2026

LE FAISEUR DE PLUIE

Méthode de déclenchement de la pluie

Après application de ce procédé, la pluie est tombée même dans certaines des régions les plus sèches du monde



L'illustration montre une unité de pulvérisation mobile à buses annulaires, directement au bord d'un plan d'eau

Procédé, technique et contexte
Version 2026

Jonathan Hertig
Accompagnement de projet, développement et marketing
Schützenfahrstrasse 18, 3115 Gerzensee (Suisse)
jonathan.hertig@bluewin.ch
+41 79 758 89 42
www.der-regen-macher.ch

Prologue – Pourquoi j'ai élaboré cette documentation

Il y a environ 25 à 30 ans, j'ai vu à la télévision une émission qui ne m'a plus quitté jusqu'à aujourd'hui. Dans cette émission, on montrait une équipe de chercheurs qui avait installé, dans une région désertique, plusieurs tubes métalliques d'environ six à neuf mètres de haut. À l'extrémité supérieure de ces tubes se trouvaient des buses de pulvérisation très fines. De l'eau, peut-être de l'eau de mer, était pompée vers le haut à travers les tubes et y était finement pulvérisée. Une grande partie de l'eau s'évaporait alors déjà dans l'air. Après que ce procédé eut été utilisé pendant un certain temps, on pouvait voir dans l'émission que la pluie se mettait à tomber dans la région concernée. La simplicité de cette approche m'avait alors beaucoup impressionné.

Pendant de nombreuses années, ce souvenir est resté à l'arrière-plan. Ces dernières années, il a cependant pris pour moi une nouvelle urgence. La raréfaction croissante des pluies ainsi que les périodes de sécheresse et de chaleur toujours plus longues aux Pays-Bas, en Belgique et dans de grandes parties de l'Europe me préoccupent beaucoup. L'année 2026 en particulier, qui entre dans l'histoire en Belgique comme l'été le plus chaud depuis le début des mesures, a encore renforcé cette inquiétude. Le Rhin a atteint au point de mesure de Lobith le niveau le plus bas jamais mesuré, la Meuse et l'Escaut charrient eux aussi trop peu d'eau. La navigation et le transport de marchandises sont entravés, et sur la côte, l'eau salée pénètre de plus en plus loin à l'intérieur des terres. L'agriculture souffre des sols desséchés et des interdictions de prélèvement d'eau d'irrigation, les forêts, les landes et les tourbières subissent un stress hydrique croissant et le risque d'incendies de végétation augmente. Les conséquences ne concernent ainsi plus depuis longtemps la seule nature, mais tout autant l'économie, l'approvisionnement et la population. [24, 25, 26]

Poussé par cette inquiétude, je me suis souvenu de l'émission de télévision d'alors et j'ai commencé à rechercher de manière ciblée sur Internet des procédés comparables. J'ai ainsi découvert le Suisse Hans Hangartner et son « Procédé pour provoquer la pluie ». À ma surprise, j'ai trouvé des indications selon lesquelles Hangartner avait appliqué sa méthode avec beaucoup de succès pendant de nombreuses années dans différentes régions très sèches du monde. Mon attention a été tout particulièrement attirée par son essai dans l'État indien du Gujarat en 1988, où, après des années de sécheresse, de fortes pluies sont de nouveau tombées pendant son séjour. [3, 5, 6]

Cette découverte a été pour moi la véritable raison de rassembler les informations disponibles et d'élaborer la présente documentation « Le Faiseur de pluie ». Mon objectif est de présenter le procédé de manière compréhensible, de documenter les travaux et les essais sur le terrain de Hans Hangartner, de réunir des sources historiques et des données de précipitations et, en même temps, de montrer comment une installation d'essai mobile actuelle pourrait être construite.

Au centre se trouve pour moi une question simple, mais importante : si un tel procédé a été utilisé dans certaines des régions les plus sèches du monde et que la pluie s'est ensuite mise à tomber à plusieurs reprises, pourquoi ne devrait-on pas l'examiner et l'utiliser aussi aux Pays-Bas et en Belgique dans les conditions climatiques actuelles ? Depuis les essais d'alors, tant le climat que les possibilités techniques et météorologiques ont considérablement changé. À mon avis, nous ne devrions donc pas nous attarder trop longtemps sur la question théorique de savoir si le procédé est possible ou non. Ce qui serait décisif, ce serait de lancer l'essai dans les conditions actuelles avec un accompagnement scientifique et d'observer ce qui se passe réellement. Seul un essai pratique sur le terrain peut montrer quel effet se déploie dans des conditions réelles. S'il s'avérait que le procédé fonctionne, son utilité pour l'agriculture, les forêts, les cours d'eau et l'approvisionnement en eau et, enfin et surtout, pour la lutte contre le réchauffement climatique pourrait être d'une grande importance. Qui ne le connaît pas – l'effet de rafraîchissement particulièrement bienfaisant lorsque, après une longue période de chaleur ou de sécheresse, une pluie persistante se met enfin à tomber : en très peu de temps, les températures ambiantes baissent nettement, et le sol auparavant fortement réchauffé se refroidit lui aussi sensiblement. Je pourrais bien m'imaginer que précisément ce procédé du « faire pleuvoir » pourrait contribuer, grâce à des pluies déclenchées de manière ciblée, non seulement à empêcher les périodes de chaleur et de sécheresse, mais aussi à contrer le réchauffement climatique croissant.

Sommaire

Temps de lecture estimé du prologue à la conclusion et aux perspectives : env. 17 minutes

Prologue – Pourquoi j'ai élaboré cette documentation 2
1. Introduction – Changements climatiques aux Pays-Bas, en Belgique et en Europe 4
2. Origine du procédé – Hans Hangartner 6
3. Essais sur le terrain et l'expérience au Gujarat, Inde (1988) 7
4. Requête au monde politique, scientifique, économique et associatif – Proposition d'un projet pilote 9
5. Différentes variantes de construction de l'unité de pulvérisation 10
6. Conclusion et perspectives 14
7. Le procédé « Faire pleuvoir » – principe de base 15
8. Contexte météorologique 19
9. Sources et références 20

1. Introduction – Changements climatiques aux Pays-Bas, en Belgique et en Europe

Les Pays-Bas, la Belgique et de grandes parties de l'Europe connaissent depuis quelques années un changement sensible du climat. Les périodes de sécheresse sont plus fréquentes, durent plus longtemps et s'accompagnent d'une chaleur prononcée. Des étés comme 1976, 2003, 2018, 2022 et surtout 2026 ont montré à quel point une sécheresse persistante peut affecter le paysage, l'économie et la population. En Belgique, l'été 2026, avec une moyenne de 20,3 °C, a été le plus chaud depuis le début des mesures en 1833 ; la période du 1er juillet au 15 août a été à Uccle la troisième période la plus sèche depuis 1892. [25]

Cette évolution est particulièrement visible sur les grands cours d'eau. Le Rhin, la Meuse, l'Escaut et d'autres voies navigables atteignent de plus en plus souvent, lors des étés secs, des niveaux d'eau auxquels la navigation intérieure n'est plus possible que de manière restreinte, voire plus du tout. En juillet 2026, le Rhin était au point de mesure de Lobith plus bas que jamais ; les écluses ne pouvaient plus être exploitées que de manière restreinte, l'écluse d'Eefde a dû être entièrement fermée. Comme une part considérable des matières premières, des carburants et des marchandises est transportée par ces voies navigables – avec les ports de Rotterdam et d'Anvers comme plaques tournantes importantes de l'Europe –, les bas niveaux d'eau entraînent des goulets d'étranglement dans les livraisons et une hausse des coûts de transport, qui se répercutent finalement sur les prix de nombreux biens. [24]

Lorsque les cours d'eau charrient peu d'eau, l'eau de mer pénètre en outre de plus en plus loin à l'intérieur des terres par les estuaires. Cette salinisation nuit à la nature et peut aussi affecter l'agriculture. [24] L'approvisionnement en eau potable est lui aussi mis sous pression : en Belgique, le prélèvement d'eau dans la Meuse pour l'approvisionnement de la Région de Bruxelles-Capitale a déjà dû être limité, et dans de nombreuses communes wallonnes, des restrictions de consommation d'eau étaient en vigueur. [26]

L'agriculture est elle aussi directement touchée : dans de grandes parties des Pays-Bas, des interdictions de prélèvement d'eaux souterraines et de surface étaient en vigueur durant l'été 2026, de sorte que les cultures ne pouvaient plus être irriguées comme d'habitude, voire plus du tout. En Flandre, la récolte de pommes de terre était inférieure d'environ 20 % à celle de l'année précédente, et le maïs a lui aussi fortement souffert de la sécheresse. [24, 27] Si, lors des phases de sécheresse, l'herbe ne pousse plus suffisamment dans les pâturages et les prairies, les agricultrices et les agriculteurs doivent acheter du fourrage ou réduire leurs cheptels – avec les conséquences correspondantes sur les prix des produits agricoles.

