



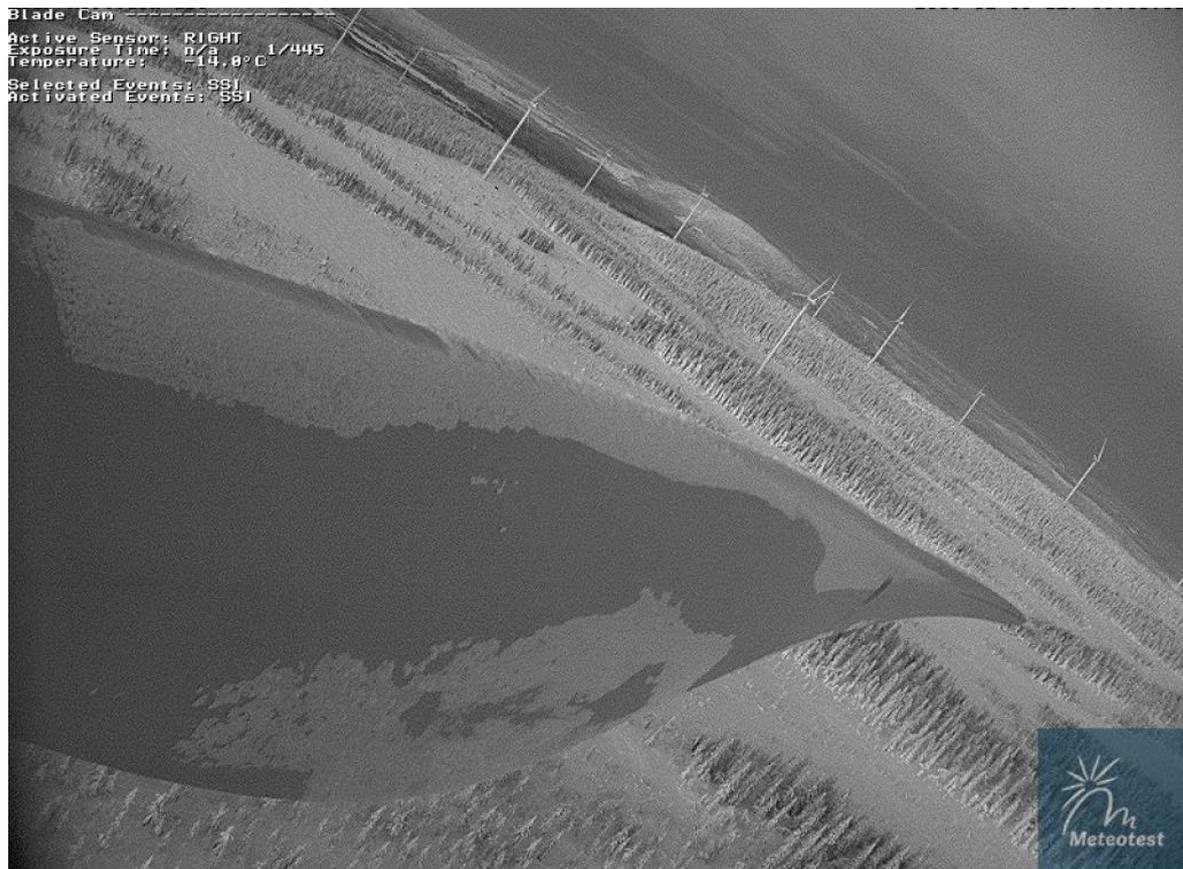
Rapport final du 1 décembre 2021

---

## IEA Wind TCP, Task 19

Participation pour l'année 2021

---



Source: Webcam Meteotest, Suède, février 2019



**Date:** 8 décembre 2021

**Lieu:** Berne

**Prestataire de subventions:**

Office fédéral de l'énergie OFEN  
Section Recherche énergétique et cleantech  
CH-3003 Berne  
[www.ofen.admin.ch](http://www.ofen.admin.ch)

**Bénéficiaires de la subvention :**

Meteotest AG  
Fabrikstrasse 14, CH-3012 Bern  
[www.meteotest.ch](http://www.meteotest.ch)

**Auteur(s):**

Paul Froidevaux, Meteotest, [paul.froidevaux@meteotest.ch](mailto:paul.froidevaux@meteotest.ch)

**Suivi du projet à l'OFEN:**

Dr. Katja Maus  
Lionel Perret

**Numéro du contrat de l'OFEN: SI/502211-01**



## Résumé

En 2021, le Task 19 s'est réuni lors de quatre réunions générales en ligne auxquelles la Suisse, représentée par Paul Froidevaux de Meteotest, a participé. Les sujets principaux des réunions ont été les différents lots de travail, ainsi que l'avenir du Task 19 dès 2022. Le gros du travail s'est toutefois effectué sous forme de sous-groupes dédiés à un lot de travail particulier.

Les différents livrables du Task 19 prévus pour la période 2019-2021 sont soit terminés, soit sur le point de l'être. La collaboration internationale a été fructueuse.

