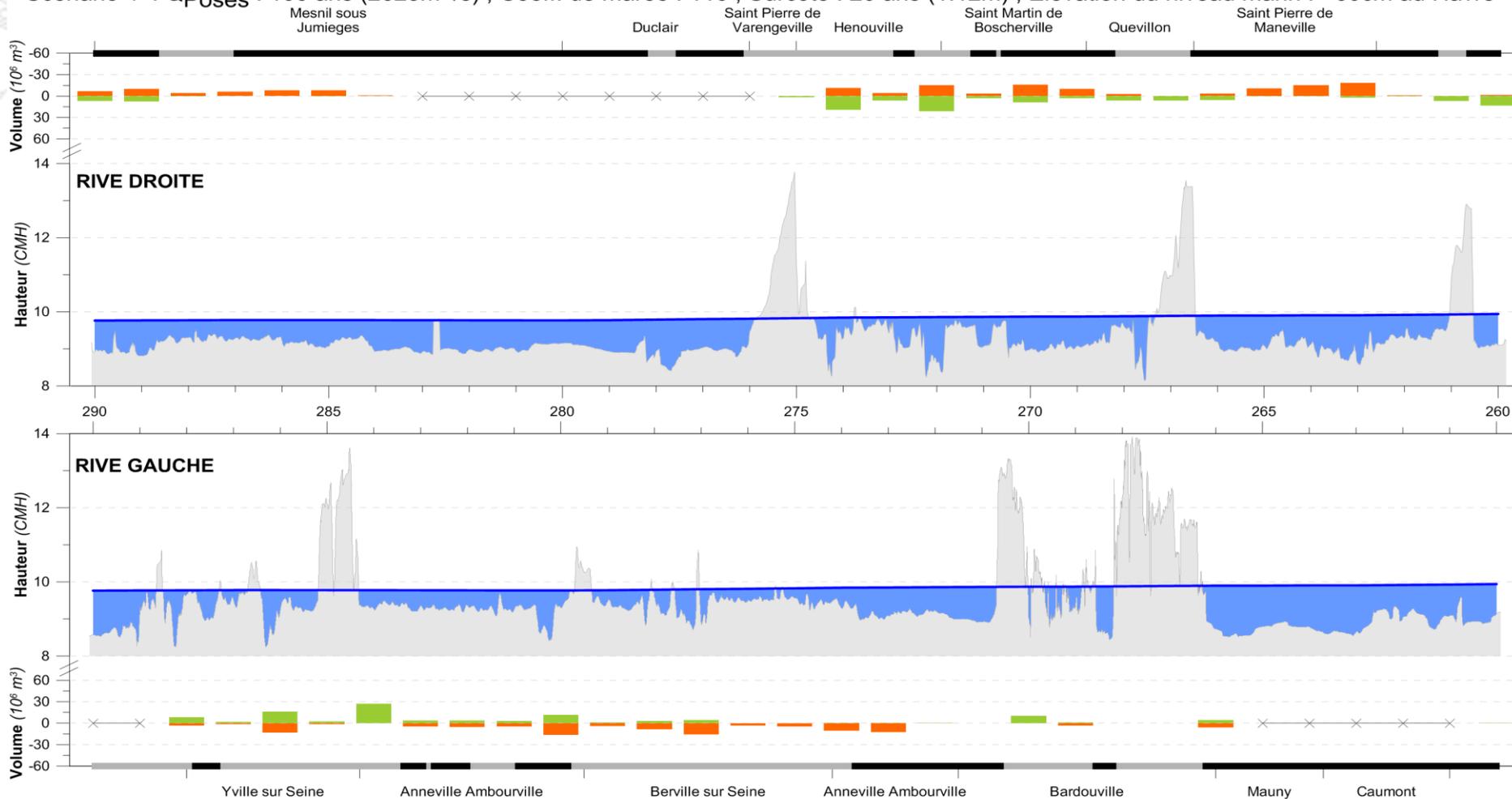
- Présents
- Absents

Scénario 4

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

3/5

Scénario 4 : Q_{Poses} : 100 ans ($2623\text{m}^3/\text{s}$) ; Coeff. de marée : 116 ; Surcote : 20 ans (1.12m) ; Elevation du niveau marin : +60cm au Havre



Modélisation du scénario 4 :

- Bathy-topographie actuelle
- Murets de protection non pris en compte
- Elevation du niveau marin : +60cm au Havre

Hauteur (CMH)

- Ligne d'eau maximale
- Niveau de la berge (sans murets)

Volume d'eau échangé

- Du lit mineur vers le lit majeur
- Du lit majeur vers le lit mineur
- Pas de données