La sécheresse persistante augmente en outre le risque d'incendies de forêt et de végétation : les sols desséchés et la végétation desséchée constituent un terrain propice à des incendies qui se propagent rapidement – un phénomène qui occupe désormais régulièrement aussi les Pays-Bas et la Belgique. Aux Pays-Bas, plus de 900 incendies de végétation ont été signalés en 2026 ; en Belgique, on en comptait 234 jusqu'à la mi-août – plus du double que pendant toute l'année 2025. [28, 29]

L'approvisionnement en électricité est lui aussi de plus en plus sous pression. Environ la moitié des grandes centrales électriques néerlandaises se trouvent au bord de cours d'eau – surtout de la Meuse – et dépendent de l'eau des rivières pour leur refroidissement. Si les niveaux d'eau baissent trop fortement en cas de sécheresse persistante ou si les températures de l'eau augmentent trop – cela devient critique à partir d'environ 28 °C ; début août 2026, la Meuse atteignait déjà environ 25 °C à Maastricht –, les centrales doivent prélever moins d'eau de refroidissement et réduire leur puissance. À la centrale nucléaire française de Chooz, sur la Meuse, juste à la frontière belge, la production était à l'arrêt en raison du bas niveau d'eau, et le prix d'achat de l'électricité aux Pays-Bas est passé en l'espace d'un mois d'environ 80 à 150 à 200 euros par mégawattheure. Comme pratiquement l'ensemble de l'espace

européen est confronté aux mêmes problèmes, l'électricité disponible pourrait devenir de plus en plus rare, précisément pendant les longues périodes de sécheresse et de chaleur. [30]

Outre l'économie, la population elle-même se trouve de plus en plus au centre de l'attention. Selon une analyse de l'Institut national néerlandais pour la santé publique et l'environnement (RIVM), pendant la vague de chaleur de fin juin 2026, environ 900 personnes de plus que d'habitude sont décédées aux Pays-Bas – surtout des personnes âgées de 80 ans et plus. [31] En Belgique, l'institut de santé Sciensano a enregistré pendant les trois vagues de chaleur de l'été 2026 au total 2 935 décès supplémentaires. [32] Les personnes âgées ainsi que celles dont la santé est déjà fragilisée sont particulièrement menacées : en cas de chaleur persistante, le risque de complications de santé augmente nettement pour elles, notamment lorsque le corps et les logements ne peuvent plus se refroidir suffisamment, même la nuit. [31, 32]

Dans ce contexte, la question de savoir si et comment la formation de précipitations pourrait être favorisée de manière ciblée pendant les périodes de sécheresse prend de l'importance. Ou serait-il même envisageable que, pendant de telles périodes sèches, des précipitations ou de la pluie puissent être « produites » de manière ciblée ? La présente documentation présente un procédé qui existe depuis des décennies, mais qui n'a jusqu'à présent jamais été testé et utilisé de manière systématique et avec un accompagnement scientifique :

Le « faire pleuvoir » au moyen d'une unité de pulvérisation mobile.

De manière simplifiée, le principe sous-jacent peut être décrit comme suit : au-dessus de la terre réchauffée, de l'air humide s'élève et se condense en altitude pour former des nuages ; l'air, devenu plus sec, retourne vers la surface de l'eau et y reprend de l'humidité. En bref : lors du déclenchement ciblé de la pluie, de l'eau – par exemple celle d'un lac, d'un fleuve ou de la mer – est évaporée afin de mettre en marche le cycle décrit et de l'amplifier progressivement. **On peut se représenter ce processus comme un grand moteur puissant : le procédé de déclenchement ciblé de la pluie est la clé qui le démarre.**

2. Origine du procédé – Hans Hangartner

Le procédé présenté ici remonte au Suisse Hans Hangartner, né en 1921, fils d'un vacher suisse émigré en Transylvanie roumaine. À l'âge de douze ans, il vint en Suisse avec sa famille, où celle-ci vécut un temps dans une grande pauvreté. Hangartner travailla dans le secteur de la construction mécanique, mais fut toute sa vie un bricoleur autodidacte avec un intérêt marqué pour les phénomènes naturels. [4, 5]

Selon ses propres dires, il s'intéressa intensivement à la thermique, à la physique de l'évaporation, aux cartes météorologiques ainsi qu'aux courants éoliens et marins. Selon ses propres déclarations, il reçut une impulsion décisive en 1977 grâce à des connaissances issues de la physique du froid dans la production de glace, qui l'amenèrent à l'idée de base de son procédé ultérieur. [4, 5]

Le 1er juin 1989, Hangartner déposa auprès de l'Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle le brevet CH 679 262 A5 intitulé « Procédé et dispositif pour provoquer la pluie ». Le brevet fut délivré le 31 janvier 1992. Il décrit aussi bien le procédé – l'évaporation d'eau de mer pulvérisée dans de l'air chaud et sec pour stimuler les précipitations – qu'un dispositif correspondant, facilement transportable. [3]

Hangartner ne s'en tint pas au simple dépôt du brevet, mais testa son procédé en pratique pendant des décennies – et cela dans certains des endroits les plus secs du monde. Ses interventions le menèrent notamment au Maroc, en Mauritanie, en Israël, en Tunisie, au Togo, en Namibie, dans la zone sahélienne d'Afrique de l'Ouest ainsi qu'en Inde. À la grande joie de la population, la pluie se mit ensuite chaque fois effectivement à tomber. Les spécialistes locaux confirmèrent sans exception ces précipitations – la question de savoir si elles pouvaient être attribuées de manière causale à l'expérience du faiseur de pluie ne put certes pas être définitivement éclaircie sur le plan scientifique. Une chose est cependant certaine :

La pluie est tombée et le lien temporel entre l'expérience et les précipitations est resté frappant et remarquable. [4, 5]

Je ne sais pas si ce sont les doutes sans cesse renouvelés des spécialistes quant à l'efficacité de son procédé qui ont poussé Hans Hangartner, en juin 1988, à s'aventurer à nouveau dans l'État indien du Gujarat – une région où régnait de façon avérée une forte sécheresse de 1985 à 1988 – afin d'y prouver une fois de plus que sa méthode peut effectivement produire de la pluie. Le correspondant du Tages-Anzeiger, qui accompagnait l'expérience sur place, rendit compte le 27 juillet 1988 de la première vraie pluie depuis quatre ans. [5, 6, 7, 8]

Et pourtant, la reconnaissance méritée lui fit défaut toute sa vie. Car le problème de fond est resté le même : la pluie ne se laisse pas reproduire en laboratoire, et une preuve scientifique complète que les précipitations sont dues de manière causale à l'expérience de pulvérisation n'a jamais pu être apportée. Les météorologues, les scientifiques et les autorités ont sans cesse remis en question les succès – non pas par malveillance, mais de manière conséquente : on ne pourrait jamais exclure le hasard.

Ce qui reste, c'est l'image d'un inventeur suisse hors du commun qui, avec des moyens modestes et une foi inébranlable, a utilisé son procédé précisément dans des régions où d'autres avaient depuis longtemps abandonné – un homme qui, partout où il allait, - apportait la pluie - et qui ne parvint pourtant jamais à convaincre le monde du contraire du hasard.

