

Planifier le développement des énergies renouvelables en tenant compte de la biodiversité et du paysage

Catalogue commenté de critères incluant des propositions sur la mise en œuvre concrète pour les installations photovoltaïques au sol

MENTIONS LÉGALES

ÉDITRICE ET CONTACT

Académies suisses des sciences (a+) • Commission élargie de l'énergie
Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT) • Forum Biodiversité Suisse •
Forum Paysage, Alpes, Parcs (FoLAP) • ProClim – Forum sur le climat et les changements globaux
Maison des Académies • Laupenstrasse 7 • Case postale • 3001 Berne • Suisse
+41 31 306 93 52 • urs.neu@scnat.ch • sap.scnat.ch/fr/projects/erneuerbare_energien • [@academies_ch](https://www.instagram.com/academies_ch)

PROPOSITION DE CITATION

Neu U, Ismail S, Reusser L (2024)
Planifier le développement des énergies renouvelables en tenant compte de la biodiversité et du paysage.
Swiss Academies Communications 19 (1)

DIRECTION DU PROJET • AUTEURES ET AUTEURS • RÉDACTION

Urs Neu, Commission élargie de l'énergie/ProClim – Forum sur le climat et les changements globaux •
Sascha Ismail, Forum Biodiversité Suisse • Lea Reusser, Forum Paysage, Alpes, Parcs (FoLAP) •
Ursula Schüpbach, Forum Paysage, Alpes, Parcs (FoLAP) (jusqu'en été 2023)

GROUPE D'ACCOMPAGNEMENT SCIENTIFIQUE

Karin Ingold, Université de Berne • Evelina Trutnevytne, Université de Genève • Markus Fischer, Université de
Berne • Glenn Litsios, Infospecies • Nadine Salzmann, WSL/SLF • Dominik Siegrist, Forum Paysage, Alpes, Parcs
(FoLAP, anciennement OST)

CONTRIBUTEURS/-TRICES

Cornelia Abouri, VSE • Britta Allgöwer, Academia Raetica • Florian Altermatt, UZH/Eawag • Nico Bätz, Eawag •
Robert Benz, Swissgrid • Raymond Beutler, KBNL/Service de l'aménagement cantonal BE • Martin Bölli, Swiss
Small Hydro • Nadine Brauchli, VSE • Lukas Braunreiter, Schweizerische Energiestiftung SES • Cyril Brunner, EPF de
Zurich • Christoph Bucher, BFH • Yann Clavien, KBNL/Canton du Valais • Mischa Croci-Maspoli, MeteoSchweiz •
Samuel Eberenz, Fondation Dialogue Risque • Stefan Eggenberg, InfoFlora/InfoSpezies • Laura Filippa Ferrarello,
EPFL • Sandra Feuz, Wyss Academy of Nature • Manuel Fischer, Eawag • Joël Fournier, Canton du Valais •
Adrienne Grêt-Regamey, PLUS/ETH Zürich • Lena Gubler, Groupe spécialisé Infrastructure écologique GSIE •
Léonore Hälgi, Schweizerische Energiestiftung SES • Isabella Helmschrott, CIPRA Suisse • Matthias Holenstein,
Fondation Dialogue Risque • Christian Holzner, SATW • Robin Huber, aeesuisse • Despond Hughes, EPF de Zurich •
Marcel Hunziker, WSL • Damian Jerjen, Espace Suisse • Benjamin Knödler, BKW • Daniel Lindemann, Canton
d'Argovie • Peter Lustenberger, Axpo • Peter Müller, Canton des Grisons • Christoph Niederberger, Association des
Communes Suisses • Marc Reusser, EPF de Zurich • Jonas Schwaab, EPF de Zurich • Ole Seehausen, Eawag/Uni-
versité de Berne • Urs Steiger, steiger texte, konzepte und beratung • Andreas Stettler, Association suisse pour
l'aménagement des eaux • David Stickerberger, Swisssolar • Anja Strahm, Wyss Academy of Nature • Ulrike
Sturm, HSLU • Fabienne Thomas, aeesuisse • Gaby Volkart, Atelier Nature • Philippe Wäger, SAC Zentralverband •
Christine Weber, Eawag • Bernhard Wegscheider, Université de Berne • Dominique Weissen, Réseau des Parcs
Suisses

RESPONSABLES DES FORUMS PARTICIPANTS

Lukas Berger, Forum Biodiversité Suisse • Jodok Guntern, Forum Biodiversité Suisse • Filippo Lechthaler,
ProClim – Forum sur le climat et les changements globaux

COLLABORATION

Stefanie Gubler, Forum Paysage, Alpes, Parcs (FoLAP) • Michel Massmünster, Forum Paysage, Alpes, Parcs
(FoLAP) • Patricia Ricklin, ProClim – Forum sur le climat et les changements globaux • Ursula Schöni,
Forum Biodiversité Suisse • Lara Voléry, Forum Biodiversité Suisse