La Suisse a pu apporter des contributions importantes au travail sur les détecteurs de glace, grâce à ses connaissances spécifiques acquises lors de récents programmes de recherche. En particulier, un test de terrain conduit par Meteotest a permis, pour la toute première fois, de comparer directement les différents détecteurs de glace du marché sur une même éolienne en Scandinavie.

La Suisse a pu également apporter des contributions majeures au travail sur les prévisions de givrage grâce à son expérience en tant que fournisseur de prévisions de givrage.

En 2021, Meteotest a en outre participé à deux conférences internationales (Winterwind et VGBE) dédiées aux éoliennes en climat froid avec, à chaque fois, un rôle particulier de "keynote speaker" et de modérateur.

L'avenir et l'utilité future du Task 19 ont été discutés au sein du Task 19, ainsi qu'avec divers intervenants de l'éolien en climat froid. Le Task 19 souhaite continuer son activité pour trois années supplémentaires.

Le but de l'extension de l'activité est, d'une part, de rendre public de manière pérenne certains produits du Task 19 qui n'ont pas encore été publiés. Il s'agit notamment de publier des logiciels open source et une page wiki sur les technologies disponibles et spécifiques au climat froid. D'autre part, il existe un grand intérêt, provenant de l'industrie notamment, pour maintenir une collaboration internationale sur les défis actuels et futurs des éoliennes en climat froid. En effet, de nombreux défis restent à surmonter et de nouveaux défis se posent.

L'agenda proposé par le Task 19 au comité ExCo pour le terme 2022-2024 prévoit une participation active de la Suisse pour les lots de travail suivants:

- Le contrôle optimisé des turbines en cas de givre grâce à des algorithmes intelligents.
- L'incertitude que le givrage induit sur les estimations de production de parcs éoliens (et donc sur leur rendement financier). Il s'agit d'une part de réduire cette incertitude, mais aussi et surtout de la quantifier et de la prendre en compte correctement, lors du développement ou de l'exploitation de projets éoliens.
- La quantification de l'efficacité de différents systèmes de chauffage des pales en fonction des conditions météorologiques. Ceci permettrait de sélectionner le système le plus adapté à un site particulier.

En 2021, les connaissances acquises par Meteotest grâce à sa participation au Task 19 ont été indirectement primordiales dans la mise en place d'un projet de recherche visant notamment à optimiser et automatiser le contrôle des turbines du Mont Crosin en cas de givre grâce à des algorithmes intelligents. Les BKW et Meteotest font partie des initiants de ce projet qui sera mené par Meteotest entre 2022 et 2024.



## Zusammenfassung

Im Jahr 2021 traf sich der Task 19 zu vier Online-Sitzungen, an denen die Schweiz, vertreten durch Paul Froidevaux von Meteotest, teilnahm. Die Hauptthemen der Treffen waren die verschiedenen Arbeitspakete sowie die Zukunft von Task 19 ab 2022. Der Großteil der Arbeit fand jedoch in Form von Untergruppen statt, die sich jeweils einem bestimmten Arbeitspaket widmeten.

Die verschiedenen für den Zeitraum 2019-2021 geplanten Ergebnisse des Task 19 sind entweder abgeschlossen oder stehen kurz vor der Fertigstellung. Die internationale Zusammenarbeit war fruchtbar.

Die Schweiz konnte dank ihres spezifischen Wissens, das sie in jüngsten Forschungsprogrammen erworben hatte, wichtige Beiträge zur Arbeit an Eisdetektoren leisten. Insbesondere ermöglichte ein von Meteotest durchgeführter Feldtest zum allerersten Mal einen direkten Vergleich der verschiedenen auf dem Markt erhältlichen Eisdetektoren, da diese alle auf der gleichen Windkraftanlage in Skandinavien installiert wurden.

Die Schweiz konnte auch dank ihrer Erfahrung als Anbieter von Vereisungsprognosen wichtige Beiträge zur Entwicklung von Vereisungsprognosen leisten.

Im Jahr 2021 nahm Meteotest zudem an zwei internationalen Konferenzen teil (Winterwind und VGBE), die Windkraftanlagen im kalten Klima gewidmet waren, wobei Meteotest jedes Mal eine besondere Rolle spielte als "Keynote Speaker" und Moderator.

Die Zukunft und der zukünftige Nutzen des Task 19 wurden innerhalb des Task 19 sowie mit verschiedenen Referenten aus dem Bereich der Windenergie im kalten Klima diskutiert. Der Task 19 möchte seine Tätigkeit für weitere drei Jahre fortsetzen.

