



EUROPÄISCHES PATENT | EUROPEAN PATENT BREVET EUROPÉEN

Hiermit wird bescheinigt, dass für die in der Patentschrift beschriebene Erfindung ein europäisches Patent für die in der Patentschrift bezeichneten Vertragsstaaten erteilt worden ist.

It is hereby certified that a European patent has been granted in respect of the invention described in the patent specification for the Contracting States designated in the specification.

Il est certifié par la présente qu'un brevet européen a été délivré pour l'invention décrite dans le fascicule de brevet, pour les États contractants désignés dans le fascicule.

Europäisches Patent Nr.
European patent No.
Brevet européen n°

Tag der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents
Date of publication of the mention of the grant of the European patent
Date de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen

EP3777522

03.04.2024

INSTALLATION CÔTIÈRE DE GESTION DE PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES

Patentinhaber | Proprietor(s) of the patent | Titulaire(s) du brevet

Piufortavi
17 rue Albany
Juan les Pins
06160 Antibes
FR


António Campinos

Präsident des Europäischen Patentamts | President of the European Patent Office | Président de l'Office européen des brevets
München, den | Munich, | Munich, le **03.04.2024**

URKUNDE | CERTIFICATE | CERTIFICAT



Office européen des brevets
80298 MUNICH
ALLEMAGNE

Des questions sur cette notification?
Contactez notre Service clientèle sur www.epo.org/contact



AtlantIP International
39, rue du Galvaire de Grillaud
44100 Nantes
FRANCE

Date	07.03.2024
------	------------

Référence PIUB001EP	Demande n°. / Brevet N°. 20190607.0 - 1005 / 3777522
Demandeur / Titulaire Piufortavi	

Décision relative à la délivrance d'un brevet européen en application de l'article 97(1) CBE

La demande de brevet européen No. 20190607.0 ayant été dûment examinée, il est procédé, pour l'ensemble des Etats contractants désignés, à la délivrance d'un brevet européen ayant pour titre celui qui figure dans la notification émise en application de la règle 71(3) CBE (OEB Form 2004C) ou dans les informations (OEB Form 2004W, cf. Communiqué de l'OEB en date du 8 Juin 2015, JO OEB 2015, A52) en date du 15.11.23 et dans la version conforme aux documents indiqués dans cette notification/information.

No de brevet : 3777522
Date de dépôt : 12.08.20
Priorité revendiquée : 12.08.19/FRA 1909171

Les Etats contractants et le(s) Titulaire(s) du brevet : AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Piufortavi
17 rue Albany
Juan les Pins
06160 Antibes/FR

La décision prend effet au jour de la publication au Bulletin européen des brevets de la mention de la délivrance (art. 97(3) CBE).

La mention de la délivrance sera publiée au Bulletin européen des Brevets No 24/14 du 03.04.24.

Division d'examen
Crespo Vallejo, Daci

Garmendia Irizar, Ai

Urbahn, Stephanie



Remarque relative à la décision de délivrance d'un brevet européen (formulaire OEB 2006)

Depuis le 1er juin 2023, date d'application des règlements (UE) n° 1257/2012 et n° 1260/2012, plusieurs options s'offrent aux titulaires de brevets européens pour la validation d'un brevet européen.

1. Validations nationales "classiques" dans les États parties à la CBE

Les procédures exactes et les exigences en matière de traduction pour la validation diffèrent en fonction des États parties à la CBE. La brochure d'information intitulée "**Droit national relatif à la CBE**" fournit des renseignements utiles sur les conditions de forme à remplir et sur les actes à accomplir auprès des offices de brevets de ces États aux fins d'obtenir des droits dans ces derniers.

Certains États parties à la CBE exigent une **traduction du fascicule du brevet européen**. Selon que l'État visé est ou non partie à l'accord de Londres, la traduction à fournir doit porter soit uniquement sur les revendications, soit sur la totalité du brevet. Si la ou les traductions ne sont pas produites, le brevet européen peut être dès l'origine réputé sans effet dans les États concernés.

Des **taxes annuelles "nationales"** peuvent être perçues pour les années suivant celle au cours de laquelle la mention de la délivrance a été publiée au Bulletin européen des brevets. Pour plus de détails, il convient de consulter la brochure susmentionnée.

2. Brevet unitaire : validation "unitaire" centralisée auprès de l'OEB pour les États membres de l'Union européenne participant au brevet unitaire

Le brevet européen à effet unitaire (ou brevet unitaire) est un brevet européen délivré par l'OEB, auquel l'OEB, sur demande du titulaire du brevet européen, a attribué un effet unitaire. Son champ d'application territorial couvre les territoires des États membres participants dans lesquels l'AJUB produit ses effets à la date d'inscription de l'effet unitaire par l'OEB. De plus amples informations sont fournies dans la brochure "**Le guide du brevet unitaire**", disponible sur le site Internet de l'OEB.

Afin d'obtenir un brevet unitaire, il est nécessaire de présenter **une demande d'effet unitaire auprès de l'OEB** dans la langue de la procédure, au plus tard **un mois** après la date à laquelle la mention de la délivrance a été publiée au Bulletin européen des brevets. Cette demande doit être accompagnée d'**une traduction de l'intégralité du fascicule** soit en anglais, si la langue de la procédure est le français ou l'allemand, soit dans une autre langue officielle de l'Union européenne, si la langue de la procédure est l'anglais. Pour présenter votre demande, il vous est fortement recommandé d'utiliser la fonctionnalité du formulaire 7000 spécialement prévue à cet effet dans le dépôt en ligne (eOLF) et le dépôt en ligne 2.0.

Dans certaines conditions, les petites et moyennes entreprises, les personnes physiques et certaines entités (organisations sans but lucratif, universités et organismes de recherche publics) qui ont déposé la demande de brevet correspondante dans une langue officielle de l'Union européenne autre que l'allemand, l'anglais ou le français, ont droit à une **compensation des coûts de traduction** sous forme de somme forfaitaire si elles ont leur domicile ou leur siège dans un État membre de l'Union européenne.

Une seule taxe annuelle doit être acquittée chaque année auprès de l'OEB aux fins du maintien en vigueur du brevet européen à effet unitaire.

3. Combinaison d'un brevet unitaire avec des validations nationales classiques

Le brevet unitaire ne s'applique qu'aux États membres de l'Union européenne qui sont liés par le règlement (UE) n° 1257/2012 et qui ont ratifié l'Accord relatif à une juridiction unifiée du brevet. Certains États parties à la CBE ne sont donc pas couverts par le brevet unitaire.

Par conséquent, si une protection pour ces derniers est souhaitée en plus de celle conférée par le brevet unitaire, il sera nécessaire de procéder également à des validations nationales (voir point 1 ci-dessus).

Étant donné que les actes indispensables aux différentes validations sont susceptibles d'être modifiés, il est conseillé de toujours consulter la version la plus récente des brochures citées ci-dessus, ainsi que le site Internet de l'OEB (epo.org).

I- DESCRIPTION

Titre de l'invention : Système côtier de gestion des phénomènes météorologiques

- [1] La présente invention se rapporte aux systèmes de gestion des phénomènes météorologiques. Plus particulièrement, la présente invention est une installation côtière visant à gérer, voire empêcher, l'apparition de certains phénomènes météorologiques.
- [2] En effet, depuis les années 70 et face à la prise de conscience du réchauffement climatique en cours, les études ont démontré que certains phénomènes météorologiques violents, tels que des cyclones dans l'océan Indien, les ouragans dans la partie nord de l'océan Atlantique ou les typhons dans l'océan Pacifique voyaient leurs fréquences et intensités augmenter du fait de l'élévation moyenne des températures des eaux océaniques de surface. On a pu observer en 2017, un cyclone présentant des vents soufflant à 350 km/h.
- [3] Plus particulièrement, un ouragan (ou un typhon ou un cyclone) est un phénomène météorologique qui prend naissance en mer, dont la formation et l'intensité dépendent notamment des températures de surface des eaux océaniques.
- [4] Cependant, les études ont pu démontrer que d'autres conditions étaient également nécessaires pour la création d'un ouragan (ou un cyclone...), telles que :
- Un taux d'humidité supérieur à 70 %, comme cela est le cas dans la zone de convergence intertropicale, pour favoriser la formation de masses nuageuses de type cumulonimbus.
 - Une absence de vent en altitude, afin de ne pas disperser les nuages convectifs.

- Un gradient de pression pour permettre la mise en mouvement de masses d'air humide et provoquer une dépression.
- Une position géographique du lieu de formation dudit ouragan éloignée de l'équateur de quelques degrés de latitude pour que la valeur de la pseudo-force de Coriolis ne soit pas nulle, favorisant ainsi la création d'un mouvement circulaire des masses d'air ;
- Un apport d'air chaud et humide provenant des échanges gazeux entre l'océan et l'atmosphère.

[5] Concernant les échanges entre l'océan et l'atmosphère, on notera que ceux-ci s'effectuent principalement dans les couches supérieures (ou superficielles) de l'océan, c'est-à-dire au-dessus de la thermocline (les eaux sous cette couche de mélange de surface constituent la thermocline, les eaux de la thermocline subissant une décroissance très rapide des températures en fonction de la profondeur. Ces eaux présentent des températures très basses et ne participent pas à la création des phénomènes météorologiques considérés).

[6] En effet, pour favoriser la formation d'un cyclone, il est nécessaire que la température de l'eau de surface, c'est-à-dire au niveau de la couche d'eau entre la thermocline et la surface, soit supérieure à 26°C et cela sur une épaisseur d'au moins 50 mètres.

[7] Ainsi, certaines zones sont considérées comme des « nurseries » à ouragans (ou cyclones), par exemple les zones maritimes connexes aux îles situées loin des côtes continentales. On peut par exemple penser à la zone maritime à l'ouest de l'archipel du Cap-Vert, qui est alimentée en eaux très chaudes produites au niveau du plateau continental des îles constituant le Cap-Vert, les eaux étant amenées dans la zone de

formation des ouragans par le courant équatorial nord et les vents alizés. On notera par ailleurs que des études ont permis de démontrer que 95 % des cyclones de l'Atlantique Nord, sur la période allant de 1988 à 2017 ont pris naissance aux alentours de l'archipel du Cap-Vert.