Murets de protection

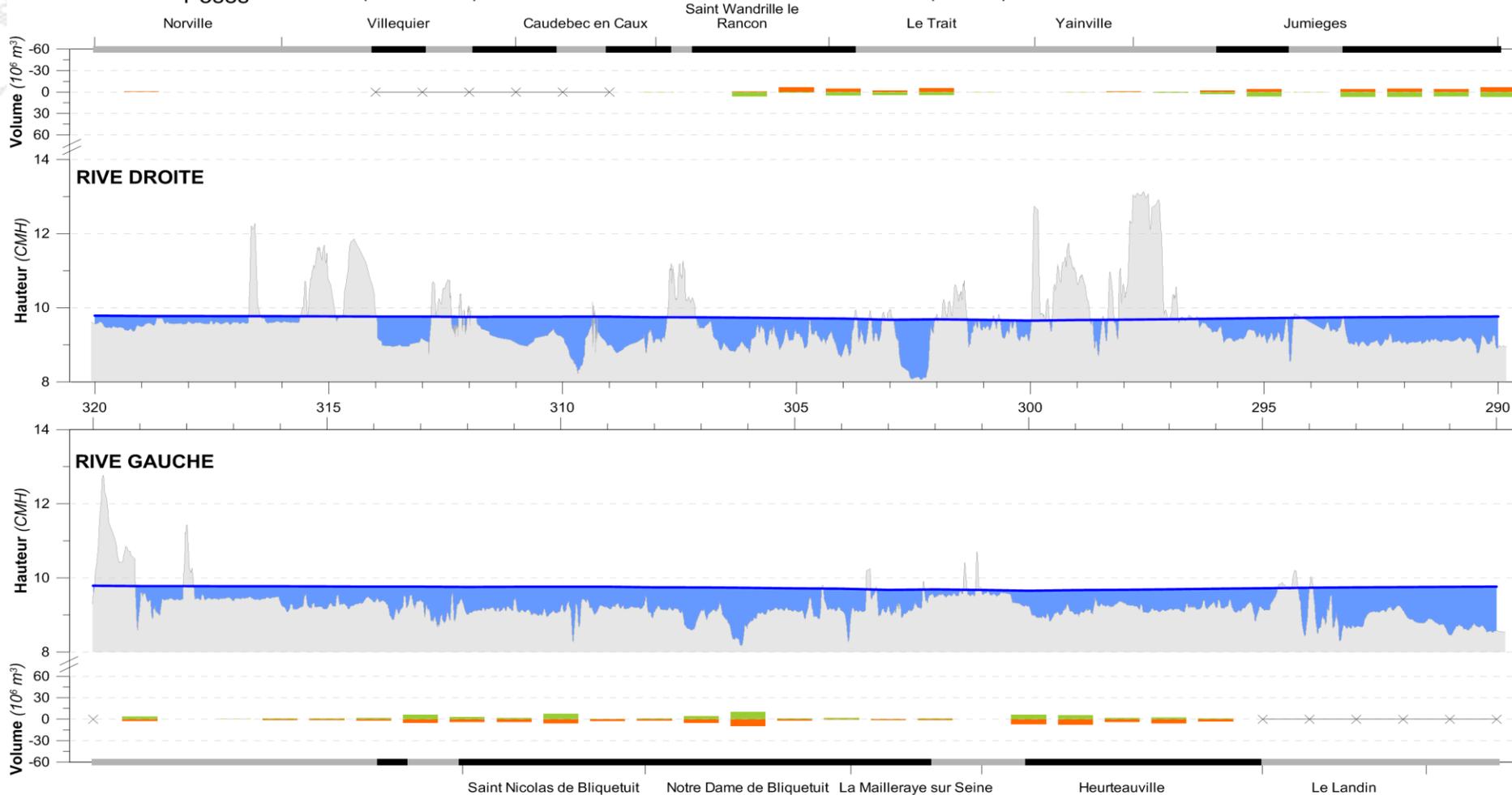
- Présents
- Absents

Scénario 4

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

4/5

Scénario 4 : Q_{Poses} : 100 ans ($2623m^3/s$) ; Coeff. de marée : 116 ; Surcote : 20 ans (1.12m) ; Elevation du niveau marin : +60cm au Havre



Modélisation du scénario 4 :

- Bathy-topographie actuelle
- Murets de protection non pris en compte
- Elevation du niveau marin : +60cm au Havre

Hauteur (CMH)	Volume d'eau échangé	Murets de protection
— Ligne d'eau maximale	■ Du lit mineur vers le lit majeur	■ Présents
■ Niveau de la berge (sans murets)	■ Du lit majeur vers le lit mineur	■ Absents
	— Pas de données	

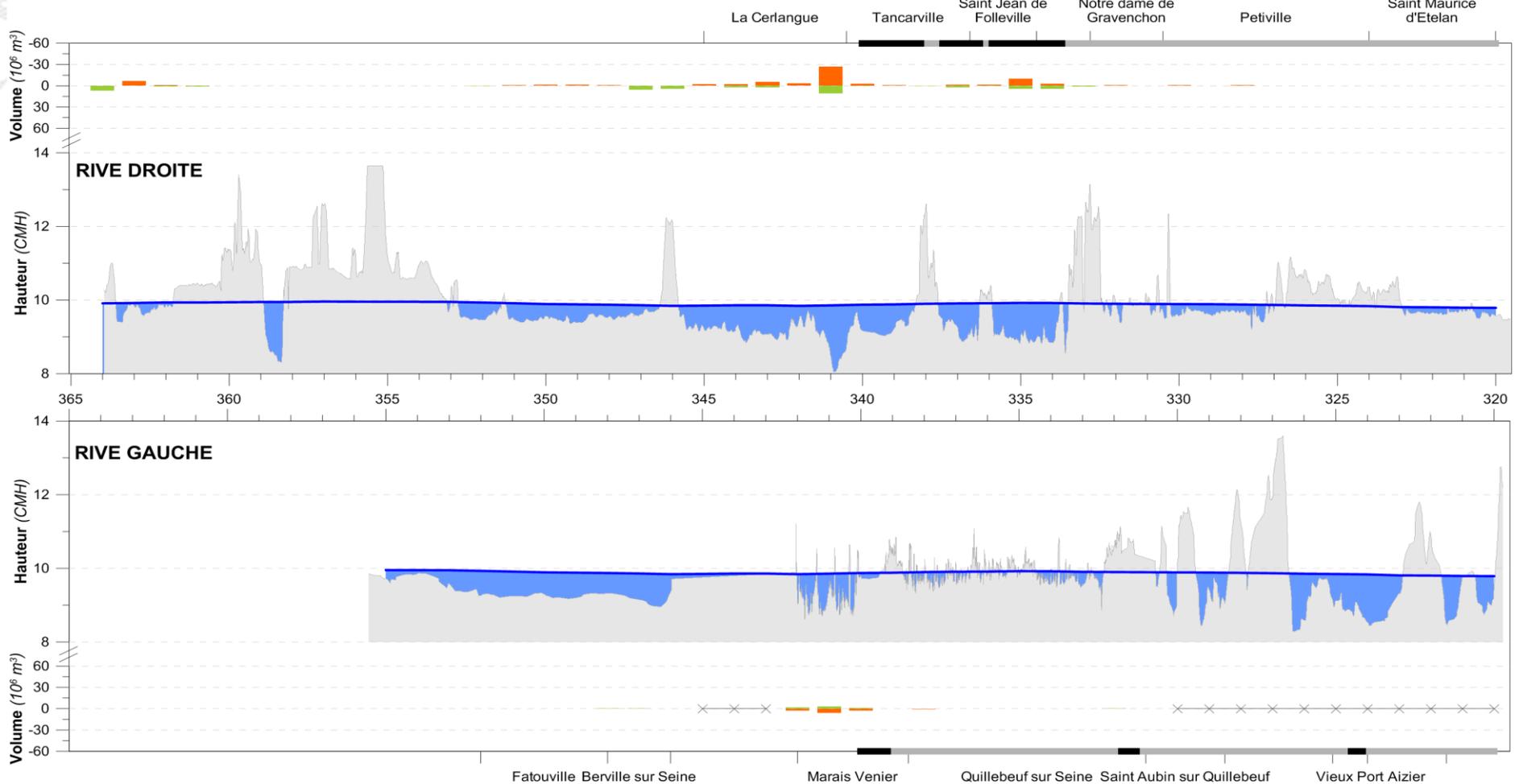
GIP Seine-Aval, 2013 - Source des données : ARTELIA

Scénario 4

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

5/5

Scénario 4 : Q_{Poses} : 100 ans ($2623m^3/s$) ; Coeff. de marée : 116 ; Surcote : 20 ans (1.12m) ; Elevation du niveau marin : +60cm au Havre



Modélisation du scénario 4 :

- Bathy-topographie actuelle
- Murets de protection non pris en compte
- Elevation du niveau marin : +60cm au Havre

Hauteur (CMH)	Volume d'eau échangé	Murets de protection
— Ligne d'eau maximale	■ Du lit mineur vers le lit majeur	■ Présents
■ Niveau de la berge (sans murets)	■ Du lit majeur vers le lit mineur	■ Absents
	× Pas de données	

GIP Seine-Aval, 2013 - Source des données : ARTELIA

C – Figure 26

ARTELIA

12-2013 26



Scénario 5

Scénario 5

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

1/5

Scénario 5 : Q_{Poses} : 1 an ($1400\text{m}^3/\text{s}$) ; Coeff. de marée : 104 ; Surcote : 2 ans (0.72m) ; Elevation du niveau marin : +60cm au Havre



