

Fraunhofer-Institut für Intelligente
Analyse- und Informationssysteme IAIS

Projekt CRANE
Climate Resilience and Adaptation
for upper rhINE ports



Guide pour la réalisation d'analyses des risques climatiques pour les ports fluviaux

Juin 2026

Projet : CRANE

GUIDE POUR LA REALISATION D'ANALYSES DES RISQUES CLIMATIQUES POUR LES PORTS FLUVIAUX

Juin 2026

Dr Anna Klose

Daniela Albiez

Dr Daniel Lückerrath

Jakob Hömberg

Dr.-Ing. Erich Rome

Valérie Wischott

Mareike Böbel

Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS
Schloss Birlinghoven 1
53757 Sankt Augustin

Projekt CRANE – Climate Resilience and Adaptation for upper rhINE ports
Interreg Oberrhein | Rhin supérieur
Cofinancé par l'Union européenne

Contenu

1	Introduction.....	7
1.1	Quel est l'objet de ce guide ?	7
1.2	À qui s'adresse ce guide ?	7
1.3	Pourquoi une analyse des risques climatiques pour les ports intérieurs ?	7
1.4	Comment ce guide a-t-il vu le jour ?	8
1.5	Comment le guide est-il structuré ?	8
2	Principes fondamentaux de la méthode et du guide	9
2.1	Principes fondamentaux de la méthode	9
2.2	Champ d'application et limites de la méthode.....	10
2.3	Principes méthodologiques et références.....	11
2.4	Termes clés de ce guide.....	12
3	Déroulement de l'analyse des risques climatiques.....	13
4	Préparation avant le lancement du projet	15
5	L'analyse des risques climatiques.....	17
5.1	Préparation : collecte de données et d'informations	17
5.2	Identification des risques	20
5.2.1	Recensement des éléments du système portuaire	21
5.2.2	Recensement des processus dans le port.....	23
5.2.3	Identification des dangers climatiques.....	25
5.2.4	Comparaison entre les dangers climatiques et les éléments du système	28
5.3	Évaluation des risques	33
5.3.1	Élaboration de fiches climatiques locales	33
5.3.2	Compréhension des relations de cause à effet (chaînes d'impact climatique).....	40
5.3.3	Évaluation du risque des éléments du système	44
5.3.3.1	Évaluation de l'intensité des dangers climatiques.....	45
5.3.3.2	Évaluation de la vulnérabilité des éléments du système.....	48
5.3.3.3	Détermination du niveau de risque des éléments du système.....	52
5.3.4	Attribution de niveaux d'alerte aux processus.....	57
5.3.4.1	Évaluation de la criticité des éléments du système	58
5.3.4.2	Classification des niveaux d'alerte pour l' s de processus	63
6	Références	68
7	Annexe.....	70
7.1	Liste des éléments du système possibles.....	70

7.2	Recueil d'informations générales	72
7.3	Collecte d'informations sur les dommages antérieurs et l'état des infrastructures portuaires.....	86

Liste des illustrations

Figure 1 : étapes de l'adaptation au changement climatique. (Source : traduit de l'outil d'aide à l'adaptation régionale (RAST) de la mission de l'UE « Adaptation au changement climatique » ; https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/mission/knowledge-and-data/regional-adaptation-support-tool ; consulté en mai 2026).....	10
Figure 2 : étapes de l'analyse des risques climatiques (rangée supérieure) et leurs résultats (rangée inférieure).....	13
Figure 3 : Processus potentiels recensés dans le cadre du projet CRANE dans les ports fluviaux	25
Figure 4 : Extrait à titre d'exemple d'une des fiches climatiques établies dans le cadre du projet CRANE, données sur les influences climatiques.	39
Figure 5 : Extrait type d'une des fiches climatiques établies dans le cadre du projet CRANE, contenant des données sur l'hydrologie, les conditions de navigation et les caractéristiques de l'eau.	39
Figure 6 : Extrait d'une chaîne d'impact climatique type pour le danger climatique « crues fluviales » et le groupe d'éléments du système « Etablissements portuaires et filiales ».....	43
Figure 7 : Exemple de matrice de risque avec une grille 3x3, c'est-à-dire une combinaison de 3 classes (bas – moyen – haut) pour la vulnérabilité du SE et l'intensité du danger climatique.	45
Figure 8 : Exemple de saisie de la vulnérabilité de l'élément du système « terminal à conteneurs » face au danger climatique « chaleur ».	49
Figure 9 : Exemple de saisie d'une mesure prévue pour réduire la vulnérabilité de l'élément du système « terminal à conteneurs » face au danger climatique « chaleur ».	50
Figure 10 : exemples de classification des vulnérabilités.....	50
Figure 11 : Exemple de classification de la vulnérabilité de l'élément du système « bâtiments anciens » issu du projet CRANE.....	51
Figure 12 : Exemple de mesure en cours de planification issue du projet CRANE.	52
Figure 13 : Classification du risque en bas, moyen et haut en fonction de la combinaison de la vulnérabilité du SE et de l'intensité du danger climatique.	54
Figure 14 : exemples de matrices de risques pour les entités économiques (SE) du groupe des Infrastructures ferroviaires portuaires face aux différents dangers climatiques sur les trois périodes (cellules grises : il n'y a pas de risque pour cette combinaison SE- danger climatique).....	55
Figure 15 : Exemples de matrices de risques pour l'unité stratégique « Infrastructures ferroviaires portuaires » face aux différents dangers climatiques sur les trois périodes.....	56
Figure 16 : Estimation du risque climatique pour un site industriel (exemple avec des valeurs fictives). Source : Dorsch et al., 2022, p. 22).....	57
Figure 17 : Exemple de système d'évaluation de la criticité des Éléments du système pour les processus.	61

Figure 18 : Exemple de comparaison entre la criticité et le risque des Éléments du système impliqués dans le processus.	64
Figure 19 : Exemple d'attribution de niveaux d'alerte pour un processus et différents dangers climatiques sur la base de la criticité et du risque des Éléments du système impliqués dans le processus et selon la logique d'évaluation illustrée (Tableau 10).....	65
Figure 20 : Exemples de processus et leurs niveaux d'alerte pour le danger climatique « inondations » (couleur des drapeaux : gris = aucun, jaune = moyenne, rouge clair = élevé, rouge foncé = très élevé ; les segments des drapeaux représentent les tranches de temps, de gauche à droite : présent, futur proche, avenir lointain).	66

Liste des tableaux

Tableau 1 : Étapes de l'analyse des risques climatiques et chapitres correspondants du guide	14
Tableau 2 : Classification des dangers climatiques selon la taxonomie de l'UE [Règlement 2020/852] ; les dangers climatiques présentés ici sont les plus répandus et ne constituent pas une liste exhaustive.	26
Tableau 3 : exemple de tableau comparatif des Éléments du système et des dangers climatiques.....	29
Tableau 4 : Extrait d'une liste de dommages déjà survenus issus du projet CRANE .	31
Tableau 5 : Extrait d'un résultat de l'évaluation en deux étapes du projet CRANE...	32
Tableau 6 : Indicateurs relatifs aux influences climatiques (température de l'air, précipitations) pris en compte dans le projet CRANE	36
Tableau 7 : Indicateurs relatifs à l'hydrologie, aux conditions de navigation et aux propriétés de l'eau pris en compte dans le projet CRANE	38
Tableau 8 : Classification du danger climatique « Vague de chaleur » à l'aide d'indicateurs pertinents	48
Tableau 9 : Exemple de classification de la criticité de certains Éléments du système pour des processus sélectionnés (- non impliqué dans le processus ; + faible criticité ; ++ criticité moyenne ; +++ criticité élevée ; ++++ très haute criticité).....	62
Tableau 10 : Exemple de logique d'attribution des niveaux d'alerte du processus en fonction de la criticité d'un Élément du système dans le processus et de son risque.....	64
Tableau 11 : Éléments du système (SE) à haut risque qui sont très critiques pour au moins un processus (niveau d'alerte « très élevé »)	67
Tableau 12 : Liste des éléments du système identifiés dans le cadre du projet CRANE	70

1 Introduction

1.1 Quel est l'objet de ce guide ?

Ce guide aide les ports intérieurs¹ à analyser les risques climatiques de manière structurée, compréhensible et avec un effort raisonnable. La méthode a été conçue pour pouvoir être appliquée par le personnel portuaire ayant une formation technique ou organisationnelle, même sans connaissances préalables sur le changement climatique, les projections climatiques ou les modèles de risque.

L'application de ce guide permet d'établir une **hiérarchisation des priorités fondée sur les risques**, qui met en évidence les éléments du système (par exemple, les infrastructures, les équipements, le Personnel) et les processus particulièrement touchés, ainsi que les domaines dans lesquels les mesures d'adaptation doivent être mises en œuvre en priorité.

L'analyse des risques climatiques suit une approche par étapes et fournit un résultat qui peut être directement transposé dans le développement stratégique du port, la planification de l'adaptation, l'Entretien et la planification des investissements.

1.2 À qui s'adresse ce guide ?

Ce guide s'adresse aux personnes responsables de l'exploitation, des infrastructures ou du développement stratégique du port, par exemple :

- **les chefs de projet** dans l'administration portuaire et les services techniques
- **Spécialistes** des infrastructures, du chemin de fer portuaire, du transbordement, de la logistique ou de l'entretien
- **Personnel opérationnel** connaissant les processus en détail
- **les prestataires externes** chargés de réaliser une analyse pour le compte d'un port

Une compréhension approfondie de son propre port est plus importante que des connaissances préalables en matière de climat. Des connaissances de base en animation de petits groupes peuvent être utiles.

1.3 Pourquoi une analyse des risques climatiques pour les ports intérieurs ?

Les ports sont des infrastructures trimodales caractérisées par de nombreuses interdépendances entre les modes de transport et de nombreuses activités en plein air. Ils sont sensibles aux changements climatiques, tant aux événements extrêmes (par exemple, fortes pluies, Vagues de chaleur, tempêtes) qu'aux tendances à long terme (par exemple, modification des niveaux d'eau, hausse des températures).

Une analyse des risques climatiques permet de déterminer :

- quels sont les risques climatiques pertinents sur le site,
- le degré de vulnérabilité des différents éléments du système,
- comment les risques influencent les processus et les chaînes logistiques,

¹ Dans le présent guide, le terme « port » désigne toujours les ports fluviaux.

- et où il est stratégiquement judicieux de mettre en place des mesures d'adaptation.

Les résultats de la méthode d'analyse des risques climatiques présentée ici peuvent en outre être utilisés pour satisfaire à d'éventuelles obligations de déclaration (par exemple, en vertu de la loi-cadre KRITIS ou de la directive européenne (UE) 2022/2557 relative à la résilience des infrastructures critiques, ou encore pour l'établissement de rapports sur le développement durable conformément à la directive CSRD (UE 2022/2464)).

1.4 Comment ce guide a-t-il vu le jour ?

Ce guide a été élaboré dans le cadre du projet européen CRANE – Climate Resilience and Adaptation for upper rhINE ports. Sept ports fluviaux (Bâle, Kehl, Mulhouse, Strasbourg, Ludwigshafen, Mannheim, Karlsruhe) ainsi que des partenaires de recherche allemands et français y ont participé.

La méthode repose sur :

- une collaboration co-créative avec des experts portuaires,
- plusieurs cycles d'analyse en conditions réelles,
- des ateliers franco-allemands,
- différents types et structures de ports,
- une application multilingue et une validation conjointe.

Le guide a ainsi fait ses preuves dans la pratique et a été testé de multiples façons.

1.5 Comment le guide est-il structuré ?

Le guide s'articule autour des chapitres suivants :

Chapitre 1 : Classification et structure du guide

Chapitre 2 : Principes fondamentaux, terminologie, base méthodologique

Chapitre 3 : Aperçu du déroulement de l'analyse des risques climatiques

Chapitre 4 : Préparation avant le lancement du projet

Chapitre 5 : Réalisation de l'analyse des risques climatiques (préparation, identification des risques, évaluation des risques)

Chapitres 6-7 : Bibliographie, annexe

2 Principes fondamentaux de la méthode et du guide

2.1 Principes fondamentaux de la méthode

La méthode repose sur cinq principes fondamentaux qui la rendent particulièrement adaptée et applicable dans les ports :

1) Évaluations qualitatives

Les ports sont des systèmes complexes composés d'une multitude d'éléments du système fonctionnels différents, exposés à toute une série de dangers climatiques. Il en résulte un champ d'étude très vaste. De plus, pour bon nombre d'éléments du système, il n'existe pas de données techniques fiables concernant leur vulnérabilité aux dangers climatiques. Les normes internationales (notamment ISO 14091, l'Agence fédérale allemande pour l'environnement (Porst et al., 2022), PIANC (2020)) s'appuient donc sur des estimations qualitatives d'experts, recueillies de manière systématique.

Les employés portuaires savent par exemple, grâce à leur pratique et à leur expérience,

- quels équipements tombent en panne en cas de températures élevées,
- où des problèmes surviennent en cas de fortes pluies, ou
- quelles zones de travail sont particulièrement sensibles à la chaleur.

2) Co-création

L'analyse repose sur les connaissances communes de différents domaines fonctionnels. La technique, l'exploitation, le chemin de fer portuaire, le transbordement, la santé et la sécurité au travail, la sécurité et l'administration se complètent. Il en résulte des résultats complets et applicables dans la pratique, adaptés aux conditions locales sur place.

Dans la planification de l'adaptation au changement climatique, les approches co-créatives sont de plus en plus reconnues comme essentielles pour une planification efficace de l'adaptation. On trouvera plus loin des informations, par exemple, dans Sommerauer et al. (2025), Galan et al. (2023) ou Sartorius et al. (2023).

3) Deux niveaux d'analyse : Éléments du système et processus

Les ports fonctionnent grâce à des processus, et non grâce à des objets isolés. C'est pourquoi une analyse se limitant au niveau des éléments du système (par exemple, grue, aiguillage, pompe, employé-e) n'est pas suffisante. Un élément du système peut présenter un risque haut, mais avoir une importance opérationnelle faible, car il est rarement utilisé ou parce qu'il existe des alternatives. À l'inverse, un élément présentant un risque de moyenne importance peut être critique pour un processus – par exemple un aiguillage qui influence l'ensemble du trafic ferroviaire.

C'est pourquoi la méthode évalue :

- le risque des éléments du système,
- la criticité des éléments du système pour les processus,
- les niveaux d'alerte des processus qui en découlent.

Seule cette combinaison permet une évaluation réaliste et permettant d'établir des priorités.

4) Une évaluation robuste malgré les incertitudes

Les projections climatiques comportent des incertitudes, notamment parce que le climat fluctue naturellement et parce qu'il est impossible de prédire avec exactitude les émissions ou les évolutions futures. Cela ne signifie toutefois pas que les données ne

sont pas fiables. Pour l'analyse des risques climatiques dans les ports, ce qui est déterminant, c'est le degré de certitude quant à la direction des changements, et non la valeur chiffrée exacte.

C'est pourquoi la méthode utilise des catégories (bases – moyennes – hautes). Cette classification suit les normes internationales et présente deux avantages :

- Elle évite une fausse précision là où les valeurs exactes ne sont pas fiables.
- Elle permet néanmoins de prendre des décisions fiables, car les tendances des données climatiques sont souvent claires – même si le chiffre exact varie selon le modèle.

5) Prise en compte de plusieurs horizons temporels

Les ports disposent d'infrastructures durables et ont de longs cycles d'investissement.

C'est pourquoi l'analyse évalue :

- présent,
- futur proche,
- l'avenir lointain.

Cette structure est conforme aux lignes directrices européennes (notamment la taxonomie de l'UE et les lignes directrices sur la compatibilité climatique) et permet d'établir des priorités prospectives et fiables.

2.2 Champ d'application et limites de la méthode

En principe, la planification des mesures d'adaptation au changement climatique – conformément à la « mission d'adaptation » de l'Union européenne – peut être considérée comme un cycle en six étapes (Figure 1). Le présent guide aborde principalement la deuxième étape (évaluation des risques climatiques et des vulnérabilités), ainsi que les questions pertinentes de la première étape (préparation).

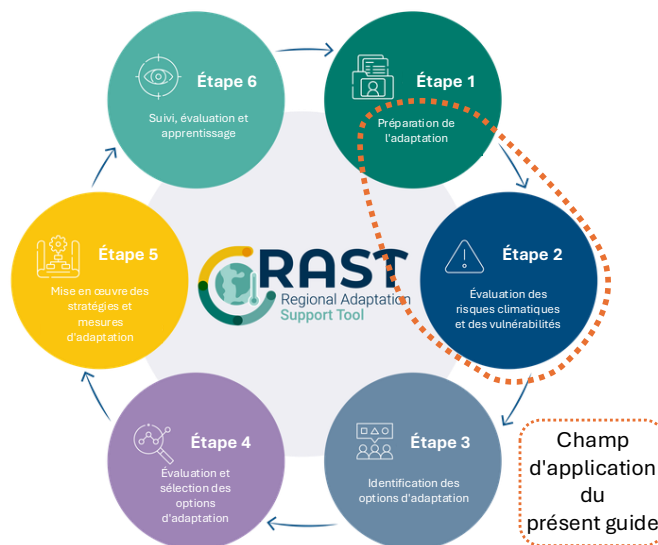


Figure 1 : étapes de l'adaptation au changement climatique. (Source : traduit de l'outil d'aide à l'adaptation régionale (RAST) de la mission de l'UE « Adaptation au changement climatique » ; <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/mission/knowledge-and-data/regional-adaptation-support-tool> ; consulté en mai 2026)

La méthode présentée ici permet de hiérarchiser les éléments fonctionnels du système en fonction des risques climatiques et de leur importance pour les processus portuaires. Cette analyse doit prendre en compte tous les éléments du système présents dans le port et examiner tous les dangers climatiques pertinents. Il s'agit donc d'une **étude**

exploratoire et non d'une base technique d'ingénierie pour la planification de travaux de construction. La méthode permet par exemple de conclure que les terminaux à conteneurs sont exposés à un risque croissant en cas de fortes pluies en raison d'un drainage insuffisant. Le dimensionnement de nouveaux canaux de drainage n'est pas possible sur la base de la méthode présentée ici.

La méthode repose sur **une expertise technique qualitative** du port, de ses Éléments du système et de ses processus, fournie par le personnel du port. En principe, les évaluations des risques dans l'analyse des risques climatiques peuvent s'appuyer sur différentes sources ; leur utilisation appropriée dépend de l'objectif et de la portée de l'analyse. Pour une étude exploratoire, les méthodes qualitatives constituent le moyen adéquat et sont souvent utilisées dans la pratique. Ainsi, l'évaluation du risque climatique dans l'« Analyse des impacts climatiques et des risques 2021 pour l'Allemagne » (Kahlenborn et al., 2021) repose par exemple sur des estimations qualitatives d'experts. Les méthodes qualitatives sont entachées d'une plus grande incertitude que, par exemple, les modélisations basées sur la physique (Secrétariat général de la PIANC (éd.), 2020). Dans le même temps, les besoins en données d'entrée sont nettement bas, ce qui rend les méthodes qualitatives particulièrement utiles pour les études exploratoires.

Si le port ne dispose pas d'une expertise suffisante sur certains aspects, la pertinence de la méthode pour ces éléments du système et ces processus est limitée. Il est recommandé, lors de la définition de la portée de l'analyse et de la composition de l'équipe de projet, d'identifier ces **lacunes dans les connaissances** et, le cas échéant, de faire appel à une expertise externe ou d'exclure les éléments du système et les processus concernés de l'analyse (voir chapitre 4).

2.3 Principes méthodologiques et références

La méthode décrite ici ne repose pas sur une nouvelle procédure, mais adapte des lignes directrices nationales, européennes et internationales établies aux besoins spécifiques des ports intérieurs. Les principes fondamentaux les plus importants sont énumérés ci-dessous.

Principes allemands

- Agence fédérale allemande pour l'environnement : « How to perform a robust climate risk and vulnerability assessment for EU taxonomy reporting ? » (Dorsch et al., 2022)
- Agence fédérale allemande pour l'environnement : Guide pour les analyses des risques climatiques et de la vulnérabilité (Buth et al., 2017)
- Agence fédérale de l'environnement : Analyses des risques climatiques au niveau communal. Recommandations d'action pour la mise en œuvre de la norme ISO 14091 (Porst et al., 2022)
- Agence fédérale de l'environnement : Analyse des impacts et des risques climatiques 2021 pour l'Allemagne (Kahlenborn et al., 2021)
- Office fédéral allemand pour la protection civile et l'aide en cas de catastrophe : Méthode d'analyse des risques en matière de protection civile (Bundestag allemand, 2010)

Références françaises

- PNACC2 – Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC2, 2018)
- TRACC – Trajectoire de réchauffement de référence (TRACC, 2023)

- Recommandations de Météo France et des services climatiques régionaux

Références européennes

- Taxonomie de l'UE (règlement 2020/852) et actes délégués
- Lignes directrices techniques visant à garantir la compatibilité climatique des infrastructures (2021/C 373/01)
- Mission de l'UE « Adaptation au changement climatique » et l'outil régional d'aide à l'adaptation (RAST ; Mission de l'UE « Adaptation au changement climatique » ; <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/mission/knowledge-and-data/regional-adaptation-support-tool> ; consulté en mai 2026)

Références internationales

- Rapport PIANC 178 : Climate Change Adaptation Planning for Ports and Inland Waterways (Secrétariat général du PIANC (éd.), 2020)
- Concept de risque du GIEC (AR5/AR6)
- GIZ « Vulnerability Sourcebook » & « Risk Supplement » & « Climate Risk Sourcebook » (Fritzsche et al., 2014 ; GIZ et EURAC, 2017 ; Zebisch et al., 2023)
- Normes de l'OMM relatives à l'utilisation des données climatiques (par exemple, périodes de référence de 30 ans)
- ISO 14091:2021 – Adaptation au changement climatique – Lignes directrices sur l'évaluation de la vulnérabilité, des impacts et des risques

2.4 Termes clés de ce guide

- **Éléments du système (ES)** : composantes fonctionnelles du port (infrastructures telles que Voies et aiguillages, équipements tels que les reachstackers, Personnel).
- **Processus** : une séquence continue d'opérations dans le port (par exemple, l'accostage des navires, le Transbordement et le stockage de différentes marchandises).
- **Risque** : « le potentiel d'effets négatifs sur les systèmes humains ou écologiques » (selon le GIEC, 2023), résultant de la combinaison de l'ampleur du danger climatique et de la vulnérabilité d'un Élément du système.
- **Niveau d'alerte (niveau des processus)** : évaluation de l'ampleur de la perturbation d'un processus lorsque ses éléments critiques sont exposés à un risque.