Das Ziel der Verlängerung der Aktivitäten besteht zum einen darin, bestimmte Produkte des Task 19, die bisher noch nicht veröffentlicht wurden, öffentlich zugänglich zu machen. Dazu gehört die Veröffentlichung von Open-Source-Software und einer Wiki-Seite über verfügbare und für kaltes Klima spezifische Technologien. Andererseits gibt es ein großes Interesse, vor allem aus der Industrie, an der Aufrechterhaltung einer internationalen Zusammenarbeit zu den aktuellen und zukünftigen Herausforderungen von Windkraftanlagen in kaltem Klima. In der Tat sind noch viele Herausforderungen zu bewältigen und neue Herausforderungen entstehen.

Die dem ExCo-Komitee vorgeschlagene Agenda für den Zeitraum 2022-2024 sieht eine aktive Beteiligung der Schweiz an den folgenden Arbeitspaketen vor:

- Die optimierte Steuerung von Turbinen bei Vereisung durch intelligente Algorithmen.
- Die Abschätzung und das Management der vereisungsbedingten Unsicherheit auf die Produktion von Windparks (und damit auf die finanzielle Rendite); beides in der Entwicklungsphase sowie in der Betriebsphase von Windparks.
- Die Quantifizierung der Wirksamkeit verschiedener Rotorblattheizungen, um das für einen bestimmten Standort am besten geeignete System auswählen zu können.

Im Jahr 2021 waren die von Meteotest durch die Teilnahme an Task 19 gewonnenen Erkenntnisse indirekt von entscheidender Bedeutung für die Einrichtung eines Forschungsprojekts, das unter anderem darauf abzielt, die Steuerung der Turbinen auf dem Mont Crosin bei Vereisung durch intelligente Algorithmen zu optimieren und zu automatisieren. Die BKW und Meteotest gehören zu den Initiatoren dieses Projekts, das von Meteotest zwischen 2022 und 2024 durchgeführt werden soll.



## Summary

In 2021, the Task 19 met during four general online meetings in which Switzerland, represented by Paul Froidevaux from Meteotest, participated. The main topics of the meetings were the different work packages, as well as the future of Task 19 from 2022. However, most of the work was done in sub-groups dedicated to a particular work package.

The various Task 19 deliverables for the period 2019-2021 are either completed or close to completion. International collaboration has been fruitful.

Switzerland has been able to make important contributions to the work on ice detectors, thanks to its specific knowledge gained in recent research programmes. In particular, a field test conducted by Meteotest made it possible, for the first time ever, to directly compare the different ice detectors on the market on the same wind turbine in Scandinavia.

Switzerland was also able to make major contributions to the work on icing forecasts thanks to its experience as a supplier of icing forecasts.

In 2021, Meteotest also participated in two international conferences (Winterwind und VGBE) dedicated to wind turbines in cold climates, each time with a special role as "keynote speaker" or moderator.

The future of Task 19 was discussed within Task 19, as well as with various stakeholders in cold climate wind energy. Task 19 wants to continue its activity for another three years.

The aim of the extension of the activity is, on the one hand, to make public in a sustainable way some of the products of Task 19 that have not been published yet. This includes publishing open source software and a wiki page on available cold climate specific technologies. On the other hand, there is a great interest, especially from industry, to maintain international collaboration on current and future challenges of wind turbines in cold climate. Indeed, many challenges remain to be overcome and new ones arise.

The agenda proposed by Task 19 to the ExCo for the term 2022-2024 foresees an active participation of Switzerland in the following work packages:

- Smart control of wind turbines during icing conditions through the use of intelligent algorithms.
- Estimation and management of icing-induced uncertainty in wind farm production (and thus in the financial return), both in the development and in the operation of wind projects.
- Quantification of the efficiency of different blade heating systems, allowing the selection of the most suitable system for a particular site.

In 2021, the knowledge gained by Meteotest through its participation in Task 19 was indirectly instrumental in setting up a research project aimed, notably, at optimising and automating the control of the turbines on the Mont Crosin during icing through intelligent algorithms. BKW and Meteotest are among the initiators of this project, which will be conducted by Meteotest between 2022 and 2024.



# 1 Contexte général

Depuis mai 2002, la Suisse participe officiellement au programme de collaboration sur les technologies de l'énergie éolienne de l'agence internationale de l'énergie: le "International Energy Agency Wind Technology Collaboration Programme" ou "IEA Wind TCP" (<http://www.ieawind.org/>). La Suisse prend part aux "Executive Committee (ExCo)-Meetings" ainsi qu'à différentes tâches de recherche et développement de l'IEA Wind TCP. La Suisse est notamment représentée depuis plusieurs années dans la tâche 19 de l'IEA WIND TCP (ci-après Task 19) qui traite spécifiquement des éoliennes en climat froid.

Le nombre de projets d'énergie éolienne en climat froid croît rapidement depuis plusieurs années. Au niveau mondial, la puissance totale des éoliennes terrestres (onshore) installées en climat froid a augmenté de 23% entre 2015 et 2020. Une augmentation supplémentaire de 46% est attendue entre 2020 et 2025 (étude de marché du Task 19, version publique disponible en 2022). Cette augmentation attendue est proportionnellement plus importante que pour le reste du marché terrestre.