3. Essais sur le terrain et l’expérience au Gujarat, Inde (1988)

Un essai sur le terrain que Hangartner réalisa début juillet 1988 à Jamnagar, dans l’État indien du Gujarat, mérite une attention particulière. Jamnagar se trouve sur une presqu’île du district de Saurashtra et était alors touchée par une sécheresse qui durait déjà depuis quatre ans et qui avait durement frappé cet État déjà pauvre et économiquement arriéré (environ 178 000 kilomètres carrés – ce qui correspond à environ 2,5 fois la superficie des Pays-Bas et de la Belgique – à l’époque environ 40 millions d’habitants). L’intervention était accompagnée par le correspondant pour la Chine et l’Asie de l’époque du journal suisse « Tages-Anzeiger », H. B., qui documenta l’essai sur place de manière journalistique avec son épouse.". [6, 7, 8]

L’intervention vit le jour par l’intermédiaire du groupe industriel indien Tata, qui invita Hangartner au Gujarat. L’essai eut lieu à Jamnagar ; à proximité, Tata Chemicals exploitait une grande installation de production. Les ingénieurs et chimistes sur place suivirent d’abord le montage de l’installation de Hangartner avec un scepticisme non dissimulé. [6]

*«**Avec une joie débordante, la population célèbre la première vraie pluie depuis quatre ans**.»* [6]
Tages-Anzeiger, 27 juillet 1988

Comme décrit dans l’article ci-dessus, il commença effectivement à pleuvoir environ deux semaines après l’arrivée de Hangartner, le 14 juillet 1988. Pour cette intervention, le Suisse n’avait de nouveau emporté que son équipement mobile habituel, pesant environ 150 - 180 kilogrammes – composé d’un compresseur, de tubes haute pression et de tuyaux –, avec lequel il tentait chaque fois d’influencer une zone de plusieurs centaines de kilomètres carrés. Les lits de rivières asséchés se remplirent d’eau en peu de temps, de sorte que des cabanes construites de manière provisoire sur les rives durent être évacuées en hâte. Tandis que les spécialistes de Tata, d’abord sceptiques, réagissaient avec une surprise visible, la population de Jamnagar célébrait avec exubérance la pluie qui tombait : des jeunes se laissaient tremper par la pluie, des enfants s’ébattaient, et des femmes puisaient l’eau des flaques qui s’étaient formées pour cuisiner. Hangartner lui-même déclara n’avoir jamais rien vécu de comparable de toute sa vie. Les fortes précipitations persistantes l’obligèrent finalement même à repousser de deux jours son vol de retour en Suisse. [6]



Une tente, un « support d’aspersion » et une pompe à compresseur – et peu après, il pleut pour la première fois au Gujarat, Inde occidentale.



Dispositif de pulvérisation historique de Hans Hangartner lors de l'intervention en Inde en juillet 1988. La construction simple se composait de plusieurs tubes de pulvérisation disposés en hauteur et servait à la fine pulvérisation de l'eau. [4]

Les statistiques officielles de précipitations du service météorologique indien pour les régions concernées donnent elles aussi une image claire : [7, 8]

Région	01.01.–31.12.1987	01.01.–30.06.1988	Après l'expérience : 01.07.–31.12.1988
Saurashtra et Kutch	92,5 mm	14,9 mm	773,2 mm
État du Gujarat	405 mm	75,6 mm	1094,3 mm

Source : India Meteorological Department, imdpune.gov.in (Subdivisional Rainfall Data).
https://imdpune.gov.in/cmpg/subdivrainfall/saurashtraandkutch.html (env. 30 s jusqu'à l'ouverture du lien)
https://imdpune.gov.in/cmpg/subdivrainfall/gujaratregion.html [7, 8]

Le lien temporel est remarquable : jusqu'à fin juin 1988, une pénurie de précipitations et une sécheresse exceptionnelles régnaient toujours dans les deux régions, tandis que, immédiatement après l'expérience, une période nettement plus pluvieuse suivit au second semestre. Une preuve scientifique indubitable que ce revirement est effectivement dû à l'expérience de pulvérisation est par nature fondamentalement difficile à apporter – une étude comparative entièrement contrôlée supposerait de répéter la même situation météorologique une fois avec et une fois sans pulvérisation, ce qui est pratiquement impossible. Les données statistiques constituent en tout cas un indice fort de l'effet du procédé, d'autant plus que les pluies sont effectivement tombées après quatre années de sécheresse persistante. L'argument peut-être le plus fort en faveur de l'efficacité du procédé de pulvérisation reste cependant un schéma frappant :

Partout où Hangartner a appliqué son procédé
– dans certaines des régions les plus sèches du monde – la pluie est tombée ! [4, 5]

Alors que seulement environ **42 m³ d'eau** ont été utilisés pour le fonctionnement de l'installation pendant 14 jours, 773,2 mm de précipitations sont tombés dans la région de Saurashtra et Kutch au second semestre 1988. Si l'on en soustrait les précipitations annuelles moyennes des 3,5 années précédentes, soit 202,5 mm, il reste 570,7 mm de précipitations supplémentaires. Sur une superficie d'environ 109 000 km², cela correspond à une quantité d'eau d'environ **62,2 milliards de m³**. [23]

4. Requête au monde politique, scientifique, économique et associatif – Proposition d'un projet pilote

Au vu de l'évolution climatique décrite en introduction, je souhaite vous soumettre le procédé pour examen. Le point de départ de la présente requête est le constat que les périodes de sécheresse et de chaleur aux Pays-Bas, en Belgique et en Europe augmentent en fréquence et en durée, et la question qui en découle de savoir si un procédé relativement simple et techniquement maîtrisable permettrait de favoriser de manière ciblée les précipitations.

La proposition consiste à ce que les Pays-Bas et la Belgique – volontiers aussi conjointement, avec les provinces, les régions, l'économie, la science et les associations – lancent un projet pilote accompagné scientifiquement. Au centre ne devrait pas se trouver un examen préalable théorique de plusieurs années, mais la question pratique de savoir si, dans des conditions réelles, des précipitations peuvent effectivement être déclenchées ou du moins favorisées.

Un essai pilote accompagné scientifiquement dans des conditions réelles serait la prochaine étape logique pour tester en pratique le potentiel du procédé du Faiseur de pluie aux Pays-Bas et en Belgique. Précisément pendant une période de sécheresse et de chaleur marquée, les conditions météorologiques, le déroulement de la pulvérisation ainsi que les éventuelles modifications de l'humidité de l'air, des courants d'air, de la formation de nuages et des précipitations pourraient être relevés et documentés de manière exhaustive.

L'accompagnement scientifique devrait à cet égard soutenir et évaluer l'essai pratique – sans toutefois le retarder inutilement par de longues études préliminaires, des discussions théoriques de principe ou des obstacles administratifs excessifs. Pour un procédé techniquement relativement simple et maîtrisable, il devrait être possible de clarifier rapidement les conditions de sécurité et les conditions-cadres nécessaires, puis de réaliser un essai sur le terrain bien documenté. De nombreuses questions décisives ne peuvent de toute façon trouver de réponse qu'en conditions réelles. L'objectif devrait donc être : préparer avec soin, accompagner scientifiquement – mais surtout essayer.

Une unité d'essai mobile possible pour un tel projet pilote pourrait, selon la proposition, se composer des éléments suivants :

- une remorque avec unité de pulvérisation et pompe à eau prémontée, compresseur et éventuellement ventilateur
- une deuxième remorque avec générateur électrique pour l'alimentation de l'installation de pompage, ventilateur
- les conduites d'eau nécessaires, les buses de pulvérisation ainsi que d'éventuels équipements de mesure et de commande pour l'accompagnement scientifique de l'essai

Une telle installation coûterait environ 180 000 à 250 000 euros et, dans sa configuration finale, deux à trois installations suffiraient vraisemblablement pour déclencher la pluie de manière ciblée aux Pays-Bas et en Belgique. Comme indiqué dans la documentation, ce procédé permettrait non seulement de lutter contre le manque de précipitations, mais aussi de faire baisser les températures locales, qui ne cessent d'augmenter. Si l'on considère que les Pays-Bas consacrent chaque année environ 25 milliards d'euros et la Belgique environ 16 milliards d'euros à la protection de l'environnement et du climat, une telle installation expérimentale représenterait une dépense infime. Je suis toutefois convaincu que son effet serait important.

Ayons le courage de nous défaire d'éventuels préjugés, de schémas de pensée figés et de doutes hâtifs et d'aborder avec ouverture de nouvelles pistes de solution. Précisément face aux défis croissants posés par la sécheresse, la chaleur, la pénurie d'eau et le réchauffement climatique, nous devrions agir avec ouverture technologique et orientée vers les solutions. Le procédé du Faiseur de pluie montre qu'il est peut-être déjà possible d'accomplir de grandes choses avec une technologie relativement simple, peu coûteuse et respectueuse de l'environnement. Ce qui devrait donc être décisif, ce n'est pas de savoir si une idée paraît inhabituelle à première vue, mais si elle fonctionne dans des conditions réelles et apporte une utilité concrète. Avoir le courage de l'examiner sans préjugés et de la tester en pratique pourrait s'avérer bien plus important que nous ne pouvons peut-être encore l'imaginer aujourd'hui.