3 Déroulement de l'analyse des risques climatiques

Organisation : pour mener une analyse des risques climatiques, plusieurs étapes s'enchaînant les unes aux autres et la collaboration du personnel de différents services sont nécessaires. Afin de mener à bien cette tâche complexe, celle-ci est **organisée sous forme de projet**. La structure du projet permet de définir des responsabilités claires, un déroulement structuré, une collecte efficace des données, des ateliers coordonnés, des évaluations cohérentes et une documentation claire des résultats. Cela garantit que l'analyse est compréhensible, complète et d'une qualité fiable, et qu'elle peut servir de base à des décisions stratégiques.

Étapes : L'analyse des risques climatiques suit une structure claire comprenant les étapes suivantes : préparation, identification des risques et évaluation des risques (Figure 2).

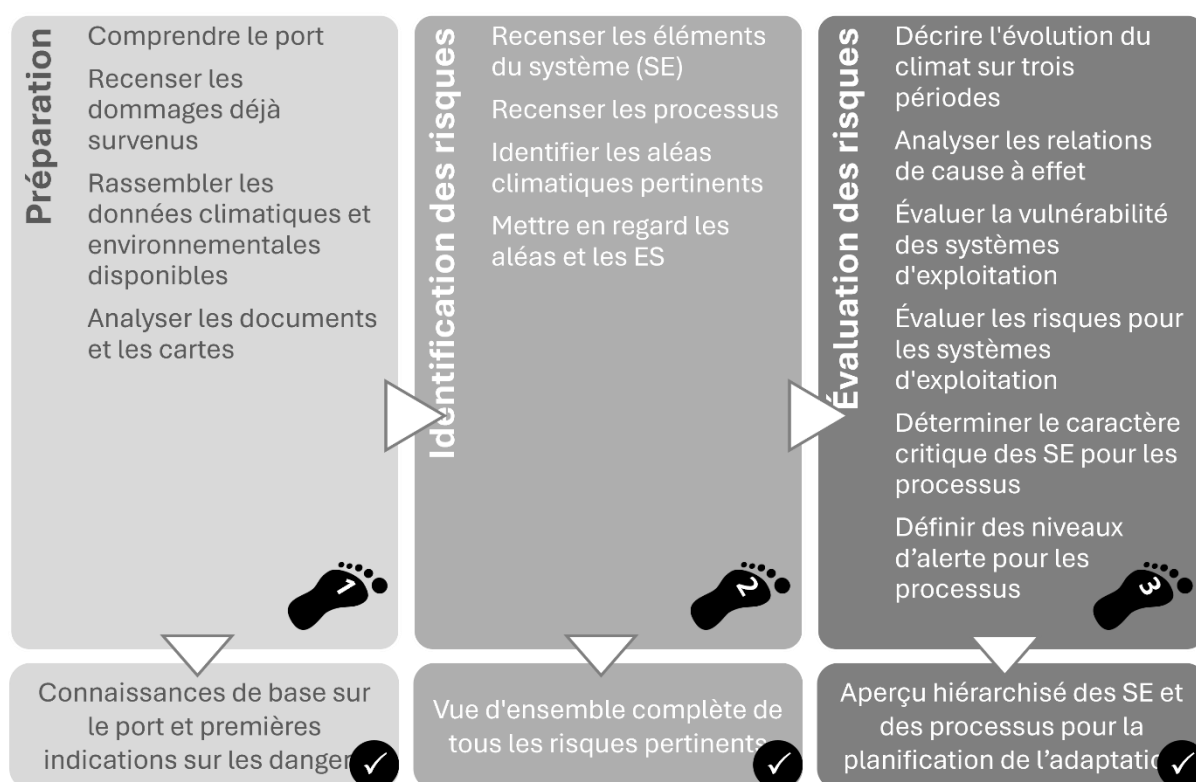


Figure 2 : étapes de l'analyse des risques climatiques (rangée supérieure) et leurs résultats (rangée inférieure).

Tableau 1 : Étapes de l'analyse des risques climatiques et chapitres correspondants du guide

Phase de travail	Étape	Questionnement / Objectif dans l'analyse des risques climatiques	Chapitre du guide
Préparation	1 	Comment fonctionne un port et quels dommages liés aux dangers climatiques se sont déjà produits par le passé ? / Base	Chapitre 5.1
Identification des risques	2 	Répertorier les éléments du système (SE)	Chapitre 5.2.1
		Recenser les processus	Chapitre 5.2.2
		Identifier les aléas climatiques	Chapitre 5.2.3
		Comparer les SE et les dangers climatiques	Chapitre 5.2.4
Évaluation des risques		Décrire l'évolution du climat	Chapitre 5.3.1
		Comprendre les interactions	Chapitre 5.3.2
		Évaluer le risque pour l'ES	Chapitre 5.3.3
		Classification de l'ampleur des dangers climatiques	Chapitre 5.3.3.1
	3 	Évaluer la vulnérabilité des écosystèmes	Chapitre 5.3.3.2
		Attribuer des niveaux d'alerte aux processus	Chapitre 5.3.4
		Évaluer la criticité des SE dans le processus	Chapitre 5.3.4.1
		Déterminer les niveaux d'alerte pour le processus	Chapitre 5.3.4.2

4 Préparation avant le lancement du projet

Objectif

À l'issue de cette étape, le périmètre de l'étude est défini, l'équipe de projet constituée, les rôles des parties prenantes définis et le cadre organisationnel coordonné.

Questions clés

- Quelles parties du port sont examinées, lesquelles sont exclues ?
 - Qui fait partie de l'équipe de projet ?
 - Quels sont les rôles des parties prenantes ?
 - Comment le projet est-il organisé ?
-

Motivation

L'analyse des risques climatiques doit fournir des résultats compréhensibles et fiables, sur la base desquels des décisions pourront être prises. Pour y parvenir, des décisions fondamentales en matière d'organisation et de contenu doivent être prises avant le début effectif des travaux. Elles établissent un cadre clair pour la suite du processus et garantissent que toutes les parties prenantes partent des mêmes hypothèses, responsabilités et objectifs.

Procédure

Cette étape implique la direction du projet, les membres concernés de la direction et, si nécessaire, d'autres experts du port. Les décisions fondamentales suivantes sont prises conjointement :

1) Définition de la portée de l'étude

La portée de l'analyse des risques climatiques doit être définie au début du projet et communiquée à toutes les parties prenantes. Les questions pertinentes sont les suivantes :

- Quels sites du port sont étudiés ?
- Quelles filiales éventuelles seront incluses ?
- Comment traiter les éléments du système exploités par des locataires du site portuaire ou leur appartenant ?

Ce point est particulièrement important car les établissements portuaires et filiales sont souvent principalement responsables de l'administration & de l'organisation, tandis que les activités logistiques telles que le transport, le transbordement, le stockage ou la manutention des marchandises sont assurées par d'autres acteurs. Une analyse des risques climatiques qui se limiterait exclusivement aux missions principales de l'administration portuaire serait donc insuffisante. Afin de recenser de manière exhaustive les risques et les pistes d'action pour les mesures d'adaptation, il convient de prendre en compte les processus logistiques trimodaux caractéristiques du port.

2) Constitution de l'équipe de projet

L'équipe de projet doit comprendre des experts des différents domaines portuaires afin de disposer des connaissances nécessaires sur le port, ses processus, ses Éléments du système et ses particularités. Les questions pertinentes à cet égard sont les suivantes :

- Qui est responsable des différents domaines d'infrastructure (chemin de fer portuaire, ouvrages spécifiques au fluvial, etc.) ?
- Qui a une vue d'ensemble des processus qui se déroulent dans le port et des Éléments du système qui y sont importants ?
- Qui dispose d'une expertise particulière (par exemple en matière de protection contre les inondations, de manutention des Marchandises dangereuses, etc.) ?
- Quelles sont les compétences qui font défaut au sein du personnel portuaire et qui devraient, le cas échéant, être complétées par des experts externes (par exemple, des responsables chez les locataires) ?

L'analyse des risques climatiques peut être réalisée pour un port individuel ou conjointement avec d'autres ports. La participation d'experts issus de plusieurs ports favorise l'échange d'expériences et peut contribuer à combler les lacunes en matière de connaissances. Dans le cadre du projet CRANE, cet échange a été jugé à plusieurs reprises particulièrement utile.

3) Définition des rôles des parties prenantes

Les tâches des membres de l'équipe de projet doivent être clairement communiquées dès le début du projet. Les questions pertinentes à cet égard sont les suivantes :

- Qui dirige et coordonne le projet ?
- Qui apporte quelle contribution ?
- Qui participe à quelles étapes de travail et à quels ateliers ?
- Qui doit prévoir combien de temps et à quel moment ?

4) Organisation du projet

Les décisions fondamentales concernant l'organisation du projet doivent être prises suffisamment tôt. Les questions pertinentes sont les suivantes :

- Quel est le calendrier du projet, quand les différentes étapes ou les résultats du projet sont-ils prévus ?
- Comment la collaboration au sein de l'équipe est-elle organisée (réunions de projet régulières ou implication de l'équipe selon les besoins, canaux de communication, etc.) ?
- Qui est informé de quoi et quand (par exemple, mises à jour de l'état d'avancement à la direction) ?
- Où les données sont-elles collectées, qui y a accès ?
- Y a-t-il des questions de protection des données à prendre en compte ?

Une fois ces décisions prises, le travail proprement dit peut commencer. Lors de **la réunion de lancement**, l'équipe de projet est constituée et informée des décisions prises ainsi que de la méthode à suivre.

5 L'analyse des risques climatiques

Ce chapitre décrit les trois étapes de l'analyse des risques climatiques – collecte de données et d'informations, identification des risques et évaluation des risques – ainsi que leurs sous-étapes respectives. Chaque sous-chapitre présente les informations pertinentes pour la mise en œuvre selon une structure uniforme.

- Objectif(s) de l'étape de travail,
- questions clés associées,
- motivation,
- le cas échéant, les contributions des autres étapes,
- procédure,
- résultats,
- le cas échéant, des exemples de résultats ou des conseils pratiques issus du projet CRANE,
- le cas échéant, informations complémentaires telles que des références bibliographiques.

5.1 Préparation : collecte de données et d'informations



L'analyse des risques climatiques est menée sous forme de projet et suit une démarche par étapes (cf. chapitre 3).

L'étape 1 (Préparation : collecte de données et d'informations) est la première étape de fond de l'analyse et sert à créer une **base d'informations commune et fiable** pour toutes les étapes suivantes.

Alors que le chapitre 4 décrit la mise en place organisationnelle du projet, ce chapitre aborde le contenu relatif au port et à ses défis liés au climat.

Objectif

À l'issue de cette étape, une **compréhension commune** aura été établie concernant :

- la structure et le fonctionnement du port,
- les processus qui s'y déroulent,
- les éléments d'infrastructure pertinents,
- les dommages liés aux conditions météorologiques et climatiques déjà survenus,
- ainsi que des informations et études existantes sur les risques climatiques dans l'environnement du port.

Ces informations constituent la **base de travail pour l'identification et l'évaluation des risques** dans les étapes suivantes.

Questions clés

- Comment le port est-il structuré et organisé ?
- Quels sont les processus qui se déroulent dans le port ?
- Quels sont les éléments d'infrastructure centraux qui caractérisent les établissements portuaires et filiales ?

- Quels dommages liés aux conditions météorologiques et au climat se sont déjà produits par le passé ?
 - Quelles études, analyses ou données pertinentes sur les risques climatiques sont déjà disponibles ?
-

Motivation

L'analyse des risques climatiques doit fournir **des résultats compréhensibles et fiables**, sur la base desquels des décisions pourront être prises.

Dans le même temps, l'effort consacré à l'analyse doit rester **raisonnable et efficace**.

L'approche fondamentale :

- **Utilisation des informations existantes**
Les données, documents et valeurs empiriques déjà disponibles doivent être systématiquement compilés afin d'éviter les doublons.
 - **Création d'une base de connaissances commune**
Les différentes perspectives et niveaux de connaissance au sein de l'équipe de projet sont harmonisés, de sorte que tous les participants partent des mêmes hypothèses de base.
-

Procédure

La collecte des données et des informations s'effectue en deux étapes :

1) Examen des informations existantes

Dans un premier temps, les informations déjà disponibles et accessibles au public sont collectées et examinées afin d'obtenir une première vue d'ensemble du port et de ses défis liés au climat.

Les sources d'informations pertinentes peuvent être les suivantes :

- Informations relatives au port
 - Plans de situation et cartes du site portuaire
 - Description de la structure portuaire et des emplacements
 - Organisation et missions de l'administration portuaire
 - Nature des activités commerciales et processus clés
- Informations sur le climat et les risques
 - Dommages documentés causés par des événements météorologiques ou climatiques (les sources d'information possibles peuvent être des documents d'assurance, des rapports d'activité ou des déclarations de sinistres de clients)
 - Concepts existants en matière de risques, d'urgence ou de prévention (par exemple, plans de gestion des inondations ou plans d'urgence)
 - Analyses des risques climatiques ou stratégies d'adaptation existantes au niveau portuaire, communal ou régional
 - Liens avec la gestion des risques existante, par exemple la gestion de la continuité des activités

Cette recherche est généralement menée par la direction du projet et sert à préparer les enquêtes plus loin.

2) Complément et validation par l'équipe de projet

Comme de nombreuses informations pertinentes ne sont pas documentées de manière systématique, les informations recueillies sont **complétées et validées** par **l'expérience des experts de l'équipe de projet**.

À cette fin, des questionnaires structurés sont utilisés (voir annexe), qui couvrent notamment les aspects suivants :

- complément et correction des informations recueillies au préalable,
- recensement des dommages non encore documentés,
- évaluation de l'état des éléments d'infrastructure centraux,
- signalement des lacunes dans les connaissances ou des données manquantes.

Les experts apportent leurs **connaissances issues de la pratique**, par exemple dans les domaines de l'exploitation, de la technique, de l'entretien ou de la sécurité au travail.

Conseil pratique

- Il convient de prévoir suffisamment de temps pour répondre aux questionnaires. Les informations sont souvent réparties entre plusieurs personnes et unités organisationnelles et nécessitent des consultations.
- L'expérience tirée du projet CRANE montre que **le personnel de longue date** constitue une source d'information essentielle, car tous les dommages ne sont pas systématiquement documentés.
- Il est important de noter que tout impact négatif sur le port ou ses Éléments du système est considéré comme **un dommage, quel que soit le montant des coûts occasionnés**.

Résultat de cette étape

À la fin de l'étape 1, on dispose :

- un aperçu structuré du port, de ses processus et de ses infrastructures,
- une liste des dommages liés au climat connus,
- une compilation des données et analyses pertinentes existantes,
- ainsi qu'une documentation transparente des questions en suspens et des lacunes dans les connaissances.

Ces résultats constituent la base de **l'identification des risques à l'étape 2** (voir Tableau 1)

5.2 Identification des risques



Étape 2 : Au cours de cette étape, **le port est décrit** de manière à permettre l'identification systématique et le recensement structuré des risques climatiques.

L'identification des risques n'a pas encore pour objectif d'évaluer ou de hiérarchiser les risques, mais d'abord de déterminer

- quels éléments du port doivent être pris en compte,
- quels processus sont pertinents pour le fonctionnement du port,
- et quels dangers climatiques jouent un rôle à cet égard.

L'identification des risques jette ainsi les bases de l'évaluation des risques qui suivra.

L'identification des risques se décompose en quatre étapes successives :

1. Recensement des éléments du système (chapitre 5.2.1)
Le port est subdivisé en ses composantes fonctionnelles (par exemple, éléments d'infrastructure, équipements, Personnel).
2. Recensement des processus (chapitre 5.2.2)
Les processus centraux du port, rendus possibles par l'interaction des éléments du système, sont décrits.
3. Identification des dangers climatiques (chapitre 5.2.3)
On détermine quels dangers climatiques sont pertinents pour le site portuaire et seront pris en compte dans l'analyse plus loin.
4. Comparaison des éléments du système et des dangers climatiques (chapitre 5.2.4)
Pour chaque combinaison d'élément du système et de danger climatique, on vérifie si des dommages se sont déjà produits ou si des perturbations pertinentes sont possibles à l'avenir.

Ces étapes s'enchaînent de manière logique et sont généralement réalisées dans le cadre d'ateliers réunissant des experts issus de différents secteurs portuaires.

Résultat global de l'étape 2

À l'issue de l'identification des risques, on dispose :

- une description structurée du port en termes d'Éléments du système et de processus,
- une sélection motivée des dangers climatiques pertinents,
- ainsi qu'un aperçu des éléments du système potentiellement concernés par les aléas climatiques et de la nature de ces aléas.

Ce résultat constitue la base de l'évaluation des risques à l'étape 3, au cours de laquelle les risques identifiés sont évalués et classés par ordre de priorité pour différents horizons temporels.

Conseil pratique :

- Les experts de l'équipe de projet sont impliqués dans toutes les étapes de l'identification des risques sous la forme d'ateliers. Il est judicieux de regrouper

plusieurs étapes au sein d'un même atelier ; dans ce cas, il convient de prévoir environ 4 à 6 heures (pause comprise).

- L'atelier peut se dérouler en présentiel (impression des documents en grand format, utilisation de cartes pour les questions) ou en ligne (travail sur un tableau blanc virtuel).

5.2.1 Recensement des éléments du système portuaire

Objectif

Le port est structuré en une liste gérable et compréhensible d'éléments du système, pour lesquels les risques climatiques seront évalués au cours des étapes suivantes.

Question clé

- Quels sont les éléments du système essentiels à l'activité économique et au fonctionnement du port ?

Motivation

Pour pouvoir évaluer systématiquement les risques climatiques, il faut d'abord déterminer clairement à quoi ces risques se rapportent. Une analyse à l'échelle de l'ensemble du port serait trop approximative, car les différentes composantes peuvent réagir de manière très différente aux aléas climatiques. L'identification des éléments du système sert donc à

- désigner sans ambiguïté les composantes du port potentiellement concernées,
- limiter l'analyse à une échelle gérable,
- et de pouvoir ensuite définir des mesures d'adaptation ciblées.

Contributions issues d'autres étapes de travail

Résultats de la phase de préparation (chapitre 5.1), en particulier

- les informations sur la structure du port,
- sur les infrastructures existantes,
- ainsi que sur les dommages déjà survenus

Procédure

L'enregistrement des éléments du système s'effectue en plusieurs étapes. Les décisions centrales sont prises conjointement avec les experts de l'équipe de projet.

1) Préparation d'une liste provisoire

Avant l'atelier, la direction du projet établit une première liste des éléments du système potentiellement pertinents. Celle-ci sert exclusivement de base de discussion et s'appuie sur les informations recueillies à l'étape 1 (chapitre 5.1).

2) Validation et complément lors de l'atelier

Lors d'un atelier commun avec les experts de l'équipe de projet, la liste préparée est discutée, complétée et consolidée. À cette occasion, il convient notamment de clarifier les questions suivantes :

- Tous les éléments du système pertinents ont-ils été recensés ?
- Les éléments du système peuvent-ils être regroupés s'ils sont affectés de manière similaire par les dangers climatiques, même s'ils ont des fonctions différentes ?
Exemple : les « Voies et aiguillages » et la « Gare de triage » peuvent-ils être regroupés en un seul élément du système ?
- Les éléments du système doivent-ils être subdivisés davantage parce qu'ils sont exposés à des risques différents ?
Exemple : faut-il distinguer le « personnel travaillant à l'extérieur » du « personnel travaillant dans les bâtiments » ?
- Les éléments du système peuvent-ils être regroupés de manière pertinente (par exemple, Infrastructures ferroviaires portuaires, ouvrages d'art) afin de présenter les résultats de manière plus claire par la suite ?
- Quel est le niveau de détail approprié ? La liste des éléments du système doit présenter un niveau de détail suffisant, mais gérable. Une classification trop grossière peut masquer des risques pertinents, tandis qu'une classification trop fine augmente considérablement la charge de travail des étapes suivantes.
- Afin de garantir une compréhension uniforme, les éléments du système doivent être accompagnés de brèves descriptions ou d'exemples.

Conseil pratique :

Gardez à l'esprit que les étapes suivantes sont répétées pour chaque élément du système. Le nombre et la granularité des éléments du système déterminent donc de manière significative l'effort global requis pour l'analyse.

Résultat de cette étape

À la fin de cette étape, vous disposez :

- une liste harmonisée des éléments pertinents du système portuaire,
 - une compréhension commune de ce que l'on entend par chacun des Éléments du système,
 - et donc une base structurée pour :
 - la prise en compte des processus (chapitre 5.2.2),
 - l'identification des dangers climatiques (chapitre 5.2.3),
 - et la mise en correspondance des éléments du système et des dangers climatiques (chapitre 5.2.4).
-

Exemple tiré du projet CRANE

Dans le cadre du projet CRANE, une liste d'éléments du système a été établie, couvrant les sept ports du Rhin supérieur participants. Tous les éléments du système ne sont pas présents dans chaque port. Cette liste peut servir de guide et figure en annexe (annexe 7.1).

Informations complémentaires

- « Une répartition des objets d'étude en sous-systèmes est également décrite à l'annexe D de la norme DIN EN ISO 14091. » (Dorsch et al., 2022)

5.2.2 Recensement des processus dans le port

Objectif

Les processus pertinents pour le fonctionnement du port sont décrits dans une liste claire et exploitable. Cela constitue la base permettant, lors d'étapes ultérieures, de déterminer la criticité des Éléments du système pour ces processus ainsi que les niveaux d'alerte des processus face aux dangers climatiques.

Question clé

- Quels sont les processus qui caractérisent le port et qui sont essentiels à son activité économique et à son fonctionnement ?

Motivation

Un port ne fonctionne pas seulement grâce à des éléments du système individuels, mais surtout grâce à l'interaction des processus. C'est pourquoi il est nécessaire de nommer et de délimiter clairement les processus centraux du port. L'inventaire des processus sert à

- mettre en évidence les processus essentiels pour le port,
- pouvoir évaluer ultérieurement la criticité des éléments du système pour ces processus,
- et de déduire de manière compréhensible les niveaux d'alerte des processus dans l'évaluation des risques.

Contributions issues d'autres étapes de travail

Résultats de la phase de préparation (chapitre 5.1), en particulier

- les informations sur les activités et les Services fournis dans le port,
- les données relatives aux processus organisationnels et opérationnels,
- ainsi que des indications sur les perturbations et les goulots d'étranglement déjà observés.

Procédure

L'enregistrement des processus s'effectue en plusieurs étapes. Les décisions centrales sont prises conjointement avec les experts de l'équipe de projet.

1) Préparation d'un aperçu préliminaire des processus

Avant l'atelier, la direction du projet établit un premier aperçu des processus potentiellement pertinents. Celui-ci peut prendre la forme d'une liste ou d'un schéma et sert exclusivement de base de discussion. Il s'appuie sur les informations recueillies à l'étape 1 (chapitre 5.1) et devrait, dans la mesure du possible, être préparé en collaboration avec une personne ayant une bonne vue d'ensemble des processus portuaires. Les questions suivantes doivent notamment être clarifiées :

- Tous les processus logistiques essentiels sont-ils pris en compte – de l'arrivée, du Transbordement et du stockage jusqu'au départ du site portuaire ?
- Existe-t-il des processus supplémentaires de traitement des marchandises ou d'autres processus liés aux utilisateurs sur le site portuaire ?