Modélisation du scénario 5 :

- Bathy-topographie actuelle
- Murets de protection non pris en compte
- Conditions hydro-météo de la tempête de décembre 1999
- Elevation du niveau marin : +60cm au Havre

Hauteur (CMH)

- Ligne d'eau maximale
- Niveau de la berge (sans murets)

Volume d'eau échangé

- Du lit mineur vers le lit majeur
- Du lit majeur vers le lit mineur
- Pas de données

Murets de protection

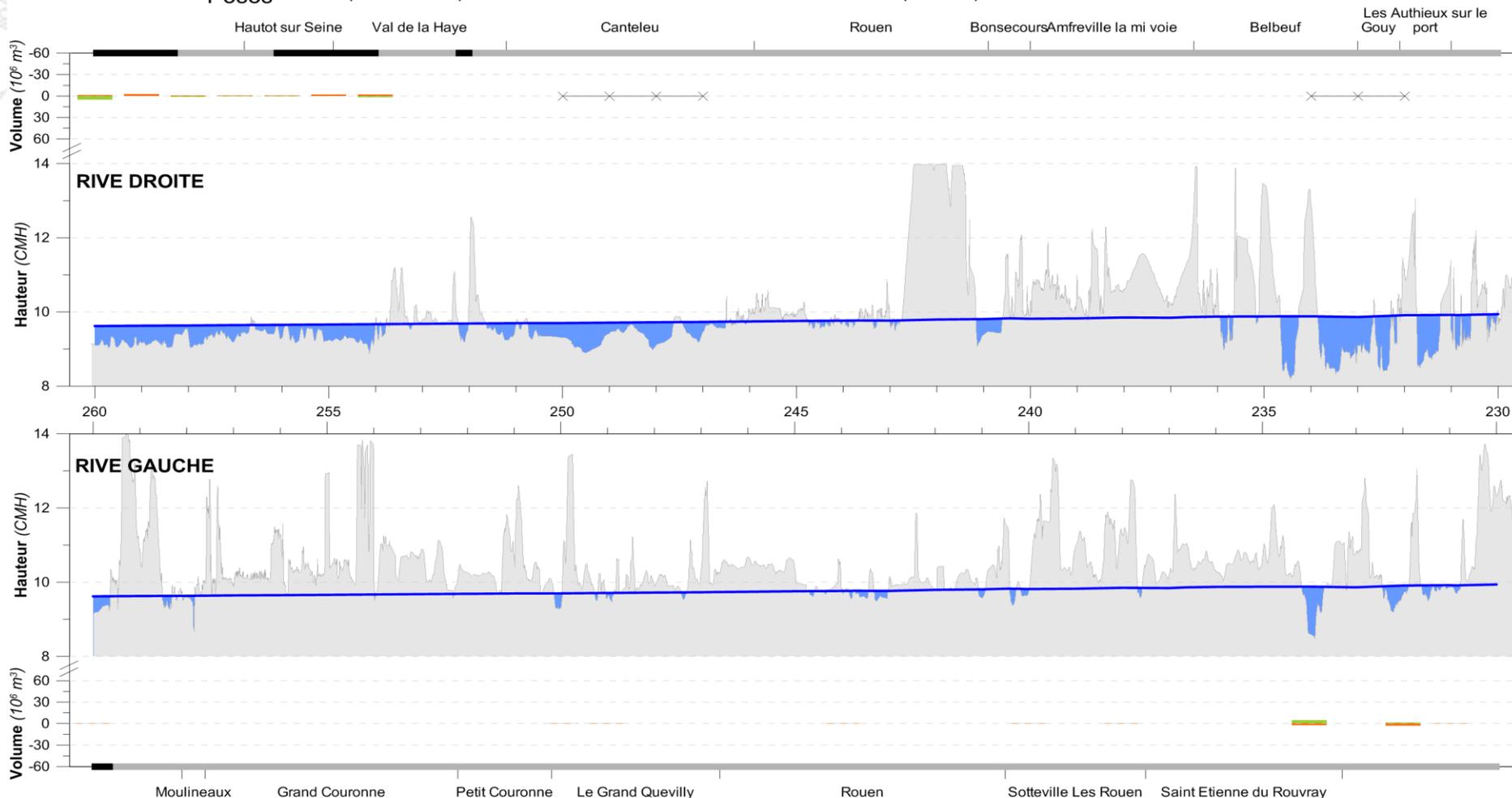
- Présents
- Absents

Scénario 5

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

2/5

Scénario 5 : Q_{Poses} : 1 an ($1400m^3/s$) ; Coeff. de marée : 104 ; Surcote : 2 ans (0.72m) ; Elevation du niveau marin : +60cm au Havre



Modélisation du scénario 5 :

- Bathy-topographie actuelle
- Murets de protection non pris en compte
- Conditions hydro-météo de la tempête de décembre 1999
- Elevation du niveau marin : +60cm au Havre

Hauteur (CMH)

- Ligne d'eau maximale
- Niveau de la berge (sans murets)

Volume d'eau échangé

- Du lit mineur vers le lit majeur
- Du lit majeur vers le lit mineur
- + Pas de données