De nouvelles éoliennes sont installées en climat froid malgré les défis techniques, parce qu'il y règne souvent de bonnes conditions de vent, que la densité de population y est généralement faible, et que les technologies spécifiques au climat froid s'améliorent continuellement. Le groupe d'experts du Task 19 soutient ces développements ainsi que la mise en place de solutions techniques au travers du recensement et de la dissémination d'informations pertinentes.

En Suisse, la majorité des éoliennes installées se trouve en climat froid. Les conditions de givrage sont particulièrement rudes pour les principaux parcs éoliens qui sont tous situés sur les crêtes du Jura ou à proximité de grands cols alpins. D'une manière générale, ces principaux parcs éoliens perdent plusieurs pourcents de leur production annuelle à cause du givre, et ceci malgré le chauffage des pales.



## 2 Buts du Task 19 pour le terme 2019-2021

Les thèmes principaux pour la période 2019-2021 sont résumés dans le tableau suivant :

Task 19 topics	Deployment of wind energy in cold climate	Towards standardized practices for cold climate solutions	Safety and acceptance
<b>Motivation</b>	Increase industrial awareness and interest	Bringing cold climate issues in guidelines and standards	Improving safety and removing cold climate specific barriers
<b>Deliverables</b>	Market study update 2020-2025  Fact sheet: icing forecast benefits  IPS & retrofit presentation  Available Technologies wiki	Finalize work with IEC 61400-15 "Site assessment"  T19IceLossMethod: for IPS  Performance warranty guidelines for IPS: testing details development  Performance evaluation guidelines for ice detection systems  Best practices for testing icephobic surfaces  Recommended Practices report & fact sheet	Ice throw guidelines: uncertainty and turbine control  Iced turbine sound emissions summary presentation
<b>Dissemination</b>	Web site, blogs Email newsletter LinkedIn, Twitter Workshops Free software Presentations at conferences		
<b>Countries</b>	ALL	ALL	AU, SU, CA



## 3 Principales activités concrètes de Meteotest liées au Task 19 en 2021

### 3.1 Activités directement pour le compte du Task 19

- Participation à quatre meetings généraux du Task 19 en ligne
- Participation à l'élaboration de lignes directrices sur la detection de givre.
- Participation à l'élaboration de "fiches descriptives" destinées à un large public et expliquant les prévisions de givrage, ainsi que les cartes de givrage.
- Participation à l'actualisation du document "recommended practices"

### 3.2 Participation aux conférences sur le thème des éoliennes en climat froid

Conférence Winterwind (en ligne, avril 2021):

- Présentation de Paul Froidevaux (PF) en tant que "*keynote speaker*" avec le titre "Comparison of four blade-based ice detection systems".

Conférence Winterwind (en Suède, janvier 2022):

- Franziska Gerber (FG) de Meteotest est membre du comité de programmation de la future conférence.

Conférence VGBE<sup>1</sup> (à Essen en Allemagne, octobre 2021):

- PF a participé à l'évènement en tant que présentateur principal et modérateur principal de la conférence. FG a également assisté à la conférence et participé à sa modération (programme de la conférence et présentation de PF disponibles en supplément du rapport). La conférence a réuni une quarantaine de personnes, dont
  - tous les principaux fabricants de détecteurs de givre sur les pales d'éoliennes disponibles sur le marché,
  - des consultants,
  - des exploitants d'éoliennes, y compris BKW, l'exploitant des éoliennes du Mont Crosin.



## 4 Travaux effectués et résultats atteints en 2021

Les différents lots de travail du Task 19 en 2021 sont décrits ci-après. La Suisse, représentée par Meteotest, a concentré son activité sur les publications "ice detection guidelines" et "fact sheets".

### 4.1 Lignes directrices sur la détection de glace

En 2021, PF a participé activement à l'élaboration des "Ice detection guidelines" au travers d'échanges réguliers avec les représentants du Canada et de l'Autriche principalement. PF a également écrit certains chapitres du document final et revu plusieurs versions du document complet.

La Suisse a pu apporter une contribution importante à ce document grâce notamment aux contacts étroits que Meteotest a noué avec les fabricants de détecteurs de givre au cours du programme de recherche "Benchmark of Ice Detection Systems" financé par VGBE, ainsi qu'aux connaissances spécifiques qu'y ont été acquises.

Le document final est actuellement en cours d'approbation par le comité exécutif ExCo du IEA Wind TCP et sera disponible d'ici à la fin de l'année sur le site du Task19<sup>2</sup>.

