

Livre blanc

Limitation de la puissance d'injection photovoltaïque

Association Smart Grid Suisse VSGS, août 2020

Dr Andreas Beer, Dr Maurus Bachmann

#Photovoltaïque #LimitationDinjection #OptimisationRéseau

- **En règle générale, les installations photovoltaïques injectent du courant dans le réseau de manière simultanée. Elles n'atteignent cependant leur rendement maximal que durant une courte période de l'année.**
- **Le réseau de distribution doit être conçu pour faire face à des pics de production.**
- **Une limitation judicieuse de la puissance d'injection photovoltaïque permet de limiter une coûteuse extension du réseau et d'améliorer l'efficacité du système d'encouragement.**
- **La limitation de la puissance d'injection photovoltaïque n'implique qu'une perte d'énergie minimale pour les producteurs. L'autoconsommation leur permet même de l'éviter totalement.**
- **La limitation de la puissance d'injection photovoltaïque permet ainsi au réseau de distribution d'absorber beaucoup plus d'énergie.**

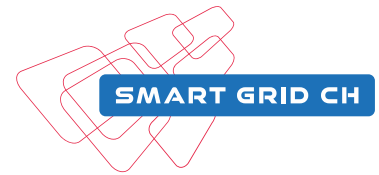


Table des matières

1. Introduction et problématique	3
2. Solution proposée	5
3. Variantes de limitation	5
4. Recommandation de prescription technique	7
5. Adaptation des bases juridiques	8
À propos des auteurs	9
Association Smart Grid Suisse	10

1. Introduction et problématique

Pour atteindre les objectifs de la Stratégie énergétique 2050, des installations photovoltaïques totalisant une capacité de production de 11,4 TWh¹ doivent être construites et raccordées au réseau d'ici 2035. Et, à l'horizon 2050, l'objectif de production photovoltaïque dépasse 24 TWh². Une installation photovoltaïque ne produit à pleine puissance que pendant très peu d'heures par année. Le réseau doit néanmoins être conçu de manière à pouvoir absorber cette puissance d'injection maximale. Étant donné que toutes les installations photovoltaïques d'une région atteignent leur pleine puissance en même temps, le réseau nécessite des investissements considérables impliquant des coûts conséquents. Les mesures effectuées sur des équipements existants ont montré que pour la plupart des installations, à l'échelle d'une année, le volume de production à un rendement supérieur à 70 % de la puissance de crête des panneaux photovoltaïques représente entre 1 à 3 % du total, selon l'emplacement et l'orientation de l'installation.³

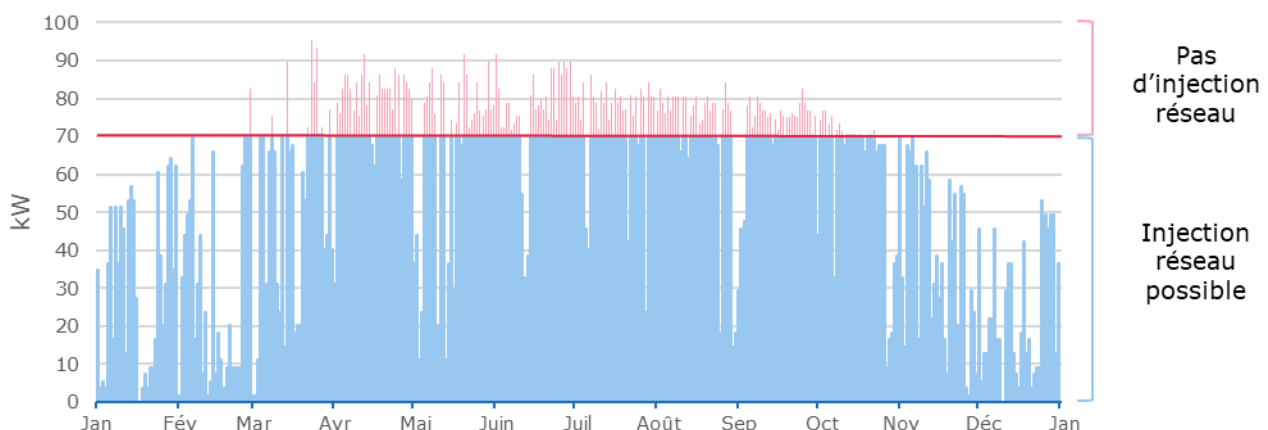


Fig. 1 : Limitation à 70 % de la puissance de crête des panneaux PV (installation exemple)