Murets de protection

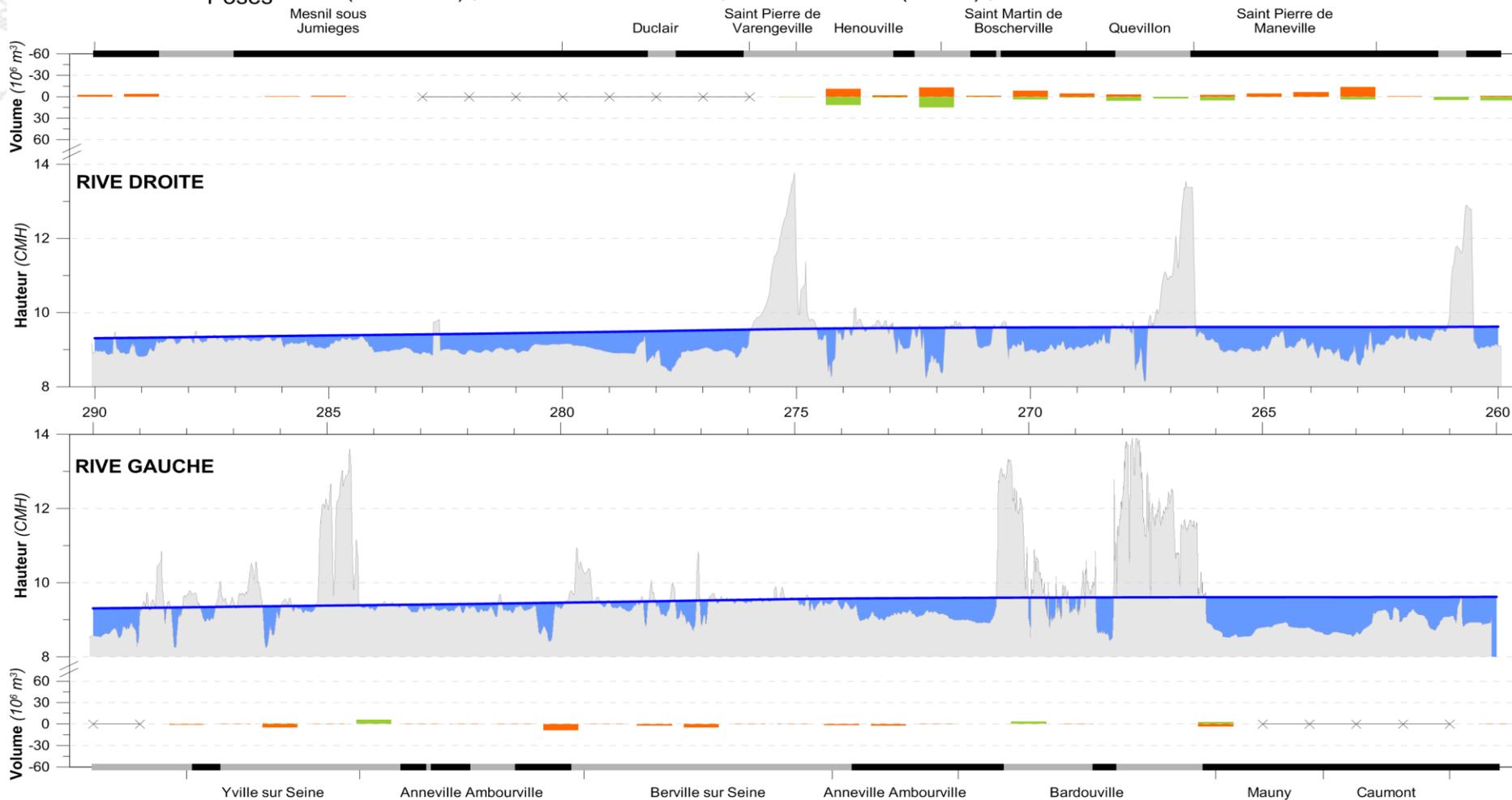
- Présents
- Absents

Scénario 5

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

3/5

Scénario 5 : Q_{Poses} : 1 an ($1400m^3/s$) ; Coeff. de marée : 104 ; Surcote : 2 ans (0.72m) ; Elevation du niveau marin : +60cm au Havre



Modélisation du scénario 5 :

- Bathy-topographie actuelle
- Murets de protection non pris en compte
- Conditions hydro-météo de la tempête de décembre 1999
- Elevation du niveau marin : +60cm au Havre

Hauteur (CMH)

- Ligne d'eau maximale
- Niveau de la berge (sans murets)

Volume d'eau échangé

- Du lit mineur vers le lit majeur
- Du lit majeur vers le lit mineur
- Pas de données

Murets de protection

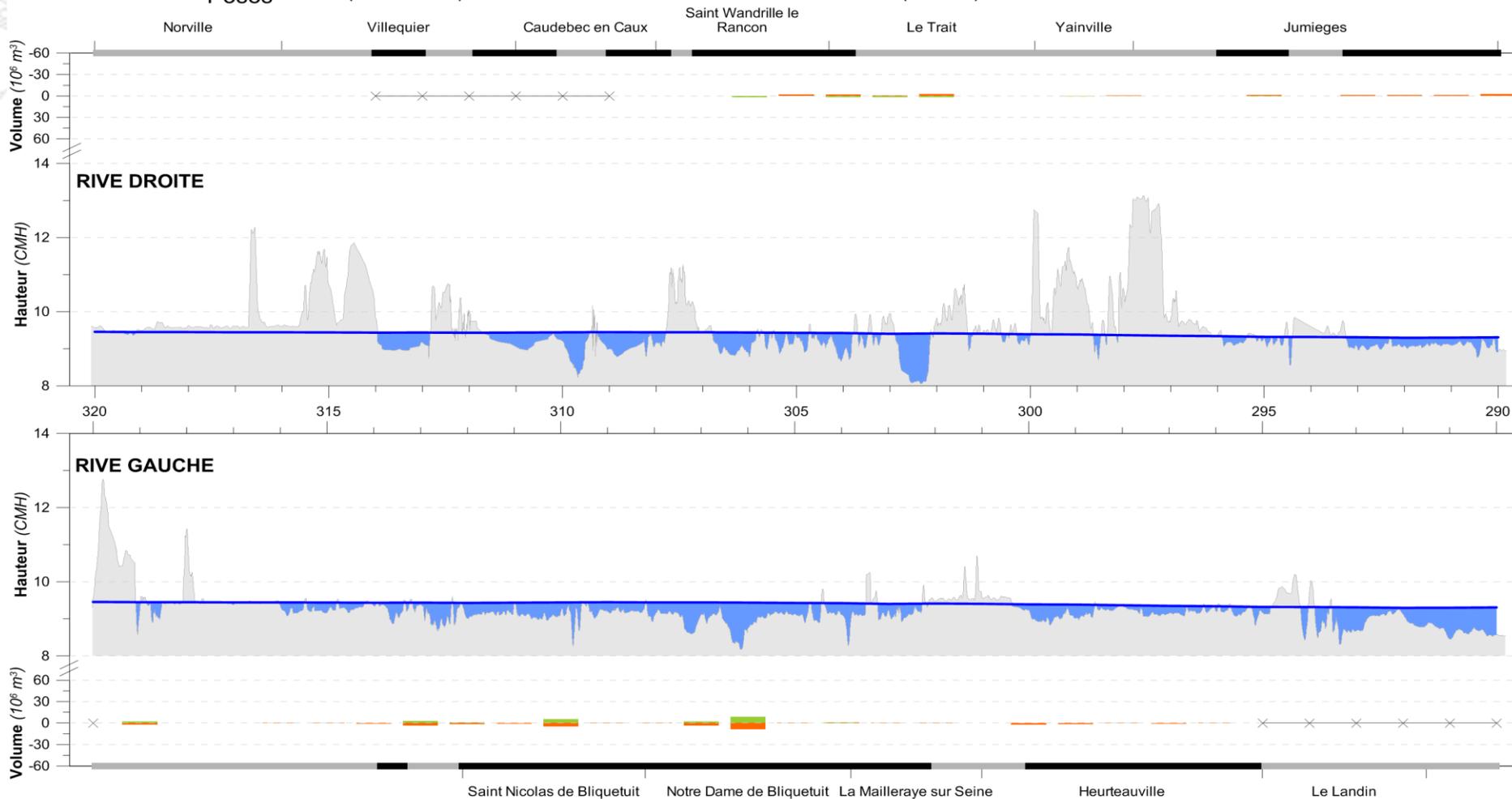
- Présents
- Absents

Scénario 5

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

4/5

Scénario 5 : Q_{Poses} : 1 an ($1400m^3/s$) ; Coeff. de marée : 104 ; Surcote : 2 ans (0.72m) ; Elevation du niveau marin : +60cm au Havre



Modélisation du scénario 5 :

- Bathy-topographie actuelle
- Murets de protection non pris en compte
- Conditions hydro-météo de la tempête de décembre 1999
- Elevation du niveau marin : +60cm au Havre