- Les processus transversaux sans lesquels l'exploitation portuaire ne pourrait fonctionner, tels que l'entretien, le contrôle ou la sécurité, sont-ils également pris en compte ?
- Existe-t-il des processus connexes présentant une grande pertinence fonctionnelle, même s'ils ne font pas partie de l'activité principale du port ?
Exemple : y a-t-il des bateaux de la police et des pompiers dans le port, de sorte que leurs interventions dépendent du bon fonctionnement de l'infrastructure portuaire ?

2) Validation et complément lors de l'atelier

Lors d'un atelier commun avec les experts de l'équipe de projet, la liste des processus préparée est présentée, discutée et consolidée. À cette occasion, il convient notamment de clarifier les questions suivantes :

- Tous les processus pertinents ont-ils été recensés ?
- Les processus peuvent-ils être regroupés s'ils sont exposés à des dangers climatiques similaires ou s'ils sont mis en œuvre avec des éléments du système comparables ?
Exemple : les processus liés au Transbordement et au stockage peuvent être regroupés par type de marchandises ou par équipements de transbordement utilisés.
- Le niveau de détail choisi est-il approprié ? Une structure trop grossière masque des différences pertinentes, tandis qu'une structure trop fine augmente considérablement la charge de travail lors des étapes suivantes.
- Des définitions succinctes ou des exemples sont-ils nécessaires pour garantir une compréhension uniforme des processus tout au long du projet ?
- En comparaison avec la liste des éléments du système du chapitre 5.2.1 : tous les éléments du système sont-ils affectés à au moins un processus et au moins un élément pertinent du système est-il impliqué dans tous les processus ?

Conseil pratique :

La liste des processus doit être structurée de manière à rester facile à gérer pour l'évaluation ultérieure. Étant donné que les étapes suivantes sont répétées pour chaque processus, le nombre et la conception des processus déterminent de manière décisive l'effort global de l'analyse.

Résultat de cette étape

À la fin de cette étape, on dispose :

- une liste harmonisée des processus pertinents pour le port,
- une compréhension commune de ce que recouvrent les différents processus,
- et donc une base structurée pour :
 - l'évaluation de la criticité des éléments du système pour les processus (chapitre 5.3.4.1),
 - et la définition de niveaux d'alerte pour les processus (chapitre 5.3.4.2).

Exemple tiré du projet CRANE

Dans le cadre du projet CRANE, un schéma générique présentant les processus possibles dans les ports fluviaux a été élaboré, couvrant les sept ports du Rhin supérieur

participants. Tous les processus représentés ne se retrouvent pas dans chaque port. Le schéma peut donc servir de guide pour l'identification de vos propres processus.

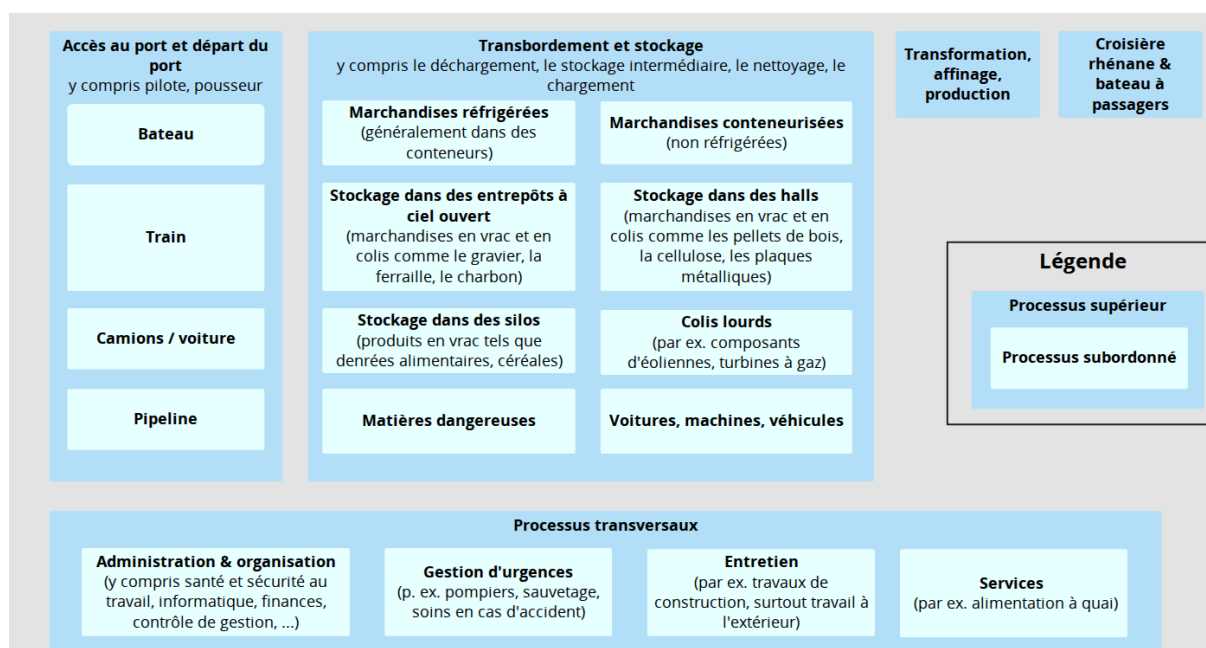


Figure 3 : Processus potentiels recensés dans le cadre du projet CRANE dans les ports fluviaux

5.2.3 Identification des dangers climatiques

Objectif

Les dangers climatiques pertinents pour le site portuaire sont sélectionnés de manière transparente et définis pour l'analyse des risques climatiques plus loin. Il est ainsi clairement établi quels sont les risques auxquels sont exposés les éléments du système et les processus dans les étapes suivantes.

Questions clés

- Quels sont les dangers climatiques pertinents pour le site portuaire et qui devraient être pris en compte dans l'analyse des risques climatiques ?
- Quels dangers climatiques se sont déjà produits sur le site portuaire par le passé et ont causé des dommages ?
- Quels dangers climatiques pourraient se produire à l'avenir sur le site portuaire et quels en seraient les impacts potentiels ?

Motivation

Cette étape consiste à recenser les aléas climatiques pertinents pour le site portuaire et qui doivent être pris en compte dans la suite de l'analyse des risques climatiques. En d'autres termes, il s'agit d'identifier les aléas qui se produisent déjà sur place ou qui pourraient se produire à l'avenir et qui entraînent (ou pourraient entraîner) des perturbations.

Contributions issues d'autres étapes

Résultats de la phase de préparation (chapitre 5.1), en particulier

- les dommages antérieurs documentés,
- les indications issues des documents existants,
- ainsi que les expériences locales en matière de perturbations liées au climat.

Procédure

Au cœur de cette étape se trouve un atelier avec les experts de l'équipe de projet. Les étapes suivantes sont pertinentes ici :

1) Préparation d'une liste des dangers potentiellement pertinents

Afin de déterminer les dangers climatiques à prendre en compte, une liste des risques potentiellement pertinents doit être établie avant l'atelier.

Le catalogue des dangers climatiques selon la taxonomie de l'UE peut servir de base à l'évaluation et à la définition des dangers climatiques à prendre en compte (voir Tableau 2). Ces dangers climatiques comprennent des événements (extrêmes) « aigus » liés au climat et des tendances climatiques « chroniques » qui évoluent au fil du temps. Étant donné que les dangers climatiques mentionnés dans la taxonomie de l'UE ne constituent qu'une liste des risques les plus répandus, d'autres dangers climatiques survenant en Europe peuvent être ajoutés (voir la section « Informations complémentaires »).

Cette liste provisoire s'appuie sur les informations recueillies à l'étape 1 (chapitre 5.1).

Tableau 2 : Classification des dangers climatiques selon la taxonomie de l'UE [Règlement 2020/852] ; les dangers climatiques présentés ici sont les plus répandus et ne constituent pas une liste exhaustive.

	Température	Vent	Eau	Matières solides
Chronique	Variation de température (air, eau douce, eau de mer)	Changement des conditions de vent	Changement des régimes et des types de précipitations (pluie, grêle, neige/glace)	Érosion côtière
	Stress thermique		Variabilité des précipitations ou de l'hydrologie	Dégradation des sols
	Variabilité des température		Acidification des océans	Érosion des sols
	Dégel du pergélisol		Intrusion d'eau salée	soliflux
			Élévation du niveau de la mer	
			Pénurie d'eau	
Aigu	Vague de chaleur	Cyclone, ouragan, typhon	Sécheresse et Stress hydrique	Avalanche
	Vague de froid/gel	Tempête (y compris les tempêtes de neige, de poussière et de sable)	Fortes précipitations (pluie, grêle, neige/glace)	Glissements de terrain

	Température	Vent	Eau	Matières solides
	Feux de forêt et feux de surface	Tornade	Inondations (inondations côtières, crues fluviales, crues pluviales, crues souterraines)	Affaissement
			Débordement de lacs glaciaires	

2) Validation et complément lors de l'atelier

Lors d'un atelier commun avec les experts de l'équipe de projet, la présélection des dangers climatiques potentiels est présentée, discutée et validée. Les questions suivantes servent de fil conducteur à la discussion :

- Les dangers climatiques répertoriés se sont-ils déjà produits dans le port par le passé ?
- Des dangers climatiques déjà survenus manquent-ils à la liste ?
- Les experts ont-ils connaissance, au-delà des dangers climatiques observés dans leur propre port, de risques qui ont déjà touché d'autres ports ?
- Si l'on imagine une intensité accrue de ces dangers climatiques due au changement climatique, le port pourrait-il alors être touché ?

Complétez la liste avec des définitions et des exemples afin qu'il y ait une compréhension uniforme des dangers climatiques tout au long du projet et que les experts qui pourraient se joindre ultérieurement comprennent clairement de quoi il s'agit.

Conseil pratique :

- La liste des dangers climatiques doit être suffisamment exhaustive pour couvrir les risques pertinents, tout en restant gérable. Pour les ports intérieurs, tous les dangers climatiques généraux ne présentent pas la même pertinence.
 - Il est important de parvenir à une compréhension commune des risques sélectionnés et de leurs définitions afin que les étapes d'évaluation suivantes puissent être menées de manière cohérente.
-

Résultat de cette étape

À la fin de cette étape, on dispose :

- une liste concertée des dangers climatiques pertinents pour le port,
 - une compréhension commune de ce que l'on entend par chaque danger climatique,
 - et donc une base structurée pour la mise en correspondance des dangers climatiques et des Éléments du système (chapitre 5.2.4), ainsi que pour l'élaboration des fiches de profil climatique (chapitre 5.3.1) et l'évaluation ultérieure de l'ampleur des dangers climatiques dans l'évaluation des risques (chapitre 5.3.3.1).
-

Exemple tiré du projet CRANE

Dans le projet CRANE, les risques suivants ont été sélectionnés à partir du tableau des dangers climatiques selon la taxonomie de l'UE (Tableau 2). La définition commune des risques, telle qu'elle a été convenue dans le cadre du projet CRANE, est indiquée entre parenthèses.

- **Variabilité des températures** (différence entre la température maximale et la température minimale au cours de la journée)
- **Vague de chaleur** (période d'au moins 3 jours consécutifs avec des températures maximales d'au moins 30 °C)
- **Sécheresse** et Stress hydrique (pénurie d'eau dans le sol et dans les nappes phréatiques)
- **Affaissement du sol** (consécutif à l'assèchement du sol en cas de Sécheresse et Stress hydrique)
- **Tempête** (selon le Service météorologique allemand DWD, un vent d'au moins 75 km/h pouvant causer des dégâts et des destructions considérables)
- **Fortes précipitations** (selon le Service météorologique allemand DWD, on parle de fortes précipitations lorsqu'il tombe au moins 20 mm de pluie en une journée. Selon les experts portuaires, une telle intensité de précipitations ne pose aucun problème dans le port. C'est pourquoi les fortes précipitations sont ici définies comme des précipitations supérieures à 50 mm/jour. Le risque lié aux fortes précipitations comprend les inondations qui en résultent.)
- **Crues** (crues fluviales ; les crues côtières ne concernent pas les ports intérieurs, les crues pluviales sont regroupées sous la rubrique « Fortes précipitations »)

Outre les risques mentionnés dans le Tableau 2, **la baisse du niveau des eaux de surface** a été considérée comme un risque, car les experts ont estimé que l'étiage du Rhin constituait un danger climatique très pertinent qui devait être examiné séparément.

Informations complémentaires

- Les définitions des dangers climatiques, des exemples, des informations sur les tendances ainsi que d'autres sources d'information sur les dangers climatiques sont présentés dans les annexes A.1 et A.2 du guide de l'UBA (Dorsch et al., 2022).
- Les chaînes d'impact climatique de l'Agence fédérale de l'environnement donnent également un aperçu des dangers climatiques pertinents (chaînes d'impact climatique de l'Agence fédérale de l'environnement 2026, disponibles sur <https://www.umweltbundesamt.de/system/files/document/Aggregierte%20Klimawirkungsketten.pdf>, consulté en juin 2026)

5.2.4 Comparaison entre les dangers climatiques et les éléments du système

Objectif

Il est clairement établi quels éléments du système peuvent être affectés par quels dangers climatiques sélectionnés et où cela peut entraîner des perturbations importantes des Établissements portuaires et filiales. Cela constitue la base pour l'évaluation ultérieure de la vulnérabilité des éléments du système.

Questions clés

- Quels éléments du système sont déjà affectés par les dangers climatiques ou pourraient l'être à l'avenir, dans l'hypothèse d'événements extrêmes et de plus en plus fréquents ?
- Dans quels cas l'activité économique serait-elle considérablement perturbée par ces dommages ?

Motivation

Cette étape permet d'identifier les éléments du système qui sont ou pourraient être affectés par des dangers climatiques sur le site portuaire et dont l'impact pourrait entraîner des dommages économiquement significatifs. Ces combinaisons d'éléments du système et de dangers climatiques seront examinées plus loin dans l'analyse des risques climatiques.

Données issues d'autres étapes

- Les dommages déjà constatés lors de la collecte d'informations (chapitre 5.1),
- les éléments du système sélectionnés (chapitre 5.2.1),
- ainsi que les dangers climatiques sélectionnés (chapitre 5.2.3)

Procédure

Au cœur de cette étape se trouve un atelier avec les experts de l'équipe de projet. Les étapes suivantes sont pertinentes ici :

1) Préparation de tableaux à utiliser lors de l'atelier

Avant l'atelier, il convient de créer un tableau dont les colonnes contiennent les dangers climatiques sélectionnés et les lignes les Éléments du système identifiés (Tableau 3).

Tableau 3 : exemple de tableau comparatif des Éléments du système et des dangers climatiques

Groupe d'éléments du système↓	Risque risque→ Élément ↓	Danger climatique 1	Danger climatique 2	...
Groupe 1	SE 1			
	SE 2			
	SE 3			
Groupe 2	SE 4			
	SE 5			
...	...			

- Dans ce tableau, les dommages déjà survenus sur les éléments du système (chapitre 5.1) doivent être consignés avant l'atelier. On y note ici quel effet (par exemple, déformation des rails due à la chaleur) s'est produit.
- Un autre tableau au même format, mais sans aucune inscription, doit être préparé.

2) Validation et compléments lors de l'atelier

Lors d'un atelier commun avec les experts de l'équipe de projet, le tableau contenant les dommages connus à ce jour est discuté, complété et consolidé. À cette occasion, il convient notamment de clarifier les questions suivantes :

- Les dommages recensés sont-ils corrects ?
- Y a-t-il des dommages connus qui manquent ?

Outre la validation des dommages recensés, cette étape vise à garantir une compréhension commune parmi les experts et à les sensibiliser au sujet. Il est **important** de noter ici que le terme « dommage » englobe dans un premier temps tous les effets négatifs sur les Éléments du système, quel que soit le montant des coûts qui en résultent.

3) Évaluation de l'impact sur les éléments du système lors de l'atelier

Lors d'un atelier commun, les experts de l'équipe de projet évaluent l'impact potentiel des dangers climatiques sur les éléments du système selon une procédure en deux étapes. Pour ce faire, ils utilisent le tableau vierge préparé à cet effet. Les questions suivantes trouvent une réponse :

- Étape 1 : un élément du système peut-il être affecté à l'avenir, en partant du principe que le danger climatique est plus extrême et plus fréquent ?
Pour chaque combinaison d'élément du système et de danger climatique, une entrée est effectuée dans le tableau :
« 1 » (= dommages possibles)
« 0 » (= aucun dommage possible) et
« ? » (= incertitude quant à la possibilité de dommages).
- Étape 2 : Si des dommages semblent possibles pour la combinaison d'éléments du système/danger climatique : l'activité économique du port peut-elle être considérablement affectée par ces dommages potentiels ?
Pour les combinaisons pour lesquelles un « 1 » a été inscrit à la question précédente, une autre entrée est effectuée dans la même cellule du tableau :
« 1 » (= perturbation importante possible),
« 0 » (= aucune perturbation importante possible) et
« ? » (= incertitude quant à la possibilité d'une perturbation importante).

Conseil pratique

- Cette comparaison doit être considérée comme un outil de travail : elle sert à exclure rapidement les combinaisons non pertinentes et à concentrer l'attention sur les combinaisons de dangers climatiques et d'Éléments du système pour lesquelles des dommages et des perturbations opérationnelles sont plausibles.
- Les incertitudes doivent être documentées de manière visible, plutôt que d'être lissées à la hâte.

Résultat de cette étape

À la fin de cette étape, on dispose :

- un aperçu structuré des éléments du système susceptibles d'être affectés par les dangers climatiques,
- une documentation claire des dommages déjà connus et des perturbations potentielles importantes,

- et donc une base solide pour l'élaboration de relations de cause à effet (chapitre 5.3.2) et l'évaluation de la vulnérabilité des Éléments du système dans l'évaluation des risques (chapitre 5.3.3.2).

Exemple tiré du projet CRANE

Un exemple de résultat concernant des dommages déjà survenus issu du projet CRANE figure dans Tableau 4, et un exemple d'évaluation en deux étapes dans Tableau 5.

Tableau 4 : Extrait d'une liste de dommages déjà survenus issus du projet CRANE

Groupe d'éléments du système↓	Élément ↓	Risque →	Vague de chaleur	Tempête	Inondation
Ouvrages d'art	Ponts		Rotation limitée		
	Passages souterrains / tunnels				
	Bâtiments			Dom-mages aux toitures, dom-mages causés par les tempêtes	
	Superstructures sur les bâtiments				
	Sous-sols				Eau sous pression dans la cave
	Installations d'exploitation				
	Entrepôts			Dégâts des eaux	Eau sous pression dans la cave
	Portes anti-inondation et vannes				Débris flottants*
	Bâtiments de postes d'aiguillage				
Infrastructures routières	Routes et voies d'accès		Vieillissement prématuré <i>Dom-mages au revêtement routier/à l'asphalte*</i>		

* Les dommages ont été ajoutés lors de l'atelier

Tableau 5 : Extrait d'un résultat de l'évaluation en deux étapes du projet CRANE

Groupe d'éléments du système↓	Risque → Élément ↓	Vague de chaleur	Tempête	Inondation
Ouvrages d'art	Ponts	1 / 1	1 / ?	1 / 1
	Passages souterrains / tunnels	0	0	0
	Bâtiments	1 / 0	1 / 1	1 / 1
	Superstructures sur les bâtiments	1 / 1	1 / 1	0
	Sous-sols	0	0	1 / 1
	Équipements d'exploitation	1 / 1	1 / 1	1 / 1
	Entrepôts	1 / 1	1 / 1	1 / 1
	Portes anti-inondation et écluses	1 / 1	1 / 1	1 / 0
	Bâtiments de postes d'aiguillage	0	1 / 1	1 / 1
Infrastructure routière	Routes et voies d'accès	1 / 1	0	1 / ?

5.3 Évaluation des risques



L'étape 3 (évaluation des risques) constitue la dernière étape de l'analyse des risques climatiques. L'objectif est d'évaluer de manière compréhensible les risques pesant sur les Éléments du système et les processus du port par rapport aux aléas climatiques pertinents pour le présent, le futur proche et l'avenir lointain.

L'évaluation des risques sert de base à la planification de l'adaptation, car elle permet de hiérarchiser les processus et les éléments du système en fonction des risques climatiques. D'autres critères de hiérarchisation possibles, tels que les ressources financières, les rapports de propriété ou les objectifs stratégiques du port, ne sont pas pris en compte dans le présent guide.

L'évaluation des risques s'articule en quatre étapes successives :

1. Élaboration de fiches climatiques locales (chapitre 5.3.1)
Les données relatives aux dangers climatiques pertinents sur le site portuaire, aujourd'hui et à l'avenir, sont compilées et traitées.
2. Compréhension des interactions (chapitre 5.3.2)
Les effets directs et indirects des aléas climatiques sur les éléments du système sont recensés et représentés sous forme de chaîne d'effets.
3. Évaluation du risque pour les éléments du système (chapitre 5.3.3)
Le niveau de risque pour les différentes combinaisons d'éléments du système et de dangers climatiques est évalué – aujourd'hui et à l'avenir.
4. Attribution des niveaux d'alerte pour les processus (chapitre 5.3.4)
Des niveaux d'alerte sont attribués aux processus en fonction du risque lié aux Éléments du système critiques pour ces derniers – aujourd'hui et à l'avenir.

Ces étapes s'enchaînent de manière logique et sont soit préparées par la direction du projet, soit mises en œuvre dans le cadre d'ateliers avec des experts issus de différents secteurs portuaires.

Résultat global de l'étape 3

À l'issue de l'évaluation des risques, on dispose d'une **base pour la planification de l'adaptation**, qui permet de déterminer :

- quels éléments du système doivent être examinés en priorité,
- quels processus sont particulièrement vulnérables aux perturbations,
- et où les mesures auront le plus grand impact sur le bon fonctionnement du port.

Il est ainsi possible de comprendre de manière transparente pourquoi un risque ou un niveau d'alerte est haut et où des mesures d'adaptation peuvent être mises en œuvre.

5.3.1 Élaboration de fiches climatiques locales

Objectif

Des indicateurs climatiques adaptés et pertinents pour le site portuaire, couvrant le passé, le présent et l'avenir, sont disponibles sous une forme structurée. Cela permet de disposer d'une base pour évaluer de manière compréhensible l'ampleur des dangers climatiques pertinents lors des étapes suivantes.

