

# PV: PROTECTION PAR UN UNIQUE COMMUTATEUR

Le secteur de l'énergie solaire a critiqué à plusieurs reprises les recommandations de la protection conventionnelle du réseau et des installations (protection RI) ainsi que les différentes prescriptions des gestionnaires de réseau en les désignant d'obstacles au développement du photovoltaïque (PV). Un groupe de travail représentatif est désormais parvenu à un consensus à l'échelle nationale sur cette question controversée: un assouplissement des exigences vis-à-vis de la protection RI sur le réseau basse tension est prévu. Cela permettra une réalisation plus simple et plus économique, notamment des projets PV de moyenne ampleur.



La protection RI de l'onduleur permet de déconnecter une installation PV du réseau en cas de besoin. Photo: Shutterstock

Lorsqu'il s'agit de la production décentralisée d'électricité, par exemple au moyen d'installations PV, la « recommandation de la branche : Raccordement au réseau pour les installations productrices d'énergie sur le réseau basse tension (RR/IPE-NR 7 – CH 2020) » de l'Association des entreprises électriques suisses (AES) joue un rôle déterminant. Dans ce document, les gestionnaires de réseau de distribution d'électricité suisses réglementent tous les détails électrotechnique à respecter pour une injection sécurisée d'électricité dans le réseau. La « recommandation de la branche » est régulièrement ajustée aux nouvelles connaissances et exigences. La prochaine révision devrait être publiée au cours du printemps ou de l'été 2025.

Une nouveauté concernera la protection du réseau et des installations, ou protection RI. Pour l'exprimer plus simplement, la protection RI est un commutateur de sécurité qui coupe une installation PV, ou autre installation de production d'électricité (par ex. une batterie réseau ou une station de charge bidirectionnelle) du réseau en cas de défaillance de ce dernier afin d'interrompre l'injection de courant. À cette fin, chaque onduleur d'une installation PV est équipé d'une protection RI. Selon la réglementation en vigueur jusqu'à présent, une deuxième protection RI externe était exigée pour les installations PV d'une puissance supérieure à 30 kW sur le réseau basse tension (par ex. une grande installation sur le toit d'une grange ou d'une entreprise commerciale). La « recommandation de la branche » annule cette version re-

## PROTECTION RI

Si un réseau basse tension subit un court-circuit, une chute de tension prolongée ou un écart de fréquence trop important, la protection RI déconnecte les installations de production d'énergie du réseau afin d'éviter tout dommage sur le réseau et de permettre sa réparation. En revanche, si par exemple une chute de tension est minime ou très brève, la protection RI ne doit pas déclencher de coupure afin de ne pas mettre l'alimentation électrique en danger inutilement. Pour que la protection RI réagisse toujours de la manière souhaitée, il est indispensable que les installateurs configurent correctement les onduleurs.

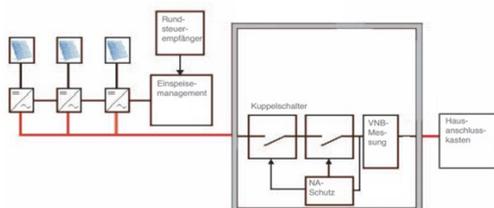
donnante de la protection RI. « Cela permettra à l'avenir de construire plus facilement et à moindre coût des installations solaires dans cette plage de puissance et d'augmenter leur fiabilité », explique Thomas Hostettler de l'association professionnelle Swissolar.

### Une solution redondante controversée

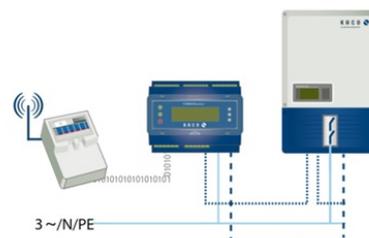
La conception de la protection RI pour les installations photovoltaïques a longtemps fait l'objet de désaccords. Le litige portait notamment sur la protection RI externe pour les installations de production d'énergie dans le réseau basse tension à partir d'une puissance de 30 kW. Jusqu'à présent, ce commutateur de sécurité devait être installé sur le point de

### Protection RI centrale avec disjoncteur de couplage central (à partir de 100 kVA)

[ou plusieurs installations >30 kVA]



### Protection RI centrale avec disjoncteur de couplage intégré (30-100 kVA)



Configurations possibles de protection RI selon la recommandation de la branche NA/EEA-NE7 avant le début du projet NAEEA+. Depuis juillet 2024, la troisième option (en bas de l'image) est désormais autorisée partout sur le réseau basse tension, et sans limitation de puissance. Illustration: rapport final NAEEA+