- [8] En effet, ces îles présentent une disposition particulière qui bloque la circulation océanique du courant des Canaries, courant transportant des eaux froides issues de la remontée naturelle des eaux (également désigné sous le terme « upwelling » en langue anglaise) profondes (et donc froides) en surface, comme cela peut se produire au niveau des côtes marocaines, mauritaniennes et sénégalaises. Ainsi, à proximité de l'archipel du Cap-Vert, les eaux de surface présentent des températures supérieures à 28°C durant l'été (notamment en raison du rayonnement solaire), ce qui alimente la formation d'ouragans en Atlantique Nord.
- [9] Bien sûr, l'archipel du Cap-Vert n'est ici donné qu'à titre d'exemple, d'autres îles ou lieux, tels que l'archipel des Chagos, les Comores, les îles Éparses dans l'océan Indien, l'archipel des Mariannes dans le nord le Pacifique Nord remplissent également ces critères et sont donc à même d'être des lieux de formation de phénomènes météorologiques destructeurs.
- [10] On constate donc l'urgence à trouver une solution pour diminuer, voire empêcher, la formation de tels phénomènes météorologiques, ou du moins en limiter leur intensité, ce type de phénomène provoquant des pertes en vies humaines et des dégâts matériels se chiffrant parfois à plusieurs milliards d'euros (on peut notamment penser à l'ouragan Irma de 2017 ayant provoqué 134 morts et des dommages matériels évalués à 67,8 milliards de dollars).

WO2011/011370A1 et CN101403472B divulguent une installation côtière de gestion des phénomènes météorologiques.

[11] L'invention est une installation côtière de gestion des phénomènes météorologiques selon la revendication 1, ladite installation comprenant :

- Des conduits partant de ladite installation et s'étendant jusqu'à une profondeur en dessous de la couche océanique de mélange (donc de préférence au niveau de la thermocline et dans une zone où les eaux ont avantageusement une température inférieure à 18°C) ;
- Des pompes permettant de pomper de l'eau, telle que l'eau située en dessous de la couche océanique de mélange (notamment par l'intermédiaire desdits conduits) jusqu'à ladite installation.
- Des moyens de dispersion des eaux pompées permettant de mélanger lesdites eaux pompées aux eaux océaniques de surface ;
- Au moins un puits qui est relié, d'une part aux pompes par un ou plusieurs tuyaux, et d'autre part, aux conduits, ledit au moins un puits se remplissant par l'intermédiaire des conduits, d'eau provenant d'en dessous de la couche océanique de mélange par un effet de vase communicant.

[12] Ladite installation permet ainsi de pomper des eaux situées en dessous de la couche de mélange, présentant de préférence une différence de température d'au moins 10°C avec les eaux de surface, pour mélanger par l'intermédiaire des moyens de dispersion, cette eau pompée aux eaux de surface. Cela a pour conséquence de diminuer la température des eaux de surface et ainsi de limiter l'apparition de phénomènes météorologiques violents et/ou de diminuer leur intensité.

- [13] Par ailleurs, le mélange d'eau issue des profondeurs riche en nutriments avec de l'eau de surface favorise le développement de la faune et de la flore, contribuant ainsi à la prospérité de la pêche et de l'aquaculture.
- [14] On notera également que l'apport d'eaux froides favorise l'absorption du dioxyde de carbone atmosphérique par les eaux océaniques de surface.
- [15] Ladite installation permet également de lutter contre le réchauffement climatique, par exemple, en réduisant de 2 degrés la température des eaux de surface des eaux aux alentours d'îles tropicales d'origine volcanique ayant un plateau continental, on diminue la production de vapeur d'eau dans l'atmosphère (gaz qui est également un gaz à effet de serre). Par ailleurs, le refroidissement local des eaux de surface de certains lieux situés dans la zone équatoriale entraîne également une diminution de la température des masses d'air générées localement. L'invention présente donc également l'avantage de diminuer la fréquence et/ou l'intensité des événements caniculaires dans les zones non équatoriales (c'est-à-dire de limiter les longues périodes pendant lesquelles les températures sont au-dessus des normales saisonnières).
- [16] Selon une caractéristique possible, ladite installation comprend des moyens d'alimentation électrique tels que des panneaux photovoltaïques et/ou des éoliennes.

- [17] Le fait de doter ladite installation côtière de moyens d'alimentation électrique permet de rendre celle-ci autonome énergétiquement. De plus, mixer plusieurs moyens d'alimentation différents et complémentaires permet à l'installation de fonctionner le jour et au moins une partie de la nuit, et de préférence au moins 20 heures par jour.
- [18] Selon une autre caractéristique possible, l'installation est disposée en limite de côte ou en bordure de plage, et de préférence à proximité de terres émergées possédant un plateau continental, par exemple par l'intermédiaire de fondations en béton.
- [19] En effet, il est moins coûteux de construire ladite installation en bordure de plage ou en eaux peu profondes (à proximité de la côte donc), car il est plus aisé d'y construire des fondations en béton et ainsi de réaliser une structure plus durable face aux intempéries et à divers événements naturels.
- [20] Par ailleurs, cette conception permet de rafraîchir l'air à proximité de la plage.
- [21] Selon une autre caractéristique possible, les moyens d'alimentation électriques sont situés à distances des moyens de dispersion et sont reliés aux pompes (nécessitant un approvisionnement électrique) par des lignes électriques enterrées.
- [22] Lesdits moyens d'alimentation sont, par exemple, situés à une distance d'au moins 5 km dans les terres, des pompes ceci afin de limiter les effets corrosifs de l'eau de mer sur lesdits moyens. De plus, en cas d'intempéries, cela réduit les risques de panne, et les risques liés aux interventions dans le cadre d'une

maintenance ou d'une réparation. Par ailleurs, la disposition desdits moyens d'alimentation dans les terres permet de réduire la pollution visuelle et sonore sur la plage, lieux généralement touristiques.

- [23] Selon une autre caractéristique possible, lesdites pompes sont des pompes immergées et/ou des pompes électriques.
- [24] Les pompes sont préférentiellement des pompes électriques immergées disposées dans les conduits à des profondeurs comprises entre 1,5 et 4 m, afin ne pas être sensibles aux phénomènes de marnage.
- [25] Selon une autre caractéristique possible, lesdits conduits sont posés sur le fond marin.
- [26] Les conduits sont ainsi à l'abri des intempéries et de l'air. De plus, lesdits conduits sont avantageusement réalisés en aciers spéciaux résistants à l'eau de mer, et présente un diamètre normalisé de 8 pouces (soit environ 20,32 cm).
- [27] Selon une autre caractéristique possible, l'une des extrémités desdits conduits est située à une profondeur supérieure à 70 mètres.
- [28] Selon une autre caractéristique possible, les moyens de dispersion sont des canons à eau.

- [29] Les canons à eau sont un moyen peu onéreux nécessitant une maintenance faible et permettant de disperser les eaux pompées sur une grande surface, favorisant ainsi le mélange entre eaux océaniques de surface et eaux pompées.
- [30] De plus, le fait d'utiliser des canons à eau entraîne la formation de gouttelettes d'eau froide dans l'atmosphère, qui vont limiter, voire empêcher les échanges entre l'atmosphère et la couche d'eau océanique de surface, limitant ainsi l'évaporation des eaux chaudes de surface. Par ailleurs, ces gouttelettes en suspension limitent également le réchauffement des eaux de surface par les rayons du soleil.
- [31] Selon une autre caractéristique possible, lesdits moyens composant ladite installation sont disposés de manière régulière autour d'une île.
- [32] Afin d'optimiser le refroidissement des eaux de surface, il est avantageux de disposer des pompes et des moyens de dispersion à intervalle régulier sur le pourtour d'une île (ou encore le long d'une côte).
- [33] Selon une autre caractéristique possible, ladite installation présente des fondations en béton, sur lesquelles sont disposés les moyens de dispersion des eaux pompées.
- [34] Selon une autre caractéristique possible, chacun des conduits et/ou des moyens de dispersion est alimenté par au moins une pompe.

[35] Selon une autre caractéristique possible, ladite installation comprend un module de désalinisation d'eau de mer, au moins un desdits conduits comprend, par exemple, une dérivation alimentant ledit module de désalinisation.

[36] En effet, il est avantageux de pouvoir alimenter en eaux potables les populations vivant aux alentours de ladite installation, et notamment sur des îles.

[37] L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description suivante de modes de réalisation particuliers de l'invention, donnée uniquement à titre illustratif et non limitatif, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- La figure 1 est une représentation schématique en perspective de dessus d'une installation pas selon l'invention.
- La figure 2 est une vue très schématique et en coupe de l'installation de la figure 1.
- La figure 3 est une vue agrandie d'une partie de l'installation de la figure 1.
- La figure 4 est une vue très schématique et en coupe d'une installation selon l'invention.

Les modes de réalisation représentés dans les figures 1 - 3 ne font pas partie de l'invention, mais représentent des éléments de l'état de la technique qui sont utiles à la compréhension de l'invention.

[38] Ainsi, la figure 1 est une représentation schématique en perspective de dessus d'une installation côtière 1 de gestion des phénomènes météorologiques.

[39] Plus particulièrement, l'installation côtière 1 est disposée en bordure de plage P.

[40] Comme cela est plus particulièrement illustré à la figure 2, l'installation 1 comprend :

- Des conduits 5 disposés sur les fonds marins F (c'est-à-dire à même le sol), partant de ladite installation 1 et s'étendant en direction de l'océan S.
- Des pompes 7 permettant de pomper de l'eau à travers lesdits conduits 5 vers ladite installation 1.
- Des moyens de dispersion 9 des eaux pompées permettant de mélanger lesdites eaux pompées aux eaux de surface.
- Des moyens d'alimentation 11 électrique destinés à alimenter en énergie lesdites pompes 7.

[41] Les conduits 5 sont, par exemple, des conduits en acier résistant à la corrosion et qui présentent un diamètre standardisé de 8 pouces, identique aux conduits utilisés dans l'industrie pétrolière.

[42] Plus particulièrement, les conduits 5 s'étendent jusqu'à une profondeur située en dessous de la couche de mélange ou au niveau de la thermocline, c'est-à-dire dans une zone où les eaux océaniques présentent des températures égales ou inférieures à 18°C.

[43] Les pompes 7, quant à elles, sont préférentiellement des pompes immergées et électriques disposées à l'intérieur desdits conduits 5 (au moins une pompe par conduit). De plus, lesdites pompes 7 sont situées à des profondeurs comprises entre 1,5 et 4 mètres, pour d'une part éviter le désamorçage des pompes lors

du marnage, et d'autre part, limiter le coût d'installation desdites pompes (en effet, lorsque les profondeurs sont trop importantes, l'installation des pompes nécessite un matériel spécifique onéreux).