5. Différentes variantes de construction de l’unité de pulvérisation

Pour la mise en œuvre pratique du procédé, différentes formes de construction mobiles sont possibles. Au premier plan figurent trois variantes techniques de base : une unité de pulvérisation avec pompe haute pression, une unité de pulvérisation avec pompe à eau et injection d’air comprimé combinée, ainsi qu’une version avec ventilateur vertical supplémentaire selon un principe de base similaire à celui d’un canon à neige. Les formes de construction suivantes montrent des variantes de construction possibles pour un futur prototype.

Variante 1 – Unité de pulvérisation avec pompe haute pression

L’eau est aspirée d’un lac, d’une rivière ou de la mer, filtrée et acheminée par une pompe haute pression performante vers le distributeur et les tubes de pulvérisation. La pression de pulvérisation nécessaire est entièrement générée par la pompe à eau ; les buses pulvérisent l’eau en fines gouttelettes. Cette version peut en outre être combinée avec un ou plusieurs ventilateurs orientés vers le haut.

Avantages : construction simple ; débit d’eau élevé ; moins de composants ; entretien réduit.

Inconvénients : une pulvérisation très fine exige une pression d’eau élevée en conséquence ; la taille des gouttelettes dépend fortement de la buse et de la pression. [13]

Variante 2 – Unité de pulvérisation avec pompe et injection d’air comprimé (compresseur)

La pompe à eau achemine l’eau vers des buses bifluides ou des buses de pulvérisation pneumatiques ; le compresseur fournit séparément l’air comprimé. Ce n’est que dans la buse ou immédiatement à l’extérieur de la buse que l’air et l’eau se rencontrent. Le flux d’air rapide déchire le jet d’eau en gouttelettes nettement plus petites. Pour certaines buses bifluides, des pressions d’eau d’environ 1 à 10 bar et des pressions d’air d’environ 1 à 15 bar suffisent par exemple. Selon le système, des gouttelettes jusqu’à quelques micromètres sont possibles. Cette variante peut également être combinée avec un ventilateur supplémentaire.

Avantages : pulvérisation très fine et bien réglable ; pression d’eau nécessaire plus faible ; taille des gouttelettes réglable via la pression d’eau et d’air.

Inconvénients : compresseur et système de conduites d’air séparé nécessaires ; besoin énergétique plus élevé ; techniquement plus complexe. [14, 15]

Variante 3 – Unité de pulvérisation avec pompe, injection d’air comprimé (compresseur) et ventilateur vertical

Cette forme de construction associe la pulvérisation pneumatique à un flux d’air orienté vers le haut et s’inspire techniquement du principe d’un canon à neige. Contrairement à la production de neige, l’eau ne doit cependant pas geler, mais être répartie et évaporée aussi finement que possible dans l’air chaud. Un ou plusieurs ventilateurs verticaux transportent les gouttelettes vers le haut, apportent en continu de l’air ambiant et prolongent le temps de séjour du brouillard d’eau dans l’air.

Avantages : pulvérisation très fine ; mélange intensif avec l’air ambiant ; temps de suspension et d’évaporation plus long ; transport ciblé vers le haut.

Inconvénients : effort technique et énergétique le plus élevé ; poids supplémentaire ; les puissances du ventilateur, du compresseur et de la pompe doivent être harmonisées. [16]

Formes de réalisation constructives possibles

Les exemples suivants montrent différentes dispositions de l'unité de pulvérisation et des combinaisons possibles des trois variantes techniques de base.

Remarque concernant les illustrations : les unités de pulvérisation représentées sont des visualisations conceptuelles et non des photographies d'installations existantes. Les représentations ont été créées sous forme de visualisations de conception assistées par IA selon les indications de l'auteur. [17]



Unité de pulvérisation à buses annulaires avec ventilateur vertical

Emploi : Avec pompe, compresseur et ventilateur vertical.

Transport : Le mât est basculable ; l'unité à buses annulaires et le ventilateur sont démontables pour le transport



Disposition circulaire d'une unité de pulvérisation

Emploi : Avec pompe, compresseur et ventilateur vertical.

Transport : La partie supérieure des tubes de pulvérisation et le ventilateur sont démontables.



Unité de pulvérisation à double rangée

Emploi : Avec pompe haute pression ou avec pompe et compresseur.

Transport : La partie supérieure des tubes de pulvérisation est démontable.



Unité de pulvérisation à buses annulaires

Emploi : Avec pompe haute pression ou avec pompe et compresseur.

Transport : Le mât est basculable ; la partie supérieure de l'unité à buses annulaires est démontable.



Unité de pulvérisation à rangée simple

Emploi : Avec pompe haute pression ou avec pompe et compresseur.
Transport : La partie supérieure des tubes de pulvérisation est démontable.



Unité de pulvérisation en faisceau

Emploi : Avec pompe haute pression ou avec pompe et compresseur.
Transport : La partie supérieure des tubes de pulvérisation est démontable.

6. Conclusion et perspectives

Le procédé « Le Faiseur de pluie » associe une idée de base technique et physique relativement simple à une utilité potentielle extraordinaire. Les expériences et les essais sur le terrain réalisés jusqu'ici montrent qu'il existe à mon avis suffisamment de raisons de reprendre ce procédé dans les conditions climatiques actuelles et de le tester en pratique.

Précisément au vu de la raréfaction croissante des pluies, de périodes de sécheresse et de chaleur plus longues ainsi que des conséquences qui en découlent pour l'agriculture, les forêts, les cours d'eau, l'approvisionnement en eau, l'économie et la population, la question se pose de savoir si nous pouvons nous permettre de laisser inexploitée une telle possibilité. À cela s'ajoute l'effet rafraîchissant immédiatement perceptible d'une pluie persistante : après de longues périodes de chaleur, la température ambiante baisse nettement en peu de temps, et le sol auparavant fortement réchauffé est lui aussi durablement refroidi. S'il était effectivement possible, avec le procédé du Faiseur de pluie, de déclencher ou de favoriser des précipitations de manière ciblée, on pourrait peut-être ainsi non seulement lutter contre la sécheresse, mais aussi, grâce à cet effet rafraîchissant, contrer le réchauffement climatique croissant.

C'est pourquoi nous ne devrions pas nous attarder trop longtemps sur la question théorique de savoir si le procédé est possible ou non. Ce qui serait décisif, ce serait de lancer l'essai dans les conditions actuelles avec un accompagnement scientifique et d'observer ce qui se passe réellement.

Et si le procédé du Faiseur de pluie réussissait – ce dont je suis convaincu – et que nous pouvions un jour influencer ou « piloter » de manière ciblée les précipitations non seulement aux Pays-Bas et en Belgique, mais peut-être aussi en Europe, de sorte que la raréfaction des pluies et les longues périodes de sécheresse deviendraient de plus en plus des notions inconnues ?

Non moins importante pourrait être l'utilisation dans les pays en développement, dont les possibilités de vie et de développement sont fortement limitées précisément en raison du manque de précipitations et d'une pénurie d'eau chronique. Une technologie relativement simple, qui pourrait y permettre la pluie de manière fiable, aurait une importance difficilement surestimable pour l'agriculture, l'approvisionnement en eau et la sécurité alimentaire.

La présente documentation entend apporter une contribution factuelle à cet égard et servir de base pour un examen approfondi aux instances intéressées du monde politique, scientifique, économique, associatif et de l'administration.

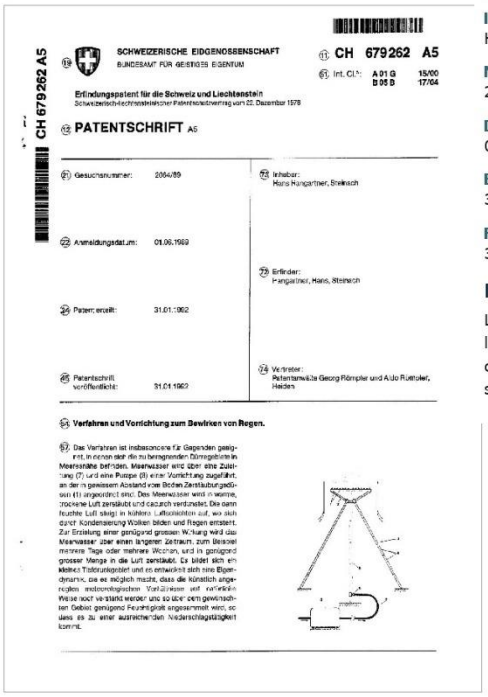
Car, en fin de compte, seul un essai pratique peut montrer ce qui est réellement possible.