### Uniquement un onduleur avec fonction de protection RI intégrée (jusqu'à 30 kVA)



raccord du réseau. Les représentants du secteur de l'énergie solaire ont estimé qu'il s'agissait d'une exigence inutile, étant donné que l'onduleur de l'installation photovoltaïque comprend déjà une protection RI qui remplit la même fonction. En revanche, certains gestionnaires de réseau sont pour un deuxième commutateur. Selon eux, celui-ci offrirait une protection supplémentaire au cas où la protection RI de l'onduleur ne fonctionnerait pas correctement, par exemple en raison d'un mauvais réglage. À cet égard, ils renvoient à la loi sur l'approvisionnement en électricité (art. 8, al. 1), selon laquelle les gestionnaires de réseau de distribution sont responsables de la sécurité de l'exploitation du réseau.

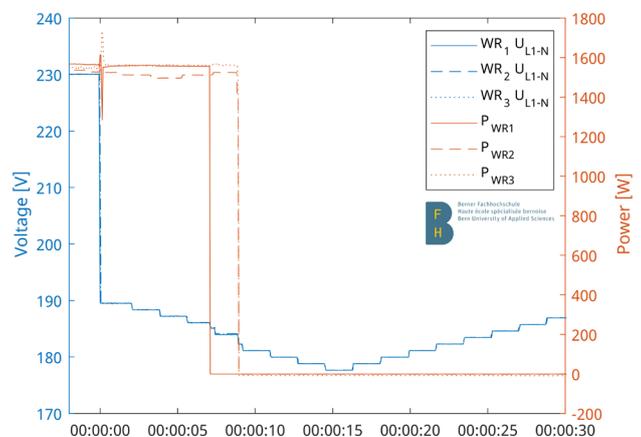
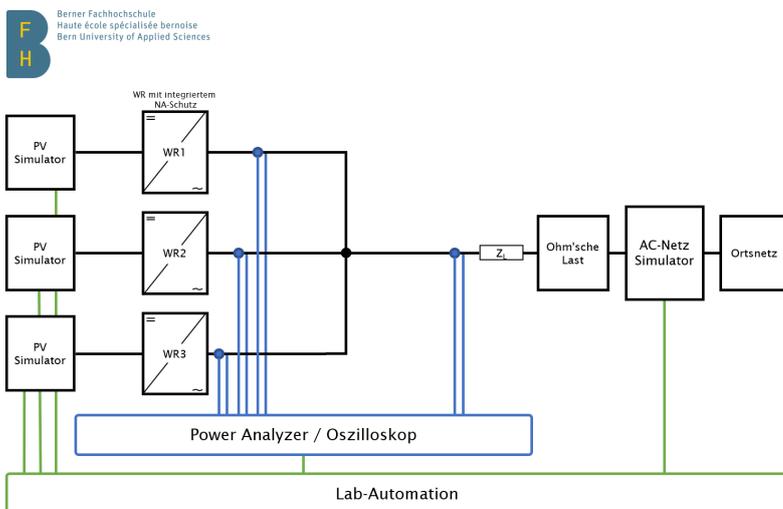
Dans ce contexte, un vaste groupe de travail s'est constitué afin d'examiner la nécessité de la protection RI externe. Le projet, dont l'abréviation est NAEAA+ et qui a été soutenu par le programme P+D de l'OFEN, regroupait les fournisseurs suisses d'électricité, le secteur de l'énergie solaire et quatre institutions académiques (voir encadré à droite). « Le projet a réuni l'ensemble du secteur afin de déterminer, sur la base d'études détaillées, s'il existe ou non un avantage à la protection RI externe et de parvenir à un consensus basé sur des faits valable pour l'ensemble du pays », explique Karin Söderström, qui a suivi le projet du côté de l'OFEN.