- [44] Dans une variante de réalisation non représentée, les pompes 7 sont des pompes dites de surface (donc non immergées) disposées dans un local aménagé à au moins 3 mètres sous le niveau de la mer. Cela présente l'avantage de réduire le coût des pompes et l'entretien de ces dernières, en contrepartie d'un investissement plus important lié à la construction de locaux sous-marins dédiés pour accueillir lesdites pompes.
- [45] Les moyens de dispersion 9, dans le présent exemple, sont des canons à eau qui permettant de disperser de façon aérienne les eaux froides pompées dans les profondeurs de l'océan. On notera que les canons à eau 9 sont par exemple, reliés à la tête de la pompe 7 par l'intermédiaire d'un tube souple (tel qu'un tube souple de 6 pouces de diamètre, soit environ 15,24 cm), ce type de liaison facilitant l'entretien, l'installation et le démontage pour révision ou remplacement des pompes.
- [46] Cependant, les moyens de dispersion 9 peuvent être n'importe quel moyen permettant de mélanger les eaux pompées aux les eaux de surface, tel que des conduits débouchant dans l'eau à proximité de l'installation 1.
- [47] Les moyens d'alimentation électrique 11, quant à eux, sont avantageusement des panneaux photovoltaïques 11a ou des éoliennes 11b, les dits moyens d'alimentation 11 étant reliés aux pompes 7 pour

les alimenter en électricité. Néanmoins, lesdits moyens 11 peuvent également alimenter en électricité tout élément utile de l'installation 1.

- [48] On notera que l'installation est disposée en limite de côte ou en bordure de plage, et de préférence à proximité (ou à la limite) de terres émergées possédant un plateau continental. En effet, au regard de la fonction de ladite installation et des zones géographiques dans lesquelles l'installation est amenée à être construite, il est préférable que les fondations soient réalisées en béton, mais d'autres moyens de construction sont envisageables si ceux-ci présentent la solidité requise.
- [49] Par ailleurs, l'extrémité libre des conduits 5 est de préférence située à une profondeur d'au moins 70 m, profondeur où l'eau présente une température égale ou inférieure à 18 °C.
- [50] L'installation 1 est avantageusement disposée sur une île, par exemple sur l'île de Boa Vista de l'archipel du Cap-Vert.
- [51] Comme cela est plus particulièrement illustré, à la figure 3, les conduits 5, les pompes 7 et les moyens de dispersion 9 sont disposés à intervalles réguliers tout autour de l'île de Boa Vista, en bordure plage, par l'intermédiaire de fondations en béton.
- [52] Lesdits moyens d'alimentation 11 électrique permettent alors d'alimenter les pompes 7 une vingtaine d'heures par jour et donc de pomper et mélanger de l'eau présentant une température inférieure ou égale à 18°C aux eaux de surface dont la température moyenne est d'environ 28°C en été. Les calculs ont pu

démontrer qu'un dimensionnement adéquat des différents moyens de l'installation permet d'obtenir une diminution de la température des eaux de surface de plus de 2°C, et donc de garder une température des eaux de surface inférieure au seuil critique de 26°C qui favorise l'apparition d'ouragans.

[53] On notera que dans une autre variante de réalisation non représentée, ladite installation comprend un module de désalinisation d'eau de mer. Ledit module est situé à proximité des conduits 5 qui l'alimentent en eau de mer à désaliniser et est relié aux moyens d'alimentation 11 par lesdites lignes électriques enterrées.

[54] La figure 4, quant à elle, est une représentation très schématique et en coupe d'une installation côtière 1' de gestion des phénomènes météorologiques selon l'invention.

[55] On notera que pour la description de la figure 4 les mêmes références seront utilisées pour désigner les mêmes éléments.

[56] Ainsi, l'installation 1' comprend :

- Des conduits 5 partant de ladite installation 1 et s'étendant en direction de l'océan S.
- Des pompes 7 permettant de pomper de l'eau.
- Des moyens de dispersion 9 des eaux pompées permettant de mélanger lesdites eaux pompées aux eaux de surface.
- Des moyens d'alimentation électrique (non représentés) destinés à alimenter en énergie lesdites pompes 7.

- [57] Cependant, à la différence de l'installation décrite aux figures 1 à 3, l'installation 1' comprend au moins un puits 8 qui est relié, d'une part aux pompes 7, par un ou plusieurs tuyaux 7a et, d'autre part, aux conduits 5.
- [58] Les conduits 5 qui sont selon l'invention réalisés par forage, s'étendent obliquement à travers la roche de la bordure du plateau continental jusqu'à déboucher à une profondeur, où l'eau présente une température inférieure ou égale à 10°C (donc à une profondeur située en dessous de la couche océanique de mélange).
- [59] L'eau océanique provenant des profondeurs remplit par un effet de vase communicant et par l'intermédiaire des conduits 5, le puits 8. L'eau océanique des profondeurs est ainsi amenée dans le puits 8 sans dépense d'énergie et y est stockée jusqu'à l'utilisation.
- [60] Les pompes 7, comme précédemment, permettent de pomper l'eau froide (issue du puits 8) et de la disperser dans les eaux de surface par l'intermédiaire des moyens de dispersion 9, tels que des canons à eau.

REVENDEICATIONS

[Revendication 1] Installation (1) côtière de gestion des phénomènes météorologiques, ladite installation (1) comprenant :

- des conduits (5) partant de ladite installation (1) et s'étendant jusqu'à des profondeurs situées en dessous de la couche océanique de mélange ;
- des pompes (7) permettant de pomper de l'eau ;
- des moyens de dispersion (9) des eaux pompées permettant de mélanger lesdites eaux pompées aux eaux océaniques de surface ;
- au moins un puits (8) qui est relié, d'une part, aux pompes (7) par un ou plusieurs tuyaux (7a), et, d'autre part, aux conduits (5) ;

Ledit au moins un puits (8) se remplissant, par l'intermédiaire des conduits (5), d'eau provenant d'en dessous de la couche océanique de mélange par un effet de vase communicant, caractérisée en ce que les conduits (5) sont réalisés par forage et s'étendent obliquement à travers la roche d'une bordure du plateau continental jusqu'à déboucher à une profondeur située en dessous de la couche océanique de mélange.

[Revendication 2] Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens d'alimentation (11) électrique, tels que panneaux photovoltaïques (11a) et/ou des éoliennes (11b).

[Revendication 3] Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle est disposée en limite de côtes ou en Bordure de plage (P).

[Revendication 4] Installation selon la revendication 2, caractérisée en ce que les moyens d'alimentation électriques (11) sont situés à distance des moyens de dispersion (9) et sont reliés aux pompes (7) par des lignes électriques enterrées.

[Revendication 5] Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que lesdites pompes (7) sont des pompes immergées et/ou électriques, par exemple disposées à des profondeurs comprises entre 1,5 et 4 mètres.

Revendication 6] Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que lesdits conduits (5) sont posés sur le fond marin (F).

[Revendication 7] Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'une des extrémités des conduits (5) est située à une profondeur supérieure à 70 mètres.

[Revendication 8] Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que les moyens de dispersion (9) sont des canons à eau.

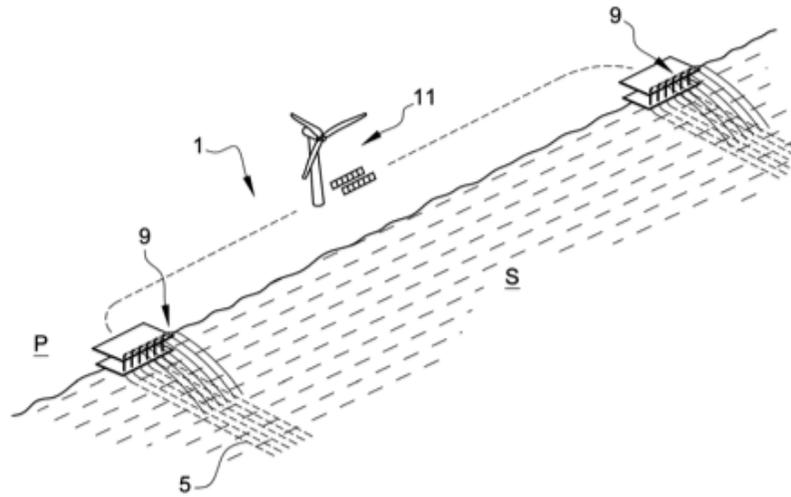
[Revendication 9] Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle présente des fondations en béton sur lesquelles sont disposés les moyens de dispersion (9) des eaux pompées.

[Revendication 10]. Installation selon l'une quelconque des revendications Précédentes, caractérisée en ce que chacun des conduits (5) et/ou moyens de dispersion (9) est alimenté par au moins une pompe (7).

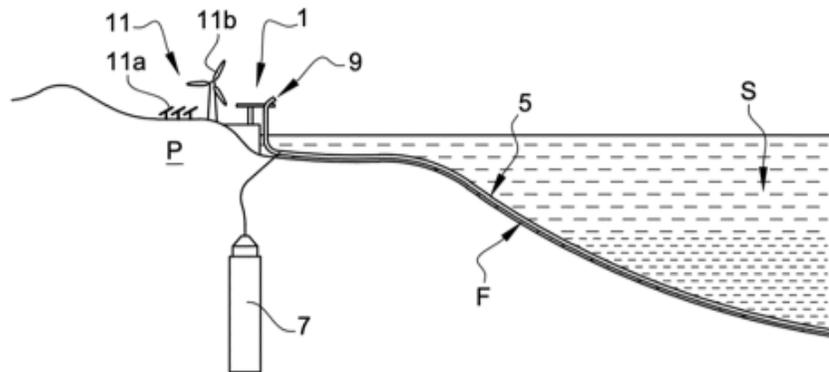
[Revendication 11] Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend un module de désalinisation d'eau de mer.

