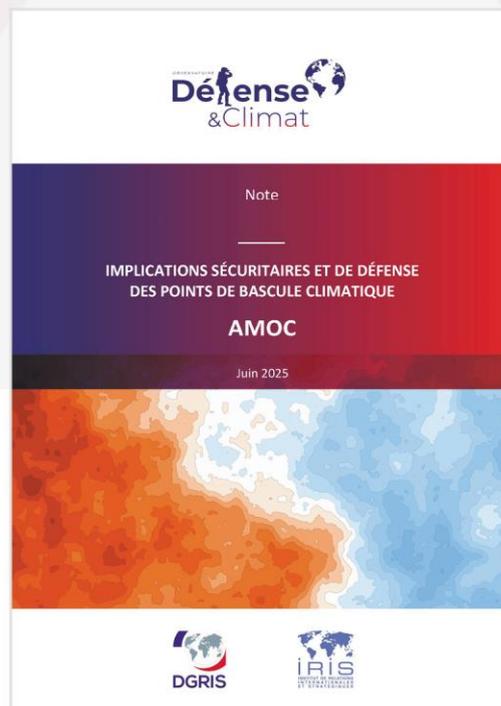


SYNTHÈSE

IMPLICATIONS SÉCURITAIRES ET DE DÉFENSE DES POINTS DE BASCULE CLIMATIQUE : L'AMOC

Juin 2025





L'Observatoire Défense et Climat, lancé en décembre 2016, a pour objectif d'étudier les enjeux de sécurité et de défense liés au climat.

Il est coordonné par l'IRIS dans le cadre du contrat réalisé pour le compte de la Direction générale des relations internationales et de la stratégie (DGRIS) du ministère des Armées. Fort d'une équipe pluri et transdisciplinaire, l'Observatoire est composé de chercheurs spécialisés en relations internationales, sécurité, défense, migrations, énergie, économie, climatologie et santé. Il est dirigé par Julia Tasse et François Gemenne.

L'Observatoire a initié de nombreuses collaborations avec des partenaires européens (Pays-Bas, Luxembourg) et internationaux (Australie, États-Unis, Inde), des ONG internationales, des organismes publics nationaux et internationaux. Ces initiatives ont permis de renforcer la coopération sur les enjeux climatiques et leurs implications sécuritaires.

L'Observatoire Défense & Climat propose des rapports et notes, organise des séminaires restreints et des conférences ouvertes au public, et anime le podcast « Sur le front climatique ».

www.defenseclimat.fr

Le ministère des Armées fait régulièrement appel à des études externalisées auprès d'instituts de recherche privés, selon une approche géographique ou sectorielle venant compléter son expertise externe. Ces relations contractuelles s'inscrivent dans le développement de la démarche prospective de défense, qui, comme le souligne le dernier Livre blanc sur la défense et la sécurité nationale, *« soit pouvoir s'appuyer sur une réflexion stratégique indépendante, pluridisciplinaire, originale, intégrant la recherche universitaire comme des instituts spécialisés »*.

Une grande partie de ces études sont rendues publiques et mises à disposition sur le site du ministère des Armées. Dans le cas d'une étude publiée de manière parcellaire, la Direction générale des relations internationales et de la stratégie peut être contactée pour plus d'informations.

AVERTISSEMENT : Les propos énoncés dans les études et observatoires ne sauraient engager la responsabilité de la Direction générale des relations internationales et de la stratégie ou de l'organisme pilote de l'étude, pas plus qu'ils ne reflètent une prise de position officielle du ministère des Armées.

À PROPOS DE L'AUTRICE ET L'AUTEUR DE LA NOTE



Julia Tasse / IRIS

Directrice de recherche et responsable des programmes Océan et Climat, environnement, sécurité à l'IRIS. Elle s'est spécialisée sur les enjeux maritimes après avoir travaillé sur ces sujets au service de diverses structures.



Martin Collet / IRIS

Étudiant en master 2 Environmental Policy à Sciences Po Paris. Il occupe le poste d'assistant de recherche au sein du programme Climat, environnement, sécurité de l'IRIS depuis août 2024.