Hauteur (CMH)

- Ligne d'eau maximale
- Niveau de la berge (sans murets)

Volume d'eau échangé

- Du lit mineur vers le lit majeur
- Du lit majeur vers le lit mineur
- + Pas de données

Murets de protection

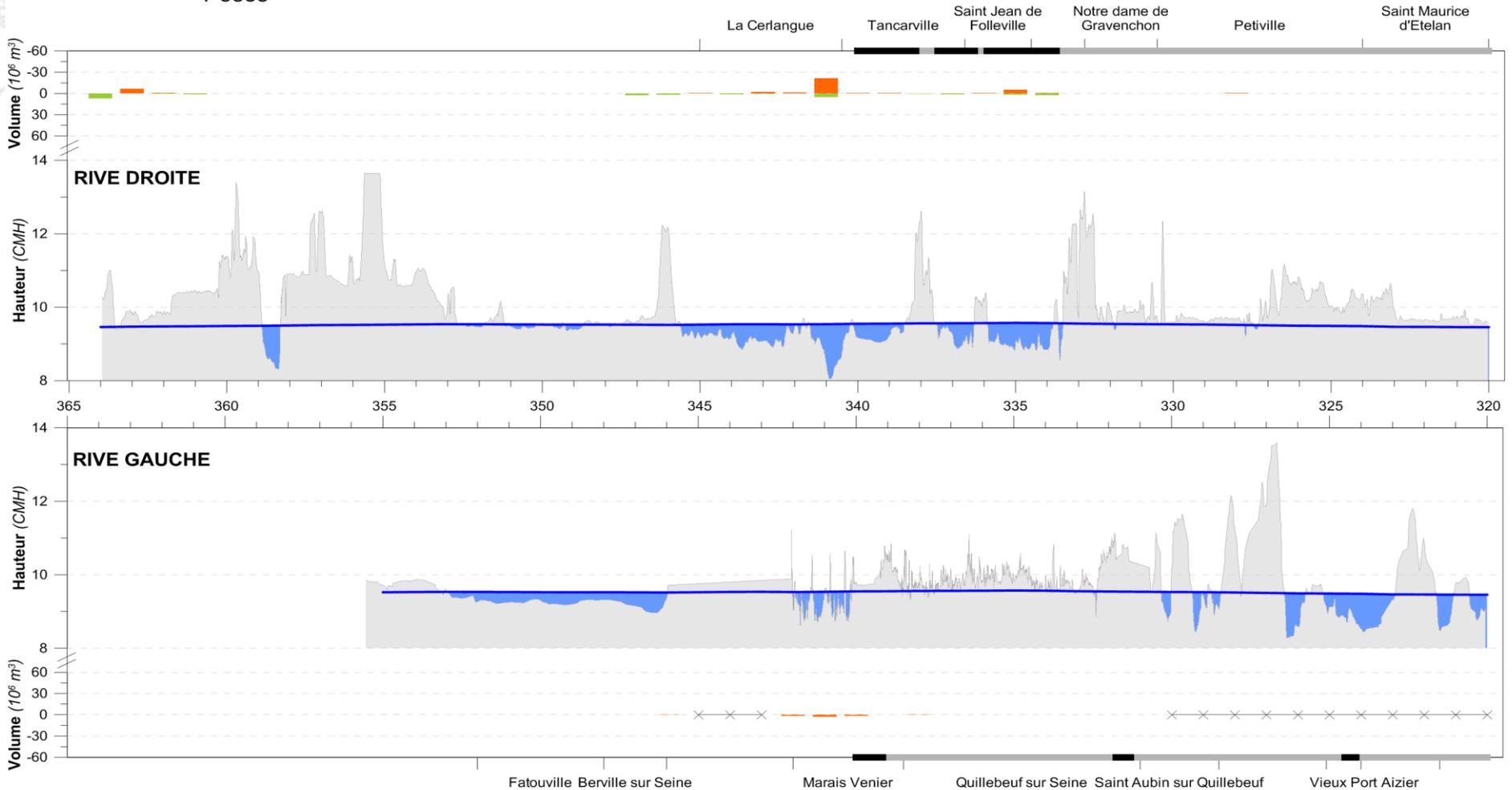
- Présents
- Absents

Scénario 5

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

5/5

Scénario 5 : Q_{Poses} : 1 an ($1400m^3/s$) ; Coeff. de marée : 104 ; Surcote : 2 ans (0.72m) ; Elevation du niveau marin : +60cm au Havre



Modélisation du scénario 5 :

- Bathy-topographie actuelle
- Murets de protection non pris en compte
- Conditions hydro-météo de la tempête de décembre 1999
- Elevation du niveau marin : +60cm au Havre

Hauteur (CMH)

-  Ligne d'eau maximale
-  Niveau de la berge (sans murets)

Volume d'eau échangé

-  Du lit mineur vers le lit majeur
-  Du lit majeur vers le lit mineur
-  Pas de données