TRADUCTION

Translingua AG • Dorothea Hug Peter, Forum Biodiversité Suisse

ILLUSTRATIONS

Sandra Schwab (SAT-sandras atelier GmbH), Berne

MISE EN PAGE

Olivia Zwyzgart, SCNAT

La présente communication a été réalisée avec le soutien financier de la Wyss Academy for Nature.
Seule la SCNAT porte la responsabilité de son contenu.

wyssacademy.org



Avril 2024

ISSN (en ligne) 2297-1823

DOI: doi.org/10.5281/zenodo.10927056



Les ODD : Les objectifs internationaux de développement durable de l'ONU

Avec cette publication, les Académies suisses des sciences apportent une contribution aux ODD 7, 13 et 15: « **Garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes, à un coût abordable** », « **Prendre d'urgence des mesures pour lutter contre les changements climatiques et leurs répercussion** » et « **Préserver et restaurer les écosystèmes terrestres** ».

LES OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE (ODD) SONT DES OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE SUR LES PLANS ÉCONOMIQUE, SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL. EN 2015, LES CHEFS D'ÉTAT ET DE GOUVERNEMENT DES NATIONS UNIES ONT ADOPTÉ LES 17 OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE (ODD). CES NOUVEAUX OBJECTIFS DOIVENT ÊTRE ATTEINTS D'ICI 2030 À L'ÉCHELLE MONDIALE ET PAR TOUS LES PAYS. LES OBJECTIFS DU MILLÉNAIRE POUR LE DÉVELOPPEMENT (OMD) DOIVENT ÊTRE MIS EN ŒUVRE DANS TOUS LES PAYS MEMBRES DE L'ONU ET SERVIR À GARANTIR UN DÉVELOPPEMENT DURABLE.

> sustainabledevelopment.un.org

> eda.admin.ch/agenda2030/fr/home/agenda-2030/die-17-ziele-fuer-eine-nachhaltige-entwicklung.html



Contenu

Résumé.....	3
1 Situation initiale.....	4
2 Buts du projet.....	5
3 Procédure	7
4 Remarques importantes concernant l'application de la liste de critères	9
4.1 Remarques générales	9
4.2 Prémises et limites.....	10
4.3 Résumé des critères.....	12
5 Critères production d'énergie.....	14
5.1 Surfaces à haut potentiel pour installations énergétiques	14
5.2 Surfaces à haut potentiel pour la production d'électricité hivernale	15
5.3 Un raccordement au réseau performant (nœud) existe ou est prévu à proximité	15
5.4 La desserte de base existe ou est relativement facile à réaliser	16
5.5 Les surfaces contiennent déjà des installations de production d'énergie,	16
éventuellement avec des possibilités d'adaptation et d'extension	16
5.6 La construction et l'exploitation des installations ne sont pas excessivement	17
menacées par les dangers naturels.....	17
5.7 La construction d'installations n'est pas empêchée par d'autres intérêts fédéraux	17
6 Critères biodiversité	18
6.1 Ne contiennent pas de surfaces protégées pour la biodiversité	19
6.2 Ne contiennent pas de surfaces dignes de protection pour la biodiversité.....	19
6.3 Les installations potentielles ne portent pas atteinte à des surfaces protégées	20
pour la biodiversité	20
6.4 Les installations potentielles ne portent pas atteinte à des surfaces dignes de protection	21
pour la biodiversité	21
6.5 Contiennent principalement des milieux naturels qui se régénèrent rapidement.....	21
6.6 Contiennent une faible proportion de surfaces qui seront importantes	22
pour la biodiversité à l'avenir.....	22
6.7 Les installations potentielles ne portent pas atteinte de manière significative	22
aux processus écologiques de grande échelle	22
6.8 Les installations potentielles ne portent atteinte à aucun corridor de mise en réseau.....	22
6.9 Sont de faible importance pour plusieurs services écosystémiques	23
7 Critères paysage.....	24
7.1 Présentent un paysage et des terres intensément exploités avec une infrastructure existante	24
ou à proximité.....	24
7.2 Sont situées dans des zones où la qualité du paysage est perçue comme faible.....	25
7.3 Ne sont pas situées dans des zones de protection stricte du paysage	26
7.4 Les installations potentielles ne portent pas atteinte à des paysages naturels	26
et culturels protégés	26
7.5 S'alignent à l'objectif de développement durable dans les autres catégories de parcs.....	27
8 Critère acceptation	28
8.1 Présentent une acceptation élevée ou potentiellement élevée par l'ensemble de la population	28
9 Perspectives	29
10 Remarques finales	29
11 Bibliographie.....	30