Résumé des lignes directrices:

*Les détecteurs de glace (ou de givre) sont des outils importants pour l'exploitation d'éoliennes en climat froid. Plusieurs technologies commerciales ayant atteint une certaine maturité existent aujourd'hui sur le marché. L'un des principaux problèmes de la détection de glace reste toutefois l'absence de normes, de tests standardisés et de classification des détecteurs de glace. Il est donc difficile de comparer les méthodes de détection de glace et les utilisateurs potentiels ont du mal à choisir le détecteur de glace le plus approprié à l'utilisation spécifique qu'ils souhaitent en faire. Pour remédier à ce problème, le Task 19 a élaboré des lignes directrices sur la détection de glace qui constitueront une première étape vers la normalisation des détecteurs de glace. Le document fournit des informations générales sur la détection de glace et ses applications pratiques dans l'énergie éolienne et propose une classification des méthodes disponibles. L'objectif de cette classification est d'ouvrir la voie à l'optimisation, la normalisation et la synchronisation de la détection de glace telle qu'elle est effectuée par différentes méthodes et systèmes :*

- *Nous discutons les méthodes de détection de glace les plus appropriées aux différentes applications.*
- *Nous proposons des métriques standardisées pour évaluer la performance des systèmes de détection de glace. Nous abordons à la fois les tests sur le terrain et les tests en laboratoire.*
- *Nous examinons comment les systèmes de détection de glace sont actuellement certifiés.*
- *Enfin, nous discutons des principaux risques et défis associés à la détection de glace pour les applications d'énergie éolienne.*

*La détection de glace est utilisée dans une grande variété d'applications dans l'éolien, par exemple pour:*

- *contrôler le système de chauffage des pales du rotor*
- *assurer un fonctionnement sûr en ce qui concerne la projection de glace*
- *prévenir les dommages structurels de l'éolienne dus à la présence de glace*

---

<sup>2</sup> <https://iea-wind.org/task19/t19-publications/>



- prévoir les pertes de production pour les jours à venir
- quantifier les pertes de production liées au givre pendant la saison hivernale précédente
- estimer la part de la production annuelle qu'une future éolienne perdra à cause du givre.

*La performance des méthodes de détection de glace n'est pas évaluée dans le document et aucun système spécifique de détection de glace n'est mentionné. L'approche adoptée a été de rester aussi neutre que possible et de ne pas mettre en avant une solution spécifique.*

*Le rapport a été produit par le Task 19 et le contenu a été revu avant la publication par un groupe externe d'experts de l'industrie.*

## 4.2 Etude de marché

L'étude de marché spécifique au climat froid, dont la dernière version datait de 2017, a été actualisée. Les résultats ont été présentés à la conférence Winterwind 2021. Il est prévu de partager la présentation sur le site du Task 19 d'ici à la fin de l'année.

Résumé de l'étude de marché:

*Le Task 19 a terminé une étude sur la taille du marché des éoliennes en climat froid. On entend ici par "marché" la puissance totale de toutes les éoliennes installées en climat froid, ainsi que sa future évolution. L'objectif de l'étude était d'évaluer la taille du marché en climat froid en tant que fraction du marché mondial de l'énergie éolienne terrestre (onshore). L'étude sépare le marché éolien en climat froid en deux sous-catégories : les sites soumis au givre et les sites soumis aux basses températures.*

*Par basses températures, on entend les sites où la température moyenne annuelle est inférieure à 0°C et où les températures minimales descendent régulièrement en dessous de -20°C. Les sites soumis au givre ont été définis comme les sites qui connaissent un givrage météorologique d'au moins 0,5 % (44 heures) par an.*

*Selon ces définitions, la puissance totale des éoliennes actuellement installées en climat froid est estimée à 156 GW au niveau mondial. Sur ce total, 119 GW sont soumis au givre et 74 GW aux basses températures. Certains sites sont classés dans les deux catégories. En règle générale, le givrage est plus courant en Europe et en Amérique du Nord et la plupart des sites de basses températures se trouvent en Asie dans des environnements froids et secs (voir Figure 1).*

*L'étude estime que la croissance de l'éolien en climat froid se poursuivra au cours des 5 prochaines années à un rythme d'environ 13 GW/an. Le parc éolien en climat froid atteindra donc 224 GW en 2025. Les prévisions de croissance du marché sont basées sur l'estimation de la croissance totale du marché de l'énergie éolienne dans les différents pays et sur l'hypothèse que la part de l'éolien en climat froid restera similaire à ce qu'elle est aujourd'hui dans chaque pays.*

*Ces chiffres montrent que l'éolien en climat froid est globalement le plus grand marché "spécial" de l'éolien terrestres. De plus, le taux de croissance annuel est légèrement supérieur au taux de croissance de l'énergie éolienne terrestre en général. De nombreux pays situés dans les régions à climat froid ont des plans ambitieux d'expansion de l'énergie éolienne et cela se reflète dans les prévisions.*