1/2

[Fig. 1]

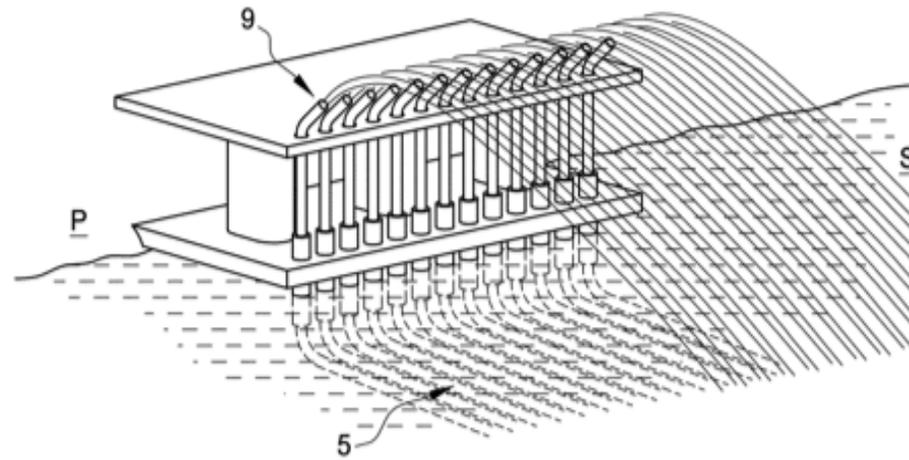
Fig. 1

[Fig. 2]

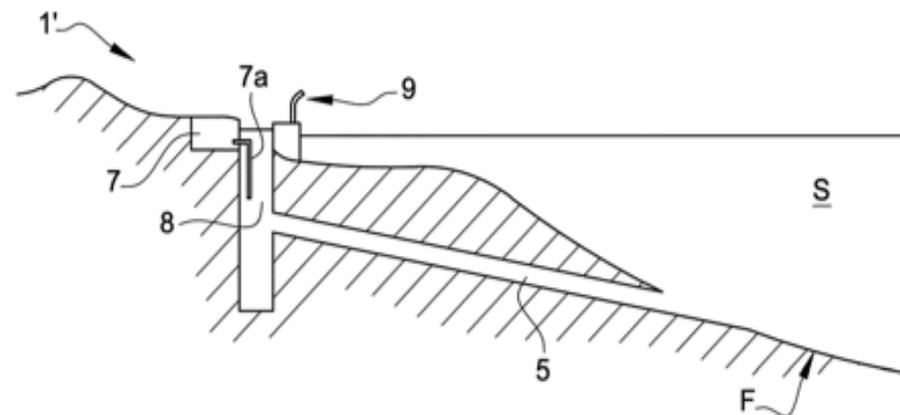
Fig. 2

[Fig. 3]

2/2

Fig. 3

[Fig. 4]

Fig. 4

II- EFFICACITE DU PROCEDE INDUSTRIEL D'UPWELLING (PIU)

1- Pour refroidir les eaux de surface océanique exemple au

Cap Vert, sur l'île de Boavista:

Calcul de la température moyenne du mélange des masses d'eau M et m. M, est la masse d'eau du plateau continental autour de Boavista par exemple à la température $t_1=30^\circ\text{C}$, puis t_2 le jour 2, puis t_i au bout de i jours (i varie de 1 à 365). m , est la masse d'eau remontée quotidiennement par le PIU à la température t (à la profondeur -300 mètres, $t=10^\circ\text{C}$).

$t_2 = (Mt_1 + mt) / (M + m)$ équation qui se simplifie en posant $x = m/M$ $t_2 = (t_1 + xt) / (1 + x)$; x étant très petit on peut approcher la valeur $1/(1+x)$ par son développement limité (formule complète sur Wikipédia) : $1/(1+x) \approx 1 - x$. D'où $t_2 = (t_1 + xt)(1 - x)$ le terme au carré est négligeable et la formule approchée devient $t_2 = t_1 - x(t_1 - t)$
Par un calcul itératif on a $t_3 = t_2 - x(t_2 - t) = t_1 - 2x(t_1 - t)$ en négligeant les termes en carré de x , on a ainsi $t_3 = t_1 - 2x(t_1 - t)$

Et ainsi de suite, le terme de rang i devient $t_i = t_1 - (i-1) x(t_1 - t)$

Application numérique ; $i=365$, $t_1=30$, $t=10$ $t_{365} = 30 - 7280x$

Les valeurs de $x = m/M$ retenues, la profondeur moyenne du plateau continental sur l'île de Boavista par exemple est d'environ 20 mètres et sa superficie de 600 km² et le volume à refroidir est d'environ 12 milliards de m³. Avec 200 PIU (15 pompes immergées de débit 100 m³ /heure) ou 10 pompes immergées de débit 150

m³/heure), un fonctionnement solaire et éolien de 20 heures par jour m= 6 millions de m³ d'eau à 10°C remontés et dispersés par jour. Il vient $x = 1/2000$ et $t_{365} = 30 - 7280/2000$ soit $t_{365} = 26,36$ degrés. Ce refroidissement de 3,64 degrés, appliqué sur cinq îles du Cap vert ayant un plateau continental, est suffisant pour maintenir les eaux de surface de la zone critique de l'atlantique Nord en dessous du seuil de 26,5 degrés, facteur de déclenchement du processus de formation des ouragans. En définitive les installations de 200 PIU sur Boavista et 250 autres PIU repartis sur les quatre autres îles du Cap vert avec plateau continental semblent suffisantes pour diminuer le nombre et la fréquence des ouragans qui prennent naissance dans la zone de convergence intertropicale à 600 milles nautiques à l'ouest du Cap Vert ;

2- Pour refroidir les eaux de surface du Pacifique pendant les périodes de fort EL NINO exemple sur les côtes Péruviennes, Equatoriennes et Colombiennes

Les variations de température les plus importantes du système climatique mondial sont provoquées par un cycle naturel qui survient de manière irrégulière tous les deux à sept ans dans l'Océan Pacifique et que l'on nomme ENSO (El Nino-Southern Oscillation). Le premier phénomène El Nino, phase chaude de l'ENSO, tire vers le haut le thermomètre mondial, et est provoqué par un affaiblissement et/ou inversion des vents alizés du Pacifique. Et le second phénomène La Nina, la phase froide, entraîne un refroidissement grâce aux vents du Pacifique qui reprennent leur sens habituel de l'Est vers l'Ouest. Les eaux chaudes sur les côtes Péruviennes, Equatoriennes et Colombiennes sont chassées vers l'Ouest et une

remontée d'eaux froides le long de ces côtes se produit. En Anglais ce phénomène prend le nom d'UPWELLING.

En copiant la nature l'homme peut donc lutter contre le réchauffement climatique provoqué par El Nino. Il faut ainsi pomper, **POMPER, POMPER, des quantités phénoménales d'eaux froides entre 10° et 15°C vers 300 mètres de profondeur le long de ces côtes pour limiter le réchauffement de eaux de surface.** Il faut ainsi creuser tous les 400 mètres sur 2 000 km de côtes, et installer 5 000 puits (**5 000 stations PIU selon l'invention**) avec des pompes immergées à fort débit de 150 M3 par heure.

3- Pour refroidir les eaux de surface en Méditerranée

Exemple sur le littoral de la Côte d'Azur de Cannes à Menton

- La tempête Alex du 30 septembre au 3 octobre 2020 a provoqué des pluies diluviennes avec des crues dévastatrices et meurtrières dans les trois vallées de la Vésubie, de la Roya et de la Tinée. La dépression de 970 millibars, résidu d'une tempête tropicale de l'Atlantique qui a traversé la France d'Ouest en Est, s'est bloquée sur l'arrière-pays niçois. En restant sur place et en tournoyant dans le sens contraire des aiguilles d'une montre elle s'est gavée en vapeur d'eau par les eaux trop chaudes de Méditerranée. Nous avons vu sur les cartes NASA que le réchauffement climatique de la Méditerranée est 3°C au-dessus de sa moyenne historique. Si l'on veut réduire la probabilité de retour de ces tempêtes d'automne il convient de refroidir les eaux de surface

de cette zone côtière de 3°C car au mois d'août la mer est à plus de 27°C au large du cap d'Antibes et atteint parfois les 30°C sur certaines plages de Cannes à Menton.

- On retient donc pour l'application numérique ; $i=365$, $t_1=27$, $t=10$ $t_{365}=27-6552x$
- Les valeurs de $x=m/M$ retenues sur la portion de littoral de Cannes à Antibes, M le volume d'eau à refroidir de 3°C est d'environ 600 millions de m³. Une station PIU comprend 15 pompes ayant un débit de 100 m³ ou 10 pompes de débit 150 m³ heure qui fonctionnent 20 heures, elle remonte 30 000 m³ jour. Pour refroidir de 3°C il faut donc 9 PIU pour remonter $m= 270\ 000$ m³ d'eau froide à 10°C.
- On vérifie $t_{365}=27-6552x= 27-6552*0,27/600= 2,95$ °C.
- En extrapolant ce résultat de St Laurent du Var à Menton il faut installer 21 puits carbone supplémentaires.
- Ainsi avec 30 stations PIU, un investissement d'environ 30 millions d'euros on refroidit les eaux de surface de 3°C, on climatise cette zone littorale emblématique de la Côte d'Azur et on absorbe 750 000 tonnes de CO₂.

4- Efficacité du Procédé Industriel d'Upwelling (PIU)

Pour refroidir le Golfe Persique

. Le Golfe Persique est une mer presque fermée d'une superficie de 251 000 km² et de faible profondeur, environ 50 mètres en moyenne. Il reçoit moins d'eau par les fleuves de la région qu'il n'en perd par une très forte évaporation. Sa salinité atteint 100 g de sel par litre et la température des eaux de surface atteint et

même dépasse 32°C de mai à octobre avec des températures de l'air caniculaires dépassant 50°C. **Et selon la NASA qui a lancé un avertissement inquiétant, plusieurs pays du Golfe persique deviendraient inhabitables dans cinquante ans car leur indice de bulbe humide dépasserait 35° qui représente un risque mortel pour la santé humaine.**

. Mais il est possible de réduire dans cette zone la température moyenne de plus 2°C et de stabiliser la température des eaux du golfe, en été, vers moins de 30°C en peu d'années de fonctionnement de notre Procédé Industriel d'Upwelling et de réduire ainsi l'évaporation et la salinité de cette mer.