Questions clés

- Quels sont les indicateurs climatiques pertinents et disponibles pour la région du port ?
 - Comment les paramètres climatiques pertinents évoluent-ils du passé vers l'avenir dans la région du port ?
-

Motivation

Pour pouvoir évaluer les risques climatiques, il faut d'abord décrire de manière compréhensible comment les conditions climatiques pertinentes sur le site portuaire ont déjà évolué et pourraient évoluer à l'avenir. Les fiches climatiques locales servent à

- rassembler systématiquement les évolutions climatiques pertinentes pour le site,
 - de créer une base solide pour la classification ultérieure des dangers climatiques,
 - et de documenter de manière transparente les incertitudes ainsi que les évolutions dans le temps.
-

Données issues d'autres étapes de travail

Les résultats de l'identification des risques servent de base, en particulier

- les sites du port,
 - les dangers climatiques pertinents sélectionnés au chapitre 5.2.3,
 - ainsi que des indications techniques sur les paramètres climatiques particulièrement pertinents pour le port.
-

Procédure

Les fiches climatiques locales sont établies en plusieurs étapes. La préparation technique est généralement assurée par la direction du projet ou par une personne mandatée, avec le soutien, si nécessaire, d'experts externes ou de fournisseurs de données.

1) Définition des périodes considérées

Pour l'analyse des risques climatiques, il convient de prendre en compte **au moins trois périodes** : le présent, le futur proche et l'avenir lointain. La prise en compte de l'avenir lointain va au-delà de la recommandation de la méthode de référence (Dorsch et al., 2022) ; cet ajout s'explique par la très longue durée de vie des infrastructures, caractéristique des ports fluviaux. Lors de la définition des périodes, il convient de tenir compte des éléments suivants :

- L'utilisation de périodes de 30 ans correspond à la norme internationale de l'OMM pour la description statistique du climat et est donc courante pour les projections climatiques.
- Les périodes utilisées dans le projet concret doivent être convenues par la direction du projet en concertation avec les fournisseurs de données, afin qu'elles soient à la fois méthodologiquement valables et pertinentes sur le plan pratique pour le port.
- En plus des périodes « présent », « futur proche » et « avenir lointain », il est recommandé d'inclure la période climatique de référence internationalement établie (1971-2000) afin de mettre en évidence les changements déjà survenus.

2) Définition du scénario d'émissions

Conformément à la méthode sous-jacente (Dorsch et al., 2022), le présent guide recommande, en application du principe de précaution, de choisir le **scénario d'émissions RCP 8.5**. Afin de refléter les incertitudes liées aux simulations dans le cadre de ce scénario, il convient de retenir les 15e et 85e centiles de la fourchette de variation du modèle. Voir la section Informations complémentaires pour plus d'informations sur les projections climatiques.

3) Préparation d'une liste provisoire de paramètres pertinents

Sur la base des dangers climatiques pertinents déjà identifiés (chapitre 5.2.3), la direction du projet établit dans un premier temps une liste de paramètres caractéristiques décrivant ces risques.

- Le rapport du réseau d'experts du BMVI sur les changements liés au changement climatique dans l'atmosphère et l'hydrosphère (Brienen et al., 2020), dont l'annexe contient un aperçu des paramètres climatiques possibles, peut par exemple servir de référence.

4) Validation et complétion de la liste avec les experts portuaires

La liste provisoire doit être validée avec les experts du port afin de compléter, le cas échéant, les informations manquantes mais pertinentes. Il convient alors de répondre aux questions suivantes :

- Les paramètres sélectionnés sont-ils pertinents pour les ports ?
Exemple : une quantité de précipitations de 20 mm par jour n'est pas critique pour l'infrastructure portuaire, l'indicateur « jours avec des précipitations > 20 mm » n'est donc pas pertinent.
- Manque-t-il des indicateurs pertinents ?
- Quels indicateurs sont particulièrement pertinents pour les ports afin de décrire la même situation ?
Exemple : dans le projet CRANE, les ports s'intéressaient à la variation du débit lors d'une crue centennale (HQ100), et non à la variation de la récurrence de l'événement (c'est-à-dire sa probabilité statistique de retour).

5) Collecte des données

À l'aide de la liste concertée des paramètres climatiques, la direction du projet demande les données correspondantes aux fournisseurs de données. Il convient de répondre aux questions suivantes :

- Les données sont-elles disponibles pour les périodes souhaitées et la région concernée ?
- Quelle est la résolution spatiale des données disponibles et quelle est la zone statistiquement pertinente ?

Remarques :

- En Allemagne, le service de base DAS « Climat et eau », service public de données et de conseil dédié à la stratégie d'adaptation allemande, constitue un point de contact possible (<http://das-basisdienst.de>). Diverses autorités nationales y mettent à disposition des données harmonisées sur le changement climatique, notamment le Service météorologique allemand (DWD) et l'Institut fédéral d'hydrologie (BfG). Outre les données accessibles via le site web, les experts du service de base DAS apportent également leur aide en matière de collecte de données.
- Plus loin, d'autres sources de données possibles sont répertoriées dans la section « Informations complémentaires ».

- Les données à haute résolution, qui permettent par exemple de mieux cartographier l'effet d'îlot de chaleur urbain, sont souvent payantes.

6) Traitement des données

Enfin, les paramètres sont traités et présentés sous forme de fiches descriptives.

- Afin de permettre une compréhension rapide des évolutions climatiques, les informations peuvent être regroupées sous forme de tableaux et complétées par des symboles de tendance. La présentation sous forme de graphiques peut également s'avérer utile.
- Les incertitudes liées aux projections futures doivent être mises en évidence sous forme de fourchettes, en indiquant les valeurs correspondant aux 15e et 85e centiles du scénario d'émissions retenu.
- Des explications sur l'origine et la qualité des données ne doivent pas manquer.

Résultat de cette étape

À la fin de cette étape, on dispose :

- une compilation structurée des paramètres climatiques pertinents pour le passé, le présent et l'avenir,
- une image claire de l'évolution climatique et hydrologique sur le site portuaire,
- et donc une base solide pour :
 - l'évaluation de l'ampleur des dangers climatiques (chapitre 5.3.3.1),
 - l'évaluation des risques liés aux éléments du système (chapitre 5.3.3),
 - et une compréhension commune des tendances climatiques plus loin dans le processus d'analyse.

Exemple tiré du projet CRANE

Dans le cadre du projet CRANE, une fiche climatique a été établie pour chaque port. Elle contient des paramètres pertinents sur l'évolution du climat ainsi que sur l'évolution de l'hydrologie du Rhin

Périodes considérées : outre la période climatique de référence (1971-2000), la période 1991-2020 a été choisie pour représenter le présent, la période 2031-2060 pour représenter le futur proche et la période 2071-2100 pour représenter l'avenir lointain.

Scénario d'émissions : le scénario RCP 8.5 a été sélectionné ; les valeurs correspondant aux 15e et 85e centiles sont indiquées dans les fiches climatiques.

Les valeurs caractéristiques sélectionnées dans le cadre du projet sont répertoriées dans Tableau 6 et Tableau 7; des exemples de présentation dans la fiche climatique sont disponibles dans Figure 4 et Figure 5.

Tableau 6 : Indicateurs relatifs aux influences climatiques (température de l'air, précipitations) pris en compte dans le projet CRANE

Paramètre	Description	Autres
Température moyenne journalière	Température moyenne journalière en °C, calculée sur la période considérée, par exemple l'hiver	Périodes : année, hiver, printemps, été, automne
Température minimale journalière moyenne	Température minimale d'une journée en °C, calculée en moyenne sur la période considérée, par exemple l'hiver	Périodes : année, hiver, printemps, été, automne

Paramètre	Description	Autres
Température maximale quotidienne moyenne	Température maximale d'une journée en °C, calculée en moyenne sur la période considérée, par exemple l'hiver	Périodes : année, hiver, printemps, été, automne
Température maximale quotidienne	Température maximale d'une journée en °C au cours de la période considérée, par exemple l'hiver	Périodes : année, hiver, printemps, été, automne ; pour cet indicateur, les valeurs aberrantes ont un impact plus important sur les modèles en cas d'événements extrêmes, mais il fournit néanmoins des informations sur les changements potentiels.
Jours de forte chaleur	Nombre de jours par an avec une température maximale d'au moins 30 °C	-
Période maximale de journées chaudes	Durée maximale d'une période de journées chaudes consécutives, en jours	-
Période d'au moins 3 jours de forte chaleur	Nombre de périodes d'au moins 3 jours de forte chaleur consécutifs par an	-
Période d'au moins 3 jours de forte chaleur	Nombre de périodes comptant au moins 3 jours de forte chaleur consécutifs par an	-
Jours d'été	Nombre de jours par an avec une température maximale d'au moins 25 °C	-
Nuits tropicales	Nombre de nuits par an avec une température minimale d'au moins 20 °C	-
Jours de gel	Nombre de jours par an avec une température minimale inférieure à 0 °C	-
Jours de gel	Nombre de jours par an où la température maximale est inférieure à 0 °C	-
Rayonnement global	Ensemble du rayonnement solaire atteignant le sol, en W/m ²	-
Précipitations moyennes (NS)	Somme moyenne des précipitations en mm sur la période considérée, par exemple l'hiver	Périodes : année, hiver, printemps, été, automne
Jours de fortes précipitations	Nombre de jours avec des précipitations ≥ 20 mm	-
Épisodes de fortes pluies de type « conditions météorologiques marquant »	Nombre d'épisodes avec des précipitations de 30 à 50 mm en 24 h	-
Épisodes de fortes pluies de type « intempéries » et «	Nombre d'épisodes avec un NS > 50 mm en 24 h	-

Paramètre	Description	Autres
intempéries extrêmes » sur		
Jours sans précipitations	Nombre de jours par an avec une précipitation normale inférieure à 1 mm	-
Période de sécheresse	Période maximale de jours consécutifs avec des précipitations inférieures ou égales à 1 mm, en jours	-
Période humide	Période maximale de jours consécutifs avec des précipitations ≥ 1 mm, en jours	-
Jours potentiels de neige	Nombre moyen de jours avec des précipitations ≥ 1 mm et une température moyenne journalière ≤ 2 °C	-

Tableau 7 : Indicateurs relatifs à l'hydrologie, aux conditions de navigation et aux propriétés de l'eau pris en compte dans le projet CRANE

Paramètre	Description	Autres
MNQ	Débit moyen d'étiage par période, par exemple en hiver, en m ³ /s	Périodes : année, hiver, été
MN7Q	Débit bas sur 7 jours par période, par exemple en hiver, en m ³ /s	Périodes : année, hiver, été
MQ	Débit moyen par période, par exemple en hiver, en m ³ /s	Périodes : année, hiver, été
MHQ	Débit de crue moyen de la période, par exemple en hiver, en m ³ /s	Périodes : année, hiver, été
HQ10	Événement de crue statistique survenant une fois tous les dix ans, variation du débit par rapport à la période de référence en %	
HQ100	Événement de crue statistique survenant une fois tous les 100 ans, variation du débit par rapport à la période de référence en %	
Taux de charge	Taux de chargement potentiels à l'échelle de Kaub pendant le semestre hydrologique estival, en % du chargement maximal	Pour différents types de bateaux, par exemple Johann Welker
Jours de sous-dépassement et de dépassement	Nombre de jours où un niveau d'eau X est sous-dépassé ou dépassé	Les niveaux d'eau ont été définis par les ports
Charge en matières en suspension	Mt a-1 ; % Données relatives à la période de référence	Les données prospectives correspondent à des tendances attendues d' , et non à des projections
Concentration en chlorure	%, données par rapport à la période de référence	

Indicateurs relatifs aux valeurs extrêmes [Jours par an]						
Jours de canicule [Temp. maximale d'au moins 30°C]	11	15	18	21 - 30	37 - 60	↑
Période maximale de jours chauds [Max. longueur]	15	14	14	17 - 30	25 - 56	↑
Période d'au moins 3 jours chauds [Nombre moyen]	2	2	3	3 - 4	5 - 7	↑
Période d'au moins 6 jours chauds [Nombre moyen]	1	1	1	1 - 2	2 - 3	↑
Journées estivales [Temp. maximale d'au moins 25°C]	51	58	65	68 - 80	89 - 112	↑
Nuits tropicales [Temp. minimale d'au moins 20°C]	0	1	1	3 - 8	14 - 36	↑
Jours de gel [Temp. minimale inférieure à <0°C]	67	66	60	36 - 50	16 - 30	↓
Journées de grand froid	13	13	10	3 - 9	1 - 4	↓

Figure 4 : Extrait à titre d'exemple d'une des fiches climatiques établies dans le cadre du projet CRANE, données sur les influences climatiques.

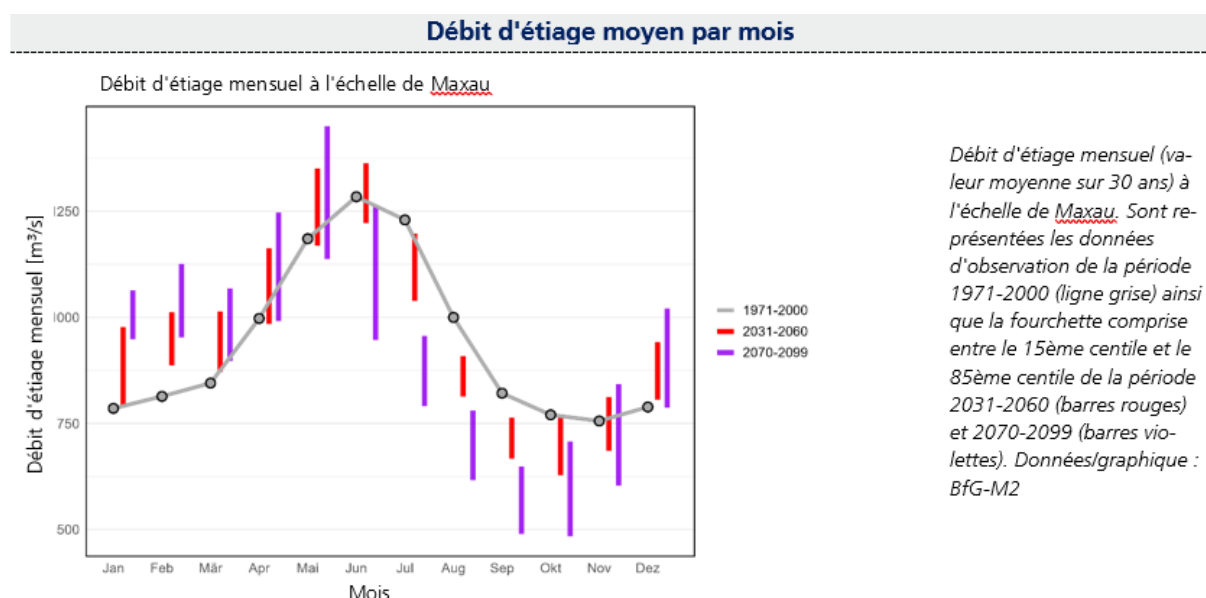


Figure 5 : Extrait type d'une des fiches climatiques établies dans le cadre du projet CRANE, contenant des données sur l'hydrologie, les conditions de navigation et les caractéristiques de l'eau.

Informations complémentaires

Les données relatives à l'évolution future du climat proviennent généralement **de projections climatiques**. « Les projections climatiques sont des simulations des réactions du système climatique à un scénario d'émissions futures de gaz à effet de serre et d'aérosols, dérivées à l'aide de modèles climatiques (scénarios d'émissions). Elles reposent sur des hypothèses concernant les évolutions socio-économiques et technologiques futures, qui peuvent se réaliser ou non » (traduit d'après le GIEC, 2018). Les décisions de gestion locales ou régionales, telles que le dragage du chenal navigable du Rhin, ne sont pas prises en compte. Les projections climatiques sont entachées d'incertitudes qui découlent notamment de la complexité et de la variabilité naturelle du système climatique, ainsi que de l'incertitude concernant les évolutions susmentionnées des émissions, de la socio-économie, etc. (DWD, s.d. ; GIEC, 2014).

Il existe au niveau international une série de **scénarios** d'émissions, appelés RCP (Representative Concentration Pathways, ou « trajectoires de concentration représentatives »). Le scénario d'émissions RCP 8.5 recommandé ici correspond à la trajectoire « statu quo », qui repose sur des mesures de protection climatique limitées et la poursuite de l'utilisation des énergies fossiles.

Plus loin, d'autres sources de **données** gratuites et accessibles au public sur le climat local peuvent être :

- les perspectives climatiques pour les districts de GERICS (Allemagne ; https://www.gerics.de/products_and_publications/fact_sheets/landkreise/index.php.de)
- Offres des autorités locales, par exemple l'architecture de données géographiques pour la Rhénanie-Palatinat (Allemagne ; <https://gda-wasser.rlp-umwelt.de/GDAWasser/client/geoportal-wasser/build/index.html?applicationId=46083>) ou le portail de géoinformation de Bâle-Ville (Suisse ; <https://www.bs.ch/bvd/grundbuch-und-vermessungsamt/geo>)
- Données de projection de Météo France par commune (France ; <https://mteofrance.com/climadiag-commune>)
- Données de projections climatiques européennes, mais en résolution inférieure, par exemple les données du Copernicus Climate Data Center (<https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/projections-cordex-domains-single-levels?tab=overview>) ou de l'European Climate Data Explorer (<https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/knowledge/european-climate-data-explorer>)

5.3.2 Compréhension des relations de cause à effet (chaînes d'impact climatique)

Objectif

À l'issue de cette étape, les relations de cause à effet directes et indirectes entre les dangers climatiques, les Éléments du système concernés, les impacts ainsi que les facteurs d'amplification ou d'atténuation sont décrites de manière compréhensible et visualisées sous forme de chaînes d'impacts climatiques.

Questions clés

- Quels sont les effets directs et indirects des dangers climatiques considérés sur le port ?
- Quels éléments du système ou groupes d'éléments du système sont concernés ?
- Quels sont les facteurs qui amplifient ou atténuent les effets négatifs ?
- Où des mesures d'adaptation pourraient-elles être mises en œuvre de manière judicieuse à l'avenir ?

Motivation

Les chaînes d'impact climatique aident à mettre systématiquement en évidence les **liens entre les dangers climatiques et leurs effets sur le port**. Elles montrent non seulement ce *qui* est touché, mais aussi *pourquoi* certains Éléments du système sont particulièrement vulnérables et quels facteurs amplifient ou atténuent les effets.

Les chaînes d'impact climatique constituent ainsi une base importante pour les étapes suivantes de l'évaluation des risques. Elles aident notamment à mieux comprendre les

vulnérabilités, à justifier les évaluations de manière compréhensible et à définir de manière ciblée les mesures d'adaptation ultérieures.

Contributions issues d'autres étapes de travail

Les résultats des étapes de travail précédentes servent de base, en particulier

- les résultats de l'identification des risques (chapitre 5.2),
- les impacts déjà connus (chapitres 5.1 et 5.2.4) pour le pré-remplissage,
- les fiches climatiques (chapitre 5.3.1) pour une compréhension commune des tendances climatiques.

Procédure

L'élaboration des chaînes d'impact climatique s'effectue **dans le cadre d'ateliers** réunissant des experts issus de différents secteurs portuaires. L'objectif est de décrire de manière claire, pour certains dangers climatiques sélectionnés, quels sont les effets sur les Éléments du système pertinents, quelles en sont les conséquences et quels sont les facteurs qui les influencent.

Seuls sont pris en compte les éléments du système ou groupes d'éléments du système qui ont déjà été classés comme pertinents lors de l'identification des risques. Les chaînes d'impact servent à structurer ces relations pertinentes d'un point de vue technique et à les rendre exploitables pour l'évaluation plus loin.

1) Sélection des dangers climatiques à traiter

En amont de l'atelier, la direction du projet détermine les dangers climatiques qui doivent être traités conjointement. Les dangers climatiques qui surviennent souvent ensemble ou qui ont des effets similaires – par exemple la chaleur, la Sécheresse et Stress hydrique, la baisse des niveaux d'eau et l'Affaïsement – peuvent être traités de manière judicieuse dans le cadre d'un atelier commun.

2) Sélection des éléments du système à prendre en compte

Toujours en amont de l'atelier, on définit les éléments du système ou les groupes d'éléments du système à prendre en compte dans la chaîne d'impact climatique, par exemple les ouvrages d'art, le chemin de fer portuaire ou les installations de transbordement. Les résultats du chapitre 5.2 servent de base à cette démarche.

3) Préparation de la base de travail

La direction du projet prépare une base de travail adaptée pour l'atelier.

- Un tableau blanc en ligne présentant les dangers climatiques, les éléments du système ou les groupes d'éléments du système sélectionnés. Les dommages et impacts déjà connus issus des étapes de travail précédentes y sont consignés au préalable.
Le tableau blanc en ligne est également nécessaire pour les formats d'atelier analogiques ; dans ce cas, la chaîne d'impact élaborée y est validée a posteriori (voir étape 6 ci-dessous).
- Pour un atelier en présentiel, prévoyez en outre un support de travail physique (par exemple, un tableau d'affichage). Les dangers climatiques, Éléments du système ou groupes d'éléments du système sélectionnés sont préparés sur des fiches de couleur et les dommages et impacts déjà connus issus des étapes de travail précédentes y sont préalablement consignés.

4) Élaboration des relations de cause à effet lors de l'atelier

Au cours de l'atelier, les experts portuaires identifient les impacts directs des dangers climatiques sur les éléments du système sélectionnés, les conséquences indirectes qui en découlent, ainsi que les sensibilités pertinentes (facteurs qui amplifient les impacts) et les capacités (facteurs qui atténuent les impacts). En option, des mesures d'adaptation existantes ou potentielles peuvent également être prises en compte. Sont pris en compte :

- Les effets directs (« Que se passe-t-il si ? ») et indirects (« Quelles en sont les conséquences ? ») des dangers climatiques sur les éléments du système/la catégorie d'éléments du système.
- Les sensibilités (« Qu'est-ce qui rend l'élément du système vulnérable au risque ? ») et les capacités (« Qu'est-ce qui rend l'élément du système résilient face au risque ? »)
- En option : les mesures d'adaptation possibles ou déjà existantes
- En option : les liens et les interdépendances entre les facteurs répertoriés. Si cette étape n'est pas traitée lors de l'atelier, elle sera élaborée par la direction du projet a posteriori et ajoutée au tableau blanc en ligne.

5) Traitement des chaînes d'impact climatique

Les chaînes d'impact élaborées lors de l'atelier sont ensuite retravaillées, harmonisées sur le plan linguistique et complétées de manière à être compréhensibles même pour les personnes n'ayant pas participé à l'atelier. Si nécessaire, des étapes intermédiaires sont ajoutées afin de clarifier la logique de la chaîne. Cette étape est réalisée sur le tableau blanc en ligne par la direction du projet.

6) Validation des résultats

La chaîne d'impacts préparée sur le tableau blanc en ligne est ensuite soumise aux participants de l'atelier pour vérification, complément/modification et validation. Cela permet de s'assurer que les liens techniques sont correctement reproduits et approuvés par toutes les parties prenantes.