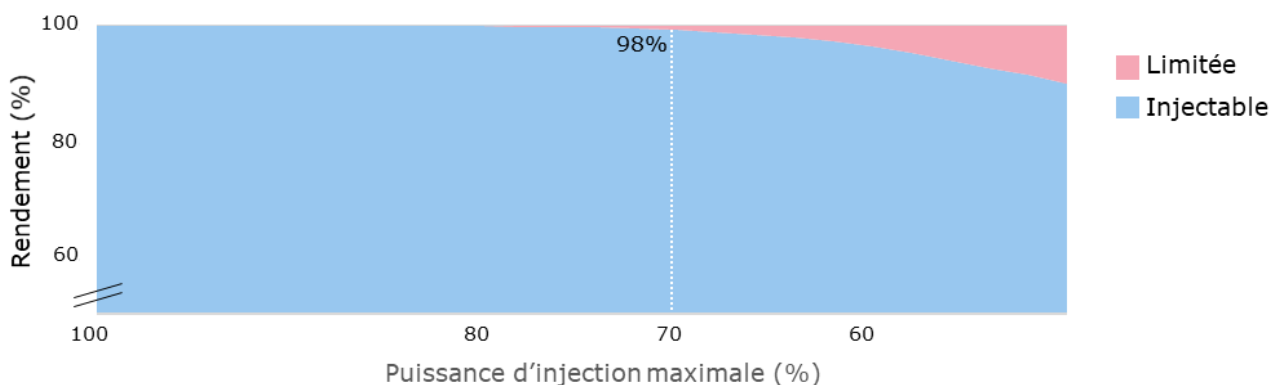


Fig. 2 : Volume de production pouvant être injecté en fonction de la puissance d'injection maximale (installation exemple)

¹ L'EnE, situation au 01.01.2018, art. 2 al. 1

² Projet de consultation de l'OFEN sur la Lene d'avril 2020, art. 2 al. 1

³ Cf. Lars Huber « Netzanschlussoptimierung bei dezentraler Photovoltaik-Stromproduktion mithilfe statischer Leistungsbegrenzung » (Optimisation du raccordement au réseau de la production décentralisée de courant photovoltaïque grâce à la limitation statique de la puissance), Rapport de projet, Haute école de Lucerne, 21.01.2019

Si la puissance d'injection (puissance active) est limitée, la production photovoltaïque nécessite des capacités réseau nettement inférieures sans perte de production significative. Et si la limitation de l'injection réseau est obtenue grâce à l'autoconsommation, la perte est même inexistante. À l'échelle de plusieurs installations, une telle limitation permet d'injecter sensiblement plus d'énergie dans le réseau.