. Pour cela on peut envisager la création d'un canal artificiel de 10 mètres de large et de profondeur 10 mètres sur 4,5 km de long qui traverse sur une ligne est-ouest la presqu'île du Musandam juste en face l'île de Umm al Ghanam. En profitant des eaux froides vers 10°C situées à 226 mètres de profondeur à l'est de l'île Abù Rashid dans l'Océan Indien, ce canal aurait un débit de plus 500 m³ par seconde (sensiblement le même débit que la Seine à Paris). L'utilisation de pompes centrifuges de 150 m³ par heure fonctionnant grâce à des panneaux solaires et/ou des éoliennes provoquerait un puissant upwelling (remontée d'eau froide) sur la rive ouest du Golfe Persique ce qui climatiserait les rivages d'Oman, des Émirats Arabes Unis jusqu'au Qatar et Bahreïn et au-delà l'Arabie Saoudite et le Koweït.

.

***On disposerait ainsi d'un volume d'eau froide à 10°C d'environ de 36 000 000 m³ jour,
pour refroidir le Golfe Persique et le captage de CO₂ Atmosphérique***

. Par exemple on utilise des pompes immergées d'un débit de 150 m³ par heure pour rejeter de l'eau froide à 10°C de ce canal artificiel vers le Golfe Persique soit un débit de 0,04167 m³ par seconde. Pour avoir un débit de déversement de plus de 500 m³/s comme pour le fleuve la Seine il faut donc installer 12000 pompes et faire un réservoir de stockage en bord de côte de cette eau froide alimenté par des lignes de tubes de 14 m de longueur et de diamètre extérieur de 32 pouces (soit un diamètre intérieur de 30 pouces ou 0,762 m) reposant en fond de mer. Chaque ligne est disposée sur une distance de 8 NM. Il faut ainsi 1058 tubes par ligne et 2500 lignes. Toutes les heures 1 800 000 m³ à 10°C seront déversés en bord de côte et ou de plage pour refroidir une eau de surface à 32°C. On peut tabler sur 20 heures de fonctionnement par jour et on dispose ainsi de 36 millions de m³ jour.

- Le CO₂ ayant une solubilité de 2,318g par kg d'eau à 10°C, alors qu'à **30°C 1,257g seulement de CO₂ atmosphérique sont dissous par 1 Kg d'eau.**

- Pour chaque kg d'eau froide déversée on absorbe la différence 1,061 g de CO₂ atmosphérique supplémentaire. Soient 38 196 Tonnes de CO₂ absorbées par jour et 13,94 millions de tonnes par an.

III- LES RIVIERES ATMOSPHERIQUES DANS LE CIEL

Des corridors étroits de vapeur d'eau qui transportent de la chaleur des subtropiques vers l'Europe et l'ouest Américain

- Pour l'Atlantique Nord ce phénomène météorologique extrême, celui de la St Sylvestre 2022 avec alerte météo et qui a apporté des pluies diluviennes sur l'Europe et la pointe Bretagne en particulier est surnommée **Rhum Express** car il provient des Antilles et du Golfe du Mexique.
- Pour le Pacifique Nord ce même phénomène météorologique extrême est appelé **Pineapple Express**, arrose abondamment la Californie et provient de Hawaï.
- Il est à noter que ces corridors étroits de vapeur d'eau dans l'atmosphère suivent les couloirs orientés sud-ouest des routes aériennes qui desservent ces régions, Caraïbes - Europe d'un côté et les îles Hawaïennes - Californie de l'autre. Or on sait que la combustion du kérosène dans les réacteurs dépose à haute altitude dans la basse stratosphère entre 11 et 13 km non seulement du CO2 mais aussi de la vapeur d'eau et des particules non brûlées qui agrège la vapeur d'eau provenant de l'évaporation naturelle des océans (cellule de Hadley et cellule de Ferrel) de ces zones subtropicales.

- Les rivières atmosphériques qui résultent de l'accélération du cycle de l'eau, démontrent ainsi d'une autre façon la nécessité d'avoir calculé le PARCEL, Pouvoir d'Accélération du Réchauffement Climatique et ou de l'Emballlement Localisé de la vapeur d'eau.
- Si on limite l'altitude de croisière des avions à réaction à 8000 mètres il y a moins de chance que les rivières atmosphériques se forment et traversent les océans.

IV- LA TRANSITION ENERGETIQUE

Pour lutter contre le réchauffement climatique et réduire les gaz à effet de serre

Avec la transition énergétique à venir, le lithium est (sera) le Métal de plus en plus recherché et utilisé en très grande quantité et sera transporté par avion indubitablement. Il faut se réjouir, en France on a du lithium dans trois régions, en Alsace, dans le Massif central et dans les Pyrénées. Des mines commencent à extraire du minerai pour recherche et analyse. Et même une usine de traitement de ce métal et ses composés va voir le jour à Beauvoir (Allier) dans les années qui viennent. L'entreprise Imérys compte extraire 34 000 tonnes par an d'hydroxyde de lithium à partir de 2028, et ce, pendant au moins 25 ans selon un communiqué de fin octobre 2022.

Par exemple **le chlorure de lithium forme une saumure concentrée qui peut être agrégée avec de l'hydrogel selon un brevet du MIT**. La principale propriété de cette association est d'absorber fortement l'humidité de l'atmosphère dans un large intervalle de température. Une utilisation à grande échelle de cette saumure de chlorure de lithium qui est capable d'absorber plus de dix fois sa masse en humidité d'après les chercheurs du MIT pourrait fournir de l'eau dans n'importe quelle région du monde même la plus aride. La saumure ayant absorbé la vapeur d'eau de l'atmosphère peut ensuite être chauffée, condensée et collectée sous forme d'eau ultra pure pour les besoins humains.

Il ne faut pas oublier que le principal gaz à effet de serre dans l'atmosphère terrestre est la vapeur d'eau (12 700 milliards de tonnes en 2022) même si sa durée de vie n'est que de quelques jours, devant le gaz carbonique (3258 milliards de tonnes en 2022) avec une durée de vie d'un siècle. Si l'on s'intéresse à la variation centenaire entre 1922 et 2022. Par une simple règle de trois, fonction de l'augmentation de température moyenne sur terre (à +1°C correspond +7% de vapeur d'eau supplémentaire dans l'atmosphère) on trouve que la masse de vapeur d'eau stockée dans l'atmosphère en un siècle a augmenté de 939 milliards de tonnes (réchauffement climatique de +1,14°C entre 1922 et 2022. Et l'augmentation en un siècle du CO2 produit par les activités humaines est de seulement 759 milliards de tonnes.

Les contributions (naturelle et anthropique)

À l'effet de serre des différents gaz

. La **Vapeur d'eau naturelle (cycle de l'eau)** présente en grande quantité dans l'atmosphère est responsable de **60% de l'effet de serre**. La **vapeur d'eau (Flux supplémentaire)** produite par les activités humaines est considérée par une grande majorité de scientifiques et de climatologues comme négligeable vis-à-vis de **l'immense Stock moyen d'origine naturelle de 12 700 milliards de tonnes en moyenne déjà présent dans l'atmosphère en 2022**.

Les nuages ne sont pas pris en compte dans cette masse moyenne de vapeur d'eau. La durée de vie de ce gaz dans l'atmosphère étant trop courte (1 à 2 semaines) on déclare « *scientifiquement* » ne pas pouvoir calculer son Pouvoir Réchauffant Global (PRG) par période de 100 ans comme pour les autres gaz à effet de serre. Sans PRG, la vapeur d'eau produite annuellement par les activités humaines et de plus étant une quantité négligeable n'est plus considérée comme pouvant être responsable de l'emballement climatique.

. Le **gaz carbonique CO₂ (PRG = 1 par définition)** est responsable de **26% de l'effet de serre**, sa durée de vie est d'un siècle. **Le stock actuel de CO₂ est de 3 258 milliards de tonnes** et les activités humaines produisent un flux annuel de 36,4 milliards de tonnes en 2021 (40,9 milliards de tonnes en 2023) dont la moitié est absorbée par les puits naturels de carbone (Océans, forêts,

photosynthèse ...). Seul ce gaz carbonique produit par la combustion des énergies fossiles est considéré comme anthropique et responsable du réchauffement climatique.

. La vapeur d'eau n'aurait aucun rôle à l'origine de ce phénomène **ET POURTANT ELLE L'ACCELERE** à partir d'un certain seuil d'augmentation de température de l'atmosphère qui peut être daté avec précision vers 1988.

. **L'ozone O3** est responsable de **8% de l'effet de serre (PRG = 310)**.

. **Enfin le méthane CH4 (PRG =23)** et le **protoxyde d'azote N2O (PRG = 296)** sont responsables des **6 % restant**.

V- LE PARCEL

Méthode de calcul du Pouvoir d'Accélération du Réchauffement Climatique et ou Emballément Localisé de la vapeur d'eau

. L'Université de Berne et c'est la seule Université dans le monde qui a publié dans sa revue HORIZONS un résultat capital de recherche sur la mesure de la **quantité de vapeur d'eau localement au-dessus de Berne, l'autre gaz de l'atmosphère dont la contribution à l'effet de serre est plus importante que celle du CO2. Ses chercheurs ont trouvé que l'évolution de la teneur en vapeur d'eau est différente dans chaque région atmosphérique. Il y a une augmentation**

dans la troposphère et dans la basse stratosphère et une diminution dans la mésosphère. Et ce résultat est valable pour l'Europe continentale.

. Avec le réchauffement climatique tous les climatologues ont noté qu'il y a une **intensification du cycle de l'eau, à chaque augmentation de température moyenne de +1°C, l'atmosphère peut emmagasiner + 7% de vapeur d'eau supplémentaire.** Mais une très large majorité de scientifiques considérant que la vapeur d'eau est un phénomène essentiellement naturel, la vapeur d'eau produite par les activités humaines est considérée comme quantité négligeable et seul le CO2 produit par la combustion des énergies fossiles est responsable du réchauffement climatique.

. Connaissant les stocks et contributions 2021-2022 des deux principaux gaz à effet de serre : stock moyen de vapeur d'eau 12 700 Milliards de Tonnes, contribution à l'effet de serre 60% et stock de CO2 3 258 Milliards de Tonnes, contribution 26%, on peut en déduire pour la vapeur d'eau l'évolution du **PARCEL (Pouvoir d'Accélération du Réchauffement Climatique et ou Emballément Localisé)**, indicateur qui tient compte de l'augmentation de température sur 100 ans. Bâti sur les mêmes principes que le PRG du CO2 en calculant les évolutions des stocks de vapeur d'eau et CO2 sur 100 ans, à partir de 1922.