Résumé

Les activités politiques visant à promouvoir les énergies renouvelables ont connu une forte croissance ces derniers temps. Même si le développement d'installations solaires sur les bâtiments et les infrastructures présente le potentiel de conflit le plus faible et doit être accéléré en priorité, les installations en dehors des zones à bâtir peuvent constituer un complément important à un approvisionnement énergétique sûr. Il existe toutefois différents conflits d'objectifs, notamment avec la préservation et la promotion de la biodiversité et de la qualité du paysage. Afin d'éviter et/ou de désamorcer ces conflits d'objectifs, les Académies suisses des sciences souhaitent, avec ce projet, soutenir la planification spatiale d'installations d'énergies renouvelables en dehors des zones à bâtir en tenant compte des objectifs relatifs à la biodiversité et au paysage. L'objectif du projet est de soutenir la planification de zones pour des installations d'énergie renouvelable afin d'identifier, en tenant compte des bases scientifiques existantes, des zones qui présentent le moins de conflits possibles avec la biodiversité et la qualité du paysage. Les cantons, qui ont pour mandat légal de délimiter des zones adaptées à de telles installations dans leurs plans directeurs, les producteurs d'énergie ainsi que d'autres groupes intéressés disposeront ainsi d'une aide appropriée à la planification. Des critères ont été définis avec le soutien d'expert-e-s scientifiques et de parties prenantes intéressées afin d'identifier des zones appropriées, présentant le moins de conflits possibles, pour l'utilisation de l'énergie hydraulique, solaire et éolienne. Les présents critères ne peuvent toutefois remplacer ni le processus de plan directeur ni l'évaluation des installations individuelles.

Le rapport présente d'autres prémisses et limites sur lesquelles reposent les critères et résume la genèse des résultats, complétés par des indications générales sur l'application des critères. Le résultat comprend la liste des critères définis, accompagnée d'une brève description de chaque critère et de conseils spécifiques sur leur application. Les différents modes de production d'énergie ayant un impact spatial différent, ils doivent être considérés de manière différenciée lors de la transposition des critères en paramètres concrets (données, valeurs seuils, etc.). En ce qui concerne cette mise en œuvre, les besoins les plus urgents ont été identifiés par les utilisateurs potentiels pour les installations photovoltaïques (PV) au sol. C'est pourquoi la liste contient, pour chaque critère, une proposition supplémentaire de mise en œuvre concernant les installations PV au sol, ainsi que des remarques sur les propositions de mise en œuvre et les bases potentiellement pertinentes. Avec ce rapport, les Académies entendent contribuer à une utilisation durable du territoire dans le sens d'une planification intégrale afin d'éviter de mettre en opposition la crise de la biodiversité et la crise climatique.

1 Situation initiale

Avec la progression du changement climatique et sa perception de plus en plus marquée, ainsi que les doutes croissants à l'égard de la sécurité de l'approvisionnement en général accentués par la pandémie, les conflits entre les Etats et les pourparlers stagnants avec l'UE, la pression visant à développer le plus rapidement possible la production d'énergies renouvelables s'est fortement accrue, notamment dans le domaine politique. Le développement de la production d'énergies renouvelables en dehors des zones à bâtir génère des conflits portant sur l'utilisation du sol, ce qui exerce une pression supplémentaire sur la préservation et la promotion de la biodiversité et de la qualité du paysage. Une planification spatiale minutieuse de ce développement peut contribuer à minimiser les dommages occasionnés sur le paysage et la biodiversité. Les conflits mentionnés portant sur l'utilisation du sol ont déjà été exposés en 2012 dans un rapport des Académies (Académies suisses des sciences, 2012). Ce rapport recommandait la détermination de zones prioritaires et de zones de réserve et d'exclusion pour la production d'énergie afin de permettre un développement efficace dans le respect des législations et des objectifs de protection à l'échelle nationale et internationale.

Les installations solaires sur des bâtiments et des infrastructures existantes présentent de loin le plus grand potentiel global de production d'énergies renouvelables (Boulouchois et al., 2022), de même que le plus faible potentiel de conflits avec la biodiversité et la qualité du paysage. Leur développement devrait être aussi important et rapide que possible. Par ailleurs, le potentiel d'amélioration de l'efficacité et de réduction de la consommation doit également être exploité dans toute la mesure du possible. Néanmoins, compte tenu des besoins hivernaux en électricité, la construction d'installations PV au sol, notamment dans les régions alpines de haute montagne, peut constituer un complément important aux installations solaires sur infrastructures existantes afin de décarboniser nos besoins énergétiques dans un délai raisonnable (p. ex. Anderegg et al., 2023, Dujardin et al., 2021).

Des décisions politiques ont été récemment adoptées à un rythme soutenu dans le but d'accélérer le développement de la production d'énergies renouvelables et, en particulier, de répondre aux besoins hivernaux en électricité. Le 18 juin 2021, le Conseil fédéral a adopté la loi fédérale relative à la sécurité de l'approvisionnement en électricité reposant sur des énergies renouvelables («**acte modificateur unique**»). Cette loi a été acceptée par le Parlement en vote final fin septembre 2023. Un référendum a été lancé contre l'acte modificateur unique et il sera donc soumis au vote en juin 2024. La loi vise à promouvoir les énergies renouvelables nationales et à renforcer la sécurité de l'approvisionnement de la Suisse, notamment en hiver, et prévoit de faciliter le développement des énergies renouvelables également en dehors des zones à bâtir. Certaines dispositions en matière de protection de la nature et du paysage ont été intégrées dans la loi dans le cadre de plusieurs séances de consultation entre le Conseil national et le Conseil des Etats. En