« Ce qui est possible, nous ne l'apprenons pas par le doute seul, mais en ayant le courage d'essayer. » [22]

7. Le procédé « Faire pleuvoir » – principe de base

Hans Hangartner et le brevet CH 679 262 A5

« Procédé et dispositif pour provoquer la pluie »



CH 679262 A5

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 679262 A5

(51) Int. Cl.: A 01 G 15/00, D 06 B 17/04

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5

(21) Gesuchsnummer: 2064/89
(73) Inhaber: Hans Hangartner, Steinach
(22) Anmeldungsdatum: 01.06.1989
(72) Erfinder: Hangartner, Hans, Steinach
(24) Patent erteilt: 31.01.1992
(45) Patentschrift veröffentlicht: 31.01.1992
(74) Vertreter: Patentanwälte Georg Römpler und Aldo Ruetsch, Heiden

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Bewirken von Regen.

(57) Das Verfahren ist insbesondere für Gegenden geeignet, in denen oder die zu beregnenden Dürregebiete in Meeresnähe befinden. Meerwasser wird über eine Zuleitung (7) und eine Pumpe (8) einer Vorrichtung zugeführt, an der in gewissem Abstand vom Boden Zerstäubungsdüsen (1) angeordnet sind. Das Meerwasser wird in warme, trockene Luft zerstäubt und danach verdunstet. Die dann feuchte Luft steigt in höhere Luftschichten auf, wo sich durch Kondensierung Wolken bilden und Regen entsteht. Zur Erzielung einer genügend grossen Wirkung wird das Meerwasser über einen längeren Zeitraum, zum Beispiel mehrere Tage oder mehrere Wochen, und in genügend grosser Menge in die Luft zerstäubt. Es bildet sich ein Meter Tiefdruckgebiet und es entwickelt sich eine Eigendynamik, die es möglich macht, dass die künstlich angeregten, meteorologischen Vorgänge auf natürliche Weise noch verstärkt werden und so über dem gewünschten Gebiet genügend Feuchtigkeit angesammelt wird, so dass es zu einer ausreichenden Niederschlagstätigkeit kommt.

Inventeur / titulaire
Hans Hangartner, Steinach

Numéro de demande
2064/89

Dépôt
01.06.1989

Brevet délivré
31.01.1992

Fascicule de brevet publié
31.01.1992

Message clé du brevet

L'eau de mer doit être finement pulvérisée près du sol, à proximité des côtes. Dans de l'air chaud et sec, elle doit s'évaporer rapidement. L'air plus humide doit atteindre des couches d'air plus élevées et plus fraîches, où des nuages et des précipitations peuvent se former. L'exploitation est prévue pour plusieurs jours ou semaines.

Extrait du fascicule de brevet CH 679 262 A5 mis à disposition.

Le procédé repose sur une réflexion physique on ne peut plus simple : si de l'eau – idéalement de l'eau d'un ruisseau, d'une rivière, d'un lac ou de la mer – est pompée par un système de tubes jusqu'à une hauteur d'environ cinq à neuf mètres et y est pulvérisée en très fines gouttelettes, la surface totale de l'eau augmente très fortement. Une grande quantité d'eau peut ainsi s'évaporer en peu de temps. L'évaporation soustrait de la chaleur à l'air ambiant et l'enrichit en même temps en humidité supplémentaire. C'est précisément cette modification de la couche d'air proche du sol qui doit créer des conditions favorables au mouvement de l'air, à la thermique, à la formation de nuages et finalement à la pluie. [3, 4]

L'air proche du sol, fortement réchauffé, est humidifié et refroidi localement par la pulvérisation. En interaction avec le réchauffement continu du sol et les différences de température et de densité qui en résultent, un courant ascendant local peut se développer. Si ce processus se poursuit de manière continue pendant une période prolongée – selon les documents disponibles, pendant plusieurs jours à plusieurs semaines –, il devrait en résulter au sol une petite zone de basse pression, mais stable, ou une circulation d'air croissante. [3, 4]

Selon les descriptions disponibles, ce système local développe une certaine dynamique propre : de l'air plus humide provenant des environs – en particulier d'une surface d'eau voisine – est amené. L'air ascendant parvient dans des couches d'air plus fraîches, où la vapeur d'eau peut se condenser et où des nuages peuvent se former. Selon les récits historiques, la zone d'influence devrait s'agrandir au cours de plusieurs jours, jusqu'à ce qu'un échange s'établisse entre l'air chaud au-dessus de la terre sèche et l'air plus humide au-dessus de la mer ou d'un lac. [3, 4]

L’importance particulière de l’eau de mer ou de l’eau salée

Pour le procédé du Faiseur de pluie, l’eau de mer ou l’eau salée est particulièrement intéressante pour deux raisons. D’une part, comme toute eau pulvérisée, elle remplit la fonction thermique du procédé : la forte augmentation de surface des très fines gouttelettes favorise l’évaporation, refroidit l’air ambiant et augmente en même temps sa teneur en humidité.

D’autre part, avec l’eau de mer ou l’eau salée, des sels et des minéraux dissous parviennent dans l’air sous forme de minuscules gouttelettes. Si une partie de l’eau s’évapore, de très petites particules salines subsistent. Celles-ci sont hygroscopiques, c’est-à-dire qu’elles peuvent absorber l’humidité ambiante. À l’effet thermique de l’eau pulvérisée s’ajoute ainsi un effet microphysique qui peut être important pour la formation et la croissance des gouttelettes de nuage. [11]

L’avantage possible de l’eau de mer ou de l’eau salée ne réside donc pas dans le fait que l’eau salée s’évapore plus fortement ou plus rapidement que l’eau pure. Elle associe plutôt l’apport d’eau à l’apport supplémentaire d’aérosols naturels salins et de noyaux de condensation. En ce sens, l’eau de mer ou l’eau salée peut compléter fonctionnellement le procédé décrit par rapport à une eau douce très pauvre en minéraux et éventuellement le rendre plus efficace. [11]

Noyaux de condensation et gouttelettes de nuage

Pour que la vapeur d’eau puisse se condenser dans l’atmosphère en gouttelettes de nuage, ce que l’on appelle les noyaux de condensation jouent un rôle important. Il s’agit de très petites particules dans l’air sur lesquelles des molécules d’eau peuvent se fixer. Lors de la pulvérisation d’eau contenant des minéraux dissous – de manière particulièrement marquée pour l’eau de mer, dans une moindre mesure pour l’eau de lac ou de rivière –, de très fines particules de sel ou de minéraux peuvent subsister après une évaporation partielle ou complète. [11]

De telles particules hygroscopiques peuvent absorber de l’humidité et agir, dans des conditions appropriées, comme noyaux naturels de condensation des nuages. Dans un nuage en formation, les petites gouttelettes qui en résultent peuvent continuer à croître et s’unir à d’autres gouttelettes. Pour que des précipitations se forment finalement à partir des gouttelettes de nuage, les conditions météorologiques nécessaires doivent toutefois en outre être réunies. [11]

La loi de Raoult

Dans le rapport « Der Mann, der es in der Sahel-Zone regnen liess » de 1989, il est explicitement fait référence, en lien avec l’activation de la pluie par Hangartner, au professeur François-Marie Raoult à Grenoble et à la loi de Raoult qui porte son nom. Le rapport de l’époque associe cette loi à l’abaissement du point de congélation et à l’élévation du point d’ébullition des solutions. [4, 9]

Pour l’effet de l’eau salée considéré ici, la pression de vapeur d’une solution est particulièrement intéressante. De manière simplifiée, la loi de Raoult décrit que l’eau contenant des sels ou d’autres substances dissoutes – donc par exemple l’eau de mer ou l’eau salée – possède une pression de vapeur légèrement inférieure à celle d’une eau quasiment pure ou distillée. L’eau douce contient elle aussi en règle générale des minéraux et des sels dissous, mais le plus souvent en concentration plus faible que l’eau de mer. Cet effet dit de Raoult est également important pour de très petites gouttelettes salines ou particules d’aérosol. [9]

$$p(\text{eau, solution}) = x(\text{eau}) \times p^{0}(\text{eau})$$

La théorie de Köhler – lien avec la formation des nuages

La théorie de Köhler de la microphysique des nuages fournit une classification physique plus approfondie. Elle décrit dans quelles conditions de petites particules d'aérosol hygroscopiques absorbent de l'eau, continuent de croître et peuvent être activées en gouttelettes de nuage. L'influence des substances dissoutes, telle qu'elle est décrite par l'effet de Raoult, y est associée à l'influence de la surface courbée de très petites gouttelettes. [10, 11]

Ce lien présente un intérêt particulier précisément pour le sel marin : en raison de leurs propriétés hygroscopiques, les particules de sel marin peuvent absorber de l'eau et être activées comme noyaux de condensation des nuages lorsque l'humidité de l'air ou la sursaturation est appropriée. L'indication de Hangartner concernant l'eau de mer et la loi de Raoult reçoit ainsi une explication microphysique supplémentaire. [10, 11]

En bref
Dans le procédé décrit, l'eau douce agit avant tout par la pulvérisation, l'évaporation, le refroidissement et l'enrichissement en humidité. L'eau de mer ou l'eau salée associe en outre cet effet à l'apport de particules de sel hygroscopiques qui peuvent agir comme noyaux de condensation. L'eau de mer ou l'eau salée peut ainsi présenter un avantage fonctionnel supplémentaire pour le procédé.