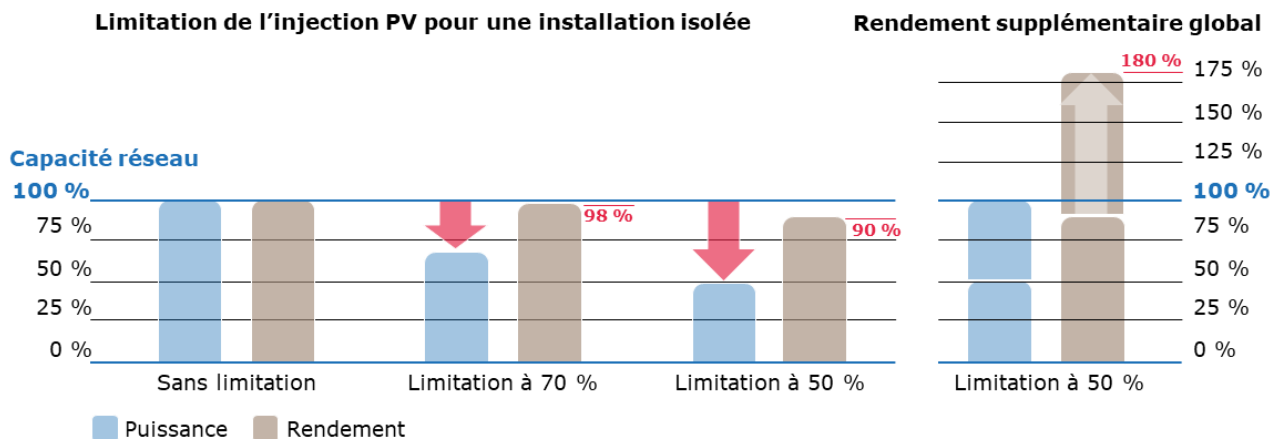


Fig. 3 : Rendement supplémentaire global pour une capacité de réseau donnée

Si la puissance d'injection est limitée à 50 % de la puissance de crête des panneaux photovoltaïques, la quantité d'électricité pouvant être injectée dans le réseau par chaque installation diminue d'environ 10 % en moyenne. Deux installations soumises à une telle restriction se traduisent par conséquent par la même charge réseau qu'une seule installation sans restriction. La production annuelle peut ainsi atteindre 180 % de celle d'une installation unique sans restriction.

En règle générale, la production photovoltaïque atteint sa puissance maximale à des horaires où l'énergie est de toute façon excédentaire. Dans ce type de situations, les tarifs de l'électricité sont bas, voire négatifs. Les modèles d'encouragement tels que les obligations d'achat et la rétribution du courant injecté indemnisent l'injection d'électricité photovoltaïque sur la base d'un taux fixe par kWh produit – indépendamment du prix effectif du marché. Limiter la puissance d'injection photovoltaïque permet par conséquent d'économiser des subventions et de les utiliser pour encourager la production à des moments plus opportuns. Le système de subventionnement est ainsi optimisé.

L'injection photovoltaïque à puissance maximale engendre des frais considérables d'extension du réseau. À l'heure actuelle, avec le modèle du soutirage, ces frais sont supportés par les consommateurs par l'intermédiaire des coûts d'utilisation du réseau. En été, les puissances d'injection maximales aux heures de pointe impliquent par conséquent des coûts considérables d'extension du réseau aux dépens de l'économie nationale, sans contribuer pour autant de manière significative à la réalisation des objectifs de la Stratégie énergétique 2050. Là aussi, limiter la puissance d'injection photovoltaïque contribuerait à une utilisation plus efficace des moyens.

Les modèles d’encouragement actuels n’incitent pas à réduire la puissance maximale d’injection en optant pour l’autoconsommation. Les batteries de stockage, quant à elles, sont généralement déjà chargées lorsque la puissance maximale est atteinte. En effet, elles sont rechargées dès que la production est excédentaire. À l’heure actuelle, il manque une base juridique permettant aux gestionnaires de réseau de mettre en place une réglementation générale visant à limiter l’injection.