Conseil pratique

- L'atelier peut se dérouler soit en présentiel (avec tableau à feuilles mobiles et fiches), soit en ligne (avec travail sur le tableau blanc en ligne). Une durée d'environ 4 heures (pause comprise) par atelier et par danger climatique est recommandée.
- En fonction de la taille du groupe, il est recommandé de traiter les questions dans un format modéré en plénière ou en petits groupes modérés. Dans le cas de petits groupes, il est conseillé de désigner un modérateur· attirée par groupe afin de mener la discussion de manière ciblée. Les petits groupes sont alors regroupés par éléments du système ou par catégories d'éléments du système. Il est judicieux de répartir les petits groupes par thème en fonction des fonctions du Personnel.

Résultat de cette étape

À la fin de cette étape, on dispose :

- une ou plusieurs chaînes d'impact climatique structurées de manière compréhensible pour les dangers climatiques pertinents,

- une compréhension commune des impacts directs et indirects pouvant survenir dans le port,
- une description structurée des sensibilités et des capacités,
- et donc une base solide pour évaluer la vulnérabilité des éléments du système et définir ensuite des mesures d'adaptation.

Exemple tiré du projet CRANE

Dans le cadre du projet CRANE, plusieurs chaînes d'impacts climatiques ont été élaborées pour les principaux dangers climatiques, plus précisément pour

- la chaleur, la Sécheresse et Stress hydrique, les étiages et l'affaissement des sols,
- les crues fluviales ainsi que
- les fortes pluies et les tempêtes.

La Figure 6 présente un extrait exemplaire d'une telle chaîne d'impacts climatiques.

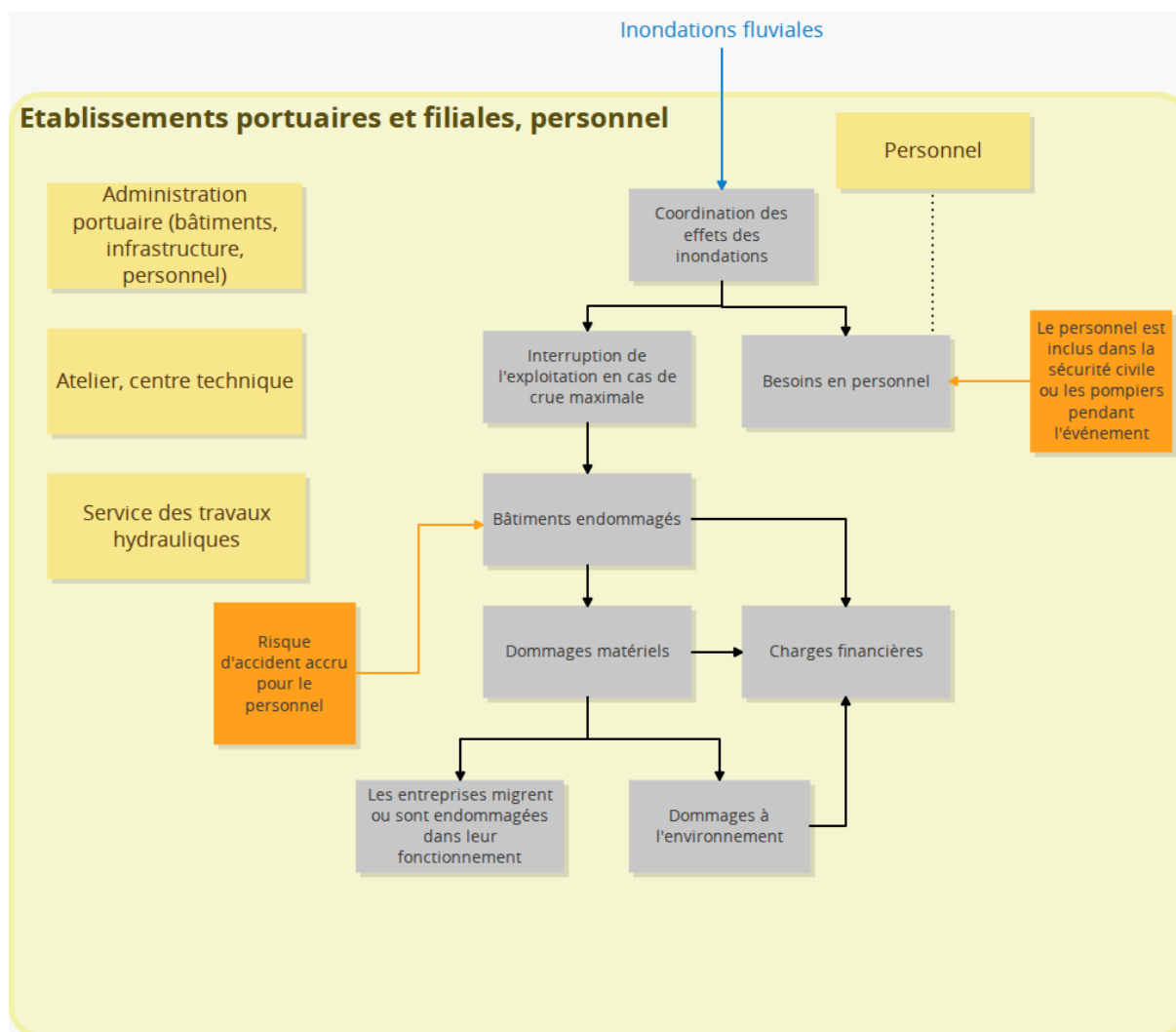


Figure 6 : Extrait d'une chaîne d'impact climatique type pour le danger climatique « crues fluviales » et le groupe d'éléments du système « Etablissements portuaires et filiales »

Informations complémentaires

- La méthodologie utilisée pour la conduite de l'atelier s'appuie sur la procédure développée par la GIZ dans le Climate Risk Sourcebook (Zebisch et al., 2023). Une description plus détaillée, des informations générales et des exemples y sont disponibles .
- Lien vers le Climate Risk Sourcebook : https://www.adaptationcommunity.net/wp-content/uploads/2023/10/giz_2023_Climate_Risk_Sourcebook.pdf

5.3.3 Évaluation du risque des éléments du système

Objectif

À l'issue de cette étape, le risque des éléments du système concernés face aux aléas climatiques considérés pour le présent, le futur proche et l'avenir lointain est évalué de manière compréhensible.

Questions clés

- Quels éléments du système sont exposés à un risque, et à quel niveau, face à un aléa climatique ?
- Comment ce risque évolue-t-il dans un futur proche et lointain ?

Motivation

Afin de pouvoir hiérarchiser les mesures d'adaptation, il est nécessaire d'évaluer de manière compréhensible le niveau de risque auquel sont exposés les différents éléments du système face aux divers dangers climatiques. L'évaluation des risques combine à cet effet les informations relatives à l'ampleur du danger climatique et à la vulnérabilité de l'élément du système concerné.

Procédure

L'évaluation du risque des éléments du système s'effectue en plusieurs étapes successives. Elle repose sur la combinaison de l'ampleur de la menace climatique et de la vulnérabilité de l'élément du système. Le résultat est un classement des éléments du système en catégories de risque, qui peut être utilisé pour la hiérarchisation plus loin.

1. Évaluation de l'ampleur des dangers climatiques (chapitre 5.3.3.1)
Pour chaque aléa climatique pertinent, on évalue sa probabilité de survenue ou son intensité dans le présent, dans le futur proche et dans l'avenir lointain
2. Évaluation de la vulnérabilité des éléments du système (chapitre 5.3.3.2)
Pour les combinaisons pertinentes d'éléments du système et de dangers climatiques, on évalue dans quelle mesure l'élément du système concerné est affecté et quels facteurs augmentent ou diminuent la vulnérabilité
3. Détermination du niveau de risque (chapitre 5.3.3.3)
Les résultats des deux étapes précédentes sont regroupés dans une matrice des risques afin de déterminer le risque de chaque élément du système face à chaque aléa climatique pertinent

Résultat global

À la fin de cette étape, les éléments du système pertinents pour les aléas climatiques considérés sont classés en **catégories de risque**. L'évaluation s'effectue à l'aide d'une

matrice de risque dans laquelle sont regroupés l'ampleur de l'aléa climatique et la vulnérabilité de l'élément du système.

Pour cela, il faut déterminer au préalable le système de classification à utiliser. Dans l'exemple de la Figure 7, un **système 3x3** est utilisé ; en principe, d'autres classifications sont également possibles, comme un système 5x5. Si des procédures d'évaluation des risques sont déjà en place dans le port, il peut être judicieux de s'appuyer sur celles-ci pour garantir une compréhension uniforme des risques.

		Niveau de danger climatique		
		Bas	Moyenne	Haut
Vulnérabilité des éléments du système	Haut	Moyen Risque	Haut Risque	Haut Risque
	Moyenne	Bas Risque	Moyen Risque	Haut Risque
	Bas	Bas Risque	Bas Risque	Moyen Risque

Figure 7 : Exemple de matrice de risque avec une grille 3x3, c'est-à-dire une combinaison de 3 classes (bas – moyen – haut) pour la vulnérabilité du SE et l'intensité du danger climatique.

5.3.3.1 Évaluation de l'intensité des dangers climatiques

Objectif

La probabilité de survenue ou l'intensité des dangers climatiques pertinents est classée de manière compréhensible en catégories pour **le présent, le futur proche et l'avenir lointain**, afin que les résultats puissent être réutilisés dans l'évaluation des risques.

Questions clés

- Quelle est la probabilité de survenue ou l'intensité du danger climatique aujourd'hui ?
- Comment la probabilité de survenue ou l'intensité évoluera-t-elle à l'avenir ?

Motivation

L'ampleur d'un danger climatique est un paramètre d'entrée central pour l'évaluation des risques ultérieure. Afin de pouvoir évaluer les risques liés à différents dangers climatiques et sur différentes périodes, les évolutions climatiques sous-jacentes doivent être transposées dans une classification compréhensible.

Données issues d'autres étapes de travail

- Les paramètres climatiques pertinents issus des fiches climatiques locales (chapitres 5.3.1),
- ainsi que les informations sur les dommages et les perturbations déjà survenus issues de la phase de préparation et d'identification des risques (chapitres 5.1 et 5.2.4).

Procédure

L'évaluation de l'ampleur des dangers climatiques s'appuie sur les informations compilées dans les fiches climatiques. Cette étape est généralement réalisée par la direction du projet ou une personne mandatée, avec le soutien d'experts externes ou de fournisseurs de données si nécessaire.

La classification doit être effectuée selon le nombre de classes défini pour la **matrice des risques** au chapitre 5.3.3. Si, sur la base des données climatiques, une autre classification s'avère plus pertinente, la matrice des risques doit être adaptée en conséquence. Si des procédures d'évaluation des risques sont déjà en place dans le port, il peut être judicieux d'aligner la classification sur celles-ci.

En principe, l'ampleur d'un danger climatique peut être classée en fonction de la **probabilité d'occurrence** (à quelle fréquence le risque identifié se produit-il ?) ou de **l'intensité** (avec quelle intensité/à quel niveau le risque identifié se produit-il ?).

- Pour la classification en fonction de la probabilité d'occurrence, on détermine la fréquence à laquelle une valeur seuil (par exemple une température minimale ou un niveau d'eau minimal/maximal) est dépassée ou n'est pas atteinte.
- En revanche, lorsqu'on examine l'intensité d'un danger, on évalue le niveau auquel il se produit (par exemple, le niveau de l'eau lors d'une crue centennale).

La décision de classer les risques en fonction de la probabilité d'occurrence ou de l'intensité doit être prise sur la base de l'expertise locale. Les ports situés dans des régions où les Vagues de chaleur atteignent déjà aujourd'hui des températures problématiques s'intéresseront probablement à la fréquence à laquelle ces situations se produiront à l'avenir (probabilité d'occurrence). En revanche, les ports situés dans des zones où la chaleur ne constitue pas encore un problème majeur aujourd'hui s'intéresseront probablement davantage à l'évolution des températures (intensité).

Les étapes suivantes sont pertinentes pour la classification :

1) Compilation des paramètres pertinents

Pour la classification, on commence par rassembler les paramètres pertinents pour chaque danger climatique sur les trois périodes, en se basant sur les fiches climatiques (chapitre 5.3.1).

2) Classification des paramètres climatiques actuels

Afin de décrire la situation initiale, on classe d'abord le niveau du danger climatique au présent. Il convient de noter :

- Le danger climatique entraîne-t-il déjà aujourd'hui des situations problématiques ?
Les résultats de la première étape (identification des risques, chapitre 5.2.4) fournissent des indications précieuses à ce sujet.
- Les différents paramètres qui décrivent un danger peuvent être classés de différentes manières.

Exemple : le nombre de journées chaudes par an est déjà considéré comme

problématique, mais pas encore le nombre de vagues de chaleur (période comprenant au moins 3 journées chaudes consécutives).

3) Classification des paramètres climatiques à l'avenir

L'étape suivante consiste à examiner l'évolution future des paramètres climatiques :

- L'indicateur change-t-il de manière significative ?
En conséquence, la classification est ajustée d'une ou deux classes.

Le résultat de cette étape peut par exemple être présenté sous forme de tableau (voir la section « Exemples de résultats » ci-dessous).

Résultat de cette étape

À l'issue de cette étape, on dispose :

- une classification claire des dangers climatiques pertinents en classes pour le présent, le futur proche et l'avenir lointain,
- une synthèse transparente des paramètres climatiques utilisés pour chaque danger climatique,
- une évaluation documentée permettant de déterminer si l'ampleur du danger climatique est décrite en termes de probabilité d'occurrence ou d'intensité,
- et donc une base solide pour la détermination du risque des éléments du système au chapitre 5.3.3.3.

Exemple tiré du projet CRANE

Classification en fonction de la probabilité d'occurrence ou de l'intensité : dans le cadre du projet CRANE, les sept ports participants ont été invités à indiquer quelles évolutions climatiques étaient les plus pertinentes pour eux : l'évolution de la probabilité d'occurrence ou celle de l'intensité des risques. Sur la base des réponses des experts portuaires, les deux approches ont été utilisées : le risque d'inondation a par exemple été classé en fonction de l'intensité, c'est-à-dire du débit de crue HQ100, tandis que le risque de vague de chaleur a été évalué en fonction de la probabilité d'occurrence, c'est-à-dire du nombre de périodes de chaleur, de journées de chaleur et de nuits tropicales.

L'exemple de la classification du danger climatique « Vague de chaleur » pour un port dans le cadre du projet CRANE, à l'aide d'indicateurs pertinents, en trois classes (bas – moyenne – haute) décrit la procédure de classification du niveau de danger climatique (Tableau 8). Les valeurs caractéristiques relatives à la température maximale journalière servent à titre d'information, mais ne sont pas prises en compte dans la classification. En effet, les températures maximales journalières ne permettent pas de déduire d'informations sur la durée de l'exposition à la chaleur et donc sur sa probabilité d'occurrence. Or, la probabilité d'occurrence est ici le critère de classification. Pour ce port, de légers effets liés à la chaleur ont été observés par le passé, de sorte que le niveau présent du danger climatique est classé comme « bas ». Le nombre de journées chaudes, la durée de la période de journées chaudes et le nombre de nuits tropicales augmenteront déjà considérablement dans un futur proche et continueront d'augmenter dans un avenir lointain, de sorte que ces deux indicateurs sont classés comme « moyens » dans un futur proche et « hauts » dans un avenir lointain. En revanche, si les indicateurs relatifs au nombre de périodes comptant au moins 3 ou 6 journées chaudes par an augmentent, cette augmentation n'est plus aussi marquée à la fin du siècle. Dans l'ensemble, le danger climatique, basé sur les classifications « pire scénario » des

différents indicateurs, est réparti dans les catégories « bas » (présent), « moyen » (futur proche) et « haut » (avenir lointain).

Tableau 8 : Classification du danger climatique « Vague de chaleur » à l'aide d'indicateurs pertinents

Paramètre	Présent (1991-2020)	Futur proche (2031-2060)	Avenir lointain (2071-2100)
Température maximale journalière (moyenne estivale ; °C)	25,7	25,8 - 26,5	27,7 - 29,5
Température maximale journalière (valeur maximale en été ; °C)	39,4	40,6 - 43,6	42,6 - 46,9
Jours de forte chaleur (nombre/an)	19	22 - 29	37 - 58
Période maximale de journées chaudes (durée en jours)	18	18 - 30	26 - 58
Période avec au moins 3 jours de forte chaleur consécutifs (nombre/an)	3	3-4	5-6
Période avec au moins 6 jours de forte chaleur consécutifs (nombre/an)	1	1 - 2	2 - 3
Nuits tropicales (nombre/an)	1	6 - 12	19 - 43
Estimation pour l'évaluation des risques	bas	moyenne	haut

La couleur indique l'estimation de la probabilité ou de l'intensité pour les indicateurs climatiques ; l'« estimation pour l'évaluation des risques » résume les indicateurs climatiques (vert = bas, jaune = moyen, rouge = haut). Les valeurs figurant dans les cellules non colorées sont fournies à titre d'information, mais ne sont pas prises en compte dans la classification.

Informations complémentaires

- L'Office fédéral de la protection civile (BBK) utilise pour son analyse des risques climatiques une échelle à cinq niveaux de probabilité de survenue (Bundestag allemand, 2010). À titre d'exemple de classification, un événement est classé comme « très probable » s'il se produit une fois tous les 10 ans ou plus souvent, et comme « très improbable » s'il se produit une fois tous les 100 000 ans ou moins souvent. Cette échelle n'est pas utilisable pour l'analyse des risques climatiques, car les vagues de chaleur, par exemple, surviennent déjà plusieurs fois par an en Allemagne et deviendront plus fréquentes à l'avenir.
- Dans l'analyse des impacts climatiques et des risques 2021 pour l'Allemagne, une échelle à trois niveaux (faible-moyen-haut) a été utilisée, sans que cette classification ne soit décrite plus en détail (Kahlenborn et al., 2021, p. 68 : « L'échelle n'était soumise à aucun autre critère. »).

5.3.3.2 Évaluation de la vulnérabilité des éléments du système

Objectif

La vulnérabilité des éléments pertinents du système face aux aléas climatiques considérés est évaluée de manière compréhensible. Les raisons de cette vulnérabilité ainsi que les mesures déjà prévues ou mises en œuvre pour la réduire sont documentées.

Questions clés

- Dans quelle mesure les éléments du système sont-ils vulnérables aux dangers climatiques et pourquoi ?
- Des mesures susceptibles d'influencer cette vulnérabilité sont-elles actuellement en cours de mise en œuvre ou de planification ?

Motivation

La vulnérabilité des éléments du système est, outre l'ampleur du danger climatique, le deuxième paramètre d'entrée central pour l'évaluation des risques. Le recensement systématique de la vulnérabilité permet de justifier de manière compréhensible pourquoi certains éléments du système sont particulièrement vulnérables et à quels niveaux des mesures de réduction des risques peuvent être mises en œuvre.

Données issues d'autres étapes

- Les informations sur les éléments du système affectés par les aléas climatiques issues du chapitre 5.2.4,
 - ainsi que les chaînes d'impact climatique et les relations de cause à effet décrites au chapitre 5.3.2.
-

Procédure

Au cœur de cette étape se trouve un atelier réunissant les experts de l'équipe de projet issus de différents secteurs portuaires. La démarche commune adoptée lors de l'atelier favorise une compréhension uniforme des critères d'évaluation et améliore la comparabilité des estimations. Les étapes suivantes sont pertinentes ici :

1) Préparation de la base de travail

La direction du projet prépare une base de travail adaptée pour l'atelier.

- Un tableau des vulnérabilités, dans lequel les dangers climatiques sont répertoriés dans les colonnes et les Éléments du système dans les lignes. Pour chaque Élément du système, trois lignes permettent de consigner des informations sur le niveau de vulnérabilité, l'impact du danger climatique et les raisons de la vulnérabilité (Figure 8).

Terminaux à conteneurs	Chaleur	
	Moyenne	← Dans quelle mesure les éléments du système sont-ils vulnérables au risque climatique (ici : la chaleur)
	Les revêtements fondent et se déforment, ce qui entraîne un vieillissement prématuré	← Quel est l'impact du risque climatique sur les éléments du système ? Quels dommages subit-il ?
	Les matériaux utilisés ne sont pas tous résistants à la chaleur ; le passage d'engins lourds (Reachstacker) exerce une contrainte supplémentaire	← Quelles sont les propriétés des éléments du système qui le rendent vulnérable à ce risque climatique ?

Figure 8 : Exemple de saisie de la vulnérabilité de l'élément du système « terminal à conteneurs » face au danger climatique « chaleur ».

- Le tableau est prérempli avec les informations déjà collectées sur les vulnérabilités. Les dommages déjà survenus par le passé (chapitre 5.1) ou les effets directs identifiés dans les chaînes d'impact (chapitre 5.3.2) peuvent être saisis dans la ligne « Quel est l'impact du danger climatique sur l'élément du système ? ». Les éléments du système touchés par les dangers climatiques (chapitre 5.2.4) peuvent, par exemple, être mis en évidence par une couleur.

- Un tableau est nécessaire pour les mesures d'adaptation déjà en cours de mise en œuvre ou de planification. Là encore, les dangers climatiques sont répertoriés dans les colonnes et les Éléments du système dans les lignes. Pour chaque élément du système, il existe trois lignes dans lesquelles peuvent être consignées des informations sur la modification de la vulnérabilité due à la mesure, le type de mesure et l'impact de la mesure (Figure 9).

	Chaleur	
Terminaux à conteneurs	Oui, la vulnérabilité diminue	← Peut-on s'attendre à ce que la vulnérabilité des éléments du système diminue grâce à la mesure prévue ?
	Remplacement des revêtements par un matériau résistant à la chaleur	← Quelles mesures sont en cours de mise en œuvre ou de planification ?
	La déformation du revêtement est réduite	← Quels effets sur les éléments du système peut-on attendre de la mise en œuvre de cette mesure ?

Figure 9 : Exemple de saisie d'une mesure prévue pour réduire la vulnérabilité de l'élément du système « terminal à conteneurs » face au danger climatique « chaleur ».

2) Élaboration des vulnérabilités lors de l'atelier

Lors d'un atelier commun avec les experts de l'équipe de projet, les vulnérabilités sont évaluées pour chaque combinaison élément du système / aléa climatique :

- Dans le premier tableau (Figure 8), les experts classifient le degré de vulnérabilité d'un élément du système face à un danger climatique. La vulnérabilité décrit dans quelle mesure un élément du système est affecté lorsque le danger climatique se produit. La vulnérabilité peut par exemple résulter de l'état d'entretien ou du matériau utilisé (Figure 10).