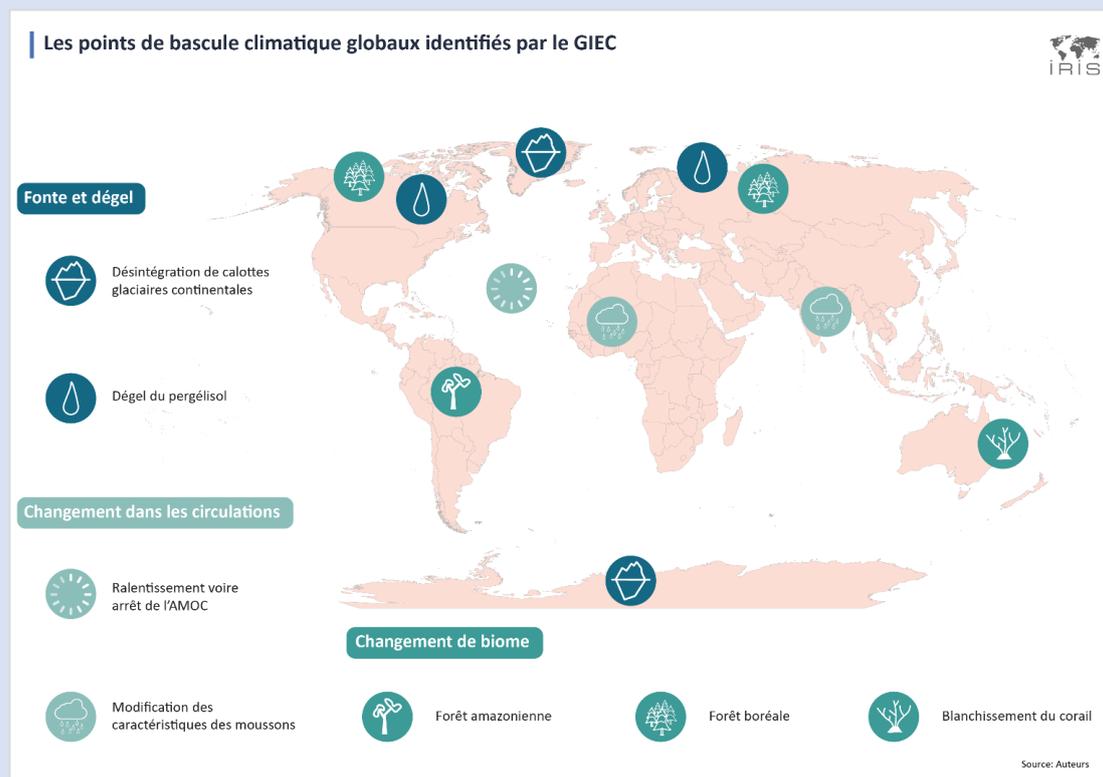
Cette note sur les **implications sécuritaires et de défense du point de bascule climatique qu'est la circulation méridienne de retournement atlantique nord** (*Atlantic meridional overturning circulation – AMOC*) est la première d'une série de publications à venir. La première partie de cette note a pour objectif d'expliquer **les principaux mécanismes de cette circulation** ainsi que les implications sécuritaires de son ralentissement voire de son potentiel effondrement. La deuxième partie propose des pistes de réflexion pour **intégrer l'étude de l'AMOC dans les stratégies de défense**.

Les points de bascule climatique

Un point de bascule correspond à **un degré de changement de propriétés d'un système au-delà duquel on assiste à une réorganisation**, potentiellement **chaotique**, de ce dernier (GIEC, 2019).

Concernant le système climatique, un **point de bascule se définit par un seuil critique qui, une fois dépassé, conduit à un basculement** de tout ou partie du système vers un nouvel état de stabilité.

Figure 1 – Carte représentant les points de bascule climatique globaux identifiés par le GIEC