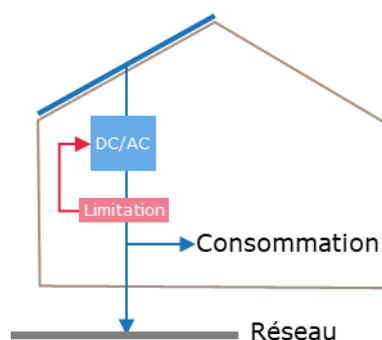
2. Solution proposée

Le coût des extensions de réseau nécessaires pour absorber les pics de puissance est proportionné par rapport à la quantité d’énergie produite lors de ces pics. D’un point de vue économique, la limitation de la puissance d’injection photovoltaïque est par conséquent la solution qui s’impose. Limiter la puissance d’injection individuelle de chaque installation permet de raccorder un plus grand nombre d’installations photovoltaïques sans renforcer le réseau. Cela permet d’augmenter le volume de production photovoltaïque. Ainsi, la limitation de la puissance d’injection photovoltaïque s’avère pertinente non seulement du point de vue de la capacité réseau, mais aussi du point de vue énergétique pour l’ensemble du système et donc pour toute l’économie nationale. Pour être pleinement efficace et garantir l’absence de discrimination, cette mesure doit s’appliquer à l’ensemble des installations raccordées au réseau, et ce dans toute la Suisse. Dans l’état actuel de la législation, une telle limitation de puissance est difficilement applicable. C’est pourquoi, cette compétence doit faire l’objet d’une ordonnance ou être ancrée dans la loi.

3. Variantes de limitation

Compte tenu des différentes tailles d’installations, la mise en œuvre de la limitation de l’injection photovoltaïque peut se faire selon plusieurs variantes, décrites dans les paragraphes qui suivent.

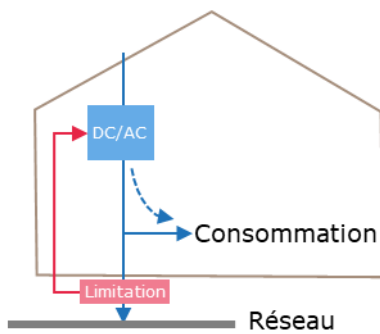
3.1 Limitation statique de la puissance PV



La puissance de sortie de l’onduleur est limitée à une valeur maximale, indépendamment des besoins momentanés d’électricité de la maison et de l’état du réseau. La petite quantité d’énergie dépassant la limite n’est ainsi pas exploitable. Techniquement, cette limitation statique est facile à mettre en place grâce à un paramétrage fixe des onduleurs. Une directive de ce type existe actuellement en Allemagne. C’est pourquoi, la plupart des onduleurs disposent déjà de la fonctionnalité

nécessaire. Une intervention minime de l'installateur suffit pour assurer le bon paramétrage de l'onduleur.

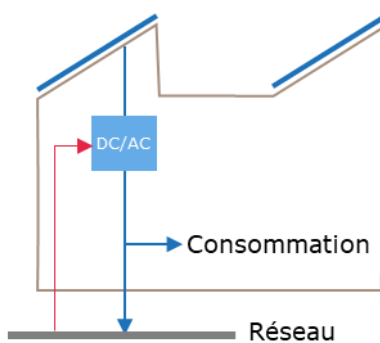
3.2 Limitation de l'injection réseau



Pour assurer la limitation, la puissance de sortie de l'onduleur est réduite de façon dynamique en fonction de la puissance d'injection maximale. Au lieu de limiter la puissance de l'onduleur à une valeur maximale fixe, elle peut être influencée grâce à des mesures judicieuses telles que l'autoconsommation ou bien la charge d'une batterie ou d'un accumulateur de chaleur. Cette méthode permet d'éviter la perte d'énergie, certes minimale, associée à la limitation statique. La limitation de l'injection dans le réseau incite par conséquent aussi à adapter

l'autoconsommation en fonction de la limite de puissance d'injection. À la différence de la limitation statique de l'onduleur, la limitation dynamique de la puissance d'injection réseau nécessite un système de contrôle intelligent, permettant d'assurer la régulation sur site. Cette dernière est simplement basée sur la mesure locale de la puissance d'injection. La plupart des onduleurs, des nouveaux systèmes de mesure et de contrôle intelligents ou des systèmes domotiques Smart Home prennent déjà en charge cette fonctionnalité.