conséquence, les constructions dans les biotopes d'importance nationale ainsi que dans les réserves d'oiseaux aquatiques et migrateurs restent exclues (exception : les tronçons à débit résiduel peuvent traverser des zones alluviales d'importance nationale). Les cantons doivent définir dans leur plan directeur des zones appropriées pour l'énergie hydraulique, éolienne et, nouvellement, solaire dans l'intérêt national. Selon les modifications prévues de la loi sur l'énergie: «Lors de la définition des zones destinées aux installations solaires et éoliennes, les cantons doivent tenir compte des intérêts de la protection des paysages et des biotopes et de la conservation des forêts, ainsi que des intérêts de l'agriculture, [...]» (cf. art. 10, al. 1ter, LEne). Après détermination de ces zones, la production d'énergie y deviendra prioritaire par rapport à d'autres intérêts, sachant que, lors de la procédure concrète d'autorisation de construire, le respect du droit de l'environnement continue d'être contrôlé dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement. Jusqu'à présent, il manque une stratégie territoriale globale et supérieure ainsi que des aides concrètes pour la coordination avec les objectifs relatifs à la qualité du paysage et à la biodiversité. Une telle stratégie permettrait d'établir des priorités et d'atteindre les objectifs avec le moins de conflits d'objectifs possible, car la crise climatique et la crise de la biodiversité doivent être pensées ensemble afin d'être toutes deux maîtrisées (Ismail et al., 2021).

La loi dite «**Solarexpress**» (loi fédérale sur des mesures urgentes visant à assurer rapidement l'approvisionnement en électricité pendant l'hiver), entrée en vigueur le 30 septembre 2022, va même plus loin : l'obligation de procéder à une planification a été supprimée pour la construction de grandes installations PV affichant une production annuelle d'au moins 10 GWh jusqu'à ce qu'une production annuelle de 2 TWh soit atteinte. Par ailleurs, les installations qui seront au moins en partie raccordées au réseau électrique d'ici 2025 et qui fourniront une part minimale définie d'électricité en hiver seront cofinancées par des contributions aux investissements non amortissables jusqu'à hauteur de 60%. Certains de ces projets ont déjà bien avancé et ont déjà passé avec succès l'épreuve de la votation communale. Compte tenu de l'absence d'une obligation en termes de planification, la loi «**Solarexpress**» présente toutefois un risque d'éparpillement spatial.

Il est donc d'autant plus important que le principe de concentration applicable à l'aménagement du territoire, également mentionné dans le rapport des Académies suisses des sciences (a+) (2012) sous la forme desdits «**paysages énergétiques**», soit appliqué de la manière la plus cohérente possible. Le rapport des Académies suisses des sciences (2012) recommande par exemple de placer les installations PV au sol exclusivement dans de tels «**paysages énergétiques**». La concentration spatiale requiert cependant une bonne planification selon le principe de la construction «**sur l'emplacement le mieux adapté**». Le présent projet de a+ met à disposition des bases pour cette planification.

2 Buts du projet

Le projet a pour but de favoriser l'identification de zones adaptées aux installations énergétiques, dans lesquelles leur implantation entraînera le moins de conflits possible avec la préservation et la promotion de la biodiversité et de la qualité du paysage ainsi que les objectifs de protection des zones protégées selon l'art. 5 LPN et l'art. 18a LPN. Les critères d'identification de ces zones doivent être largement étayés par un dialogue entre les parties prenantes et par des bases scientifiques, dans la mesure où de telles bases existent. Les cantons, qui ont pour mandat légal de délimiter des zones adaptées à de telles installations dans leurs plans directeurs, les producteurs d'énergie ainsi que d'autres groupes intéressés disposeront ainsi d'une aide adéquate à la planification. Sur le plan législatif, le projet se réfère à « l'acte modificateur unique » adopté par le Parlement mais encore soumis à une votation populaire, la loi « Solarexpress » ne prévoyant pas de disposition dans des plans directeurs cantonaux.

En conséquence, éviter les conflits, sélectionner des emplacements aussi adaptés que possible et favoriser la concentration spatiale sont des priorités. L'identification de telles zones adaptées à la production d'énergies renouvelables et présentant un faible risque de conflit en matière de biodiversité et de qualité du paysage (ci-après dénommées « zones de production d'énergie peu conflictuelles ») implique les étapes suivantes :

1. Définition de critères pour l'identification de zones de production d'énergie peu conflictuelles (pour plus de détails, voir le ch. 3 relatif à la procédure)
2. Elaboration de propositions pour l'application de ces critères avec des paramètres concrets, en recommandant, dans la mesure du possible, des seuils indicatifs et des données scientifiques récentes.
3. Soutien aux utilisateur-riche-s potentiels des critères et à leur mise en œuvre, par exemple dans une application spatiale.

Les objectifs 1 et 2 sont abordés dans la présente publication, l'objectif 2 étant dans un premier temps exclusivement réservé aux installations PV au sol (voir ci-après).