Murets de protection

-  Présents
-  Absents



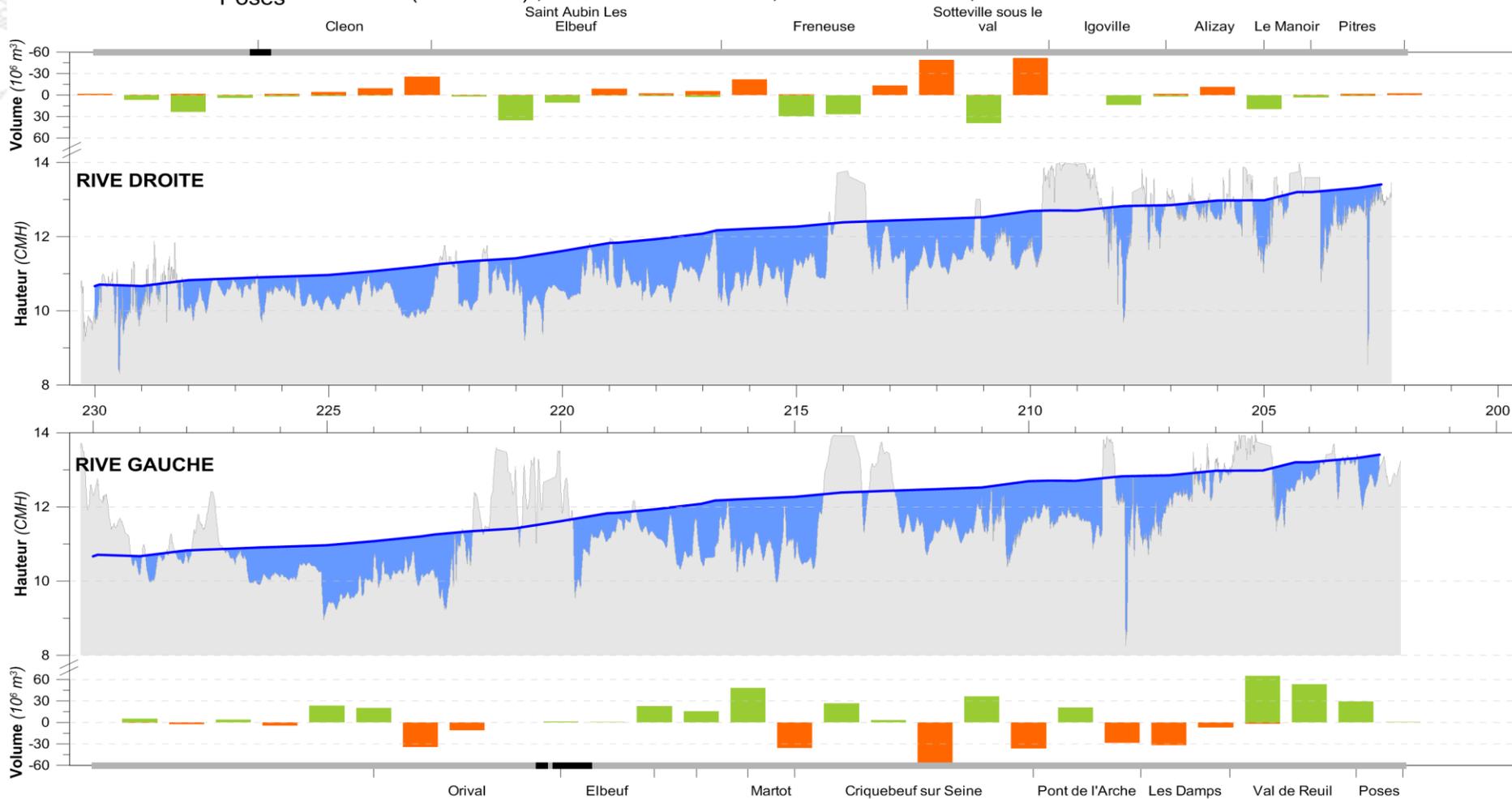
Scénario 6

Scénario 6

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

1/5

Scénario 6 : Q_{Poses} : >100 ans ($3000\text{m}^3/\text{s}$) ; Coeff. de marée : 78 ; Surcote annuelle ; Elevation du niveau marin : +60cm au Havre



Modélisation du scénario 6 :

- Bathy-topographie actuelle
- Murets de protection non pris en compte
- Conditions hydro-météo de la crue de janvier 1910
- Elevation du niveau marin : +60cm au Havre

- Hauteur (CMH)**
- Ligne d'eau maximale
 - Niveau de la berge (sans murets)

- Volume d'eau échangé**
- Du lit mineur vers le lit majeur
 - Du lit majeur vers le lit mineur
 - Pas de données

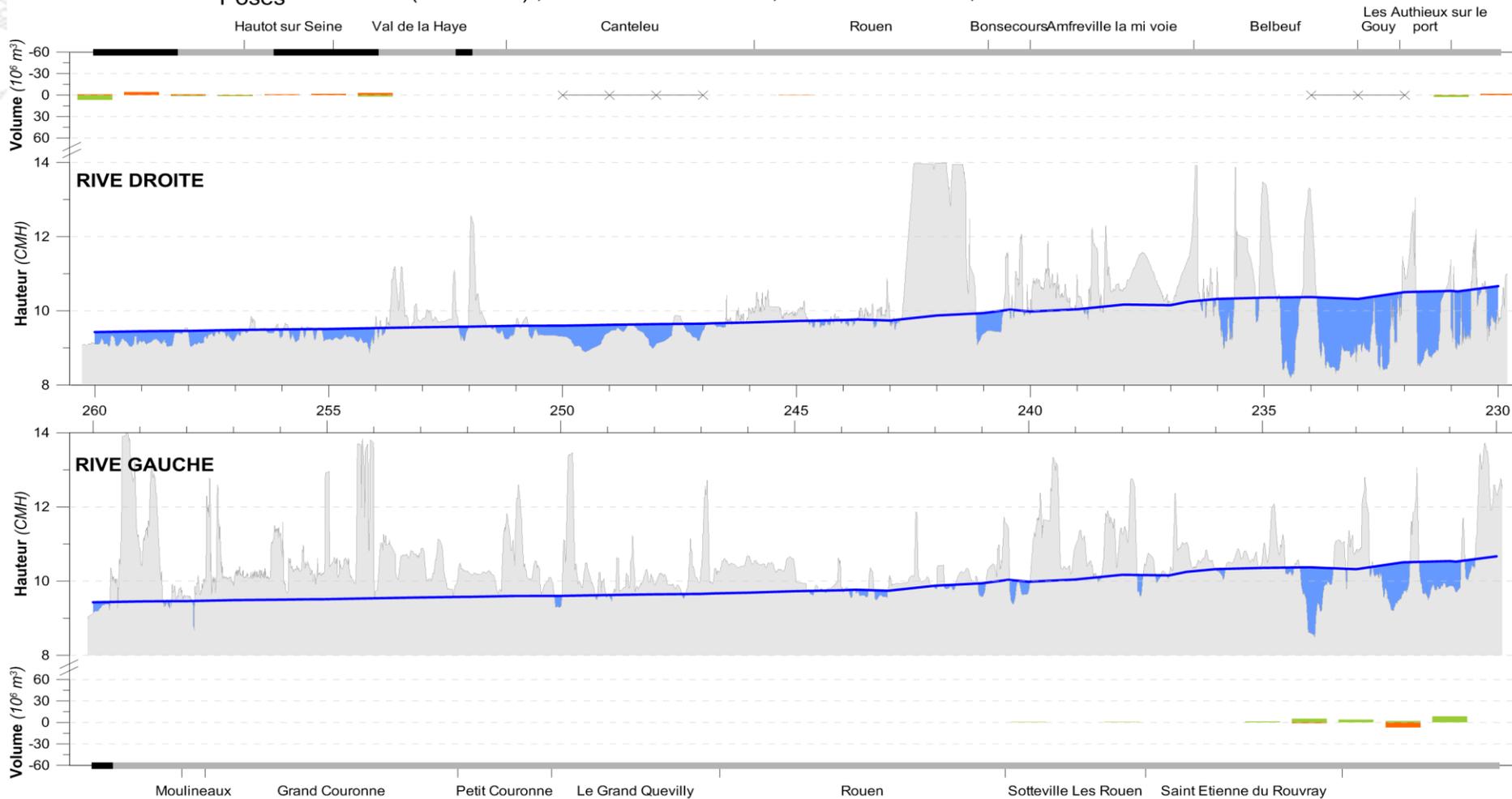
- Murets de protection**
- Présents
 - Absents

Scénario 6

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

2/5

Scénario 6 : $Q_{Poses} : >100$ ans ($3000m^3/s$) ; Coeff. de marée : 78 ; Surcote annuelle ; Elevation du niveau marin : +60cm au Havre



Modélisation du scénario 6 :

- Bathy-topographie actuelle
- Murets de protection non pris en compte
- Conditions hydro-météo de la crue de janvier 1910
- Elevation du niveau marin : +60cm au Havre

Hauteur (CMH)

- Ligne d'eau maximale
- Niveau de la berge (sans murets)

Volume d'eau échangé

- Du lit mineur vers le lit majeur
- Du lit majeur vers le lit mineur
- + Pas de données