3.3 Limitation en fonction de l'état du réseau



La puissance photovoltaïque est régulée en fonction de l'état momentané du réseau. En cas de forte charge du réseau, p. ex. en situation de haute tension ou de puissance d'injection élevée, la capacité de production est réduite à la demande du gestionnaire du réseau. Tant que le réseau n'atteint pas ses limites, l'injection peut se faire à pleine puissance. Ce type de limitation nécessite une surveillance de la charge du réseau et un dispositif de contrôle en temps réel associé à des équipements de mesure appropriés en différents nœuds du réseau,

des techniques de commande décentralisée et des moyens de communication permettant de piloter les différentes installations photovoltaïques. Cette solution est nettement plus complexe que la limitation locale de la puissance d'injection, qu'elle soit statique ou dynamique. La limitation en fonction de l'état du réseau n'est par conséquent envisageable que pour des installations photovoltaïques de grande envergure.

4. Recommandation de prescription technique

Le gestionnaire du réseau est responsable du fonctionnement sûr et efficace du réseau. Les défis émergents, tels que l'absorption d'une forte puissance d'injection photovoltaïque, nécessitent l'examen et la mise en œuvre de nouveaux moyens d'optimisation du réseau. La limitation de la puissance d'injection des installations photovoltaïques est une mesure pertinente, tant du point de vue économique qu'en termes de politique énergétique. Le gestionnaire du réseau de distribution devrait par conséquent inclure la possibilité de limiter la puissance d'injection photovoltaïque à ses prescriptions de distributeur d'électricité (PDIE) de ses conditions de raccordement. Ceci permet une mise en œuvre non discriminatoire et valable à l'échelle nationale. Les différentes variantes de limitation de l'injection présentées, impliquant des coûts variables, permettent de trouver une solution optimale en fonction de la taille de chaque installation.

Prescription recommandée :

- a) La limitation statique de la puissance de l'onduleur à 70 % de la puissance de crête des panneaux photovoltaïques s'applique à **toutes** les installations.
- b) En guise d'**alternative à a)**, les exploitants d'installations photovoltaïques peuvent mettre en œuvre, à leurs propres frais, une limitation (dynamique) de la puissance d'injection dans le réseau. Ils peuvent ainsi éviter les pertes d'énergie grâce à l'autoconsommation.
- c) Dans le cas de grandes installations (> 250 kVA), une limitation en fonction de l'état du réseau peut être mise en place en guise d'**alternative à a) ou b)**. La condition préalable est que le réseau concerné soit doté d'un système de régulation basé sur des valeurs de mesure locales. Cela dépend de la situation concrète du réseau et du jugement du gestionnaire du réseau quant à la pertinence d'une régulation du réseau en question. L'exploitant de l'installation devra en tous les cas participer aux coûts d'installation d'une limitation basée sur le réseau en guise d'alternative aux solutions de limitation fixe.

Grâce à cette disposition, le gestionnaire du réseau de distribution peut dimensionner celui-ci en tenant compte des limitations prescrites. La limitation de l'injection photovoltaïque constitue par conséquent une condition de raccordement et non un levier de flexibilité au sens de l'article 8c de l'OApEI. Le fait de ne pas produire d'électricité et de ne pas engendrer de frais d'extension du réseau ne fait l'objet d'aucune compensation. Le gestionnaire du réseau veillera à ce que les réglementations relatives aux installations photovoltaïques sont respectées et que la limitation est donc bien opérationnelle. Les futurs systèmes de compteurs intelligents rendront cela possible.