Le modèle d'action de Hangartner – les deux croquis

Les deux croquis utilisés par Hangartner illustrent l'interaction qu'il supposait entre la terre sèche, la mer et l'atmosphère. Pour la documentation, ils ont été redessinés et clairement légendés afin de pouvoir aussi être facilement transposés ultérieurement dans d'autres langues. [4]

Fig. 1

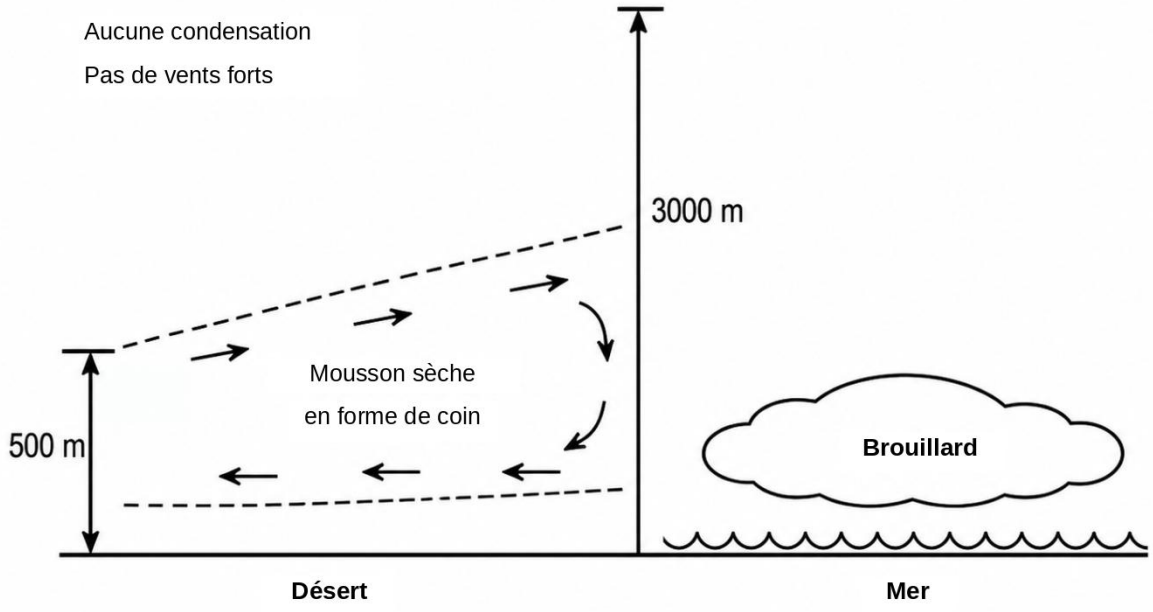


Fig. 1 (redessinée) : situation initiale selon Hangartner – mousson sèche en forme de coin au-dessus du désert ; un banc de brouillard se trouve au-dessus de la mer.

La fig. 1 montre la situation initiale : selon la représentation de Hangartner, une mousson sèche en forme de coin ne se déplace au-dessus du désert qu'à une altitude relativement faible. Au-dessus de la mer se

trouve en revanche un banc de brouillard. Le croquis caractérise cet état par « Aucune condensation » et « Pas de vents forts ». L'échange d'humidité entre la mer et la terre est encore faiblement marqué dans cette représentation.[4]

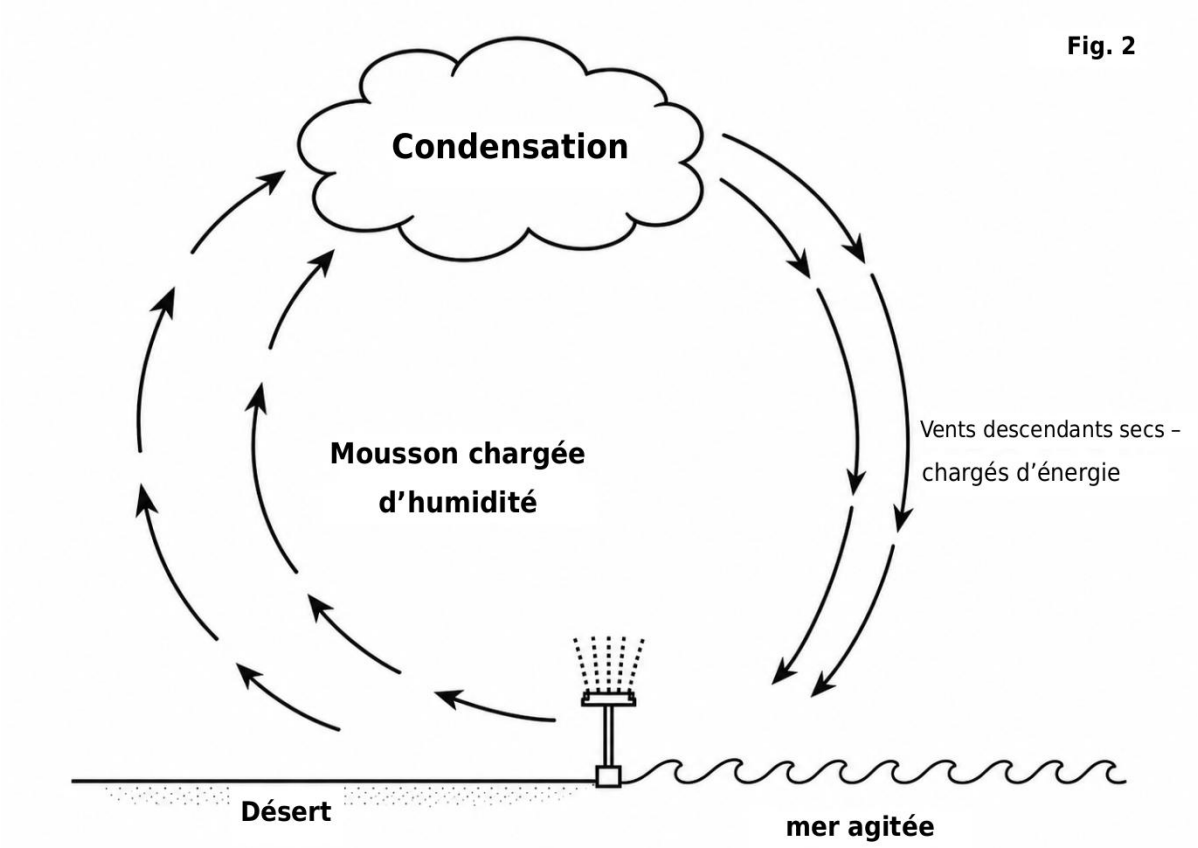


Fig. 2 (redessinée) : cycle renforcé – l'air chargé d'humidité s'élève, la condensation se produit, des vents descendants secs – chargés d'énergie – refluent vers la surface d'eau.