La variation globale de la température de la planète de 1922 à 2022 est de +1,14°C. On simule les réchauffements locaux de + 1°C (objectif GIEC entre 1,5 et 2°C), +2°C (continents) et ensuite les emballéments locaux +3°C (Europe), +4°C (Alaska) et +5°C (Arctique et Sibérie). **Le PARCEL est dans le rapport des variations des**

stocks par les contributions des deux gaz en attribuant un PARCEL=1 au CO₂, gaz pris pour référence pour le calcul de l'Equivalent Carbone des différents gaz à effet de serre. (Résultats table 27).

. Pour le PARCEL 2023 il faut calculer la variation centenaire de CO₂ à partir de 1923. On prend 99% de la variation centenaire de 2022 à laquelle on rajoute la moitié des émissions de 2023 soit $40,9 : 2 = 20,45$ MdsT soit l'opération suivante $(0,99 * 759 + 20,45)$ soit 771,86 MdsT la variation de CO₂ entre 1923 et 2023.

LE PARCEL suite et fin des hypothèses de calculs

Masse du stock de CO₂ de 1922 égale à 2499 milliards de tonnes

$(3258 * (417 - 97,16) / 417)$ on en déduit la **variation centenaire de CO₂ 759 MdsT entre 1922 et 2022.**

. Variation du Stock de vapeur d'eau entre 1922 et 2022, **simulation** de variation de température en un siècle de +1°C soit 7% de vapeur d'eau supplémentaire, on en déduit la **masse de vapeur d'eau en 1922 égale à 11869 milliards de Tonnes** $(12700 / 1,07)$ et une **variation centenaire de vapeur d'eau de 831 MdsT.**

. Variation du Stock de vapeur d'eau entre 1922 et 2022, **SITUATION REELLE** de variation de température en un siècle de **+1,14°C soit 7,98% de vapeur d'eau supplémentaire**, on en déduit la masse de vapeur d'eau en 1922 égale à 11761 milliards de Tonnes $(12700 / 1,0798)$ et une **variation centenaire de vapeur d'eau de 939,4 MdsT.**

. Variation du Stock de vapeur d'eau entre 1923 et 2023, **SITUATION REELLE** de variation de température de $+0,28^{\circ}\text{C}$ par rapport à 2022, on en déduit la **masse de vapeur d'eau supplémentaire de 2023 de 230,7 MdsT** (règle de trois $939,4 \times 0,28 / 1,14 = 230,7$) et la **variation centenaire de vapeur d'eau est de $939,4 + 230,7 = 1170$ MdsT**.

. Variation du Stock de vapeur d'eau entre 1922 et 2022, **simulation** de variation de température en un siècle de $+2^{\circ}\text{C}$ soit **14,49% de vapeur d'eau supplémentaire**, on en déduit la masse de vapeur d'eau en 2022 égale à 13589 milliards de Tonnes ($11869 \times 1,1449$) et une **variation centenaire de vapeur d'eau de 1720 MdsT**.

. Variation du Stock de vapeur d'eau entre 1922 et 2022, **simulation** de variation de température en un siècle de $+3^{\circ}\text{C}$ soit **22,5% de vapeur d'eau supplémentaire**, on en déduit la masse de vapeur d'eau en 2022 égale à 14540 milliards de Tonnes ($11869 \times 1,225$) et une **variation centenaire de vapeur d'eau de 2951 MdsT**.

. Variation du Stock de vapeur d'eau entre 1922 et 2022, **simulation** de variation de température en un siècle de $+4^{\circ}\text{C}$ soit **31,08 % de vapeur d'eau supplémentaire**, on en déduit la masse de vapeur d'eau en 2022 égale à 15558 milliards de tonnes ($11869 \times 1,3108$) et une **variation centenaire de vapeur d'eau de 3689 MdsT**.

. Variation du Stock de vapeur d'eau entre 1922 et 2022, **simulation** de variation de température en un siècle de $+5^{\circ}\text{C}$ soit **40,25 % de vapeur d'eau supplémentaire**, on en déduit la masse de vapeur d'eau en 2022 égale à 16646 milliards de tonnes ($11869 \times 1,4025$) et une **variation centenaire de vapeur d'eau de 4777 MdsT**.

Le PARCEL, tableau des résultats

On trouve :

- 1) pour +1°C PARCEL (H2O) = 2,53 (831*0,6/ (759*0,26) = 2,526
- 2) pour +1,14°C Réel 2022 PARCEL (H2O) =2,85 (939*0,6/ (759*0,26) = 2,8549
- 3) pour +1,42°C Réel 2023 PARCEL (H2O) =3,5 (1170*0,6/771,86*0,26) = 3,4980
- 4) pour +2°C PARCEL (H2O) = 5,23 (1720*0,6/759*0,26 = 5,2295
- 5) pour +3°C PARCEL (H2O) = 8,97 (2951*0,6/759*0,26) = 8,9723
- 6) pour +4°C PARCEL (H2O) = 11,21 (3688°0,6/ (759*0,26) = 11,2131
- 7) Pour +5°C PARCEL (H2O) = 14,52 (4777°0,6/ (759*0,26) = 14,5241

Soit un PARCEL variant paraboliquement de 2,53 à 14,52 en fonction de l'augmentation de la température de l'atmosphère. On retiendra un PARCEL moyen de simulation entre +2°C et +5°C de 10 (moyenne lignes 4,5,6 et 7)

PARCEL moyen de simulation (H2O) # 10

VI- LA DESHYDRATATION DE L'ATMOSPHERE, grâce au transport aérien mondial

La trajectoire actuelle de la transition énergétique du transport aérien ne s'intéresse qu'à la décarbonation en éliminant autant que faire se peut l'utilisation du kérosène fossile. Les entreprises Airbus et TotalEnergies ont signé le 21 février 2024 un partenariat stratégique pour développer des carburants aériens verts (SAF et e-kérosène). Mais la combustion de 1kg de kérosène dans un réacteur produit 3,84kg de gaz carbonique (CO₂) mais aussi 1,25 kg de vapeur d'eau. En utilisant du carburant vert on diminue l'empreinte carbone mais la combustion de 1kg de e-kérosène produira toujours 1,25 Kg de vapeur d'eau. Et les traînées de condensation des avions seront toujours présentes dans l'atmosphère. Si l'on parvient par l'innovation à inverser les priorités et baisser aussi la masse de vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère, il sera plus facile de contrôler et de contenir le réchauffement climatique.

Les recherches du MIT sont très prometteuses avec l'association de l'hydrogel avec le chlorure de lithium. Les ingénieurs d'Airbus pourraient breveter un système d'accrochage rapide de petits bacs aérodynamiques de faible épaisseur entre 15 et 20 cm également répartis au-dessus du fuselage et contenant ce mélange en contact avec l'air atmosphérique. Par exemple sur un vol Paris-Nice si la consommation est d'environ 3200kg de kérosène on injecte également dans la basse stratosphère

4000 kg de vapeur d'eau. Il suffirait d'embarquer à Paris 400 kg de potion magique, hydrogel plus chlorure de lithium, pour EPONGER 4000kg de vapeur d'eau atmosphérique que l'on débarque à Nice soit un bilan neutre du vol pour ce gaz à effet de serre. Il est à noter paradoxalement que la masse de l'avion à l'atterrissage est supérieure de 400kg à celle du décollage. Sur un vol long-courrier qui décolle souvent à la masse maximale autorisée pour emporter le maximum de charge marchande, il faudra faire un compromis et limiter l'emport de potion magique de 1000 à 2000kg par exemple en diminuant d'autant la charge marchande. A l'arrivée il y aura une masse de 10000 à 20000kg d'eau supplémentaire et il faudra vérifier que la consommation en kérosène sera suffisamment importante pour respecter la masse maximale à l'atterrissage.

VII - RESUME : L'URGENCE CLIMATIQUE

PASSE PAR L'INVERSION DES PRIORITES

Un célèbre Polytechnicien sur tous les plateaux de télévision demande l'arrêt de tous les déplacements aériens pour sauver la planète avec uniquement quatre vols par vie. Mais les PILOTES DE LIGNE ont l'opportunité de mettre un terme à l'Emballlement Climatique insupportable que notre planète subit année après année sans stopper le Transport aérien.

Le MIT, Massachusetts Institute Of Technologie université de Recherche de Cambridge, situé près de Boston, a défini en 2023 un planning pour **atteindre les objectifs d'une aviation durable à l'horizon 2030**. Il reste cinq ans pour tracer un nouvel avenir pour l'aviation. (On peut voir l'étude réalisée sur <https://report.aiazero.org/>). Effectivement ils ont identifié que l'impact sur le climat mondial des traînées stratosphériques de l'aviation est **un accélérateur du réchauffement climatique**. Et il y a urgence à traiter prioritairement cette Accélération du Réchauffement Climatique sans passer par la décarbonation par les carburants SAF. Il y a inversion des priorités d'abord on s'occupe de la vapeur d'eau et subsidiairement du gaz carbonique.

En France et en Europe l'emballement climatique est sur une tendance de +3 à +4°C dès 2030. Et le gouvernement a publié le PNACC-3 pour s'adapter à un réchauffement de +4°C en 2100.

Dès 2019 j'ai également identifié que le Transport Aérien Mondial est à l'origine de l'emballement climatique que nous subissons actuellement. J'ai déposé à l'INPI

en août 2019 ce brevet d'invention pour lutter contre le réchauffement climatique et l'excès de vapeur d'eau. **Le titre de mon invention est, Installation côtière de gestion de phénomènes météorologiques.** Le 21 avril 2023, l'INPI a reconnu la justesse de mon travail et m'a délivré le brevet national. Le 3 avril 2024, c'est au tour de l'Office Européen des Brevets de Munich de reconnaître mon travail et j'ai obtenu un Brevet Unique Européen.

En lecture directe des relevés de température de la NASA par hémisphère on constate des variations linéaires au début du réchauffement climatique et ensuite depuis 1992 des variations différentielles de températures de l'hémisphère Nord par rapport à l'hémisphère Sud. En mathématique une variation linéaire revient à résoudre une équation à une inconnue et pour une variation différentielle on doit résoudre une équation différentielle à deux inconnues. Ainsi on voit :

- d'une part que le gaz à effet de serre CO2 est le principal responsable du Réchauffement Climatique Initial et linéaire (inconnue RC) des deux hémisphères. Ce qui est visible dès 1967 sur la courbe de température NASA/GISS/GISTEMP v4.
- et d'autre part que le gaz à effet de serre seul responsable de l'Emballlement Climatique (inconnue EC) n'est autre que la vapeur d'eau. Ce qui se voit sur la même courbe, l'Emballlement climatique commence à partir de 1992. Et c'est ce qui est confirmé par la publication du MIT d'avril 2023.