Le groupe de travail a mené un dialogue technique intensif avec la participation d'expertes et d'experts externes. Le Centre de recherche sur les réseaux énergétiques de l'École polytechnique fédérale de Zurich a réalisé, en plus de sa tâche de coordinateur de projet, des simulations sur les effets

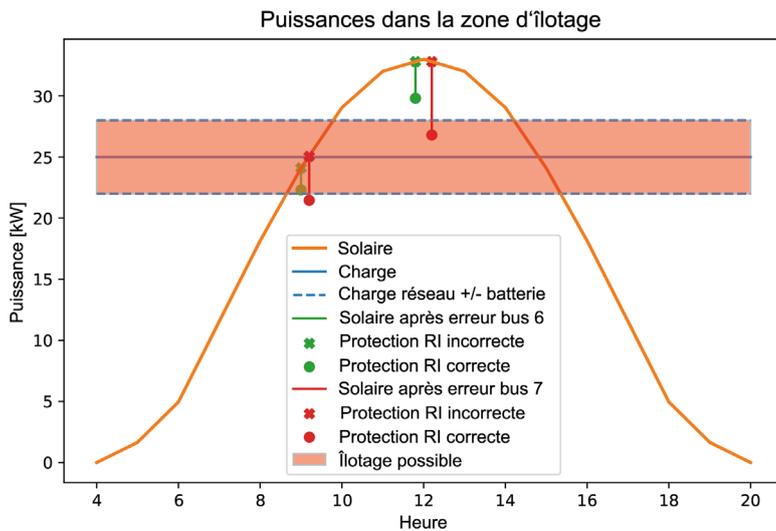
## UN GROUPE DE RECHERCHE LARGEMENT REPRÉSENTATIF

La nouvelle recommandation de la protection RI des installations de production d'énergie décentralisées a été élaborée par une équipe de projet largement représentative des parties prenantes concernées : l'Association des entreprises électriques suisses (AES), l'Association suisse des contrôles électriques (ASCE), 18 gestionnaires de réseau de distribution et la société nationale du réseau de transport Swissgrid étaient représentés. S'y sont ajoutés la branche solaire suisse, représentée par l'association professionnelle Swissolar, ainsi que des fabricants de dispositifs de protection RI et la société Kühn – Netz und Systemschutz. Des représentants de quatre institutions académiques faisaient également partie du consortium du projet: le centre de recherche sur les réseaux énergétiques de l'École polytechnique fédérale de Zurich (ETHZ), le laboratoire PV de la Haute école spécialisée de Berne (BFH), l'Institut pour les techniques énergétiques électriques de la Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse (FHNW) et l'Institut pour les installations électriques et les réseaux de l'Université technique de Graz (TU Graz). En complément, l'expertise d'experts en protection, de fabricants d'onduleurs et de groupes spécialisés nationaux et étrangers a été sollicitée.

d'une protection RI défectueuse sur le réseau de distribution. Dans son laboratoire d'essai de Burgdorf, la Haute école spécialisée de Berne mène des expériences avec des disposi-



L'illustration monte les expériences réalisées à la Haute école spécialisée de Berne à Burgdorf: schéma de la structure de mesure avec trois onduleurs (à gauche). Évolution de la puissance et de la tension lors d'un événement de sous-tension sans protection RI externe (à droite). Tous les onduleurs se déconnectent correctement du réseau selon les courbes de puissance (rouge) en cas de tension trop basse (bleu). Illustration: rapport final NAEAA+



| Heure | Fonction de protection RI | Erreur sur le bus 6  | Erreur sur le bus 7  |
|-------|---------------------------|----------------------|----------------------|
| 9:00  | Correcte                  | Îlotage possible     | Îlotage pas possible |
| 12:00 | Correcte                  | Îlotage pas possible | Îlotage possible     |
| 9:00  | Incorrecte                | Îlotage possible     | Îlotage possible     |
| 12:00 | Incorrecte                | Îlotage possible     | Îlotage pas possible |

Le graphique montre qu'il n'y a pas de lien de cause à effet entre la protection RI et l'îlotage: La représentation montre à titre d'exemple la puissance PV (orange) et la consommation d'électricité d'un village (pour simplifier, on part d'une consommation constante de 25 MW). Une batterie de réseau peut absorber 3 MW de puissance du réseau du village ou la restituer au réseau du village; la bande rouge représente donc la plage de charge dans laquelle un îlotage est en principe possible. La simulation représente la situation en cas de deux erreurs supposées dans le bus 6 (vert) et sur le bus 7 (rouge), qui se produisent à deux moments (9 heures et 12 heures). Constat: lorsque la protection RI fonctionne correctement, l'îlotage n'est pas évité avec fiabilité et n'est pas systématique en cas de dysfonctionnement de la protection RI. Conclusion: l'îlotage survient indépendamment du fonctionnement de la protection RI. Illustration: rapport final NAEAA+

tifs de protection RI. L'Université technique de Graz a fourni des analyses de risques sur les potentiels dysfonctionnements des dispositifs de protection RI.