Les critères visent à identifier les zones dans lesquelles la planification d'une installation énergétique peut être envisagée avec peu de conflits avec la biodiversité et le paysage et donc, dans le sens d'une optimisation dans le temps et dans l'espace, avec moins de dépenses et d'obstacles lors de la réalisation. Dans ce contexte, il est aussi parfois tenu compte de critères qui ne sont pas (encore) régis par la loi, mais néanmoins très importants pour la conservation et la promotion de la biodiversité et de la qualité du paysage, notamment pour l'infrastructure écologique ou les corridors de mise en réseau. En dépit de l'intérêt prépondérant escompté des installations énergétiques selon l'acte modificateur unique et de l'absence de prescriptions légales à ce jour, le fait que de telles surfaces soient concernées peut générer des conflits d'intérêts et, par conséquent, des discussions, des mises au clair et des retards, par exemple dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement (EIE). La construction d'installations en dehors des zones identifiées n'est pas exclue, par exemple sur des sites techniquement très appropriés dans le cadre légal. Mais il faut s'attendre à une augmentation des risques de conflit et à un accroissement des dépenses consacrées à régler ces conflits et à concevoir les installations.

Les critères sont en principe élaborés pour la planification d'installations qui présentent un haut potentiel de conflit en ce qui concerne la qualité de la biodiversité et du paysage. Cela concerne avant tout l'énergie éolienne, solaire et hydraulique en dehors des zones à bâtir. Les critères sont en principe valables pour les trois formes d'énergie mentionnées. Pour une première application des critères dans des paramètres spatiaux, il a été décidé de se limiter pour l'instant à des installations PV au sol en raison des plans directeurs nouvellement prévus dans le cadre de l'acte modificateur unique (voir également le chapitre 3 sur la procédure).

Définition des zones de production d'énergie peu conflictuelles qui peuvent ou doivent être identifiées en ayant recours aux critères

Zones plus vastes, de préférence contiguës, d'une superficie de plusieurs kilomètres carrés, situées en dehors des zones à bâtir, qui s'avèrent adaptées à la production d'énergies renouvelables d'un point de vue général, à l'échelle de la Suisse. Le caractère adapté mentionné se réfère au potentiel de production d'énergie éolienne, hydraulique et/ou solaire ainsi qu'à la compatibilité avec la préservation de la biodiversité et de la qualité du paysage. Les critères sont en principe valables pour les trois formes d'énergie mentionnées. L'évaluation de la pertinence générale et la limitation à de grandes zones signifient que plusieurs installations pourraient potentiellement être construites à l'intérieur des zones, avec, dans le meilleur des cas, plusieurs formes d'énergie, une production aussi élevée que possible et le moins de conflits possible. Même en ayant à disposition des données de base de qualité, il n'est pas exclu qu'à l'intérieur de la

zone se trouvent néanmoins des surfaces qui, après un examen plus approfondi au niveau des installations individuelles, s'avèrent inadaptées. Le niveau de détail dans la définition de la zone du présent document ne remplace pas la définition cantonale des zones d'intérêt énergétique, mais peut la soutenir. La délimitation des zones de production d'énergie implique une planification spatiale et une concentration de la production d'énergies renouvelables. Dans l'esprit de l'aménagement du territoire, cette délimitation doit s'appliquer aux sites les plus adaptés, notamment en ce qui concerne la préservation et la promotion de la biodiversité et la qualité du paysage. La construction d'installations dans le cadre légal en dehors de ces zones n'est pas exclue, avec toutefois un potentiel de conflits accru et, le cas échéant, des dépenses de planification plus élevées.

3 Procédure

Une stratégie globale ainsi qu'une approche interdisciplinaire et transdisciplinaire sont requises pour coordonner le développement de la production d'énergies renouvelables en tenant compte des objectifs en matière de qualité du paysage et de biodiversité. Afin de minimiser les conflits d'objectifs, des critères permettant d'identifier les zones de production d'énergie peu conflictuelles ont été élaborés dans le cadre d'un processus en plusieurs étapes qui inclut différents groupes d'acteurs.

Dans une première étape, l'équipe de projet a établi une liste des bases importantes pour la planification d'installations dans les domaines des énergies renouvelables, de la biodiversité et du paysage. Les conditions-cadres juridiques, concepts existants, stratégies ou aides à la planification ainsi que divers projets de recherche ont été pris en considération. Cette liste a servi de base de discussion au premier de trois ateliers. Les conclusions des trois ateliers et les commentaires ont été intégrés en continu dans un processus itératif afin de compléter la liste de critères.