J'ai proposé un calcul du PARCEL de la vapeur d'eau (Pouvoir d'Accélération du Réchauffement Climatique et/ou Emballément Localisé) en fonction de la variation de température :

Var T	+1°C.	+2°C	+3°C.	+4°C.	+5°C
Parcel	2,53	5,23	8,97	11,21	14,52

Parcel moyen de simulation égal à 10 entre 2 et 5°C.

Quelques chiffres en 2022, il a été calculé que 12 700 milliards de tonnes de vapeur d'eau étaient en suspension dans l'atmosphère pour une variation de température positive de 1,21°C par rapport à la fin du 19^{ème} début du 20^{ème} siècle.

En 2023 cette température a grimpé à 1,36°C et 133,4 milliards de tonnes de vapeur d'eau supplémentaires se sont accumulées dans l'atmosphère. En 2024 l'année la plus chaude du siècle on relève un saut du thermomètre à 1,57°C et l'atmosphère a emmagasiné 195,5 milliards de tonnes de vapeur d'eau supplémentaires.

En résumé pour les deux principaux gaz à effet de serre, en milliards de tonnes dans l'atmosphère, on trouve :

	Vapeur d'eau H2O	/ Gaz carbonique CO2	proportion
	Milliards De Tonnes	Milliards De Tonnes	
Effet de serre	60%	26%	x 2,308
2022 >	12 700	3258	x 3,898
2023 >	+ 133,4	36,8	x 3,625
2024 >	+ 195,5	37,4	x 5,227

L'accélération en 2024 est phénoménale et dans le rapport des masses, la masse de vapeur d'eau annuelle supplémentaire en suspension dans l'atmosphère est plus de 5 fois celle du CO2. Les phénomènes météorologiques extrêmes de l'année 2024 : A sec depuis 1970, la remise en eau du lac Iriqui dans le sud marocain par des pluies diluviennes dans le Sahara. De la neige en abondance dans le désert d'Al-Jawf en Arabie Saoudite ont suscité des interrogations parmi les climatologues. Des bombes climatiques ont dévasté en novembre le nord-ouest du continent américain. Plus près de chez nous les gouttes froides en altitude en France et surtout en Espagne avec des pluies diluviennes et torrents de boue ont semé la terreur dans la population en détruisant tout, villes, routes et ponts. Il ne faut plus se voiler la face et dire que la vapeur d'eau est un phénomène naturel et n'influe pas sur le climat.

Décarboner un peu les activités humaines est nécessaire mais n'est plus suffisant, il faut DESHYDRATER BEAUCOUP et c'est bien plus facile et surtout de loin, le moins onéreux.

Dans les détails et d'après les relevés sur la courbe des températures de la NASA (voir le graphe page 36) on remarque : La période de référence étant 1951-1980, on constate que sur 41 ans de 1880 à 1921 l'Hémisphère Sud est légèrement moins froid que l'Hémisphère Nord, l'année la plus froide étant 1916 avec un écart de température de $-0,6^{\circ}\text{C}$.

Ensuite sur 46 ans de 1920 à 1966 on voit le début du réchauffement climatique sur l'Hémisphère Nord avec un écart négatif jusqu'en 1930 et puis l'écart devient

légèrement positif en moyenne jusqu'en 1966, année de fin du Transport Aérien avec des avions à Hélices et début des avions à réaction.

De 1967 à 1990 le réchauffement climatique commence à être visible et l'écart est compris entre $0,2^{\circ}\text{C}$ et $0,6^{\circ}\text{C}$, l'année la plus chaude étant 1990. Et de plus on constate que l'Hémisphère Sud est légèrement plus chaud que l'hémisphère Nord. Alors que l'écart de température de l'Hémisphère Sud suit la même pente douce et linéaire avec un écart qui passe de 0°C en 1970 à $0,6^{\circ}\text{C}$ en 2022. Soit un accroissement de température de $0,1154^{\circ}\text{C}$ tous les 10 ans. Les deux hémisphères ont la même teneur en gaz carbonique, CO_2 . Si ce gaz, à effet de serre, était le seul responsable du Réchauffement Climatique, les deux hémisphères auraient en moyenne, à quelque chose près, le même changement climatique comme ils l'ont eu de 1880 à 1990 en l'espace de 110 ans. On peut ainsi en déduire que le Réchauffement Climatique de l'Hémisphère Sud est essentiellement d'origine gaz carbonique CO_2 .

En revanche dès l'année 1992, l'écart de température de l'Hémisphère Nord s'emballe et passe de $0,2^{\circ}\text{C}$ à $1,44^{\circ}\text{C}$ en 31 ans soit une pente démentielle de $0,4^{\circ}$ tous les 10 ans. Le réchauffement climatique de l'Hémisphère Nord subit actuellement une accélération de 3,5 fois celle de l'Hémisphère Sud, ce qui va donner en 2100 pour un pays tempéré comme la France un écart de température compris entre $+5,25^{\circ}\text{C}$ et $+7^{\circ}\text{C}$. Ce qui est très loin du PNACC-3 (Plan National d'Adaptation au Changement Climatique) et ses 51 mesures pour s'adapter à $+4^{\circ}\text{C}$.

Il faut se rendre à l'évidence, l'autre gaz à effet de serre seul responsable de l'Emballlement Climatique n'est autre que la vapeur d'eau injectée par l'homme dans la basse stratosphère.

C'est l'explosion du volcan sous-marin HUNGA TONGA qui a propulsé 140 Millions de tonnes de vapeur d'eau dans la stratosphère de l'hémisphère sud le 15 janvier 2022 qui a révélé ce fait climatique d'une extrême violence. En 2023 l'hémisphère Sud s'est réchauffé de 0,23°C, soit 20 fois plus que sa moyenne historique.

Les activités humaines génératrices de CO2 par l'utilisation des énergies fossiles charbon, pétrole ou gaz sont identiques dans les deux hémisphères, la seule activité humaine qui dépose de la vapeur d'eau, 300 Millions de tonnes entre 9 et 13 km d'altitude dans la basse stratosphère, est le Transport Aérien et la proportion très significative est de **93% des vols dans l'Hémisphère Nord et seulement de 7% des vols dans l'Hémisphère Sud.**

Tous les ans dans l'Hémisphère Nord le dépôt de vapeur d'eau des avions à réactions à haute altitude est plus de deux fois celle injectée par l'explosion du HUNGA TONGA.

La seule solution pour rendre cette vapeur d'eau neutre pour le climat est de limiter impérativement le niveau de croisière du transport aérien Mondial à moins de 8000 mètres.

Il est à noter que le transport Aérien Régional qui utilise des avions turbopropulseurs de type ATR 42 ou 72 dont le plafond est justement de 7600 mètres

ne participe pas à l'emballlement climatique et leur émission de vapeur d'eau à basse altitude est totalement neutre comme pour le refroidissement des centrales nucléaires.

D'autres preuves de l'influence dramatique de la vapeur d'eau du Transport Aérien sur le climat ont été relevées.

Pendant l'épidémie de covid 19 de mars 2020 à décembre 2021 le transport aérien mondial a été mis à l'arrêt total et les relevés de température de la NASA au-dessus de l'Arctique marquent une baisse de température moyenne de plus de 2 degrés. De même les relevés de l'étendue de glace Arctique sur le site nsidc.org montrent que cette étendue de glace a fortement fondu de 2016 à 2020 et que depuis 2021 cette étendue de glace se reforme à la suite du non-survol de l'Océan Arctique par le Transport Aérien mondial. A noter qu'avec la guerre en Ukraine le survol de l'Océan Arctique est interdit.

En Antarctique en 2021, l'étendue de glace se maintient dans la moyenne constatée de 2011 à 2020. En 2022 à la suite de l'explosion du volcan sous-marin Hunga Tonga on voit une fonte accélérée de la banquise avec un minimum record en 2023. En 2024 la quantité de vapeur d'eau de la haute atmosphère étant moindre car elle s'évacue avec le temps, la glace de la banquise Antarctique se reforme.

Sur les relevés, de l'état des glaciers alpins, que l'Université de Zurich fournit sur le site [Glamos.ch](https://glamos.ch) on constate, lors de l'épidémie de Covid 19 et l'arrêt du Transport Aérien, que pendant l'année 2020 la fonte des glaciers alpins est

sensiblement réduite et surtout que pendant l'année 2021 la fonte des glaciers alpins est pratiquement stoppée.

Pour résorber le trou de la couche d'ozone constaté par les scientifiques depuis 1970 dans la haute atmosphère, en 1987 vingt-quatre pays et la CEE signent le Protocole de Montréal. Le texte interdit l'usage des substances chlorofluorocarbures CFC, utilisés comme réfrigérants, solvants et comme gaz propulseur dans les sprays. Quarante ans plus tard l'ensemble des pays du globe ont ratifiés l'accord et la couche d'ozone qui protège la planète se reconstitue. Nous avons un problème du même type résoudre.

Il faut en prendre conscience, le PNACC-3 est insuffisant. A partir du moment où la cause de l'emballlement climatique est enfin identifiée, il faut impérativement baisser le niveau de croisière des avions en dessous de 8000 mètres pour sauver les glaciers Alpins, les pôles et la Haute mer lors de la conférence des Nations Unies UNOC 3 de Nice de juin 2025.

Pour cela, en zone Europe et Moyen Orient pour englober les glaciers des Alpes et la mer Méditerranée en surchauffe accélérée sur une tendance de +3° à +4°C, dès juin 2025 à la UNOC-3 de Nice, il faut que la compagnie nationale AIR FRANCE et ses PILOTES DE LIGNE proposent et mettent en place un laboratoire expérimental comme suggéré par Le MIT de limitation du niveau de vol à moins de 8000 mètres. Le zéro vapeur d'eau dans la stratosphère est ainsi possible en Europe dès 2027

et ensuite dans le reste du monde, pour atteindre les objectifs de l'aviation durable en 2030.

Et de plus il faut raison garder et limiter aussi la croissance future du Transport aérien entre 1 et 2%, 4,5 milliards de passagers en 2019 et une prévision de 9 milliards en 2050 en 25 ans, c'est intenable pour la planète.