## Forecast 2020-2025

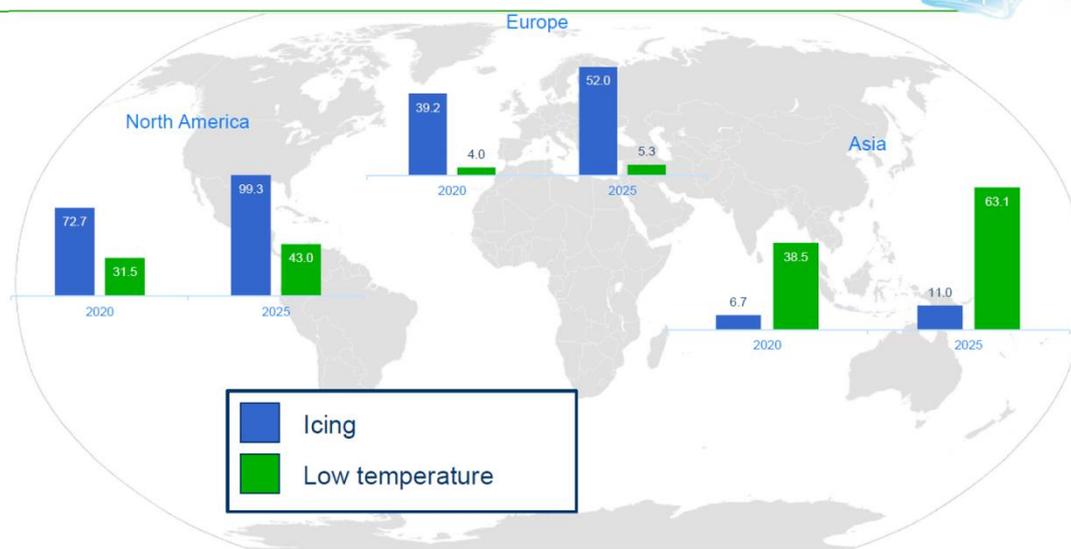


Figure 1: Puissance totale des éoliennes soumises au givre et aux basses températures, pour différentes régions du globe, ainsi que pour 2020 (recensement) et 2025 (prévision). Source: étude de marché du Task 19 (version publique disponible en 2022).

### 4.3 Fact sheets

PF a dirigé la publication d'une fiche descriptive en étroite collaboration avec la Norvège. La fiche descriptive explique les prévisions de givrage et leur utilité. Ce document est destiné principalement aux différents acteurs de l'éolien, et en particulier aux exploitants d'éoliennes en climat froid.

La fiche descriptive est terminée et sera disponible ces prochaines semaines sur le site du Task 19. Elle est également disponible en supplément du rapport.

La fiche descriptive sur les cartes de givrage est en cours de revue interne et sera publiée au début 2022 sur le site du Task 19.

### 4.4 Impact du givre sur le bruit des éoliennes

En collaboration avec le Task 39, une étude à petite échelle a été effectuée quant à l'impact du givre sur le bruit des éoliennes. Les résultats ont été présentés à la conférence Winterwind 2021. Il est prévu de partager la présentation sur le site du Task 19 d'ici à la fin de l'année.

Résumé de l'étude:

*L'étude a combiné une brève revue de littérature avec des simulations informatiques.*

*La revue de littérature montre qu'il existe relativement peu de recherches traitant directement de l'impact du givrage sur le bruit des éoliennes. De plus, la plupart des rares recherches publiées sur le sujet sont des simulations informatiques ou des mesures faites en soufflerie. Il existe très peu de publications comportant des mesures sur le terrain.*



*La plupart des recherches sur l'impact du givrage se concentrent sur les pertes de production. On peut cependant supposer que les mêmes effets du givre (perturbation de l'aérodynamique des pales) ont également un impact sur le bruit généré par les pales des éoliennes.*

*Les rares résultats issus de la revue de littérature sont néanmoins consistants avec les simulations informatiques effectuées: Une couche de givre relativement fine sur le bord d'attaque de l'éolienne peut entraîner une augmentation audible du bruit de l'éolienne.*

*Un élément n'a toutefois pas été pris en compte dans cette étude préliminaire, bien qu'il contribue très probablement à la façon dont le bruit des éoliennes est ressenti par les gens: la spécificité de la propagation du son dans les environnements froids et enneigés. Cette question est assez complexe et nécessiterait une étude plus approfondie.*

*Le bruit et la perception du bruit ont un impact important sur l'acceptation de l'énergie éolienne par le public et si le givrage augmente effectivement les niveaux de bruit perçus autour des parcs éoliens, cela aura un impact sur le développement futur de l'énergie éolienne dans les régions soumises au givre.*

#### 4.5 Lignes directrices pour l'évaluation de revêtements glaciophobes

Les revêtements glaciophobes (icephobic coatings) ont pour but d'éviter ou de diminuer la formation de givre sur une surface. C'est une technologie en développement intéressante pour faire face aux problèmes de givre sur les éoliennes. À l'heure actuelle, ces revêtements sont encore au stade de la recherche et aucun déploiement à grande échelle n'a été effectué. En raison de la nouveauté de la technologie, il n'existe pas de lignes directrices ni de recommandations de références pour les essais en laboratoire de la performance de ces revêtements dans l'optique d'une application éolienne.