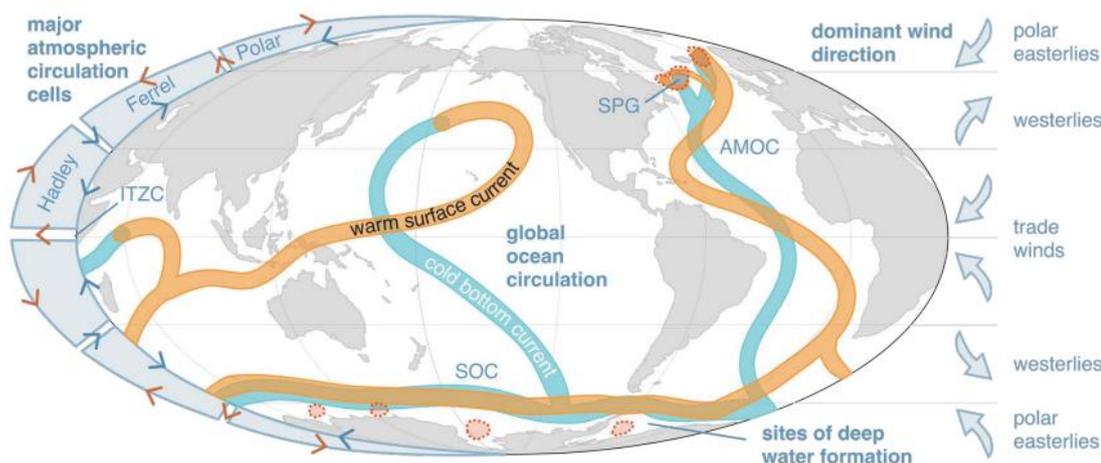
Les **incertitudes qui entourent les points de bascule ne doivent pas invalider la pertinence de l'intégration des points de bascule climatique au sein des politiques de sécurité et de défense**. Exclure d'un radar stratégique un événement à la **probabilité d'occurrence faible mais aux effets dévastateurs** serait un choix risqué.

I. COMPRENDRE L'AMOC ET SES IMPLICATIONS SÉCURITAIRES

L'AMOC constitue **une des branches de la circulation océanique globale**. Elle se caractérise par (1) un transport d'eau chaude et salée en surface, depuis l'Afrique du Sud jusqu'au nord de l'Atlantique et, (2) en profondeur, d'eaux froides du nord au sud de l'Atlantique. En remontant vers les hautes latitudes, une partie de la chaleur océanique des eaux de surface est transférée à l'atmosphère et ces eaux de surface deviennent plus froides et plus denses, et finissent par « plonger ». **Ce transfert de chaleur permet à l'Europe de connaître un climat plus tempéré que l'Amérique du Nord à des latitudes similaires.**

Figure 1 – Circulation océanique globale, zones de formation des eaux profondes et cellules atmosphériques

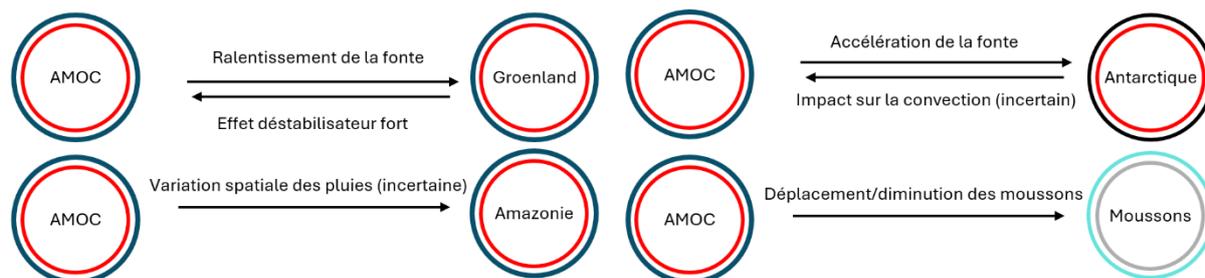
ITZC : Inter-Tropical Convergence Zone ; SOC : Southern Ocean Circulation ; SPG : Sub-Polar Gyre (cf Partie 2. 1.1)



Source : Lenton et al., 2023

L'état de l'AMOC constitue **un élément clé de la stabilité du système climatique**. Les changements climatiques pourraient cependant conduire à son ralentissement voire son arrêt et bouleverser complètement le climat. C'est pourquoi l'AMOC est considéré comme **un point de bascule** qui, du fait de sa dimension globale, pourrait interagir fortement avec d'autres points de bascule.