La fig. 2 montre le cycle activé selon la conception de Hangartner. De l'air chargé d'humidité s'écoule d'une surface d'eau voisine – mer, lac ou rivière – en direction de la terre plus chaude et s'y élève. À plus haute altitude, la condensation se produit, libérant de la chaleur. L'air ensuite plus sec redescend et reflue – désigné dans le croquis de Hangartner comme « vents descendants secs – chargés d'énergie » – en direction de la surface d'eau. Il peut y absorber à nouveau de l'humidité. La pulvérisation continue doit stimuler ce cycle et le renforcer de plus en plus.[4]

Remarque : les deux illustrations redessinées se fondent sur les croquis manuscrits de l'article de Hans-Joachim Ehlers, « Der Mann, der es in der Sahel-Zone regnen liess », raum&zeit 43/89, p. 70. L'idée de base représentée a été conservée lors du redessin.[4]

Deux niveaux d'action liés entre eux

Les croquis décrivent avant tout le niveau dynamique à grande échelle du procédé : mouvement de l'air, transport d'humidité, ascension, condensation et reflux.

La loi de Raoult et la théorie de Köhler complètent ce modèle au niveau microphysique : elles expliquent le lien entre les sels dissous, les particules d'aérosol hygroscopiques et la formation ou l'activation des gouttelettes de nuage.[9, 10, 11]

Pris ensemble, il en résulte un modèle d'action élargi : l'installation de pulvérisation doit d'une part influencer thermiquement et dynamiquement l'air proche du sol et favoriser une circulation plus importante

entre la terre et l'eau ; d'autre part, en cas d'utilisation d'eau de mer ou d'eau salée, des noyaux de condensation salins naturels peuvent en outre être introduits dans l'atmosphère.

Selon les sources disponibles, l'effet décrit – du début de la pulvérisation jusqu'au début des précipitations – devrait généralement se produire après environ trois à quatorze jours, ce délai pouvant fortement varier selon les conditions locales. [4, 6]

Le rapport sur la zone sahélienne décrit qu'après environ trois jours, une circulation suffisamment importante s'était développée et que la pluie a commencé le quatrième jour. Lors de l'intervention en Inde en 1988, il a commencé à pleuvoir environ deux semaines après l'arrivée de Hangartner, le 14 juillet 1988. [4, 6]

Le procédé du Faiseur de pluie déploie d'autant mieux son effet que l'air est sec et que le rayonnement solaire est intense.

8. Contexte météorologique

Le rapport entre basse et haute pression

Pour le procédé, le gradient de température et de pression entre la terre fortement réchauffée et une surface d'eau voisine plus fraîche revêt une importance particulière. Au-dessus de la terre chaude, l'air s'élève, tandis que l'air au-dessus de la mer, d'un lac ou d'une rivière reste relativement plus frais et plus dense. Il peut ainsi se former un courant d'air tel qu'on le connaît en principe aussi de la circulation naturelle des brises de terre et de mer. [12]

Importance du lieu d'intervention

Le choix du lieu d'intervention joue donc un rôle central. L'unité de pulvérisation devrait si possible être exploitée directement au bord d'une mer, d'un lac, d'une rivière ou d'une autre surface d'eau suffisamment grande. Ainsi, on dispose non seulement de suffisamment d'eau pour la pulvérisation, mais aussi, en même temps, d'une source naturelle d'humidité à proximité immédiate. [4, 5, 12]

Conditions météorologiques

L'intensité avec laquelle se développe le processus amorcé par l'installation de pulvérisation dépend des conditions météorologiques du moment. Sont notamment importants :

- la température et l'humidité de l'air
- l'intensité du rayonnement solaire
- la direction et la force du vent
- la répartition des températures dans les couches d'air supérieures
- la stabilité ou l'instabilité de l'atmosphère
- la taille et la température de la surface d'eau voisine
- la topographie et les systèmes de vents régionaux existants. [12]

Le choix du moment et du lieu de l'intervention est donc décisif. Selon les descriptions disponibles, des conditions particulièrement chaudes, sèches et ensoleillées sont favorables au procédé.

Autres influences

Il est envisageable que d'autres facteurs locaux ou météorologiques influencent le déroulement du procédé. Un essai en pratique pourrait précisément contribuer à observer directement de tels liens et à acquérir ainsi des connaissances sur les sites appropriés, le moment d'intervention optimal et l'effet dans différentes conditions météorologiques.

9. Sources et références

Les sources ci-après constituent la base des indications historiques, météorologiques, scientifiques et techniques de la présente documentation. Les numéros correspondent aux renvois aux sources dans le texte.

Sources historiques, météorologiques et scientifiques

[1] Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse / EPF Zurich : Climate CH2025 – Drier summers / Swiss climate scenarios. Indications sur l'augmentation de la sécheresse estivale, l'évaporation, l'humidité du sol et l'évolution de la chaleur en Suisse. https://www.meteoswiss.admin.ch/climate/climate-change/drier-summers.html (consulté le 19.08.2026).

[2] Office fédéral de l'environnement OFEV : « Sommer 2026: Trockenheit und hohe Waldbrandgefahr », publié le 24.07.2026. Indications sur la sécheresse marquée, les bas niveaux d'eau et le danger d'incendies de forêt en Suisse. https://www.bafu.admin.ch/de/sommer-2026-trockenheit-und-hohe-wassertemperaturen (consulté le 19.08.2026).

[3] Hans Hangartner : brevet suisse CH 679 262 A5, « Verfahren und Vorrichtung zum Bewirken von Regen ». Dépôt 01.06.1989 ; brevet délivré et fascicule de brevet publié 31.01.1992. Source : fascicule de brevet mis à disposition / Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle.

[4] Hans-Joachim Ehlers : « Der Mann, der es in der Sahel-Zone regnen liess », raum&zeit, n° 43/89, p. 68–72. Source : article original mis à disposition. Particulièrement pertinent : p. 69 – après environ trois jours, la circulation est suffisamment importante ; le 4e jour, il commence à pleuvoir.

[5] Edith Lier : « Hans Hangartner – Der verkannte Regengott », Beobachter, 08.07.2005. https://www.beobachter.ch/familie/hans-hangartner-der-verkannte-regengott (consulté le 19.08.2026).

[6] H. B : « Ein Schweizer als Regenmacher in Indien », Tages-Anzeiger, mercredi 27.07.1988, p. 48. Source : article original mis à disposition. Particulièrement pertinent : p. 48 – la pluie commence le 14 juillet 1988, environ deux semaines après l'arrivée de Hangartner fin juin.

[7] India Meteorological Department (IMD) : Subdivisional Rainfall Data – Saurashtra and Kutch. Précipitations mensuelles et annuelles historiques. https://imdpune.gov.in/cmpg/subdivrainfall/saurashtraandkutch.html (consulté le 19.08.2026).

[8] India Meteorological Department (IMD) : Subdivisional Rainfall Data – Gujarat Region. Précipitations mensuelles et annuelles historiques. https://imdpune.gov.in/cmpg/subdivrainfall/gujaratregion.html (consulté le 19.08.2026).

[9] International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) : « Raoult's law », Compendium of Chemical Terminology (Gold Book), DOI : 10.1351/goldbook.15349. https://doi.org/10.1351/goldbook.15349 (consulté le 19.08.2026).

[10] Köhler, H. : « The nucleus in and the growth of hygroscopic droplets », Transactions of the Faraday Society, 1936, Vol. 32, p. 1152–1161. DOI : 10.1039/TF9363201152.

[11] Kleinheins, J. ; Shardt, N. ; Lohmann, U. ; Marcolli, C. : « The surface tension and cloud condensation nuclei (CCN) activation of sea spray aerosol particles », Atmospheric Chemistry and Physics, 25, 881–903, 2025. DOI : 10.5194/acp-25-881-2025.

[12] NOAA / National Weather Service : principes de base de la circulation des brises de terre et de mer, des différences de pression d'origine thermique ainsi que des zones de convergence de brise de mer (sea-breeze convergence). https://www.weather.gov/source/zhu/ZHU_Training_Page/winds/Wx_Terms/Flight_Environment.htm (consulté le 19.08.2026).

Sources techniques sur les systèmes de pompes, de buses et de ventilateurs

[13] Danfoss : « High-pressure water mist systems ». Systèmes industriels de brumisation haute pression avec des pressions de service jusqu'à 100 bar et des débits élevés. https://www.danfoss.com/en/products/hpp/high-pressure-water-mist-systems/high-pressure-water-mist-systems/ (consulté le 19.08.2026).

[14] Lechler : « KSD nozzle lances » – buses bifluides à mélange externe. Plage de pression typique : liquide 1–10 bar, air de pulvérisation 1–15 bar. https://www.lechler.com/my-en/products/process-technology/nozzle-lances-and-systems-for-gas-cooling/ksd-nozzle-lances (consulté le 19.08.2026).