Premier atelier :

Recueil des bases techniques et des critères potentiels

Des spécialistes des offices fédéraux (ARE, OFEV, OFEN), de l'administration et du gouvernement cantonale (CDEn, CDPNP, COSAC) ainsi que des chercheuses et chercheurs des domaines de l'énergie, de la biodiversité et du paysage ont été convié·e·s au premier atelier du 15 décembre 2022 afin de discuter de l'idée du projet et de recenser les bases et besoins existants. La présence d'expert·e·s pour les différentes formes d'énergie, les différents domaines relatifs aux milieux naturels (p. ex. espaces aquatiques et régions alpines) et les différents groupes d'organismes a été assurée. La liste de base a été complétée en séance plénière par les 20 participant·e·s qui ont pu présenter brièvement certains des éléments qu'ils avaient élaborés. Trois groupes, composés chacun de représentant·e·s des différents groupes d'intérêts, ont rassemblé des critères permettant d'identifier des zones de production d'énergie peu conflictuelles en dehors des zones à bâtir.

La discussion s'est articulée autour de deux questions essentielles :

1. Critères d'exclusion : quelles sont les caractéristiques des zones dans lesquelles toute production d'énergie devrait être exclue ?
2. Critères de priorité : quelles sont les caractéristiques des zones dans lesquelles la production d'énergie peut être développée en priorité (c.-à-d. maximiser la production d'énergie tout en minimisant l'impact sur la qualité du paysage et la biodiversité) ?

Dans le cadre du suivi de l'atelier, il a été examiné pour quels critères recueillis il existe déjà des bases scienti-

fiques, de planification, juridiques ou autres permettant leur application et dans quels domaines des clarifications s'avéraient nécessaires. A la suite du premier atelier, les critères et bases recueillis ont été partagés avec les participant·e·s qui ont eu la possibilité de faire des commentaires. A partir de ces retours d'information, les critères d'exclusion ont été reformulés de sorte qu'ils contiennent chacun une caractéristique propre à des zones de production d'énergie potentielles. De plus, les critères liés à l'acceptation par la population ont été transférés du volet Paysage vers un volet spécifique.

Deuxième atelier :

Consolidation des critères et évaluation de leur utilité

Cette liste de critères a été remaniée le 8 mai 2023 lors d'un deuxième atelier qui comptait 48 participant·e·s. Lors de cette étape, le cercle des participant·e·s a été volontairement agrandi afin d'obtenir un large retour d'information sur les critères. Les groupes d'intérêt représentés appartenaient donc, à l'instar du premier atelier, à différentes disciplines de recherche des domaines de l'énergie, de la biodiversité et du paysage, ainsi qu'à l'administration et au gouvernement cantonale et communale (CDPNP, CDEn, Association des Communes Suisses, canton du Valais). En complément, la branche de l'énergie et certaines organisations de la société civile des domaines de l'énergie, de la biodiversité et du paysage ont été associées. En amont et lors du premier bloc de l'atelier, les participant·e·s ont eu l'opportunité de compléter le catalogue de critères existant. Ensuite, les critères ont été adaptés, résumés ou pour certains supprimés dans le cadre de travaux de groupe et l'utilité de tous les critères a été soumise à une évaluation subjective. La question de l'utilité visait aussi explicitement à identifier les désaccords entre les parties prenantes sur les différents critères. Les participant·e·s se déplaçaient entre quatre postes de travail dédiés chacun à des discussions sur les critères en rapport avec la production d'énergie, la biodiversité et le paysage. Des propositions pour la suite du projet ont été recueillies autour de la quatrième table. Les participant·e·s étaient réparti·e·s de manière à ce que les groupes d'intérêt se mélangent et que le plus grand nombre possible de parties prenantes différentes soient représentées sur un poste de travail. Les critères ainsi remaniés ont pu être commentés à nouveau par écrit par les participant·e·s du premier et du deuxième atelier à l'issue de l'événement.

L'équipe de projet a remanié et adapté les critères en tenant compte des conclusions élaborées dans le cadre du deuxième atelier. Une constatation importante a été la nécessité de considérer séparément les différents types de production d'énergie (notamment le solaire et l'éolien), du moins lors de la mise en œuvre des critères.

Parallèlement à la préparation et au suivi du deuxième atelier, la plausibilité de la première ébauche du cata-

logue de critères a été vérifiée par un travail de master à l'EPF de Zurich dans le cadre des projets européens Selina et Mosaic. Marc Reusser (2023) a réalisé une première analyse spatiale des critères à partir de données déjà existantes et a de plus procédé à diverses analyses de sensibilité. Certaines conclusions ont été intégrées dans la mise en œuvre ultérieure des critères (voir chapitres 5 à 8). Le travail de Marc Reusser (2023) a démontré, dans le cadre d'un premier recoupement spatial, qu'il existe des zones appropriées qui s'avèrent également relativement robustes en cas de modification des paramètres de pondération. Il convient de noter que ce travail de master a utilisé certains jeux de données qui ne sont pas (encore) publiés et que la prise en compte de la biodiversité en dehors des zones protégées se fonde sur une adéquation de l'habitat pour les oiseaux et les chauves-souris ainsi que sur le degré de menace des habitats.