Figure 2 – Interactions entre l'AMOC et certains points de bascules identifiés par le GIEC



Sources : Lenton et al., 2023 ; Ben Yami et al., 2024

Les effets de premier ordre de l'AMOC (chute des températures et des précipitations en Europe, changements des régimes de moussons, augmentation des événements météorologiques extrêmes et de la stratification océanique...) déclencheraient des effets en cascade aux conséquences majeures pour la sécurité européenne (chute des rendements agricoles et de la production énergétique, altération des capacités de défense anti sous-marine...).

II. INTÉGRER LE BASCULEMENT DE L'AMOC DANS LES STRATÉGIES DE DÉFENSE

L'étude des points de bascule climatique à des fins de prospective de défense implique la préparation des systèmes à la survenue de cet événement. Cette préparation nécessite I) de **disposer des capacités de détection de la déstabilisation** du système climatique mais également de II) **prévoir l'adaptation des infrastructures, équipements et pratiques** au durcissement consécutif des conditions de vie et d'opération. Ces deux objectifs requièrent un suivi des travaux scientifiques traitant des principaux **signaux d'alerte précoce**, et doivent permettre d'appréhender plus précisément **l'intervalle de transition**. Il s'agit de comprendre en combien de temps on assisterait au refroidissement massif des climats européens. Certaines publications envisagent **une durée de transition de 15 à 300 ans**, quand d'autres mentionnent un intervalle **de quelques décennies, à quelques années**. Cependant, l'AMOC étant un des moteurs du transport de chaleur, son **ralentissement suffirait à engendrer des modifications climatiques importantes**. Le suivi des avancées scientifiques concernant la gyre subpolaire constitue la piste la plus sérieuse d'un possible signal d'alerte précoce d'une déstabilisation importante de l'AMOC.

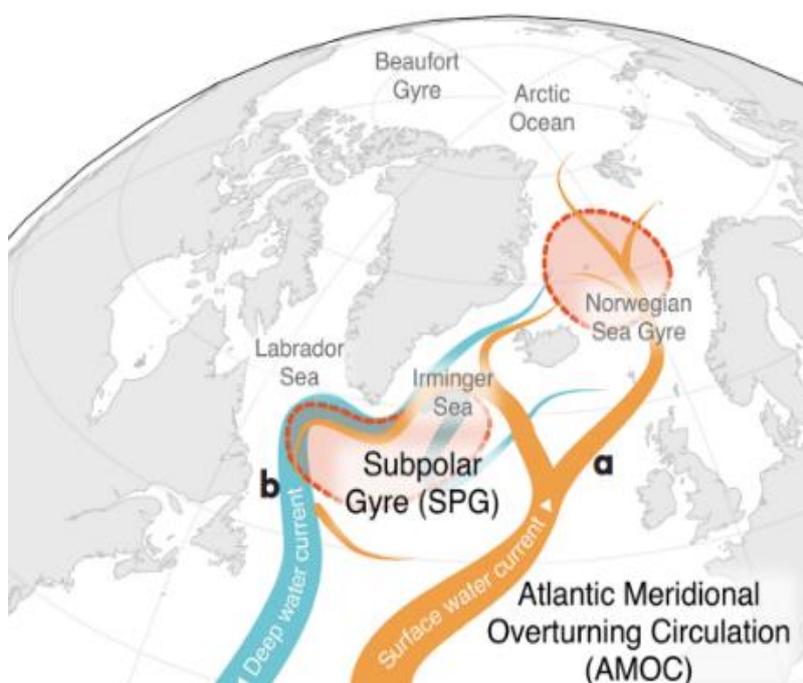
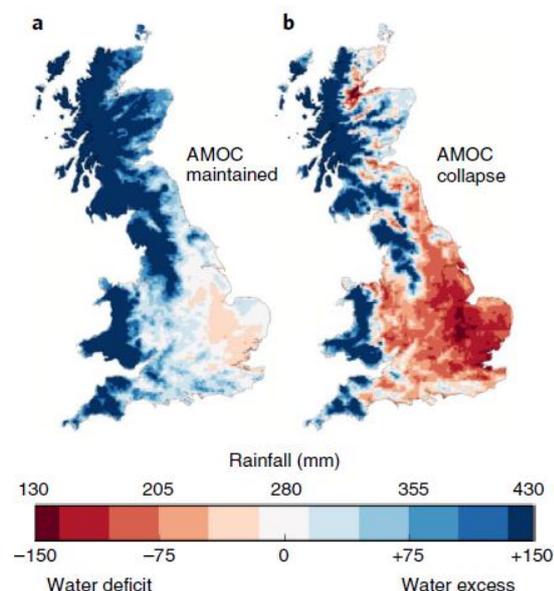