Exemple : vulnérabilité d'un entrepôt en cas de fortes pluies (infiltration d'eau par le toit) Bas: une infiltration d'eau est peu probable, car la fixation de l'étanchéité du toit de l'entrepôt fait l'objet d'un entretien annuel (très bon état d'entretien) Moyenne: une infiltration d'eau est possible sur une petite surface, car la fixation de l'étanchéité du toit des Entrepôts n'est entretenue que tous les 10 ans (état d'entretien moyen) Haut: une infiltration d'eau sur une grande surface est probable, car le toit est ancien et n'est pas entretenu régulièrement. Les fixations ne sont probablement plus en bon état, l'eau pourrait s'infiltrer à plusieurs endroits.	Exemple 2 : Vulnérabilité d'une route face à la chaleur (ornières, vieillissement prématuré) Bas: un vieillissement prématuré est peu probable, car la route est recouverte de « Klimaphalt », un matériau particulièrement résistant à la chaleur Moyenne: un vieillissement prématuré est possible sur de petites surfaces, car la route n'est pas ombragée par endroits et l'enrobé utilisé n'est pas résistant à la chaleur Haut: un vieillissement prématuré est probable, car la route n'est pas ombragée, elle est fortement sollicitée par des Camions et l'enrobé utilisé n'est pas résistant à la chaleur.
---	--

Figure 10 : exemples de classification des vulnérabilités.

- Remarque : la classification doit correspondre au nombre de classes défini pour la matrice des risques au chapitre 5.3.3. Ici aussi, si le port dispose déjà de procédures établies d'évaluation des risques, il peut être judicieux de s'aligner sur celles-ci.
- Le deuxième tableau (Figure 9) répertorie les mesures d'adaptation en cours de mise en œuvre ou de planification.

Conseil pratique :

Il est impératif de noter la nature de l'impact du danger climatique sur les éléments du système et les raisons de leur vulnérabilité. Ces deux éléments constituent par la suite des informations précieuses pour l'élaboration de mesures d'adaptation ; s'ils ne sont pas indiqués ici, ils devront être demandés à nouveau lors de la planification de l'adaptation .

Résultat de cette étape

À la fin de cette étape, on dispose :

- une évaluation compréhensible de la vulnérabilité des éléments du système concernés face aux dangers climatiques considérés,
- une description documentée des effets des dangers climatiques sur les Éléments du système ainsi que des raisons de leur vulnérabilité,
- un aperçu des mesures déjà prévues ou mises en œuvre susceptibles de réduire la vulnérabilité,
- et donc une base solide pour le calcul du risque des Éléments du système au chapitre 5.3.3.3.

Exemple tiré du projet CRANE

Dans le cadre du projet CRANE, par exemple, les vulnérabilités suivantes (Figure 11) et les mesures (Figure 12) ont été identifiées pour l'élément du système « *bâtiments anciens* » et les dangers climatiques « *tempête* » et « *fortes précipitations* » :

	Fortes précipitations (pluie, grêle, neige/glace)	Inondation (côtière, fluviale, pluviale, par remontée d'eaux souterraines)
Voies et aiguillages	Bas	Moyenne
	absence de dénivelé	absence de dénivelé

Figure 11 : Exemple de classification de la vulnérabilité de l'élément du système « bâtiments anciens » issu du projet CRANE.

	Fortes précipitations (pluie, grêle, neige/glace)	Inondation (côtière, fluviale, pluviale, par remontée d'eaux souterraines)
Voies et aiguillages	Oui, la vulnérabilité est réduite	Oui, la vulnérabilité est réduite
	surveillance, arrêts de circulation, plans de reprise d'activité, horaires décalés	surveillance, arrêts de circulation, plans de reprise d'activité, horaires décalés
	évitement de sollicitation de l'infrastructure pendant la durée de l'aléa	évitement de sollicitation de l'infrastructure pendant la durée de l'aléa

Figure 12 : Exemple de mesure en cours de planification issue du projet CRANE.

5.3.3.3 Détermination du niveau de risque des éléments du système

Objectif

Le niveau de risque pour chaque élément pertinent du système face à chaque aléa climatique pertinent est déterminé de manière compréhensible pour le présent, le futur proche et l'avenir lointain.

Questions clés

- Comment le risque est-il déterminé à partir des informations sur l'ampleur du danger climatique et la vulnérabilité des Éléments du système ?
- Les risques calculés pour les différents éléments du système sont-ils cohérents les uns par rapport aux autres ?

Motivation

Le calcul du risque rassemble les informations relatives à **l'ampleur du danger climatique** et à **la vulnérabilité des Éléments du système**. Ce n'est qu'à travers cette combinaison qu'il est possible d'identifier les Éléments du système qui doivent faire l'objet d'une attention particulière, aujourd'hui ou à l'avenir.

Données issues d'autres étapes de travail

- le niveau classifié des dangers climatiques issu du chapitre 5.3.3.1,
- ainsi que la vulnérabilité estimée des éléments du système et les informations sur les mesures déjà prévues ou mises en œuvre issues du chapitre 5.3.3.2.

Procédure

Cette étape est réalisée par la direction du projet sur la base des résultats des deux étapes précédentes, puis validée conjointement avec l'équipe de projet.

Les étapes suivantes sont pertinentes ici :

1) Synthèse sous forme de matrices de risques

La direction du projet rassemble les informations classées concernant la vulnérabilité des éléments du système (voir le chapitre 5.3.3.2) et le niveau de danger climatique (voir le chapitre 5.3.3.1) dans une ou plusieurs matrices de risques (Figure 13). Le risque correspondant est calculé et documenté pour toutes les combinaisons pertinentes d'éléments du système et de dangers climatiques, ainsi que pour tous les horizons temporels considérés.

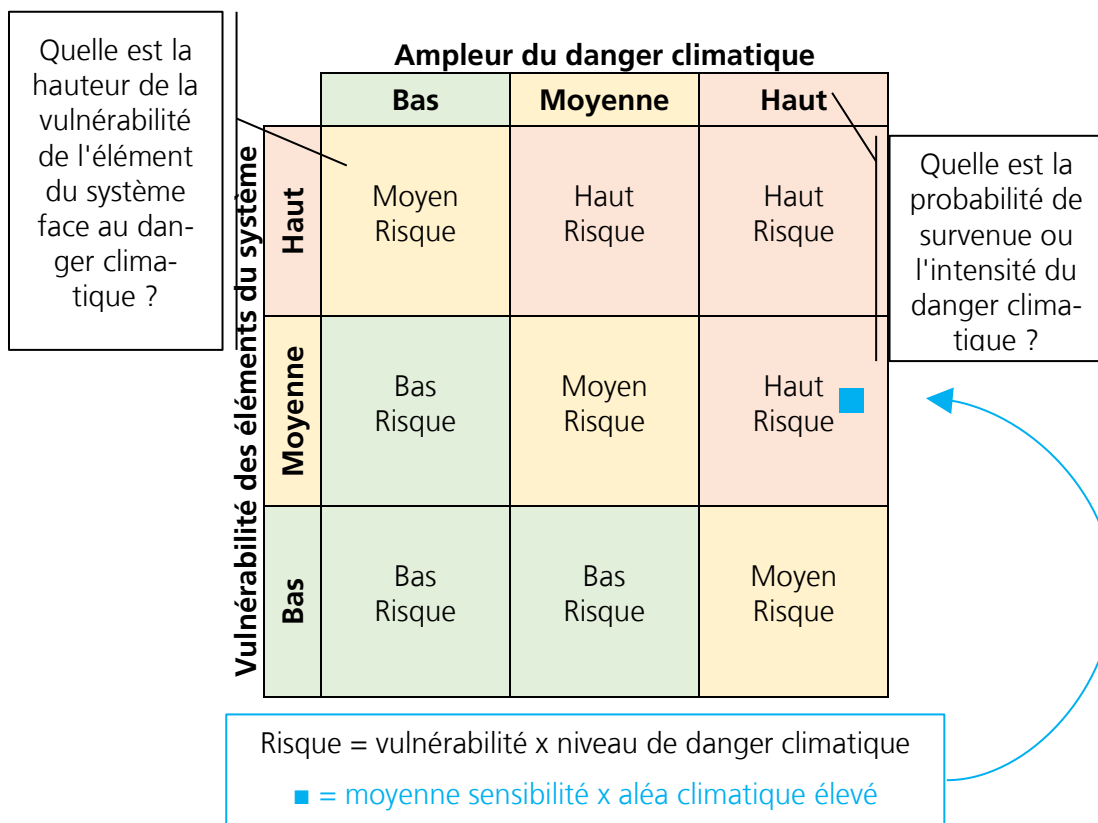


Figure 13 : Classification du risque en bas, moyen et haut en fonction de la combinaison de la vulnérabilité du SE et de l'intensité du danger climatique.

2) Intégration des mesures

Si les ports ont déjà identifié des mesures, en cours de mise en œuvre ou en phase de planification, concernant des combinaisons d'éléments du système et de dangers climatiques (chapitre 5.3.3.2), la direction du projet peut intégrer ces informations dans l'évaluation des risques. On peut par exemple supposer qu'une mesure en cours de planification réduira d'un niveau la vulnérabilité de l'élément du système lors de la prochaine étape temporelle. Il convient toutefois de faire preuve de discernement : toutes les mesures n'ont pas un effet aussi marqué, en particulier lorsque l'on travaille avec un nombre réduit de classes (par exemple, une matrice 3x3).

3) Validation de l'évaluation des risques

Lors d'une réunion avec les experts de l'équipe de projet, les matrices de risques sont présentées, discutées et validées. Les questions clés sont les suivantes :

- Les risques sont-ils cohérents les uns par rapport aux autres, c'est-à-dire est-il logique que, par exemple, le Personnel soit exposé à un risque plus haut lié aux Vagues de chaleur que les Voies et aiguillages ?
- Le tableau d'ensemble des risques est-il cohérent ?

Il est judicieux d'apporter des corrections à ce stade de l'analyse des risques climatiques, car c'est là que les différents critères d'évaluation des experts apparaissent et peuvent être harmonisés. Cette étape est particulièrement importante lorsque les vulnérabilités des Éléments du système n'ont pas été évaluées conjointement lors de l'atelier, mais séparément (chapitre 5.3.3.2).

Conseil pratique

- Lors de la réunion de validation des matrices de risques avec l'ensemble de l'équipe de projet, il ne s'agit pas de discuter des détails, mais de la cohérence des résultats entre eux.
- Prévoyez, à l'issue de cette réunion, du temps pour une phase de révision plus loin des matrices de risques – des modifications sont probables et souhaitées !

Résultat de cette étape

À la fin de cette étape, vous disposez :

- une déduction compréhensible des classes de risque pour les combinaisons pertinentes d'éléments du système et de dangers climatiques dans le présent, le futur proche et l'avenir lointain,
- une synthèse transparente des évaluations du niveau de danger climatique et de la vulnérabilité des Éléments du système dans une ou plusieurs matrices de risques,
- une classification documentée des mesures déjà planifiées ou mises en œuvre, dans la mesure où celles-ci influencent l'évaluation des risques,
- et donc une base solide pour l'attribution des niveaux d'alerte pour les processus décrits au chapitre 5.3.4.

Exemple tiré du projet CRANE

Dans le projet CRANE, les deux représentations suivantes de matrices de risques ont été présentées (Figure 14, Figure 15). Dans les deux cas, l'analyse a été réalisée à l'aide de MS Excel.

	■ Présent ► Futur proche ►► Avenir lointain	Risqueanalyse Systemelemente	Variabilité des température (Fréquences)	Vague de chaleur	Tempêtes (y compris tempêtes de neige, de poussière et de sable)	Fortes précipitations (pluie, grêle, neige/glace)	Inondation (côtière, fluviale, pluviale, par remontée d'eaux souterraines)	Baisse des niveaux d'eau (eaux de surface et souterraines)	Sécheresse & Stress hydrique	Affaissement								
			B	D	H	B	D	H	B	D	H	B	D	H	B	D	H	
Infrastructures ferroviaires portuaires	Voies et aiguillages	H																
		D																
		B	■ ► ►►							■ ► ►►			►►					
	Gare de triage	H																
		D																
		B																
	Poste d'aiguillage (poste de signalisation), aiguillages électriques à commande locale	H																
		D	■ ► ►►			■ ► ►►				■ ► ►►								
		B					■ ► ►►											
	Équipement de signalisation (y compris les passages à niveau)	H	■ ► ►►			■ ► ►►				■ ► ►►								
		D											■ ► ►►					
		B											■ ► ►►					
	Alimentation électrique du réseau ferroviaire (y compris les caténaires)	H				■ ► ►►												
		D																
		B	■ ► ►►															
	Balances ferroviaires	H																
		D																

Figure 14 : exemples de matrices de risques pour les entités économiques (SE) du groupe des Infrastructures ferroviaires portuaires face aux différents dangers climatiques sur les trois périodes (cellules grises : il n'y a pas de risque pour cette combinaison SE- danger climatique)

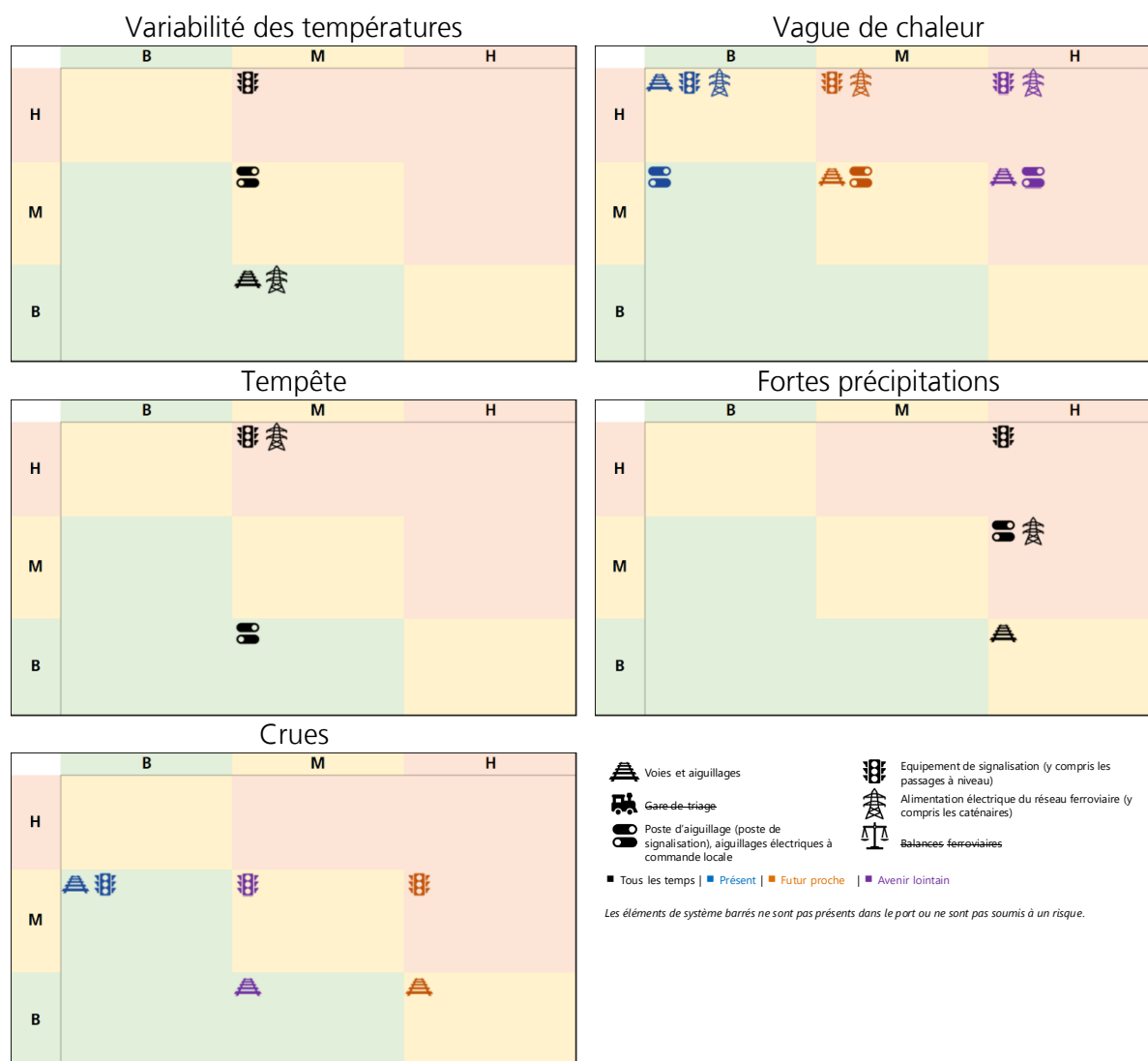


Figure 15 : Exemples de matrices de risques pour l'unité stratégique « Infrastructures ferroviaires portuaires » face aux différents dangers climatiques sur les trois périodes

Informations complémentaires

Dans Dorsch et al. (2022), une présentation des résultats de cette étape sous forme de tableaux est proposée (Figure 16).

		Climate-related hazard (EU Taxonomy)											
		Heat wave/ Heat stress			Storm (including blizzards, dust and sandstorms)			Flood - fluvial			etc. ...		
		Current risk	RCP8.5 - optimistic	RCP8.5 - pessimistic	Current risk	RCP8.5 - optimistic	RCP8.5 - pessimistic	Current risk	RCP8.5 - optimistic	RCP8.5 - pessimistic	Current risk	RCP8.5 - optimistic	RCP8.5 - pessimistic
System elements (industrial site)	Buildings in general												
	Superstructures on buildings												
	Basements												
	Indoor operating facilities												
	Outdoor operating facilities												
	Indoor warehouses												
	Outdoor warehouses												
	Access to the site, site traffic (car, truck, train, ship)												
	Regional accessibility (car, truck, train, ship)												
	Water supply												
	Power supply												
	Other piped supply												
	Production process												
	Employees												

Key	Low risks	Medium risks	High risks
-----	-----------	--------------	------------

Figure 16 : Estimation du risque climatique pour un site industriel (exemple avec des valeurs fictives).
Source : Dorsch et al., 2022, p. 22).

5.3.4 Attribution de niveaux d'alerte aux processus

Objectif

À l'issue de cette étape, les niveaux d'alerte des processus se déroulant dans le port par rapport aux dangers climatiques considérés pour le présent, le futur proche et l'avenir lointain sont définis de manière compréhensible.

Questions clés

- Quels éléments du système sont critiques pour quels processus dans le port, et dans quelle mesure ?
- Le déroulement de quels processus dans le port est susceptible d'être perturbé par des éléments du système à la fois critiques et à risque, et dans quelle mesure ?

Motivation

L'attribution de niveaux d'alerte rassemble les informations relatives au risque des éléments du système et à leur criticité pour les processus. Ce n'est qu'à travers cette combinaison qu'il devient possible d'identifier les processus particulièrement vulnérables aux perturbations aujourd'hui ou à l'avenir et qui devraient donc être considérés en priorité dans la planification de l'adaptation.

Données issues d'autres étapes de travail

- Le risque des éléments du système face aux aléas climatiques du chapitre 5.3.3,
- la criticité estimée des éléments du système pour les processus du chapitre 5.3.4.1,
- ainsi que la logique d'attribution des niveaux d'alerte pour les processus du chapitre 5.3.4.2.

Procédure

L'attribution des niveaux d'alerte aux processus s'effectue en plusieurs étapes successives. Elle repose sur la combinaison du risque des éléments du système et de leur criticité pour les processus. Il en résulte une classification des processus en niveaux d'alerte, qui peut être utilisée pour la hiérarchisation et la planification des adaptations.

Pour estimer le niveau d'alerte du processus, les informations sur la criticité de chaque élément du système (chapitre 5.3.4.1) sont combinées avec les informations sur le risque de l'élément du système par tranche de temps (chapitre 5.3.3). Le résultat de cette combinaison est le niveau d'alerte du processus par tranche de temps (chapitre 5.3.4.2).

1. Évaluation de la criticité des éléments du système (chapitre 5.3.4.1)
Pour les combinaisons pertinentes de processus et d'éléments du système, on évalue le degré de criticité de l'élément du système concerné pour le fonctionnement du processus.
2. Classification des niveaux d'alerte pour les processus (chapitre 5.3.4.2)
Les résultats de l'évaluation de la criticité et de l'évaluation des risques des éléments du système sont regroupés afin de déterminer les niveaux d'alerte des processus.

Résultat global

À la fin de cette étape, les processus pertinents pour les dangers climatiques considérés sont classés par **niveaux d'alerte**. L'évaluation s'appuie sur une logique qui combine le risque des Éléments du système concernés avec leur criticité pour les processus.

Pour cela, il faut déterminer au préalable le système de classification à utiliser pour les niveaux d'alerte. Si des procédures d'évaluation des processus sont déjà en place dans le port, il peut être judicieux de s'y référer pour garantir une compréhension uniforme.

5.3.4.1 Évaluation de la criticité des éléments du système

Objectif

La criticité des éléments du système pertinents pour les processus se déroulant dans le port est évaluée de manière compréhensible. Cela constitue la base permettant, dans

une étape ultérieure, de définir les niveaux d'alerte des processus par rapport aux dangers climatiques considérés.

Questions clés

- Quels éléments du système sont critiques pour quels processus dans le port, et dans quelle mesure ?
 - Dans quelle mesure la défaillance ou la perturbation d'un élément du système perturberait-elle le fonctionnement d'un processus ?
-

Motivation

Afin de pouvoir définir de manière compréhensible les niveaux d'alerte des processus, il faut d'abord évaluer quels éléments du système sont particulièrement importants pour quels processus. L'évaluation de la criticité met en évidence les éléments du système dont la perturbation ou la défaillance perturberait particulièrement fortement les opérations portuaires.

Données issues d'autres étapes de travail

- Les éléments du système présents dans le port (chapitre 5.2.1),
 - ainsi que les processus qui s'y déroulent (chapitre 5.2.2).
-

Procédure

L'évaluation de la criticité des éléments du système s'effectue dans le cadre d'ateliers réunissant des experts issus de différents secteurs portuaires. Cette approche collaborative favorise une compréhension commune des critères d'évaluation et améliore la comparabilité des évaluations.

Les étapes suivantes sont pertinentes dans ce contexte :

1) Préparation de la base de travail

Pour l'atelier, la direction du projet prépare le matériel de travail ; il faut un tableau dans lequel les processus portuaires sont représentés dans des colonnes et les Éléments du système dans des lignes. La criticité pourra ensuite être inscrite dans les cellules pour chaque combinaison d'élément du système et de processus. En outre, la direction du projet élabore une proposition de système d'évaluation qui sera adaptée lors de l'atelier (voir l'étape suivante).

2) Élaboration d'un système d'évaluation

Afin que la criticité soit évaluée de manière similaire par les experts participants, il convient de définir un système d'évaluation commun. L'évaluation repose sur la question suivante :

- Dans quelle mesure la défaillance d'un élément du système est-elle critique pour un processus ?

La direction du projet élabore une proposition de grille d'évaluation qui sera discutée avec les experts lors de l'atelier et, si nécessaire, adaptée ou précisée.