Murets de protection

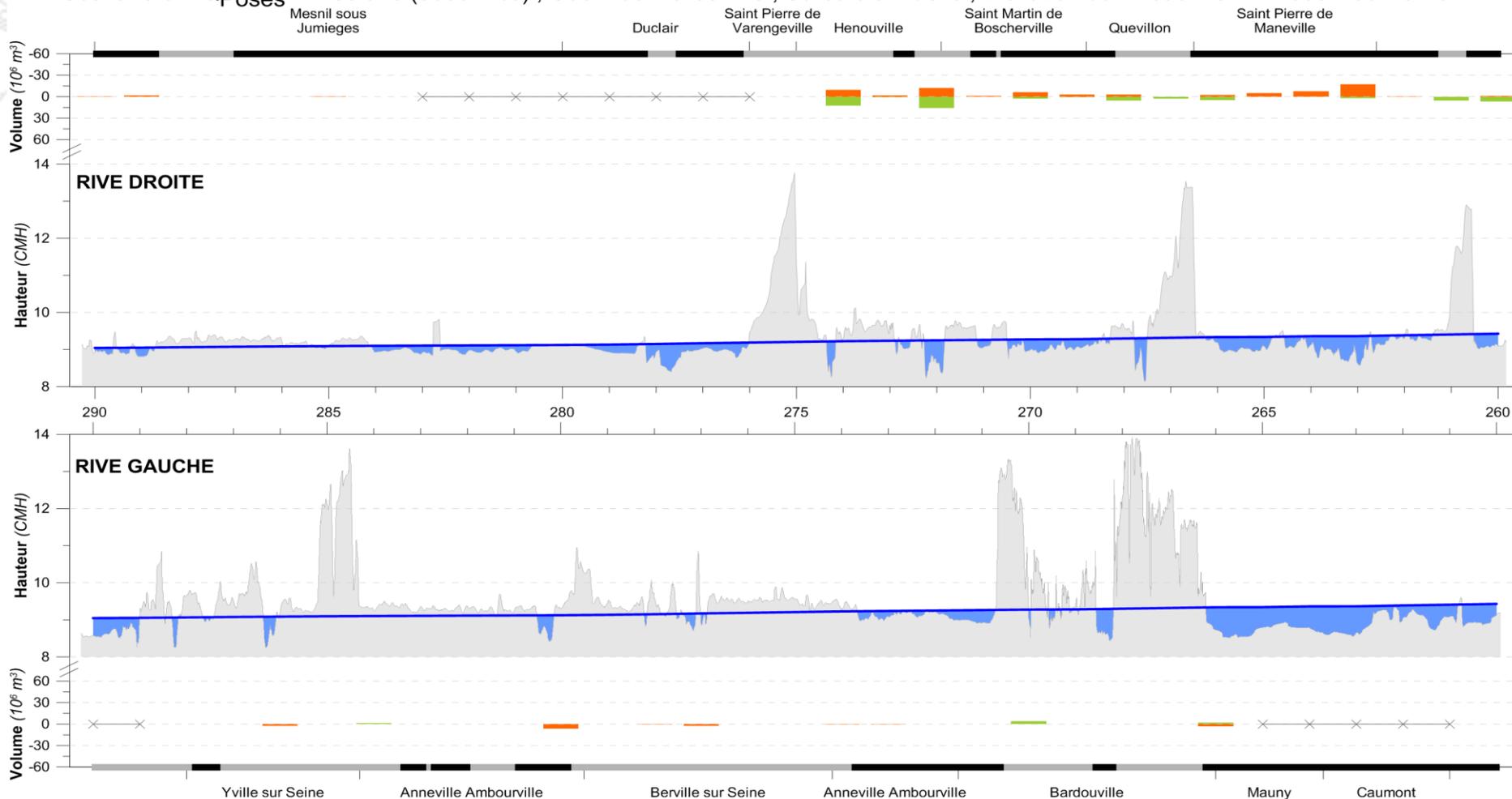
- Présents
- Absents

Scénario 6

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

3/5

Scénario 6 : $Q_{Poses} : >100$ ans ($3000\text{m}^3/\text{s}$) ; Coeff. de marée : 78 ; Surcote annuelle ; Elevation du niveau marin : +60cm au Havre



Modélisation du scénario 6 :

- Bathy-topographie actuelle
- Murets de protection non pris en compte
- Conditions hydro-météo de la crue de janvier 1910
- Elevation du niveau marin : +60cm au Havre

- Hauteur (CMH)**
- Ligne d'eau maximale
 - Niveau de la berge (sans murets)

- Volume d'eau échangé**
- Du lit mineur vers le lit majeur
 - Du lit majeur vers le lit mineur
 - + Pas de données

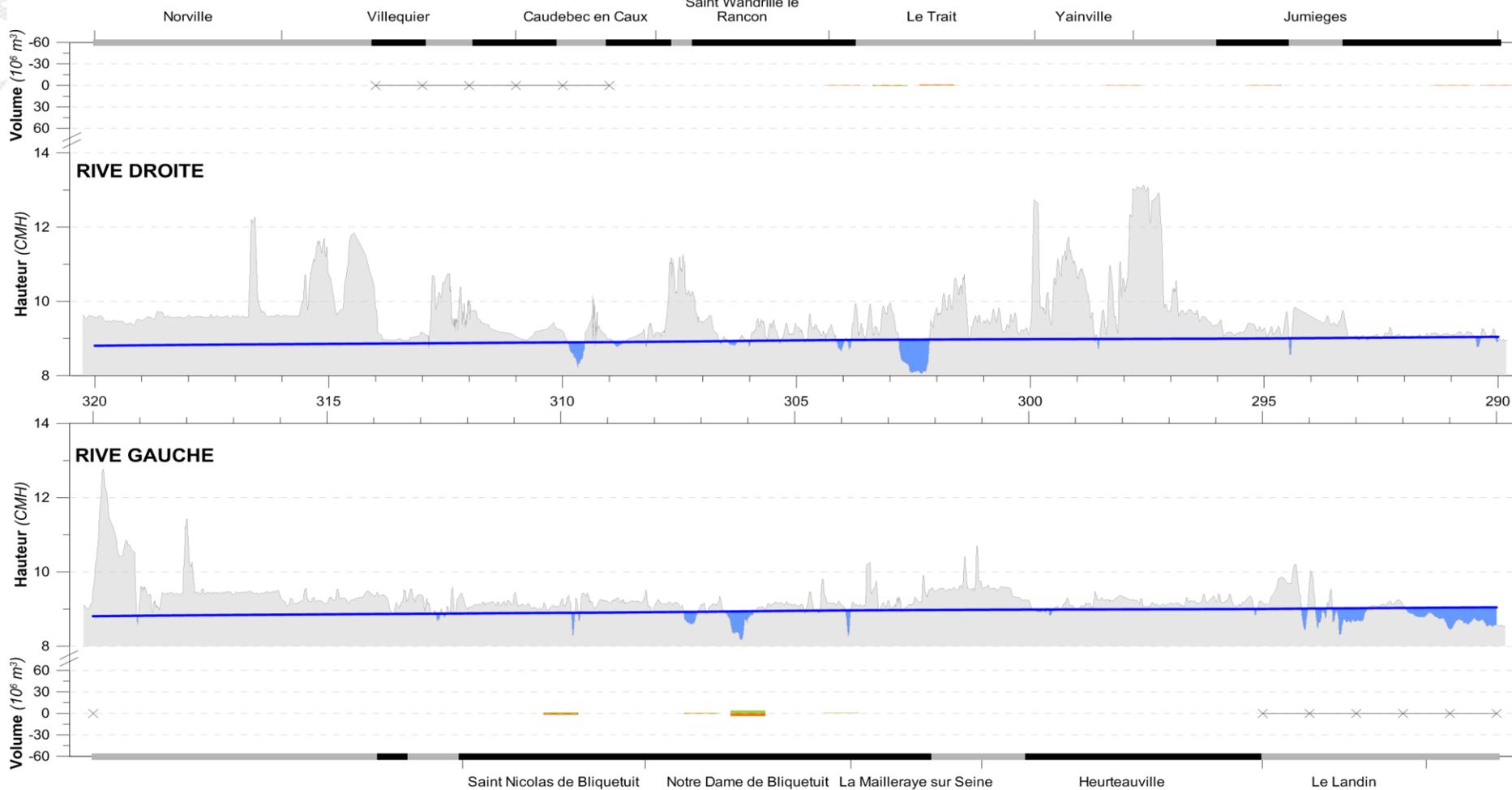
- Murets de protection**
- Présents
 - Absents