Figure 3 – Représentation schématique de la gyre subpolaire, située au cœur du processus de formation d'eaux profondes de l'AMOC

Source : Lenton et al., 2023

Compte tenu de l'évolution rapide des connaissances sur ce sujet, il est intéressant d'identifier les principaux acteurs qui travaillent sur les enjeux sécuritaires liés à l'AMOC. Les États-Unis, le Royaume-Uni et, plus récemment, l'Union Européenne hébergent les projets les plus avancés sur ces enjeux. L'agence britannique ARIA, construite sur le modèle de la DARPA, a ainsi **investi 81 millions de livres début 2025** dans un projet visant à identifier des signaux d'alerte précoce des points de bascule. Plusieurs autres travaux ont par ailleurs été publiés par des chercheurs ou institutions britanniques. Par ailleurs, **une lettre signée par 43 scientifiques** alerte le conseil des ministres scandinaves et souligne le risque majeur que représente le passage des points de bascule en général, et l'AMOC en particulier.

Figure 4 – Bilan hydrique britannique en 2080 pendant la saison de croissance, avec irrigation disponible, climatiques où l'AMOC est soit maintenue, soit effondrée



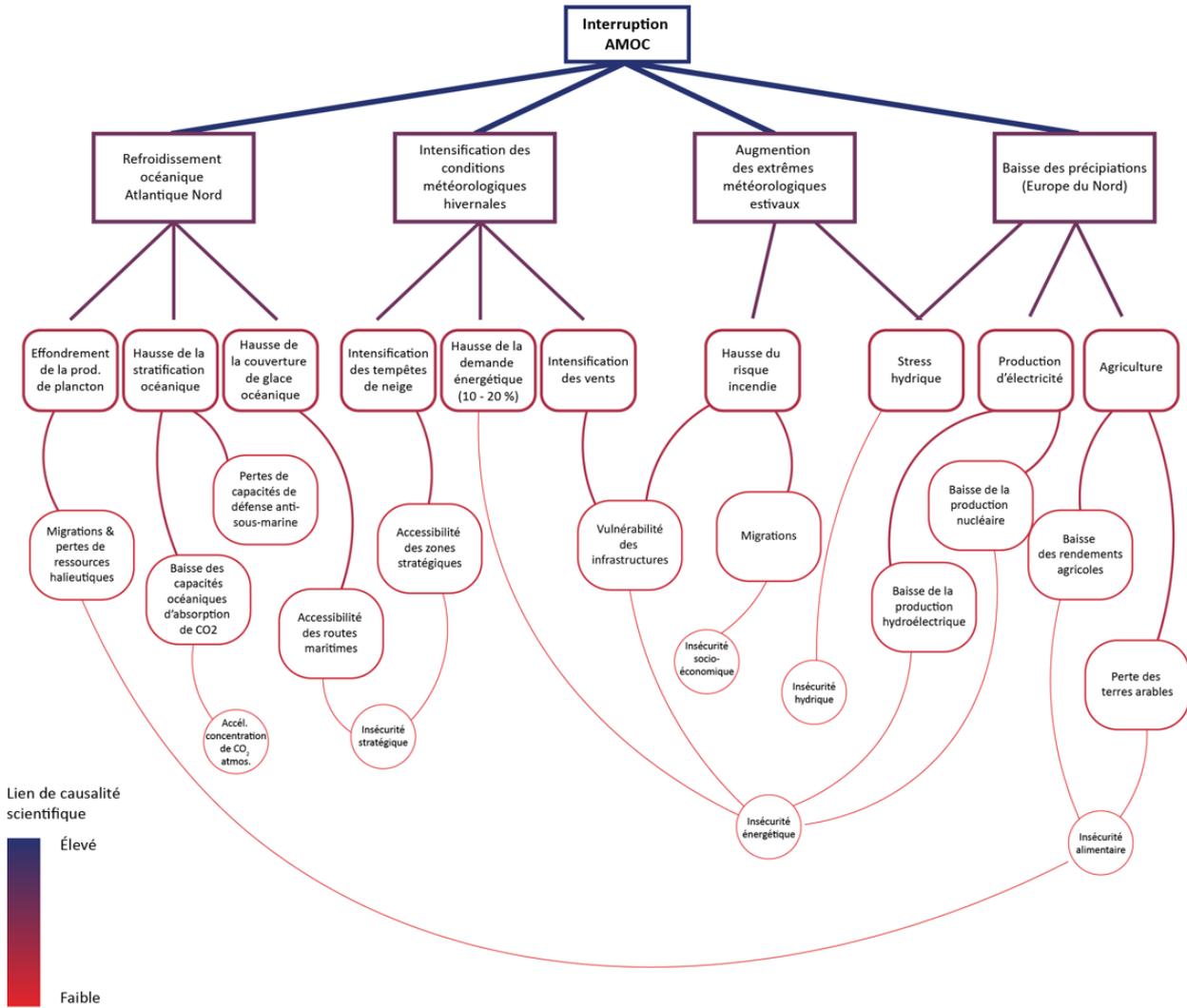
Déficits hydriques (<280 mm) durant la saison de croissance (avril à septembre) dans les zones où l'irrigation a lieu (en rouge), et zones avec excédent d'eau (>280 mm) (en bleu), pendant la saison de croissance. **Sur la carte (a), l'AMOC est maintenue, tandis qu'elle est effondrée sur la carte (b).**