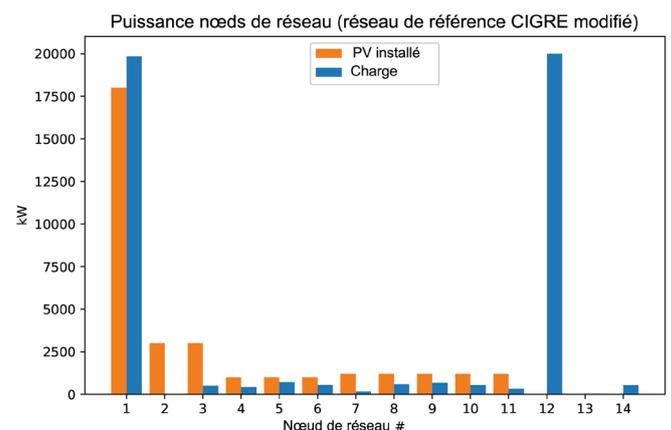
## Éviter l'îlotage

Après le recensement de toutes les inquiétudes et les scénarios de panne potentiels autour de la protection RI, les discussions se sont concentrées sur les questions suivantes: la fonction de protection RI des onduleurs fonctionne-t-elle de manière fiable, quel est le risque de mauvais réglages et une conception redondante de la protection RI peut-elle empêcher l'îlotage dans les réseaux de distribution? Un îlotage peut survenir, par exemple, en cas de panne d'un transformateur qui alimente tout un village en électricité. Si un nombre suffisant d'installations photovoltaïques sont en service dans le village et qu'il existe en outre une installation capable d'imposer la fréquence (par exemple une petite centrale au fil de l'eau), il est possible que l'approvisionnement en électricité du village se poursuive, bien que celui-ci soit coupé du réseau électrique supérieur.

Les réseaux en îlotage sont rares, mais on connaît des cas à l'étranger où un parc éolien a pu, à lui seul, alimenter des réseaux moyenne tension. Avec le développement de l'approvisionnement énergétique décentralisé, les îlotages pourraient se multiplier. Cependant, les gestionnaires de réseau veulent absolument les éviter pour des raisons de sécurité.

## Mise en œuvre d'une nouvelle réglementation

À l'avenir, les îlotages pourraient être utilisés, avec les précautions nécessaires, pour rendre les réseaux électriques plus résilients. En revanche, les îlotages involontaires doivent être évités: les expertes et experts impliqués dans le projet NAEAA+ s'entendent sur ce point. Mais une conception redondante de la protection RI aide-t-elle réellement à séparer les installations PV du réseau en cas de perturbation et à éviter l'îlotage? Les analyses, les simulations et les expériences



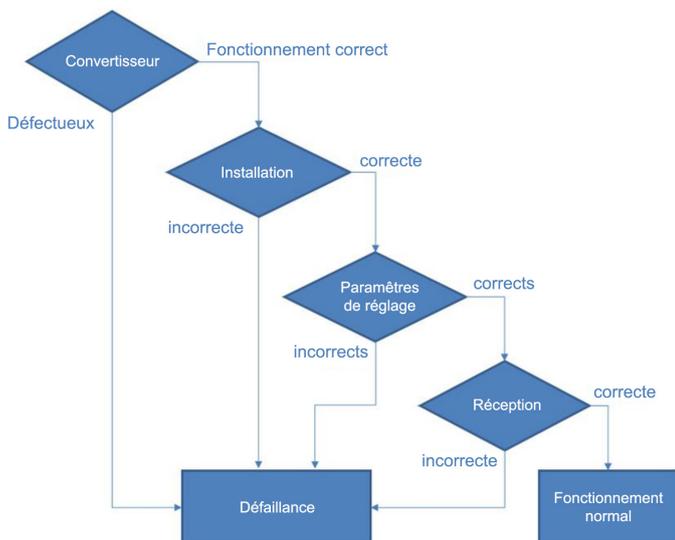
Pour la simulation, les scientifiques de l'ETHZ ont utilisé le réseau Cigre MV-Benchmark, lequel reproduit un réseau européen de moyenne tension avec des réseaux basse tension en aval. Le graphique montre la puissance photovoltaïque installée (orange) et la charge (bleue) à chaque nœud du réseau (axe x). Un stockage central sur batterie a été ajouté pour la simulation au nœud 101. Illustration: rapport final NAEAA+