Le Task 19 élabore un premier document de lignes directrices d'essais en laboratoire pour évaluer la performance de ces revêtements, à la fois en soufflerie (icing wind tunnel), mais également sur le terrain. Le travail est en phase finale et le rapport sera finalisé avant la fin de l'année.

Les travaux sont dirigés par Fraunhofer IFAM en Allemagne. Le groupe de travail est composé de membres du Task 19, ainsi que de volontaires provenant d'institutions de recherche. Les contributeurs extérieurs sont tous des experts dans le domaine qui se sont portés volontaires.

Résumé des lignes directrices:

*Les lignes directrices s'adressent principalement aux fabricants de matériaux utilisés dans les pales d'éoliennes, mais elles devraient également être utiles pour la planification de tests, ainsi que pour les personnes intéressées par les solutions permettant d'éviter le givre en général.*

*Le guide définit les propriétés de surface clés qui caractérisent la performance des revêtements glaciophobes et offre des lignes directrices sur la façon dont elles peuvent être testées. Les principales conclusions de ce travail pour l'instant sont les suivantes : l'harmonisation des indicateurs clés de performance est importante pour garantir la normalisation des tests et maximiser la cohérence entre les tests en laboratoire et sur le terrain. Il est également important d'être ouvert sur les exigences et les performances à évaluer afin d'effectuer des évaluations adéquates et d'éviter les attentes irréalistes.*



#### 4.6 Lignes directrices sur la garantie de la performance des turbines en cas de givre

En collaboration étroite avec l'industrie, autant les opérateurs que les fabricants, les lignes directrices sur la manière de garantir la performance des turbines en cas de givre ont été actualisées. Le document actualisé est disponible sur le site du Task 19<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> <https://iea-wind.org/task19/t19-publications/>



## 5 Collaboration internationale et transfert de savoir vers la Suisse

### 5.1 Collaboration internationale

Les membres suivants sont impliqués dans le Task 19 en décembre 2021:

- DNVGL/UK
- Meteotest/Switzerland
- Rise/Sweden
- DTU/Danmark
- Nergica/Canada
- Fraunhofer/Germany
- Energiewerkstatt/Austria
- Kjeller Vindteknikk AS/Norway
- CARDC/China
- VTT/Finland

### 5.2 Transfert de savoir vers la Suisse

- PF a été contacté par différents acteurs de l'éolien en Suisse pour des questions relatives au givrage des pales et à la chute de glace.
- En 2021, PF a collaboré étroitement avec BKW Energie SA sur une optimisation de l'utilisation du système de chauffage des pales des éoliennes V112 du parc Juvent. Un projet de recherche et développement, financé par une association d'exploitants (VGBE), a été mis en place. Ce projet, mené par Meteotest débutera en 2022. Le but du projet est d'optimiser le chauffage des pales par l'intermédiaire d'algorithmes intelligents. Les BKW font partie du projet et le Mont Crosin est l'un des quatre sites tests.
- PF est en contact régulier avec les experts pour le climat froid des fabricants Enercon et Vestas. Des connaissances sont ainsi transférées vers la Suisse.
- Meteotest suit, intègre et référence les nouvelles "International Recommendations for Ice Fall and Ice Throw Risk Assessments" du Task 19 dans ses études du risque de jet/chutes de glace pour des parcs éoliens. Concrètement, les études de risque de jet de glace effectuées depuis 2019 par Meteotest pour des parcs éoliens en planification en Suisse et à l'étranger bénéficient d'une crédibilité augmentée car elles se basent sur ces recommandations issues d'un consensus international.
- PF est en contact régulier et direct avec les fabricants des quatre systèmes de détection de givrage des pales les plus répandus sur le marché. PF confronte les fabricants avec les résultats issus de l'étude "Benchmark of four Blade-based Ice Detection Systems" et discute de leurs spécificités. Des connaissances spécifiques sont ainsi transférées vers la Suisse.



## 6 Conclusions et perspectives

### 6.1 L'année 2021

En 2021, le Task 19 s'est réuni lors de quatre réunions générales en ligne, pour traiter les différents lots de travail, mais également pour envisager l'avenir du Task 19 après le terme en cours qui s'achève à la fin de l'année. Le gros du travail s'est toutefois effectué sous forme de sous-groupes dédiés à un lot de travail particulier.

La Suisse a pu apporter des contributions importantes au travail sur les détecteurs de glace, grâce à ses connaissances spécifiques acquises lors de récents programmes de recherche. En particulier, un test de terrain conduit par Meteotest a permis, pour la toute première fois, de comparer directement les différents détecteurs de glace du marché sur une même éolienne en Scandinavie.

La Suisse a pu également apporter des contributions majeures au travail sur les prévisions de givrage grâce à l'expérience de Meteotest qui effectue des prévisions de givrage opérationnelles depuis plusieurs années.

Les différents livrables du Task 19 prévus pour la période 2019-2021 sont soit terminés, soit sur le point de l'être. La collaboration internationale a été fructueuse.