Troisième atelier :

Définition des critères d'application pour installations PV au sol

Suite à un échange bilatéral avec les Conférences des directeurs cantonaux des travaux publics, de l'aménagement du territoire et de l'environnement (DTAP) ainsi que de l'énergie (CDEn) après le deuxième atelier, il est apparu que les cantons délimiteront dans le courant de l'année 2024 des zones potentielles pour les installations PV au sol dans le plan directeur. Contrairement à l'hydraulique et à l'éolien, il existe toutefois encore peu de bases de planification pour les installations PV au sol. C'est pourquoi il a été décidé, dans un premier temps, de limiter la liste de critères aux installations PV au sol, avec des commentaires et des recommandations pour la mise en œuvre concrète en termes de paramètres et de données. Des zones doivent également être définies dans le plan directeur pour l'énergie éolienne, mais la planification est déjà plus avancée dans ce domaine et différentes bases sont déjà disponibles (p. ex. Atlas des vents de l'OFEN, 2023).

Le troisième atelier qui s'est tenu (en ligne) le 25 septembre 2023 a mis l'accent sur les propositions de mise en œuvre des critères applicables aux installations PV au sol. Dix-huit personnes issues de l'administration cantonale (NW, GR, AG, VS), de la recherche dans les domaines de l'énergie, de la biodiversité et du paysage, de la branche de l'énergie et d'organisations de la société civile des domaines de la biodiversité et du paysage y ont participé. Elles ont été spécifiquement invitées en raison de leur expertise dans un ou plusieurs domaines spécialisés, en particulier dans ceux où les critères étaient encore ambigus. Par ailleurs, plusieurs acteurs qui avaient exprimé leur intérêt pour un thème ont été invités à se joindre à la discussion. Là encore, il s'agissait d'identifier les points

de vue sujets à controverse sans pour autant prétendre régler définitivement d'éventuelles divergences.

Les critères élaborés en plusieurs étapes à partir de ce processus participatif et leur mise en œuvre concrète pour délimiter des zones de production d'énergie peu conflictuelles pour les installations PV au sol ont été présentés à nouveau au cours de l'automne 2023 à toutes les personnes participantes et intéressées afin de leur donner l'opportunité de les commenter et de les compléter. Leurs retours d'information ont ensuite été intégrés dans la mesure du possible. Une révision finale a été effectuée par le groupe d'accompagnement du projet (voir Mentions légales).

4 Remarques importantes concernant l'application de la liste de critères

4.1 Remarques générales

Plusieurs remarques importantes concernant l'application des critères sont détaillées ci-après. Avant toute mise en œuvre, il est impératif de lire attentivement les objectifs, les prémisses et les réserves afin d'éviter tout malentendu concernant l'application en question. Il importe également de noter que les critères des sous-domaines que sont la production d'énergie, la biodiversité, le paysage et l'acceptation (chapitres 5 à 8) ne doivent pas être appliqués séparément. Les critères ont été développés afin de permettre une vision globale. Pour trouver des solutions durables, il faut donc intégrer les critères relatifs à tous les sous-domaines.

Taille de la grille et de la zone

Sachant qu'il s'agit d'identifier de grandes zones contiguës (de l'ordre de plusieurs km²), il est recommandé d'appliquer les critères sur une grille d'un hectare. Une zone de production d'énergie peu conflictuelle est constituée de plusieurs cellules de grille attenantes. Une zone ne doit pas nécessairement présenter une forme géométrique particulière, mais peut comporter des creux ou excroissances sur ses bords, voire même des trous. La taille des zones à identifier et le nombre de cellules de grille par zone peuvent être adaptés à la problématique ou, si nécessaire, aux conditions spatiales. Si l'on suit le principe de concentration recommandé pour la planification de l'espace (dans le cas présent à la production d'énergies renouvelables), il est conseillé de rechercher des zones d'une plus grande superficie.

Mise en œuvre de la prémisses « en dehors des zones à bâtir »

Comme mentionné, le présent rapport se concentre sur les territoires situés en dehors des zones à bâtir, bien que le développement à l'intérieur des zones à bâtir doive être encouragé en priorité. Pour la mise en œuvre de la prémisses « en dehors des zones à bâtir », il est proposé d'exclure à l'avance les régions suivantes du jeu de données de l'ARE sur les **zones à bâtir**: zone mixte, zone résidentielle, zone à bâtir restreinte, zone à bâtir supplémentaire, zone d'utilité publique, zone centrale (avec tampon de 100 m), zone de travail et zone de circulation dans la zone à bâtir (avec tampon de 50 m). Tous les hectares habités sont exclus y compris une zone tampon d'une largeur d'un hectare. Pour un complément d'information, voir **tableau détaillé**, critère 4.1 « Surfaces hors des zones à bâtir ».

L'utilisation de la superficie agricole utile (SAU) est aujourd'hui fortement restreinte ou exclue par la loi. Dans ce domaine, deux scénarios pourraient également être envisagés, à savoir avec ou sans SAU. En outre, la région

d'estivage, lieu d'implantation possible d'installations PV au sol, ne fait pas partie de la surface agricole utile.