Le système d'évaluation comprend

- les dimensions dans lesquelles la défaillance d'éléments du système peut être critique. Il s'agit par exemple

- la technique (le fonctionnement du processus est-il perturbé par la défaillance ?),
- la situation financière (la défaillance entraîne-t-elle des coûts supplémentaires dans le processus ou pour la remise en état ?),
- le bien-être humain (le bien-être humain est-il affecté par la défaillance ?) ou
- l'environnement (la défaillance entraîne-t-elle des dommages environnementaux susceptibles de perturber les processus techniques ou d'engendrer des coûts ?)
- Exemples visant à établir une compréhension commune (Figure 17).

Faible criticité (+)				
Domaine	Description	Exemple		
 Techniquement	Une défaillance de l'élément système n'affecte que faiblement le fonctionnement du processus.	La façade de l'entrepôt est endommagée, les marchandises peuvent rester dans l'entrepôt mais une autre entrée est utilisée.		
 Financièrement	Une défaillance de l'élément système entraîne de faibles coûts supplémentaires dans le processus et pour la restauration.	€		
 Humainement	Les collaborateurs sont peu influencés ou l'influence peut être compensée. Il n'y a pas d'impact sur le processus.	En cas de vagues de chaleur: Les immeubles de bureaux chauffent peu ou des climatiseurs sont installés pour compenser la chaleur.		

Moyenne criticité (++)				
Domaine	Description	Exemple		
 Techniquement	La défaillance de l'élément système entraîne l'arrêt du processus, mais celui-ci peut être rétabli en moins d'un jour.	L'alimentation électrique d'un entrepôt frigorifique tombe en panne, mais une alimentation de secours via un générateur diesel est disponible.		
 Financièrement	Une défaillance de l'élément système entraîne des coûts supplémentaires moyens dans le processus et pour la restauration.	€€		
 Humainement	Les collaborateurs sont influencés, l'influence peut être compensée par des mesures organisationnelles. Des répercussions sur le processus apparaissent.	En cas de vagues de chaleur: Décalage des horaires de travail, pauses plus fréquentes, rotation des tâches.		

Haute criticité (+++)				
Domaine	Description	Exemple		
 Techniquement	La panne de l'élément système entraîne la défaillance du processus, il faut plus d'un jour pour rétablir la fonction.	En cas de tempête: la caténaire du train est endommagée, la réparation dure typiquement 2 jours.		
 Financièrement	Une défaillance de l'élément système entraîne des coûts supplémentaires élevés dans le processus et pour la restauration.	€€€		
 Humainement	La dégradation de l'élément du système influence clairement les collaborateurs, une compensation n'est pas possible. Des répercussions évidentes sur le processus apparaissent.	En cas de vagues de chaleur: la température dans le bâtiment est > 30°C; en cas d'inondation: l'accès sécurisé aux lieux de travail est limité.		

Très haute criticité (++++)			
Domaine	Description	Exemple	
 Techniquement	Suite à la défaillance de l'élément système, le processus tombe en panne, il faut plus de 3 jours pour rétablir la fonction.	En cas de fortes pluies: une route est emportée par les eaux et n'est plus praticable.	
€ Financièrement	Une défaillance de l'élément système entraîne des coûts supplémentaires très élevés dans le processus et pour la restauration.	€€€€	
 Humainement	La dégradation de l'élément du système entraîne un risque aigu pour la santé des personnes. Le processus doit être interrompu.	En cas de tempête: les collaborateurs sont menacés par la chute d'éléments du bâtiment, les visiteurs du bateau à passagers sont gravement menacés en cas de tempête.	

Figure 17 : Exemple de système d'évaluation de la criticité des Éléments du système pour les processus.

3) Évaluation de la criticité

- Les experts du port inscrivent les informations suivantes dans le tableau préparé pour chaque combinaison possible d'éléments du système et de processus :
- Les éléments du système sont-ils impliqués dans le processus ?
- Dans quelle mesure l'élément du système est-il critique pour le processus ?
L'évaluation s'effectue sur la base du système d'évaluation de l'étape précédente.

4) Vérification logique

Une fois le tableau rempli, il est judicieux de procéder à un contrôle logique :

- Y a-t-il des éléments du système qui ne participent à aucun processus et cette évaluation est-elle correcte ?
- Y a-t-il des processus auxquels aucun élément du système ne participe et, si oui, manque-t-il d'éléments du système ?

Conseil pratique

- Idéalement, l'élaboration du système d'évaluation et l'évaluation de la criticité devraient être réalisées conjointement par tous les experts concernés lors d'un atelier. Cela permet d'élaborer une grille d'évaluation uniforme et de la remettre en question de manière critique tout au long de la discussion.
- Si l'évaluation de la criticité ne peut avoir lieu sous forme d'atelier, par exemple par manque de temps, l'élaboration du système d'évaluation doit au moins toujours être réalisée conjointement par les experts. C'est la seule façon de garantir que la criticité soit évaluée de manière similaire.

Résultat de cette étape

À l'issue de cette étape, on dispose :

- une évaluation compréhensible de la criticité des éléments du système pertinents pour les processus se déroulant dans le port,
- une logique d'évaluation documentée selon laquelle la criticité a été évaluée,
- et donc une base solide pour la définition des niveaux d'alerte des processus au chapitre 5.3.4.2.

Exemple tiré du projet CRANE

Dans le projet CRANE, le tableau suivant a été utilisé pour recenser la criticité des éléments du système (Tableau 9).

Tableau 9 : Exemple de classification de la criticité de certains Éléments du système pour des processus sélectionnés (- non impliqué dans le processus ; + faible criticité ; ++ criticité moyenne ; +++ criticité élevée ; ++++ très haute criticité)

Groupe d'éléments du système	Éléments du système (SE)	Processus		
		Arrivée et départ du port par...		
		...Bateau	...Train	...Camions
Ouvrages spécifiques au fluvial	Bassins portuaires et fonds de bassins portuaires	++++	-	-
	Murs de quai	++++	-	-
	Berges	+++	-	-
	Palplanches	++++	-	-
	Amarres, ducs d'albe	++++	-	-
Infrastructures ferroviaires portuaires	Voies et aiguillages	-	+++	-
	Gare de triage	-	+++	-
	Poste d'aiguillage (poste de signalisation), aiguillages électriques à commande locale	-	+++	-
	Technique de signalisation (+ passages à niveau)	-	-	-
	Alimentation électrique du réseau ferroviaire (y compris les caténaires)	-	+	-
	Balances ferroviaires	-	-	-
Connexions aux territoires	Voies navigables (Rhin, Neckar)	++++	-	-
	Réseau ferroviaire (en dehors de la zone portuaire)	-	+++	-

	Réseau routier (en dehors de la zone portuaire)	-	+++	+++
--	---	---	-----	-----

5.3.4.2 Classification des niveaux d'alerte pour l' s de processus

Objectif

Les niveaux d'alerte des processus concernés face aux dangers climatiques considérés sont définis de manière compréhensible. Cela permet de disposer d'une base pour identifier les processus particulièrement vulnérables et leur accorder la priorité dans la planification de l'adaptation.

Questions clés

- Quelles combinaisons de risque et de criticité conduisent à quels niveaux d'alerte pour les processus ?
- Quels sont les processus particulièrement vulnérables aux aléas climatiques considérés, aujourd'hui ou à l'avenir ?

Motivation

Cette étape consiste à rassembler les informations relatives au risque des éléments du système et à leur criticité pour les processus. C'est seulement ainsi qu'il devient possible d'identifier les processus susceptibles d'être particulièrement perturbés par des aléas climatiques et qui doivent donc être considérés en priorité dans la planification de l'adaptation.

Données issues d'autres étapes

- Le risque des éléments du système face aux aléas climatiques (chapitre 5.3.3),
- ainsi que la criticité des éléments du système pour les processus se déroulant dans le port (chapitre 5.3.4.1).

Procédure

La classification des niveaux d'alerte est généralement préparée par la direction du projet sur la base des évaluations déjà disponibles, puis validée conjointement avec l'équipe de projet. L'objectif est d'attribuer de manière transparente et compréhensible des niveaux d'alerte aux processus.

1) Comparaison entre risque et criticité

Il faut un tableau par processus, composé des aléas climatiques dans les colonnes et des éléments du système impliqués dans le processus dans les lignes. Les éléments du système sont notés avec leur criticité pour le processus (chapitre 5.3.4.1). Le risque pour l'élément du système est inscrit dans les cellules pour les trois tranches de temps (chapitre 5.3.3).

Processus : arrivée et départ du port par bateau

Risque climatique → Éléments du système ↓	Vague de chaleur	Tempête	Fortes précipitations	Inondations	Baisse du niveau des eaux	Sécheresse et Stress hydrique	Affaissement du sol
Ponts (+)	»		■ »	»	»		
Bassins portuaires et fonds de bassins portuaires (++++)				»	»		
Murs de quai (++++)				»	»	»	
Berges (+++)	»			»	»		■ » »
Palplanches (++++)				»	»		
Amarres, ducs d'albe (++++)							
Hangar à bateaux flottant, ponton (++++)	»	■ » »	» ■ »	»	»		
Terminaux à conteneurs (++++)	»	»	■ »	»	»		
Voies navigables (Rhin, Neckar) (++++)				■ » »	■ » »		
(+) faible criticité (++) criticité moyenne (+++) criticité haute (++++) très haute criticité Risque haut ; risque moyen ; présent ■ ; futur proche » ; avenir lointain » » ; case vide : aucun risque							

Figure 18 : Exemple de comparaison entre la criticité et le risque des Éléments du système impliqués dans le processus.

2) Élaboration de la logique d'attribution des niveaux d'alerte

Au cours de cette étape, la direction du projet élabore et documente à partir de quelle combinaison de criticité et de risque quel niveau d'alerte est attribué au processus.

- Cette logique ne doit être élaborée qu'une fois que le tableau rempli à l'étape précédente (Figure 18) est disponible. L'objectif est ici de mettre en évidence les différences entre les processus. La manière dont ces différences sont représentées de la meilleure façon possible dépend de l'évaluation de la criticité, c'est-à-dire de la rapidité avec laquelle, par exemple, le niveau de criticité le plus haut est attribué et du nombre de classes de criticité sélectionnées.
- Afin de rendre la classification des niveaux d'alerte compréhensible et transparente, la logique ne doit pas être trop complexe. Elle peut par exemple reposer sur le principe selon lequel le niveau d'alerte est attribué dès que la combinaison définie s'applique à un Élément du système impliqué dans le processus. Le Tableau 10 illustre un exemple d'une telle logique.

Tableau 10 : Exemple de logique d'attribution des niveaux d'alerte du processus en fonction de la criticité d'un Élément du système dans le processus et de son risque.

Criticité des éléments du système pour le processus	Risque pour les éléments du système face à un danger climatique	Niveau d'alerte du processus
++++	haut	 Très haut
++++	moyenne	 Haut
+++	haut	 Haut
+++	moyenne	 Moyenne
++	haut	 moyenne

3) Attribution des niveaux d'alerte du processus

La direction du projet applique la logique d'attribution élaborée pour les niveaux d'alerte (Tableau 10) à la combinaison de la criticité et du risque par processus et par tranche de temps (Figure 18), de sorte qu'un niveau d'alerte par tranche de temps soit attribué à chaque processus (voir la section « Exemples de résultats », Figure 20).

Processus : arrivée et départ du port par bateau

Risque climatique →	Vague de chaleur	Tempête	Fortes précipitations	Inondations	Baisse du niveau des eaux	Sécheresse et Stress hydrique	Arfaisement du sol
Éléments du système ↓							
Ponts (+)	»		■ »	»	»		
Bassins portuaires et fonds de bassins portuaires (++++)				»	»		
Murs de quai (++++)				»	»	»	
Berges (+++)	»			»	»		■ »
Palplanches (++++)				»	»		
Amarres, ducs d'albe (++++)							
Hangar à bateaux flottant ponton (++++)	»	■ »	» ■ »	»	»		
Terminaux à conteneurs (++++)	»	»	■ »	»	»		
Voies navigables (Rhin, Neckar) (++++)				»	»	»	
(+) faible criticité (++) criticité moyenne (+++) criticité haute (++++) très haute criticité							
Risque haut ; risque moyen ; présent ■ ; futur proche » ; avenir lointain » ; cellule vide : aucun risque							
aucun niveau d'alerte moyenne niveau d'alerte haut niveau d'alerte très haut niveau d'alerte très haut							

Figure 19 : Exemple d'attribution de niveaux d'alerte pour un processus et différents dangers climatiques sur la base de la criticité et du risque des Éléments du système impliqués dans le processus et selon la logique d'évaluation illustrée (Tableau 10).

Au niveau des processus, il peut être utile **de regrouper** les différents **dangers climatiques**. Cela permet de présenter les résultats de manière plus claire. Il convient toutefois de veiller à ce que, lors du regroupement des motifs justifiant les niveaux d'alerte, le danger climatique et son impact sur le système d'exploitation soient clairement identifiés, afin de pouvoir en déduire les mesures d'adaptation appropriées.

4) Validation des niveaux d'alerte

Lors d'une réunion conjointe avec les experts de l'équipe de projet, les niveaux d'alerte sont présentés, discutés et validés. Les questions clés sont les suivantes :

- Les niveaux d'alerte sont-ils cohérents les uns par rapport aux autres, c'est-à-dire est-il logique que, par exemple, le processus *d'arrivée et de départ par Bateau* soit soumis à un niveau d'alerte plus haut en cas de vague de chaleur que le processus *d'entretien* ?
- L'ensemble des niveaux d'alerte est-il cohérent ?

Il est judicieux d'apporter des corrections à ce stade de l'analyse des risques climatiques, car cela permet de mettre en évidence et d'harmoniser les éventuelles différences entre les critères d'évaluation des experts. Cette étape est particulièrement importante lorsque les experts chargés de l'évaluation n'ont pas élaboré ensemble, dans le cadre d'un atelier, l'ensemble des points critiques des Éléments du système (chapitre 5.3.4.1)

Conseil pratique

- Lors de la réunion de validation des niveaux d'alerte avec l'ensemble de l'équipe de projet, il ne s'agit pas de discuter des détails, mais de la cohérence des résultats entre eux.
- Prévoyez, à l'issue de cette réunion, du temps pour une phase de révision des niveaux d'alerte plus loin – des modifications sont probables et souhaitées !

Résultat de cette étape

À la fin de cette étape, vous disposez :

- une dérivation compréhensible des niveaux d'alerte pour les processus concernés par rapport aux dangers climatiques pris en compte,
- une logique documentée selon laquelle le risque et la criticité sont combinés pour former des niveaux d'alerte,
- et donc une base solide pour la hiérarchisation des processus particulièrement vulnérables au sein du port.

Exemple tiré du projet CRANE

La représentation du niveau d'alerte peut par exemple prendre la forme de drapeaux divisés en trois parties, les sections des drapeaux représentant, de gauche à droite, les trois tranches de temps analysées (Figure 20). On constate d'emblée que le déroulement des processus d'arrivée et de départ des bateaux ainsi que des croisières sur le Rhin est perturbé le plus nettement et dans le délai le plus court par les dangers climatiques du groupe 1. Afin de comprendre les raisons de cette perturbation, Figure 20 est complétée par des informations sur les éléments du système qui déclenchent le niveau d'alerte, ainsi que sur les dangers climatiques qui font peser un danger sur ces éléments (Tableau 11).

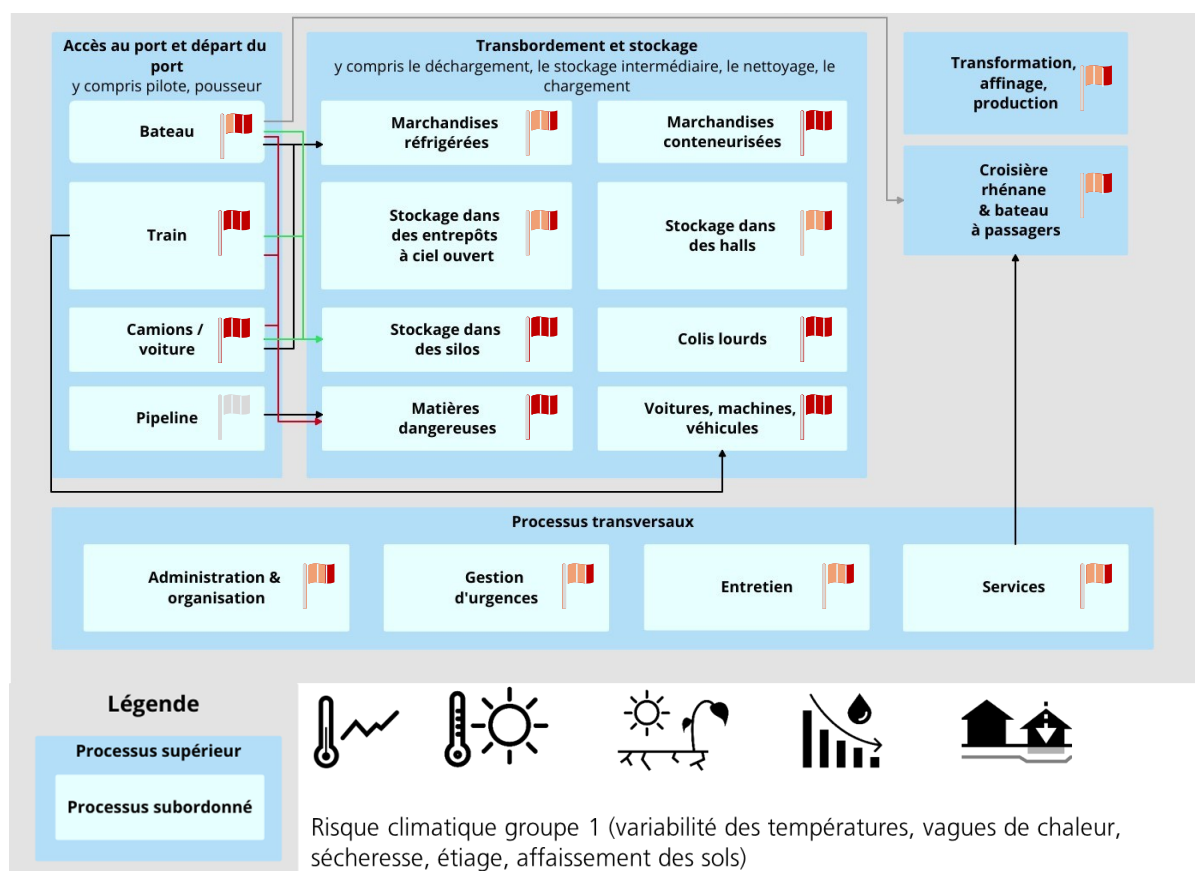


Figure 20 : Exemples de processus et leurs niveaux d'alerte pour le danger climatique « inondations » (couleur des drapeaux : gris = aucun, jaune = moyenne, rouge clair = élevé, rouge foncé = très élevé ; les segments des drapeaux représentent les tranches de temps, de gauche à droite : présent, futur proche, avenir lointain).

Tableau 11 : Éléments du système (SE) à haut risque qui sont très critiques pour au moins un processus (niveau d'alerte « très élevé »)

Quelles adaptations devraient être prioritaires ?		Face à quel danger climatique ?	Afin de préserver quels processus ?	
Ouvrages spécifiques au fluvial	Murs de quai	Baisse du niveau de l'eau	Entrée et sortie	...par bateau
			Transbordement et stockage	...de colis lourds, de marchandises dangereuses, de voitures/machines/véhicules
	Hangar à bateaux flottant, ponton	Fortes précipitations	Arrivée et départ	...par bateau
			Plus loin	...Croisière rhénane & bateau à passagers
Terminaux (sans marchandises dangereuses)	Terminaux à conteneurs	Vague de chaleur, crues	Arrivée et départ	...par bateau
			Transbordement et stockage	...de colis lourds
	Grues	Crue	Transbordement et stockage	...de colis lourds
	Marchandise entreposée, conteneurs et silos	Inondations	Transbordement et stockage	...dans des silos
Connexions aux territoires	Voies navigables (Rhin, Neckar)	Crue, baisse du niveau d'eau	Arrivée et départ	...par bateau, par train
			Plus loin	...Croisière rhénane & bateau à passagers
Ouvrages d'art	Installations d'exploitation à l'intérieur (ex: mobilier, machines) et extérieur (ex: éclairage)	Vague de chaleur, fortes précipitations, crues	Arrivée et départ	...par Pipeline
	Entrepôts	Fortes précipitations, inondations	Transbordement et stockage	...en entrepôt
Marchandises dangereuses	Installation de transbordement pour les marchandises dangereuses (p.ex. hydrocarbures)	Inondations	Transbordement et stockage	...de marchandises dangereuses
Connexions, alimentation et retrait	Approvisionnement en énergie externe	Vague de chaleur, fortes précipitations, inondations	Transbordement et stockage	...dans des silos

Brienen S, Walter A, Brendel C, Fleischer C, Ganske A, Haller M, Helms M, Höpp S, Jensen C, Jochumsen K, Möller J, Krähenmann S, Nilson E, Rauthe M, Razafimaharo C, Rudolph E, Rybka H, Schade N, Stanley K. (2020): Klimawandelbedingte Änderungen in Atmosphäre und Hydrosphäre: Schlussbericht des Schwerpunktthemas Szenarienbildung (SP-101) im Themenfeld 1 des BMVI-Expertennetzwerks. 157 Seiten. DOI: 10.5675/ExpNBS2020.2020.02

Buth, Mareike; Kahlenborn, Walter; Greiving, Stefan; Fleischhauer, Mark; Zebisch, Marc; Schneiderbauer, Stefan; Schauser, Inke (2017): Leitfaden für Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalysen. Empfehlungen der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassung an den Klimawandel der Bundesregierung. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (Leitfäden und Handbücher).

Deutscher Bundestag (2010): Drucksache 17/4178 Abrufbar unter: <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/17/041/1704178.pdf> (02.01.2021).

Fritzsche, K., Schneiderbauer, S., Bubeck, P., Kienberger, S., Buth, M., Zebisch, M., and Kahlenborn, W. (2014). The Vulnerability Sourcebook. Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments. Bonn and Eschborn: German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development and Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. http://www.adaptationcommunity.net/?wpfb_dl=203. Accessed 18 May 2018.

Galan, Juanjo; Galiana, Francisco; Kotze, D. Johan; Lynch, Kevin; Torreggiani, Daniele; Pedroli, Bas (2023): Landscape adaptation to climate change: Local networks, social learning and co-creation processes for adaptive planning. In: Global Environmental Change 78, S. 102627. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2022.102627.

GIZ and EURAC (2017). Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook. Guidance on How to Apply the Vulnerability Sourcebook's Approach with the New IPCC AR5 Concept of Climate Risk. Bonn: GIZ.