Source : Ritchie et al., 2020

La nature des travaux est également un élément important : le recensement réalisé pour cette note met en lumière l'importance, outre les études scientifiques, du **recours à la prospective pour dépasser les limites liées au manque de données et nourrir les réflexions stratégiques**. Dès les années 2000, le Département de la Défense étatsunien commandait ainsi une étude prospective sur l'effondrement de l'AMOC. Le *Global Tipping Point Report* (2023), recension scientifique de travaux récents ayant trait aux points de bascule climatiques, propose quant à lui un scénario d'effondrement de l'AMOC, qui entraînerait **la rapide dégradation des conditions d'habitabilité en Europe et provoquerait un ressentiment croissant des populations européennes**. Ces travaux démontrent que **l'effondrement de l'AMOC pourrait déstabiliser la sécurité de l'Europe du Nord et de l'Ouest**. Dès lors, il convient d'établir des mécanismes de suivi des résultats scientifiques sur ce sujet pour mieux se préparer, et d'élaborer en parallèle des scénarii de réponse et de gestion de crise.

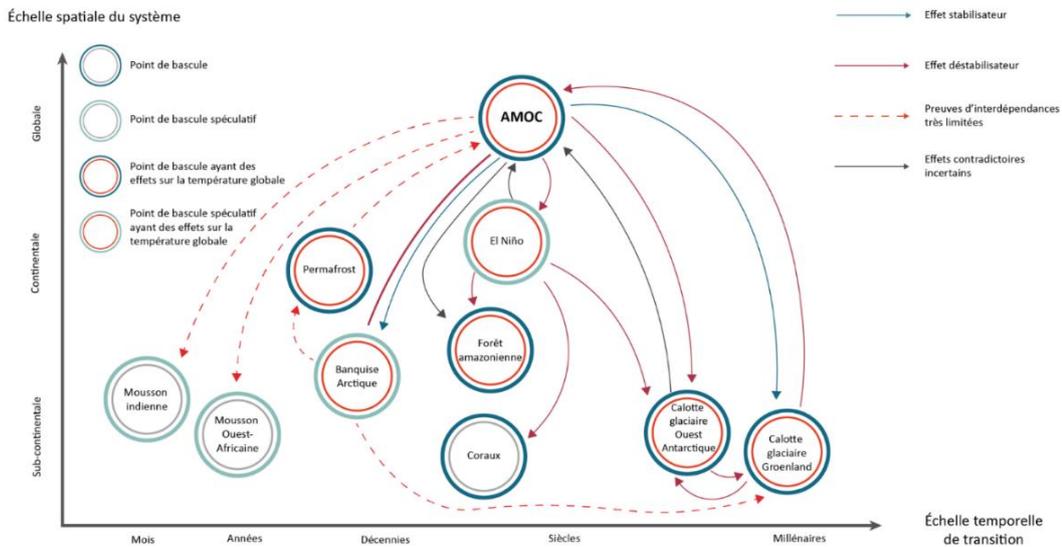
Annexe 1. Schémas

Figure 10 – Résumé des effets en cascade l’AMOC et des incertitudes associées



Source : Auteurs

Figure 5 – Boucles de rétroaction entre les différents points de bascule



Certains systèmes restent spéculatifs quant à leur capacité à présenter plusieurs états de stabilité.
Adapté de Lenton et al., 2022