5. Adaptation des bases juridiques

Pour mettre en œuvre la limitation de l'injection, l'article 15 de la LEné pourrait par exemple être complété par un alinéa 5 comme suit :

« Pour préserver la sécurité et l'efficacité du réseau, les gestionnaires de réseau peuvent prescrire sans compensation une limitation de la puissance active injectée à un maximum de 70 % de la puissance de crête des panneaux photovoltaïques. Une limitation de ce type devra être non discriminatoire. »

Aucune compensation de l'énergie non produite et donc non injectée dans le réseau n'est prévue. Elle soulèverait de complexes questions de procédure (Quelle quantité d'énergie n'a pas été produite ? À quel prix ? Y a-t-il eu autoconsommation ?) et entraînerait des charges administratives et réglementaires disproportionnées, ainsi que des incertitudes juridiques. Une indemnisation annulerait notamment l'incitation à contrôler l'autoconsommation de manière bénéfique pour le réseau. Le gain d'efficacité du système d'encouragement obtenu grâce à cette mesure serait ainsi totalement perdu. Une compensation sous la forme d'une indemnisation de flexibilité ne serait pas appropriée non plus dans ce cas. La réduction de puissance grâce à l'autoconsommation fonctionne uniquement si la limitation n'est pas compensée. L'autoconsommation ou le stockage dans une batterie permet au producteur d'utiliser quand même la petite quantité d'énergie qui ne peut pas être injectée dans le réseau.

À propos des auteurs



Dr Andreas Beer, directeur

andreas.beer@smartgrid-schweiz.ch

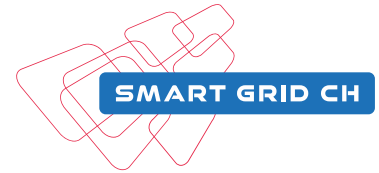
Andreas Beer est directeur de l'Association Smart Grid Suisse ainsi que de la société Alevar GmbH. Il intervient par ailleurs comme chargé de cours et expert dans plusieurs hautes écoles spécialisées. Il a développé son expertise dans le domaine des réseaux de distribution, entre autres, en tant que responsable réseaux chez Repower et membre de la Commission Économie des réseaux de l'AES. Après des études d'électrotechnique à l'EPF de Zurich, il a obtenu un doctorat en électronique de puissance.



Dr Maurus Bachmann, directeur

maurus.bachmann@smartgrid-schweiz.ch

Fort de plus de 25 ans d'expérience dans la recherche et le développement, ainsi que dans le secteur des télécommunications, Maurus Bachmann est un expert en matière de smart grid (réseau intelligent) et de numérisation. Avant de prendre la direction du VSGS en 2011, il dirigeait le domaine Groupes spécialisés chez Swissmem, dont il était membre de la direction. Depuis la création de Swisseldex SA début 2018, en qualité de directeur et de chef de projet, il est responsable de la mise en place du hub de données. Il a fait des études de physique à l'EPF de Zurich et a soutenu sa thèse de doctorat dans le domaine de l'optique intégrée.



Association Smart Grid Suisse

L'Association Smart Grid Suisse (VSGS) regroupe les gestionnaires de réseaux de distribution de Suisse et représente leurs intérêts au sein de la branche et vis-à-vis de l'extérieur. Dans le contexte des évolutions technologiques et sociales, le VSGS fait office d'interlocuteur et de centre de compétence pour les questions primordiales relatives au réseau de distribution. Il s'engage pour que l'évolution vers le futur réseau de distribution soit anticipée, uniforme, sûre, durable et basée sur des standards communs. Le VSGS soutient la transformation numérique du paysage suisse des réseaux de distribution, afin de permettre l'exploitation de synergies à l'échelle du secteur. Le VSGS vise une mise en œuvre économiquement, socialement et techniquement optimale du réseau de distribution de l'avenir. Il procède pour cela de façon ouverte, équitable et transparente, et invite toutes les parties prenantes à participer activement.

Contact

Secrétariat du VSGS

Dr Maurus Bachmann, co-directeur
Téléphone +41 79 219 91 53
maurus.bachmann@smartgrid-schweiz.ch

Dr Andreas Beer, co-directeur
Téléphone +41 79 827 65 56
andreas.beer@smartgrid-schweiz.ch

info@smartgrid-schweiz.ch

www.smartgrid-schweiz.ch