Grâce à la nouvelle réglementation, il n'est désormais plus nécessaire de disposer d'une protection RI redondante, même pour les grandes installations photovoltaïques de plus de 30 kW sur le réseau basse tension. Photo: CKW AG

ces ont montré qu'il n'y avait pas de lien de cause à effet entre la protection RI et l'îlotage. « Nous avons pu montrer qu'une protection RI intacte n'exclut en aucun cas l'îlotage, et inversement, que l'îlotage n'était pas dû à une protection RI défectueuse », explique Alexander Fuchs, scientifique de l'ETHZ et coordinateur du projet NAEAA+. « Pour éviter l'îlotage, une autre fonction de l'onduleur doit être utilisée, à savoir la « détection d'îlotage active ». Ou bien on s'assure, par la mesure et la commande à distance, que les installations formant un réseau sont séparées lorsqu'un réseau séparé risque de se former », ajoute Fuchs.

À la fin, les expertes et experts impliqués dans le projet étaient d'accords sur le fait qu'il était possible de renoncer à une protection RI externe sur les installations photovoltaïques et autres installations de production d'électricité. Lorsque ce résultat est devenu public au milieu de l'année 2024, un groupe de travail de l'AES a commencé la révision de la recommandation de la branche mentionnée précédemment. Le résultat devrait être disponible dans le courant de l'année 2025. D'ici là, un régime transitoire, qui tient compte de la nouvelle recommandation, s'applique. De nombreux gestionnaires de réseau de distribution appliquent déjà la nouvelle réglementation et n'exigent plus de protection RI externe dans leur zone de réseau.



Étapes de travail pour le raccordement d'une installation PV et sources d'erreurs potentielles. La garantie d'un comportement conforme aux normes du convertisseur n'est assurée que si une exécution précise est réalisée dans tous les domaines. Illustration: rapport final NAEAA+

### Tous les acteurs ont des obligations

Si un acteur renonce à une protection RI externe, il doit se fier à la protection RI dans l'onduleur PV. Pour que cette protection RI fonctionne correctement, l'onduleur doit être bien paramétré. Les analyses réalisées dans le cadre du projet montrent que cela n'est pas toujours le cas. Afin d'améliorer encore la fiabilité, la nouvelle réglementation de la protection RI prévoit deux mesures:

- La première consiste à aider les installateurs de panneaux solaires à configurer correctement les onduleurs. Pour ce faire, les gestionnaires de réseau de distribution mettent à disposition des consignes de paramétrage pour leur zone de réseau et Swissolar établit un document de référence sur la configuration des différents types d'onduleurs.
- Ensuite, les installateurs ou les contrôleurs mandatés communiquent aux gestionnaires de réseau de distribution les pa-

ramétrages effectués sur les onduleurs. La mise en œuvre de la documentation reste à définir, mais elle doit être réalisée de manière aussi uniforme que possible et intégrée dans les processus existants.

« Ces deux mesures apportent la sécurité nécessaire dans les réseaux de distribution, ce qui aide les gestionnaires de réseau à assurer un approvisionnement en électricité fiable », explique Patrick Bader, représentant de l'AES dans le projet NAEAA+.

La nouvelle réglementation de la protection RI profite à toutes les personnes qui souhaitent désormais mettre en service une installation solaire d'une puissance supérieure à 30 kW sur le réseau basse tension. Selon un calcul approximatif d'Alexander Fuchs, elles économiseront en moyenne environ cinq à dix pour cent des coûts d'investissement, car elles pourront se passer de la protection RI externe. Selon d'autres estimations d'Alexander Fuchs, cet avantage concerne chaque année par environ la moitié de la nouvelle puissance photovoltaïque installée dans toute la Suisse.

- Le **rapport final** du projet « Protection du réseau et des installations pour une intégration optimale des installations de production d'énergie décentralisées au réseau de distribution » (NAEEA+) est disponible sur <https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=51462>.
- Karin Söderström ([karin.soederstroem@bfe.admin.ch](mailto:karin.soederstroem@bfe.admin.ch)), co-responsable du programme pilote et de démonstration de l'OFEN, et Michael Moser ([michael.moser@bfe.admin.ch](mailto:michael.moser@bfe.admin.ch)), responsable du programme de recherche Réseaux de l'OFEN, communiquent des **informations** à ce sujet.
- Vous trouverez plus d'**articles spécialisés** concernant les projets pilotes et de démonstration dans le domaine des réseaux sur [www.bfe.admin.ch/ec-electricite](http://www.bfe.admin.ch/ec-electricite).