Annexe 2. Tableau des projets scientifiques

Financier	Nom	Durée	Budget	Coordination	Objectif
France	LOCEAN (<i>Laboratoire d'Océanographie et du Climat : Expérimentations et Approches Numériques</i>)	2005 -	2,7 M € €/an	Sorbonne Université	LOCEAN conduit de nombreux projets de recherche ayant un lien avec l'AMOC, à travers des études océanographiques, climatologiques et paléoclimatiques. Pour en savoir plus
	MARCARA (<i>MARine radioCARbon Reservoir Age</i>)	2021-2025	526 K € (ANR)	Université d'Aix en Provence	Observer et modéliser l'évolution dans le temps des eaux de surface et les implications en paléocéanographie, paléoclimatologie et géochronologie. Pour en savoir plus
Union européenne	EPOC (<i>Explaining and Predicting the Ocean Conveyor</i>)	2022-2027	4,8 M €	Université de Hambourg (Allemagne)	Comprendre les conséquences d'un ralentissement de l'AMOC sur la météo et le climat à des échelles de temps courtes. Pour en savoir plus.
	ROVER (<i>Resilient Northern Overturning in a Warming Climate</i>)	2024-2028	3 M€	Université de Bergen (Norvège)	Comprendre si le retrait de la banquise pourrait avoir un impact sur l'AMOC, notamment en le renforçant (contre toute attente). Pour en savoir plus.
	TipESM (<i>Exploring Tipping Points and Their Impacts Using Earth System Models</i>)	2024-2027	4,8 M€	13 consortiums et institutions	Comprendre les points de bascule, notamment les signaux d'alerte précoce et les trajectoires d'émissions qui minimisent les risques. Pour en savoir plus.
	Joint Action on AMOC	2024-2026	/	JPI Climate et JPI Ocean	Réaliser un rapport mettant à jour l'état de la science autour de l'AMOC depuis le 6 ^{ème} rapport du GIEC ainsi que les impacts potentiels sur les populations.
	Medley (<i>MixED Layer hEterogeneity</i>)	2020-2024	/	LOPS – CNRS	Améliorer la compréhension de l'hétérogénéité spatiale des eaux de surface et ses impacts sur les échanges d'énergie, de chaleur et de gaz. Pour en savoir plus
Royaume-Uni	Forecasting Tipping Points	2025-2030	81 M€	27 équipes	Identifier des signaux d'alerte précoce des points de bascule. Pour en savoir plus.
Allemagne	TIPMIP (<i>Tipping Point Modelling Intercomparison Project</i>)			Institut de Postdam, Max Planck et Earth Commission	Identifier des signaux d'alerte précoce et étudier les risques associés au basculement simultané de plusieurs points de bascule climatique. Pour en savoir plus.
États-Unis	Quantifying Global and Regional Impacts of the AMOC Slowdown in the 21st century	2021-2026	324K€	Université de Yale (États-Unis)	Comprendre les impacts locaux et lointains du ralentissement de l'AMOC, notamment le refroidissement de la région nord-atlantique (North Atlantic Warming Hole). Pour en savoir plus.
	EXPLANATIONS (<i>Exploring AMOC controls on the North Atlantic carbon sink using novel inverse and data-constrained models</i>)	2024-2027	440K€	MIT (États-Unis)	Estimer les capacités de capture, transport et stockage du dioxyde de carbone dans l'Atlantique nord, ainsi que le rôle de l'AMOC dans la variabilité de ces capacités. Pour en savoir plus.

L'ANALYSE DES ENJEUX SÉCURITAIRES ET DE DÉFENSE LIÉS AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

PUBLICATIONS | PODCAST « SUR LE FRONT CLIMATIQUE » | ÉVÈNEMENTS



www.defenseclimat.fr