IPCC (2014). Klimaänderung 2013: Naturwissenschaftliche Grundlagen. Häufig gestellte Fragen und Antworten – Teil des Beitrags der Arbeitsgruppe I zum Fünften Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC) [T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex und P.M. Midgley (Hrsg.)]. Deutsche Übersetzung durch die deutsche IPCC-Koordinierungsstelle und Klimabüro für Polargebiete und Meeresspiegelanstieg, Bonn, 2017. Verfügbar unter: https://www.dwd.de/DE/forschung/klima_umwelt/klimaprojektionen/fuer_deutschland/fuer_dtsl_umgangbandbreiten_node.html. [Aufgerufen am 7.8.2024]

IPCC (2018). Annex I: Glossary [Matthews, J.B.R. (ed.)]. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 541-562, doi:10.1017/9781009157940.008

IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on

Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 184 pp., doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

ISO 14091 - Adaptation to climate change - Guidelines on vulnerability, impacts and risk assessment.

Kahlenborn, Walter; Porst, Luise; Voß, Maike; Fritsch, Uta; Renner, Kathrin, Zebisch, Marc; Wold, Mareike et al. (2021): Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland (KWRA 2021). Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau (Climate Change 26/2021).

Luise Porst; Maike Voß; Walter Kahlenborn; Inke Schauser (2022): Klimarisikoanalysen auf kommunaler Ebene. Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der ISO 14091. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau.

Lukas Dorsch; Christian Kind; Thomas Loew; Inke Schauser (2022): How to perform a robust climate risk and vulnerability assessment for EU taxonomy reporting? Recommendations for companies - final draft. Hg. v. Umweltbundesamt.

Lukas Dorsch; Christian Kind; Thomas Loew; Inke Schauser (2022): Durchführung einer robusten Klimarisiko- und Vulnerabilitätsanalyse nach EU Taxonomie. Empfehlungen für Unternehmen. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau.

Lukas Dorsch; Christian Kind; Thomas Loew; Inke Schauser (2022): How to perform a robust climate risk and vulnerability assessment for EU taxonomy reporting? Recommendations for companies - final draft. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau.

Marc Zebisch; Kathrin Renner; Massimiliano Pittore; Uta Fritsch; Sophie Rose Fruchter; Stefan Kienberger et al. (2023): Climate Risk Sourcebook 2023. Hg. v. GIZ. Eurac Research, GeoSphere Austria, Paris-London University of Salzburg, International Institut for Applied Systems Analysis, United Nations University, Deutsche Gesellschaft für International Zusammenarbeit. Bonn and Eschborn.

PIANC Secrétariat Général (Hrsg.), 2020: PIANC Report 178: Climate Change Adaptation Planning for Ports and Inland Waterways (2020)

PNACC2 (2018): Second plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC2), Ministère de la Transition écologique et solidaire, Paris, France, 2018

Sartorius, Julian V.; Geddes, Alistair; Gagnon, Alexandre S.; Burnett, Kathryn A. (2024): Participation and co-production in climate adaptation: Scope and limits identified from a meta-method review of research with European coastal communities. In: WIREs Climate Change 15 (3), Artikel e880. DOI: 10.1002/wcc.880.

Sommerauer, Wout Jan-Willem; van der Bolt, Bregje; Werners, Saskia; Smolenaars, Wouter Julius; Ludwig, Fulco (2026): Forging Common Paths: A Systematic Review of Co-Creation and Collaborative Learning in Adaptation Pathways. In: WIREs Climate Change 17 (1), Artikel e70038. DOI: 10.1002/wcc.70038.

TRACC (2023): La Trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC), Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, Paris, France, 2023

7 Annexe

L'annexe contient la liste des éléments du système élaborée dans le cadre du projet CRANE (annexe 7.1) ainsi que les questionnaires utilisés dans le projet CRANE pour la collecte d'informations (annexes 7.2 et 7.3). Ces ressources peuvent servir de source d'inspiration, mais ne prétendent pas être exhaustives

7.1 Liste des éléments du système possibles

Tableau 12 : Liste des éléments du système identifiés dans le cadre du projet CRANE

Groupe	Éléments du système	Groupe	Éléments du système
Ouvrages d'art	Ponts	Ouvrages spécifiques au fluvial	Bassins portuaires et fonds de bassins portuaires
	Passages souterrains / tunnels		Murs de quai
	Bâtiments neufs ou rénovés		Berges
	Bâtiments anciens (> 50 ans mais non rénovés)		Palplanches
	Superstructures sur les bâtiments		Amarres, ducs d'albe
	Sous-sols		Hangars à bateaux
	Installations d'exploitation à l'intérieur et à l'extérieur		Rampes Ro-Ro
	Entrepôts		Hangar à bateaux flottant, ponton
	Portes de garde et écluses		Digues
	Bâtiments de postes d'aiguillage	Équipements d'urgence	Voitures et bateaux de pompiers, Police
	Bassins de rétention (par ex. eaux polluées)		Hydrant
	Murs de soutènement	Terminaux (sans marchandises dangereuses)	Terminaux à conteneurs
	Remblais		Entrepôts à ciel ouvert
	Approvisionnement en eau propre (p. ex. puits)		Grues
	Evacuation des eaux usées, station de relevage		Engins de manutention et de travaux
Connexions, alimentation et retrait	Approvisionnement en énergie (y compris station-service) géré par les ports		Marchandise entreposée, conteneurs et silos
	Alimentation en eau externe		Entreprises industrielles (biens immobiliers)

Groupe	Éléments du système	Groupe	Éléments du système
	Approvisionnement en énergie externe	Connexions aux territoires	Voies navigables (Rhin, Neckar)
	Installations de télécommunications		Réseau ferroviaire (en dehors de la zone portuaire)
	Autres approvisionnements par réseau		Réseau routier (en dehors de la zone portuaire)
Etablissements portuaires et financières	Bateaux à passagers	Infrastructures ferroviaires portuaires	Voies et aiguillages
	Atelier, centre technique		Gare de triage
	Administration portuaire (bâtiments, infrastructure, personnel)		Poste d'aiguillage (poste de signalisation), aiguillages électriques à commande locale
	Bateaux, plates-formes		Équipement de signalisation (y compris les passages à niveau)
	Service des travaux hydrauliques		Alimentation électrique du réseau ferroviaire (y compris les caténaires)
Éléments naturels	Sols	Marchandises dangereuses	Balances ferroviaires
	Flore & faune (espaces verts, zones de compensations, espaces naturels protégés)		Installations de transbordement de marchandises dangereuses (par ex. pétrole)
	Plan d'eau / bassin portuaire		Entrepôt d'hydrocarbures
Infrastructures routières	Routes et voies d'accès	Personnel	Dispositif de sécurité
	Voies piétonnes et cyclables		Personnel

7.2 Recueil d'informations générales

Remarque : ce tableau rassemble des informations générales sur votre port. Le type d'information est indiqué dans la colonne de gauche.

Nous vous prions de bien vouloir vérifier l'actualité et l'exactitude des informations que l'équipe du projet a préalablement compilées à partir de sites web accessibles au public.

Si aucune information n'est encore indiquée, cela signifie que l'équipe du projet n'a pas trouvé d'informations accessibles au public. Nous vous invitons alors à saisir les informations dont vous disposez.

Si vous avez des commentaires ou des questions sur les thèmes concernés, veuillez les noter dans la dernière colonne.

Informations	Dispo- nible ?	Détails concernant l'information	Question / Com- mentaire
Document / information requis (rapports, cartes, informations climatiques locales)			
Cartes du site portuaire	☐ Oui ☐ Non ☐ ?	Si oui, veuillez indiquer ici le lien ou tout autre moyen d'accès	
Existe-t-il des cartes ou des plans des sites portuaires au format SIG ?	☐ Oui ☐ Non ☐ ?	Si oui, lesquels ? ☐ Plans d'ensemble des zones portuaires ☐ Carte indiquant l'emplacement des clients ☐ Carte/plan indiquant l'emplacement précis des bâtiments	

Informations	Dispo- nible ?	Détails concernant l'information	Question / Com- mentaire
		☐ Carte/plan indiquant l'emplacement précis des éléments d'infrastructure en surface ☐ Système d'information sur le réseau d'assainissement ☐ Système SIG propre au port ☐ Autres :	
Rapports annuels	☐ Oui ☐ Non ☐ ?	Si oui, veuillez indiquer ici le lien ou tout autre moyen d'accès	
Magazine du port / Newsletter	☐ Oui ☐ Non ☐ ?	Si oui, veuillez indiquer ici le lien ou un autre moyen d'accès	
Carte thermique	☐ Oui ☐ Non ☐ ?	Si oui, veuillez indiquer ici le lien ou un autre moyen d'accès	

Informations	Dispo- nible ?	Détails concernant l'information	Question / Com- mentaire
Analyses régionales ou commu- nales des risques climatiques	☐ Oui ☐ Non ☐ ?	Si oui, veuillez indiquer ici le lien ou tout autre moyen d'accès	
Stratégies régionales ou commu- nales d'adaptation au changement climatique	☐ Oui ☐ Non ☐ ?	Si oui, veuillez indiquer ici le lien ou un autre moyen d'accès	
Informations générales requises (structure, emplacement, organisation, Services du port, indicateurs clés)			
Taille du port	-	Veuillez indiquer ici des informations sur les emplacements et la taille	
Particularités géographiques	-	Veuillez indiquer ici les particularités éventuelles	
Clients du site portuaire	-	Veuillez donner ici un aperçu des clients du port et citer les plus importants	
Y a-t-il des clients soumis à l'obli- gation de déclaration dans le cadre du règlement de l'UE sur la taxonomie (cela concerne les en- treprises ayant plus de 500 em- ployés) ?	☐ Oui ☐ Non ☐ ?	Si oui, veuillez les indiquer ici	
Organisation			

Informations	Dispo- nible ?	Détails concernant l'information	Question / Com- mentaire
Composition de l'organe décision- nel (conseil de surveillance) de l'opérateur portuaire (acteur éco- nomique/public, forme juridique, etc.)	-		
Comment la relation entre l'admi- nistration des eaux et de la navi- gation et la société portuaire est- elle organisée ?	-		
Comment s'organise la relation entre l'opérateur portuaire et la commune/région dans laquelle le port est situé ?	-	Existe-t-il des coopérations avec la commune dans le domaine de la durabilité et de l'adaptation au changement climatique ? ☐ Non ☐ Oui Si oui, de quelle nature sont-elles ? Y a-t-il des conflits d'objectifs avec la commune ? ☐ Non ☐ Oui Si oui, lesquels ? Autres informations concernant les relations entre la commune et le port :	

Informations	Dispo- nible ?	Détails concernant l'information	Question / Com- mentaire
L'exploitant du port dispose-t-il d'un pouvoir de coordination vis-à-vis de ses clients/partenaires ?	-	☐ Non ☐ Oui, limité à :	
Qui est propriétaire du terrain du site portuaire ?	-	☐ Société portuaire ☐ Autre :	
Plus loin sur les droits de propriété	-		
Services			
Types d'activités commerciales	-		
Plus loin sur les « conteneurs »	-		
Plus loin sur les « Colis lourds »	-		
Plus loin sur les « marchandises en vrac »	-		
Plus loin sur le « stockage »	-		
Types de marchandises et de biens transportés par les ouvrages spécifiques au fluvial (classe de	-		

Informations	Dispo- nible ?	Détails concernant l'information	Question / Com- mentaire
marchandises NST et sous- groupes de marchandises) 2022			
Type de marchandises et de pro- duits transportés par rail (catégo- ries de fret) 2022	-		
Chiffres clés d'exploitation			
Nombre de personnels de la so- ciété portuaire	-		
Transbordement de marchandises par les ouvrages spécifiques au fluvial	-		
Transbordement total de conte- neurs en EVP (équivalent vingt pieds)	-		
Transbordement de conteneurs par voie fluviale	-		
Manutention de conteneurs par voie ferroviaire	-		
Manutention de conteneurs rou- tiers	-		

Informations	Dispo- nible ?	Détails concernant l'information	Question / Com- mentaire
Part du fret en provenance et à destination des ports maritimes (année 2022)	-	Rotterdam : Anvers : Plus loin : (si disponible, veuillez joindre un document à ce sujet)	
Trafic fluvial annuel	-		
Trafic ferroviaire annuel	-		
Trafic routier annuel	-		
Infrastructure			
Informations sur les infrastructures situées dans le port	-		
Interconnexion avec d'autres infrastructures de transport (route, rail)	-	Principales voies d'accès locales pour le trafic routier à destination et en provenance du port : par exemple, le nom de la route, le type ou le nombre ? Noms et types (RN, RD, RC) des principales routes d'accès directes au site portuaire. Ex. : <i>Rue de la Rochelle (RD) – Rue du Rheinfeld (RD) (zones portuaires B et C)</i> <i>Rue du Bauerngrund (RD) / Rue de la Rochelle (RD) (zones portuaires A-E)</i> <i>Rue du Havre (RD) – Rue du Rhin Napoléon (RC) (zone portuaire F)</i> <i>Avenue du Rhin (RN) – Rue du Rhin Napoléon (RC) (zone portuaire F)</i>	

Informations	Dispo- nible ?	Détails concernant l'information	Question / Com- mentaire
		 • Ponts routiers locaux les plus importants de la commune pour la circulation routière en provenance et à destination du port : • Ponts ferroviaires locaux importants (ex.) : <i>Pont ferroviaire sur le Rhin vers Kehl</i> <i>Ponts ferroviaires sur le canal du Rhône au Rhin</i> <i>Pont de tramway sur le Rhin vers Kehl (Pont Beatus Rhenanus)</i> • Raccordements ferroviaires (raccordements des voies du site portuaire aux voies d'autres compagnies ferroviaires) : <i>Exemple : raccordement du port industriel à la ligne Kehl-Strasbourg</i> 	

Informations	Dispo- nible ?	Détails concernant l'information	Question / Com- mentaire
Dépendance vis-à-vis des infras- tructures d'approvisionnement et d'élimination	-	Fournisseur d'électricité : Chauffage urbain : Froid urbain : Télécommunications : Approvisionnement en eau potable : Nombre de raccordements au réseau public d'assainissement : Plus loin, le cas échéant :	

Informations	Dispo- nible ?	Détails concernant l'information	Question / Com- mentaire
Indication des ports maritimes vers et depuis lesquels s'effectue le transport de marchandises	-		
Éléments d'infrastructure présents sur le site portuaire (voies navigables, écluses, ponts, bassins portuaires, etc.)	-	Si disponible, veuillez envoyer une liste indiquant le nombre d'éléments d'infrastructure avec des informations sur le type, la désignation, le nombre et l'emplacement (ou les emplacements) (la zone portuaire suffit) 	
Gestion des risques			
Comment gérez-vous les risques dans votre entreprise ?	-	☐ Gestion intégrée des risques pour plusieurs domaines ☐ Gestion des risques distincte pour différents domaines (par exemple, continuité des activités, sécurité informatique, protection civile, etc.) ☐ Pas de gestion des risques	
Quels sont les risques gérés ?	-	☐ Continuité des activités ☐ Sécurité informatique ☐ Gestion des substances dangereuses	

Informations	Dispo- nible ?	Détails concernant l'information	Question / Com- mentaire
		☐ Protection civile (lutte contre les incendies, protection contre les inondations, ...) ☐ Risques climatiques ☐ Plus loin :	
Existe-t-il des plans de gestion des risques ?	-	☐ Non disponibles Plan de gestion disponible pour ☐ la continuité des activités, dernière mise à jour : ☐ Sécurité informatique, dernière mise à jour : ☐ Gestion des substances dangereuses, dernière mise à jour : ☐ Protection civile, dernière mise à jour : ☐ Risques climatiques, dernière mise à jour : ☐ Plus loin :	

Informations	Dispo- nible ?	Détails concernant l'information	Question / Com- mentaire
			
Assurance			
Type de dommages couverts sur le site	-	☐ Assurance bâtiment ☐ Assurance contre les dommages naturels ☐ Assurance perte d'exploitation ☐ Autres :	
Existe-t-il un risque de sous-assurance pour certains types de dommages causés par des conditions météorologiques extrêmes ?	-	☐ Oui ☐ Non, l'assurance est suffisante.	
Plus loin			
Quelles organisations doivent être prises en compte dans l'analyse des risques ?		☐ Collectivités locales : ☐ Clients/utilisateurs du port :	

Informations	Dispo- nible ?	Détails concernant l'information	Question / Com- mentaire
		☐ Train : ☐ Entreprises de logistique : ☐ Bateliers fluviaux : ☐ AUCUNE	
Dans quels ports les combustibles fossiles sont-ils stockés ?		☐ Charbon Sites : ☐ Pétrole Sites : ☐ Gaz de pétrole liquéfié Sites : ☐ Autres Sites : ☐ AUCUN stockage de combustibles fossiles (à l'exception des stations-service)	
Sur quels sites portuaires d'autres marchandises dangereuses (autres que les combustibles fossiles) sont-elles stockées ?	-	☐ Produits pétroliers Sites : ☐ Produits chimiques : Sites : ☐ Autres marchandises dangereuses Type : Sites : Type : Sites :	

Informations	Dispo- nible ?	Détails concernant l'information	Question / Com- mentaire
		Type : Sites :	
		Type : Sites :	

7.3 Collecte d'informations sur les dommages antérieurs et l'état des infrastructures portuaires

Ce questionnaire traite spécifiquement de **la collecte de données et d'informations sur les dommages antérieurs et l'état de la résilience des infrastructures portuaires**, qui serviront de base de connaissances et de travail pour l'analyse des risques climatiques plus loin. Le questionnaire s'appuie sur les questions clés issues des guides de l'Agence fédérale de l'environnement et de l'UE.

Pour répondre aux questions, vous devrez effectuer des recherches internes à votre entreprise. Voici quelques sources d'information possibles :

- les documents d'assurance dans lesquels des sinistres ont été déclarés (assurance bâtiment, assurance perte d'exploitation, assurance contre les dommages causés par les éléments naturels, etc.)
- mentions dans les rapports d'activité
- les déclarations de sinistres des clients
- Long-terme Personnel qui se souvient des sinistres

Nous vous prions de bien vouloir saisir dans le questionnaire les données et informations pouvant être obtenues sans effort disproportionné. S'il s'agit de données financières, telles que les résultats d'exploitation, vous pouvez par exemple chiffrer le préjudice économique par rapport au chiffre d'affaires ou au résultat de l'année précédente, si vous ne souhaitez pas indiquer de chiffres absolus.

Collecte de données et d'informations sur les dommages antérieurs et sur l'état de résilience des infrastructures portuaires

Dans quel état structurel et opérationnel se trouvent les éléments d'infrastructure de votre port ?
(Par exemple : âge, vulnérabilité aux pannes, mises hors service, sollicitation élevée/faible, rénovation prévue/en cours, etc.)

Catégorie d'infrastructure	État structurel et opérationnel
Ouvrages spécifiques au fluvial	Bassin portuaire :..... Murs de quai:..... Berges:..... Palplanches:..... Écluses :..... Plus loin :
Places et équipements de transbordement	Terminaux :..... Entrepôts :..... Ponts roulants :
Infrastructures ferroviaires portuaires	Plus loin :
Routier	Voies ferrées :..... Gare de triage:..... Centre de contrôle du trafic :..... Plus loin :
Ouvrages d'art	Routes :..... Voies d'accès :..... Ponts:..... Passages souterrains / tunnels:..... Entrepôts:..... Bâtiments :.....

	Plus loin :	
Autres		
Le site portuaire a-t-il été affecté par les effets des risques climatiques au cours des dix à vingt dernières années ?		
Phénomène météorologique/ événement climatique extrême	Impact sur le site	
Stress thermique	☐ Oui ☐ Non	
Variabilité des précipitations ou de l'hydrologie	☐ Oui ☐ Non	
Vagues de chaleur	☐ Oui ☐ Non	
Sécheresse et Stress hydrique	☐ Oui ☐ Non	
Fortes précipitations	☐ Oui ☐ Non	
Étiage	☐ Oui ☐ Non	
Crue (côtière, fluviale, pluviale)	☐ Oui ☐ Non	
Affaissements de sol	☐ Oui ☐ Non	
Tempête	☐ Oui ☐ Non	
Plus loin (.....)	☐ Oui ☐ Non	
Si oui, quels phénomènes météorologiques et événements climatiques extrêmes ont causé des dommages matériels ou économiques sur le site portuaire au cours des dix à vingt dernières années ?		
Phénomène météorologique/ événement climatique extrême	Dommages matériels	Dommages économiques
Stress thermique	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non
Variabilité des précipitations ou de l'hydrologie	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non
Vagues de chaleur	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non
Sécheresse et Stress hydrique	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non
Fortes précipitations	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non
Étiage	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non
Inondations (côtières, fluviales, dues aux pluies)	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non
Affaissements de sol	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non
Tempête	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non
Plus loin	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non
Quels dommages matériels les éléments d'infrastructure du site portuaire ont-ils subis à la suite d'événements climatiques ou météorologiques ? Veuillez attribuer les dommages matériels aux éléments d'infrastructure correspondants. (Exemples de dommages matériels : dégâts des eaux,		

vieillesse prématurée dû à la chaleur, défaillance mécanique ou électronique, dégâts causés par une tempête, foudre, plus loin)

Catégorie d'infrastructure	Description des dommages matériels
Ouvrages spécifiques au fluvial	Bassin portuaire :..... Murs de quai:..... Berges:..... Palplanches:..... Écluses :..... Plus loin :
Places et équipements de transbordement	Terminaux :..... Entrepôts :..... Ponts roulants :..... Plus loin :.....
Infrastructures ferroviaires portuaires	Voies :..... Gare de triage:..... Centre de contrôle du trafic :..... Plus loin :.....
Routier	Routes :..... Voies d'accès :.....
Ouvrages d'art	Ponts:..... Passages souterrains / tunnels:..... Entrepôts:..... Bâtiments :..... Plus loin :.....
Autres	

Quel a été le montant des pertes financières causées par les dommages climatiques ? (Par exemple, baisse du chiffre d'affaires, pertes ou surcoûts liés aux réparations ou à de nouvelles acquisitions, etc. ; les données peuvent également être exprimées par rapport aux résultats de l'année précédente [écart en pourcentage])

Réponse :

Comment les événements climatiques de ces dernières années ont-ils influencé ou nui à la santé des employés du port ?

Réponse :

Quelles mesures de protection et d'adaptation des infrastructures ont été mises en œuvre sur le site portuaire afin d'atténuer les risques climatiques potentiels ?

- | | |
|--|---|
| ☐ Ombrage
☐ Végétalisation
☐ Adaptation du réseau de canalisations
☐ Protection contre les inondations
☐ Rétention des eaux | ☐ Utilisation de constructions résistantes aux tempêtes
☐ Systèmes de drainage
☐ Systèmes de surveillance et d'alerte précoce
☐ Isolation
☐ Plus loin :..... |
|--|---|

Quelles mesures ont déjà été mises en place ou sont prévues à l'avenir pour protéger le personnel contre les événements climatiques ?

- ☐ Plans d'action contre la chaleur
- ☐ Bureaux climatisés
- ☐ Véhicules
- ☐ Plus loin :