Scénario 6

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

4/5

Scénario 6 : $Q_{Poses} : >100$ ans ($3000\text{m}^3/\text{s}$) ; Coeff. de marée : 78 ; Surcote annuelle ; Elevation du niveau marin : +60cm au Havre



Modélisation du scénario 6 :

- Bathy-topographie actuelle
- Murets de protection non pris en compte
- Conditions hydro-météo de la crue de janvier 1910
- Elevation du niveau marin : +60cm au Havre

- Hauteur (CMH)**
- Ligne d'eau maximale
 - Niveau de la berge (sans murets)

- Volume d'eau échangé**
- Du lit mineur vers le lit majeur
 - Du lit majeur vers le lit mineur
 - + Pas de données

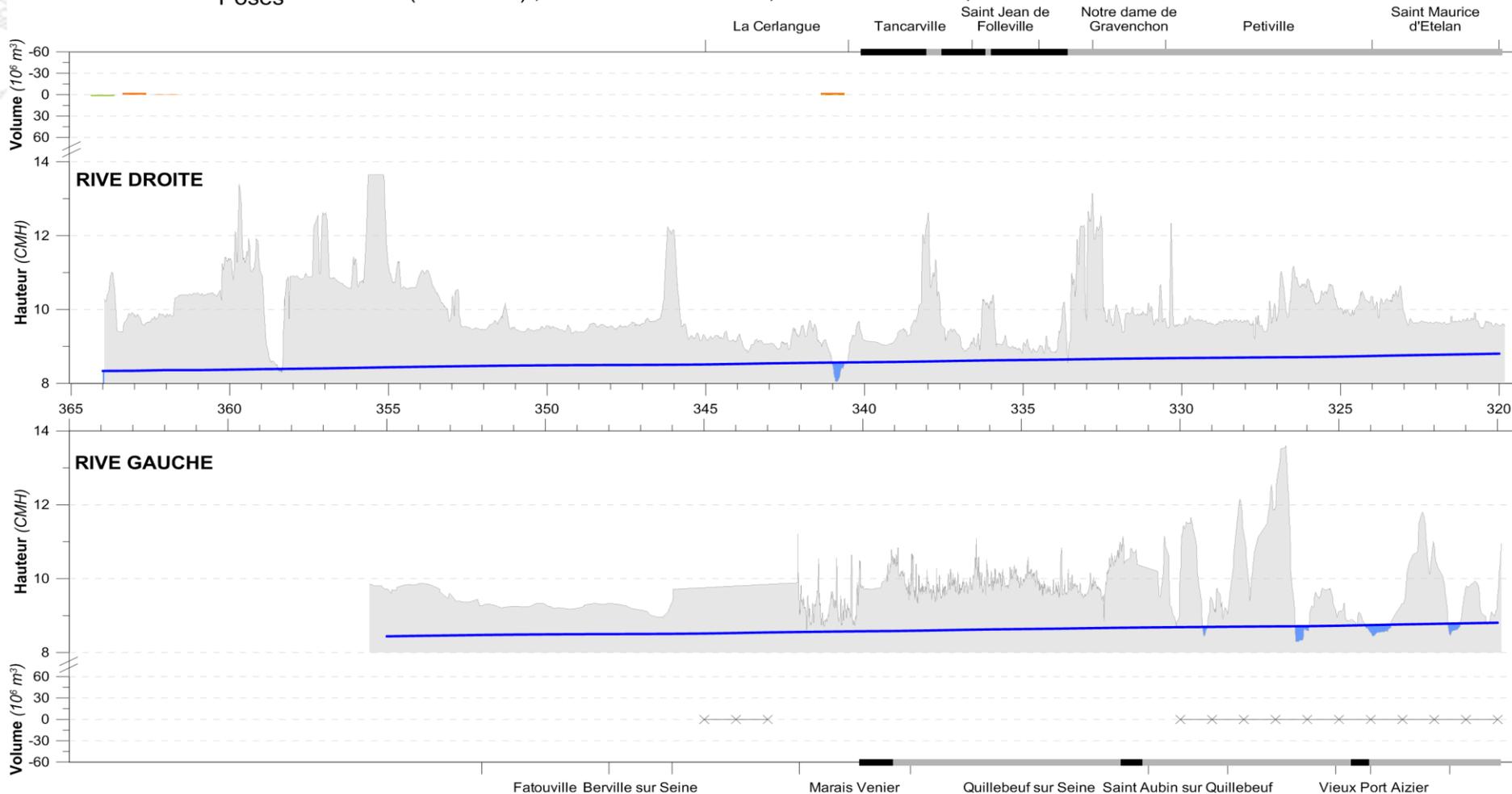
- Murets de protection**
- Présents
 - Absents

Scénario 6

Ligne d'eau maximale dans le lit mineur de la Seine et volumes débordants

5/5

Scénario 6 : $Q_{Poses} : >100$ ans ($3000\text{m}^3/\text{s}$) ; Coeff. de marée : 78 ; Surcote annuelle ; Elevation du niveau marin : +60cm au Havre



Modélisation du scénario 6 :

- Bathy-topographie actuelle
- Murets de protection non pris en compte
- Conditions hydro-météo de la crue de janvier 1910
- Elevation du niveau marin : +60cm au Havre

- Hauteur (CMH)**
- Ligne d'eau maximale
 - Niveau de la berge (sans murets)

- Volume d'eau échangé**
- Du lit mineur vers le lit majeur
 - Du lit majeur vers le lit mineur
 - + Pas de données

- Murets de protection**
- Présents
 - Absents