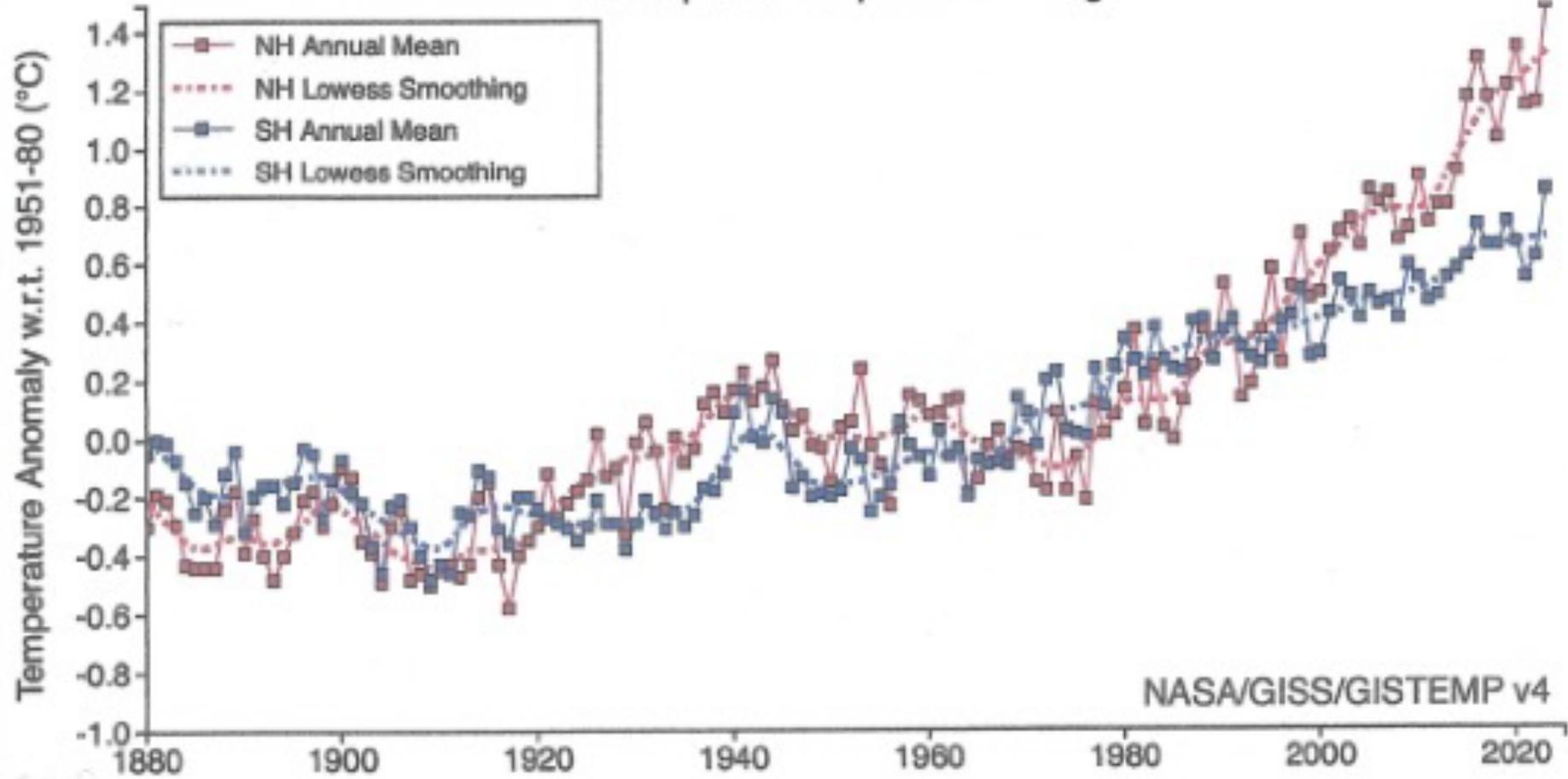
Et par la suite d'ici 2050 certains pays répertoriés dans mon étude devront mettre en œuvre ce brevet unitaire européen pour lutter contre la vapeur d'eau et le réchauffement climatique résiduel, pour maintenir l'écart de température supportable fixé à Paris par la cop 21 de 2015 entre 1,5° et 2°C en 2100.

En espérant avoir convaincu de l'importance de la lutte contre la vapeur d'eau stratosphérique, on peut continuer à voler avec nos superbes machines sans avoir honte et satisfaire le désir de voyage de nos passagers.

Gino SCATOLIN, CDB AF retraité

Site <https://www.piufortavi.com/> Brevet

Hemispheric Temperature Change



Annual and five-year lowess smooth anomalies (vs. 1951-1980) separately for the Northern and Southern Hemispheres based on land and ocean data.

Figure also available as a [PNG](#), [PDF](#), [HTML](#), [plain text](#) and [CSV](#) (data columns 2, 3), or [Generate PNG](#) of the visualization's current state.

[Global Monthly Mean Surface Temperature Change](#)

[Annual Mean Temperature Change in the United States](#)

[Seasonal Mean Temperature Change](#)

		CLIMAT: DEPOSEE (9km) HAUTE	INFLUENCE TROPOSPHERE	VAPEUR (13km) BASSE	D'EAU TROPOSPHERE
An	Hémi	Var T°C	Evènement	COVID 19	EXPLOSION
	sphère	Anomalie	Majeur	Transport	VOLCAN
		par rapport	ENSO	Aérien	SOUS-MARIN
		1951/1980	Var T°C	Influence	Influence
			mondiale	/ Climat	/ Climat
				Vapeur d'Eau	Vapeur d'Eau
2019	NH	1,2	LA NINA	nov-19	
	SH	0,7	Faible	COVID 19	
			0,97	Confinements	
2020	NH	1,37	LA NINA	ARRÊT TA 300	
	SH	0,64	Faible	MTvapeur eau	
			1,01	supprimées	janv-22
2021	NH	1,16	LA NINA	-0,21	EXPLOSION
	SH	0,52	Forte	-0,12	HUNGA TONGA
			0,85	Reprise lente	Cendres
2022	NH	1,17	LA NINA	0,01	volcan +
	SH	0,59	Forte	0,07	Vapeur
			0,9	Reprise forte	D'eau
2023	NH	1,44	EL NINO	0,28	140 MT
	SH	0,82	Fort	0,3	Dans Strato
			1,18		sphère SH

Étendue de la banquise Arctique et emballement de l'Hémisphère Nord

Depuis le plus bas annuel en 2020 de 10,150 millions de km² la banquise arctique se reconstitue à partir de 2021 avec l'arrêt du dépôt de vapeur d'eau produit par le Transport aérien qui ne survole plus l'Océan Arctique pour la desserte de l'extrême Orient depuis la pandémie de covid 19 (2020 2021). Mais le déclenchement en février 2022 de la guerre en Ukraine augmente de nouveau la fonte de la banquise à partir de juillet 2023.

	Jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec	an
2015	13,602	14,401	14,37	13,893	12,468	10,879	8,378	5,599	4,616	6,966	9,846	12,045	10,566
2016	13,457	14,203	14,4	13,681	11,924	10,413	7,938	5,371	4,528	6,082	8,658	11,459	10,163
2017	13,19	14,12	14,29	13,753	12,631	10,756	7,939	5,481	4,822	6,767	9,493	11,743	10,393
2018	13,077	13,967	14,298	13,696	12,232	10,778	8,268	5,615	4,785	6,134	9,823	11,862	10,355
2019	13,567	14,394	14,574	13,434	12,186	10,594	7,589	5,026	4,364	5,735	9,353	11,903	10,201
2020	13,636	14,642	14,73	13,621	12,343	10,593	7,294	5,07	4,001	5,334	8,985	11,729	10,15
2021	13,501	14,39	14,658	13,792	12,682	10,765	7,647	5,715	4,952	6,816	9,83	12,152	10,552
2022	13,872	14,612	14,586	13,986	12,879	10,875	8,287	5,95	4,897	6,657	9,725	11,892	10,661
2023	13,346	14,176	14,44	13,992	12,835	10,963	8,183	5,566	4,371	6,367	9,659	12,003	10,47
2024	13,916	14,607	14,873	14,125	12,781	10,895	7,892	5,214	4,379	5,944	9,113	11,418	10,416
2025	13,129	13,745	14,14										

Étendue de la banquise Antarctique ou comment stopper l'emballement climatique de la planète en stoppant le dépôt de vapeur d'eau dans la stratosphère

Depuis l'explosion le 15/01/2022 du volcan sous-marin Hunga Tonga, il y a une

baisse brutale de l'étendue de plus 1 Million de Km² (-7,3% en 2022, -15% en 2023,

-10,4% en 2024 par rapport à 2021), et un réchauffement très marqué de l'hémisphère sud

PRINCIPALEMENT dû aux 140 millions de tonnes d'eau propulsées dans la stratosphère.

	Jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec	an
2015	6,852	3,799	4,964	8,373	11,716	14,475	16,775	17,749	18,444	18,409	16,175	10,655	12,414
2016	4,689	2,79	4,069	7,222	10,102	13,242	16,024	17,892	18,15	17,46	14,223	8,279	11,202
2017	3,784	2,288	2,699	5,436	9,014	12,409	15,297	17,219	17,906	17,776	15,113	9,482	10,749
2018	4,211	2,326	3,54	6,033	9,321	12,885	15,7	17,417	17,961	17,732	15,102	9,188	11
2019	3,868	2,655	3,169	5,718	8,852	12,251	15,302	17,478	18,335	17,937	14,995	9,409	10,876
2020	4,598	2,92	4,003	6,662	9,871	13,275	15,721	17,758	18,838	18,493	16,231	10,575	11,602
2021	4,777	2,892	4,484	7,132	10,401	13,542	16,452	18,194	18,509	17,689	15,042	9,245	11,579
2022	3,935	2,213	2,859	5,948	9,418	12,218	14,986	17,05	18,062	17,474	15,159	8,839	10,726
2023	3,23	1,913	2,797	5,485	8,356	11,017	13,486	15,502	16,801	16,199	14,272	8,668	9,853
2024	3,961	2,142	3,18	6,19	9,268	11,764	14,106	16,338	17,058	16,547	14,188	9,487	10,376
2025	4,723	2,209	2,969										

Le mois de janvier 2025, le plus chaud sur terre à +1,59°C, dépasse la projection maximale +1,50°C en 2050 (sur la trajectoire + 2°C en 2100) fixée par la COP de Paris en 2015.

January 2025

L-OTI(°C) Anomaly vs 1951-1980

1.38