[15] Ikeuchi Europe : « AKIJet – Impinging-type pneumatic spray nozzle ». Micropulvérisation pneumatique avec un diamètre moyen de gouttelettes de 10 µm ou moins. https://www.ikeuchi.eu/catalogs/akijet/ (consulté le 19.08.2026).

[16] TechnoAlpin : données techniques sur les canons à neige à ventilateur (fan guns), notamment TR10/MMS. Combinaison de pression d'eau, compresseur/nucléateurs et turbine ; pression de service de l'eau généralement 8–40 bar. https://www.technoalpin.com/en/snow-guns/fan-guns/tr10/ (consulté le 19.08.2026).

[17] Visualisations conceptuelles de l'unité de pulvérisation mobile : représentations de conception assistées par IA selon les indications de l'auteur, réalisées en 2026. Les illustrations servent à visualiser des formes de construction possibles et ne montrent pas d'installations de série existantes.

Sources sur l'approvisionnement énergétique et la santé

[18] Analyse de Montel sur le recul de la production d'électricité des centrales hydroélectriques au fil de l'eau en Suisse et en Autriche, été 2026. https://www.wetterauer-zeitung.de/wirtschaft/duerre-legt-europas-kraftwerke-lahm-strom-wird-teurer-zr-94444778.html (consulté le 21.08.2026).

[19] 20 Minuten : « AKW Beznau halbiert Leistung – Aare zu warm für Kühlwasser », 23.06.2026. https://www.20min.ch/story/kanton-aargau-aare-ist-zu-warm-akw-beznau-muss-leistung-halbieren-103588881 (consulté le 21.08.2026).

[20] Office fédéral de l'environnement OFEV : Analyse des risques climatiques pour la Suisse 2025 ; PLANAT – Plate-forme nationale « Dangers naturels » : « Canicule ». https://www.bafu.admin.ch/de/klima-risikoanalyse-2025 et https://www.planat.ch/de/naturgefahren-/-risiken/hitze (consulté le 21.08.2026).

[21] Office fédéral de l'environnement OFEV / National Centre for Climate Services (NCCS) : « Klimawandel und Gesundheit – Die Hitze ist ein stiller Killer ». https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/dossiers/klimawandel-und-gesundheit-die-hitze-ist-ein-stiller-killer.html (consulté le 21.08.2026).

Sources complémentaires pour l'édition Pays-Bas / Belgique

[24] Rijkswaterstaat : « Droogte blijft toenemen: Rijn op laagste punt ooit », communiqué, 30.07.2026. Indications sur le niveau du Rhin le plus bas jamais mesuré au point de mesure de Lobith, le faible débit de la Meuse, la salinisation croissante, l'exploitation restreinte des écluses (écluse d'Eefde fermée) ainsi que les interdictions de prélèvement d'eaux souterraines et de surface aux Pays-Bas. https://www.rijkswaterstaat.nl/nieuws/archief/2026/07/droogte-blijft-toenemen-rijn-op-laagste-punt-ooit (consulté le 15.10.2026).

[25] Institut royal météorologique de Belgique (IRM/KMI) : « De zomer van 2026 in België: Hitte en droogte, signalen van een ontregeld klimaat », 2026. Été le plus chaud depuis le début des mesures en 1833 (moyenne 20,3 °C ; précédent record 2018 : 19,9 °C), trois vagues de chaleur officielles ; du 1er juillet au 15 août, troisième période la plus sèche à Uccle depuis 1892. https://www.meteo.be/nl/info/nieuwsoverzicht/de-zomer-van-2026-in-belgie-hitte-en-droogte-signalen-van-een-ontregeld-klimaat (consulté le 15.10.2026).

[26] VRT NWS : « België stevent af op grootste droogte sinds jaren 70: Brusselse drinkwaterproducent Vivaqua kan minder water uit Maas halen », 23.09.2026. Déficit de précipitations sur environ 80 % de la Belgique, limitation du prélèvement d'eau potable dans la Meuse pour Bruxelles, restrictions de consommation d'eau dans des communes wallonnes. https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2026/09/22/droogte-in-belgie-drinkwaterproductie-gevolgen/ (consulté le 15.10.2026).

[27] ILVO – Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek : « De zomer van 2026: Crisis of het nieuwe normaal? », 10.09.2026. Rendements de pommes de terre inférieurs d'environ 20 %, fortes pertes pour le maïs, bas niveaux des nappes phréatiques et interdictions de pompage en Flandre. https://elk.ilvo.vlaanderen.be/nl/nieuws/de-droogte-van-2026-crisis-of-het-nieuwe-normaal (consulté le 15.10.2026).

[28] Rijksoverheid : « Kabinet komt met extra stappen om natuurbrandrisico te verkleinen », 02.09.2026. Plus de 900 incendies de végétation signalés aux Pays-Bas en 2026.

https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2026/09/02/kabinet-komt-met-extra-stappen-om-natuurbrandrisico-te-verkleinen (consulté le 15.10.2026).

[29] VRT NWS : « België telt dit jaar al 234 natuurbranden: ruim dubbel zoveel als in heel 2025 », 17.08.2026. https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2026/08/17/belgie-telde-op-13-augustus-al-234-natuurbranden-helft-meer-dan/ (consulté le 15.10.2026).

[30] NOS : « Energieprijs ook in Nederland omhoog door problemen met koelwater door droogte », 05.08.2026. Environ la moitié des grandes centrales électriques néerlandaises au bord de cours d'eau, surtout de la Meuse ; température critique de l'eau à partir de 28 °C ; arrêt de la production à la centrale nucléaire de Chooz sur la Meuse ; prix d'achat de l'électricité 150–200 euros/MWh. https://nos.nl/artikel/2625684-energieprijs-ook-in-nederland-omhoog-door-problemen-met-koelwater-door-droogte (consulté le 15.10.2026).

[31] NOS : « Zeker 900 mensen meer dan normaal overleden tijdens hittegolf met code rood », 15.07.2026. Analyse du RIVM sur la surmortalité du 22.06 au 05.07.2026 aux Pays-Bas, surtout chez les personnes âgées de 80 ans et plus. https://nos.nl/l/2623082 (consulté le 15.10.2026).

[32] VRT NWS : « Sciensano komt met cijfers voor hele zomer: bijna 3.000 hittedoden tijdens 3 hittegolven », 02.09.2026. 2 935 décès supplémentaires pendant les trois vagues de chaleur de l'été 2026 en Belgique. https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2026/09/02/hittedoden-zomer-2026-sciensano-hittegolf-klimaat-belgie/ (consulté le 15.10.2026).

Citation de l'auteur

[22] Jonathan Hertig : « Ce qui est possible, nous ne l'apprenons pas par le doute seul, mais en ayant le courage d'essayer. » Citation de l'auteur, 2026.

[23] Calcul propre de l'auteur de la quantité d'eau libérée par l'expérience de pluie, soit environ **62,2 milliards de m³**, déduite des données de précipitations de l'India Meteorological Department pour Saurashtra et Kutch [7]. Bases de calcul et déduction, voir documentation « Le Faiseur de pluie », p. 20.

Détails du calcul de la quantité d'eau utilisée pour déclencher la pluie et de la quantité de pluie : [23]

Au cours des années :

- 1985 297,7 mm de précipitations annuelles
- 1986 303,8 mm de précipitations annuelles
- 1987 92,5 mm de précipitations annuelles
- 1988 14,9 mm de précipitations semestrielles janvier–juin 1988
  708,9 mm de précipitations totales / 3,5 ans = **202,5 mm de précipitations moyennes** par an
  (Début juillet, Hangartner a commencé l'« expérience de pluie », et le 14 juillet 1988, la pluie s'est mise à tomber)

  Après l'expérience de pluie du 1er au 14 juillet 1988, il est tombé jusqu'à fin 1988 **773,2 mm de pluie** (voir documentation « Le Faiseur de pluie »).

- Hangartner a utilisé pendant les 14 jours env. 3 m³ d'eau par jour = **total 42 m³ d'eau**
- Superficie de la région de Saurashtra + Kutch en Inde = 109 000 km²
- Quantité de précipitations : pluie jusqu'à fin 1988 : 773,2 mm, moins 202,5 mm, = **570,7 mm** de précipitations moyennes **× 109 000 km² =** total 62 206 300 000 m³ (**62,2 milliards de m³ de pluie)**

  Données de précipitations de l'India Meteorological Department pour Saurashtra et Kutch : https://imdpune.gov.in/cmpg/subdivrainfall/saurashtraandkutch.html (le lien s'ouvre en env. 30 secondes)