### 6.2 Dès 2022

L'avenir et l'utilité du Task 19 ont été discutés à l'interne, ainsi qu'avec divers intervenants de l'éolien en climat froid. Le Task 19 souhaite continuer son activité pour trois années supplémentaires.

Le but de l'extension de l'activité est d'une part de rendre public de manière pérenne certains produits du Task 19 qui n'ont pas encore été publiés. Il s'agit notamment de publier des logiciels open source et une page wiki sur les technologies disponibles et spécifiques au climat froid. D'autre part, il existe un grand intérêt, provenant de l'industrie notamment, pour maintenir une collaboration internationale sur les défis actuels et futurs des éoliennes en climat froid. En effet, de nombreux défis restent à surmonter et de nouveaux défis se posent:

(1) Bien que divers outils, tels que les détecteurs de givre et les prévisions de givrage, aient acquis une certaine maturité cette dernière décennie, ces derniers ne sont pas encore intégrés à grande échelle pour un contrôle systématisé et optimisé des turbines en cas de givre. Par exemple, les exploitants de Juvent (Mont Crosin) utilisent des prévisions de givrage et des détecteurs de givre pour contrôler le chauffage des pales, mais effectuent pour l'instant ce contrôle manuellement. Ils souhaitent, comme de nombreux autres opérateurs, optimiser l'utilisation de ces outils. Plusieurs projets de recherche sont actuellement mis en place (voir par exemple<sup>4</sup>) pour permettre d'intégrer ces composants dans un contrôle automatisé et optimisé des turbines en cas de givre grâce au développement d'algorithmes intelligents.

(3) De plus, les systèmes de chauffage des pales (que ce soit par air chaud ou par résistance électrique) ont une efficacité qui reste encore aujourd'hui limitée, et le givrage constitue une source d'incertitude financière importante pour le développement et l'exploitation d'éoliennes en climat froid. Pour réduire les risques financiers, ces incertitudes doivent être mieux prises en compte lors du développement de projets, ainsi que lors de l'exploitation.

(3) Le développement récent d'un grand nombre d'éoliennes dans certaines régions en climat froid pose en outre de nouveaux défis:

---

<sup>4</sup> <https://projekte.ffg.at/projekt/4032457>



- Pour permettre une bonne acceptation et ne pas entraver le développement futur, la gestion du risque lié au jet de glace doit être systématisée et facilitée au possible. La communication auprès du grand public est également primordiale.
- Pour permettre une bonne acceptation des éoliennes en climat froid, il est également important de mieux connaître et mieux comprendre l'effet du givre sur les nuisances sonores.
- Un autre défi posé par le développement récent d'un grand nombre d'éoliennes dans certaines régions en climat froid provient des impacts des événements de givre sur la distribution d'électricité à l'échelle régionale. En effet, ces derniers prennent de l'importance à mesure que la part d'électricité éolienne augmente dans certaines régions en climat froid, comme c'est le cas par exemple en Autriche ou en Scandinavie. Les prévisions d'évènements de givrage à l'échelle régionale devront dans le futur être intégrées de manière plus efficace et plus systématique dans la gestion de l'approvisionnement en électricité. Un exemple important est le blackout au Texas de février dernier, dû à une succession de tempêtes hivernales, qui a fait la une des médias internationaux. Le givrage des éoliennes du Texas a contribué directement à ce blackout et cet événement a été instrumentalisé politiquement pour détériorer l'image de l'éolien (de manière parfois clairement disproportionnée)<sup>5, 6</sup>. En tous les cas, une gestion intelligente de la grille et une anticipation des pertes de production dues au givre sont primordiales pour éviter ce genre d'évènements, en tous les cas problématiques, parfois tragiques, et potentiellement dommageables en termes d'acceptation de l'éolien par le grand public.

L'agenda du Task 19 pour 2022-2024 prévoit une participation active de la Suisse dans divers groupes de travail:

- Le contrôle optimisé des turbines en cas de givre grâce à des algorithmes intelligents: Meteotest commence en effet actuellement deux projets de recherche importants sur le sujet
- Le travail sur la performance des systèmes de chauffage des pales: Meteotest a en effet une expérience importante à partager sur le sujet, de par ses activités de consultant pour des fabricants d'éoliennes.
- Le travail sur le traitement des incertitudes, notamment financières, liées au givrage: Meteotest est régulièrement confronté au traitement de ces incertitudes, dans le cadre de ses expertises sur la ressource éolienne, mais également lors de son travail de consultant pour les opérateurs.

---

<sup>5</sup> <https://www.bbc.com/news/world-56085733>

<sup>6</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/2021\\_Texas\\_power\\_crisis](https://en.wikipedia.org/wiki/2021_Texas_power_crisis)



## Suppléments

Fiche descriptive sur les prévisions de givrage

Flyer de la conférence Winterwind 2021

Programme de la conférence VGBE 2021

Présentation de PF à la conférence VGBE 2021

Notes du meeting d'avril 2021

Notes du meeting d'août 2021

Présentations effectuées par les participants du Task 19