Autres indications relatives à l'application

- Les critères prévus comme critères d'exclusion sont explicitement mentionnés. Tous les autres critères ne sont pas conçus comme critères d'exclusion, mais peuvent en partie être utilisés comme tels. Pour les critères qui ne sont pas conçus comme critères d'exclusion, les conseils d'application sont particulièrement importants.
- L'application des critères implique une transposition spatiale en paramètres concrets, valeurs seuils indicatives, jeux de données, etc. La présente édition de la liste de critères ne contient que des propositions d'application pour les installations PV au sol. L'application peut être différente pour les éoliennes et les centrales hydroélectriques (p. ex., contrairement aux installations PV au sol, les éoliennes peuvent être construites en forêt, à condition d'obtenir une autorisation de défrichement, ou sur des versants nord).
- Les commentaires relatifs aux différents critères et propositions de mise en œuvre contiennent des indications importantes sur ce qui est inclus ou non dans un critère, ainsi que sur les éléments qui manquent de clarté ou qui présentent des conflits potentiels.
- Les possibilités d'installations sur les terres agricoles sont fortement limitées par la législation actuelle. Il existe cependant un potentiel considérable sur ces surfaces (Jaeger et al., 2022). Une évaluation tenant compte de ces surfaces pourrait examiner l'influence d'éventuelles modifications de la législation, comme la facilitation des installations de production d'énergie sur les surfaces agricoles utiles (p. ex. par l'agri-PV, l'énergie éolienne) et servir de base de discussion.

4.2 Prémisses et limites

Prémisses

La liste de critères repose sur les prémisses suivantes :

- Les installations solaires sur des bâtiments et des infrastructures existantes présentent de loin le plus grand potentiel global de production d'énergies renouvelables, de même que le plus faible potentiel de conflits en termes de biodiversité et de qualité du paysage. Leur développement doit être aussi important et rapide que possible. Par ailleurs, le potentiel en matière d'amélioration de l'efficacité et de réduction de la consommation doit également être exploité dans toute la mesure du possible.
- Il est admis que les conflits entre installations d'énergies renouvelables, biodiversité et qualité du paysage se produisent principalement en dehors des zones à bâtir. C'est pourquoi les zones à bâtir, les zones résidentielles ou autres zones similaires sont a priori exclues lors de l'identification de zones. Cela ne signifie pas pour autant qu'aucune installation ne doit être construite dans de telles zones, au contraire (voir point précédent). Ce rapport n'aborde pas l'impact des installations PV dans les sites construits d'importance nationale, par exemple.
- Les critères ne sont pas conçus pour l'évaluation d'installations au cas par cas ; ils se focalisent toutefois sur la recherche de zones adaptées plus vastes à des fins de concentration spatiale. Ils ne remplacent pas une étude d'impact sur l'environnement (EIE) ni une pesée détaillée des intérêts au niveau du plan d'affectation des zones.
- Dans le cadre du projet, aucun objectif de développement n'est défini ou présumé en ce qui concerne la quantité d'énergie potentielle. Les critères doivent contribuer à construire dans un premier temps des installations de production d'énergie dans les zones présentant le plus petit potentiel de conflits possible en termes de biodiversité et de qualité du paysage. La question de savoir si une quantité d'énergie sera encore nécessaire par la suite et sous quelle forme elle sera mise à disposition peut évoluer en fonction des développements techniques et des évolutions sociopolitiques.
- Les critères et leur application au photovoltaïque ont été élaborés en toute bonne foi à partir de données scientifiques, en incluant le plus grand nombre possible de parties prenantes et leur expertise. Du fait de la complexité de la thématique, des lacunes ne peuvent cependant pas être exclues, par exemple au niveau de la disponibilité des données. Par ailleurs, certaines in-

formations ne sont guère automatisées ou ne peuvent être transposées in situ qu'à grand renfort de moyens (p. ex. en cas d'obstacles à la construction de lignes de raccordement au réseau ou de routes d'accès). Ces éléments ne peuvent pas être pris en considération de manière systématique mais seulement par approximation.

- Aucune taille minimale ou maximale de zone n'est définie ou proposée. Il ne s'agit pas non plus d'évaluer des installations individuelles. La taille des zones ne reflète aucunement celle des installations. Si une zone est relativement petite et ne peut pas accueillir une grande installation, la question de savoir si l'exploitation en vaut la peine relève d'une considération économique. En principe, plus les zones sont grandes, mieux c'est, étant donné qu'elles peuvent alors accueillir plusieurs installations, ce qui réduit les coûts d'aménagement de ces différentes installations. Au regard du projet, une superficie de plusieurs kilomètres carrés semble judicieuse. Pour la résolution spatiale de l'analyse (données quadrillées), il s'est avéré dans une première mise en œuvre qu'un grain d'un hectare est pratique.
- Aucune pondération des critères n'est définie ou proposée dans cette liste de critères. Le nombre de critères par champ thématique (énergie, biodiversité, paysage) ne dit rien sur leur importance dans le contexte global. Lors de l'application, les critères peuvent être pondérés différemment au sein d'un même champ thématique. Aucune pondération n'est proposée entre les champs thématiques afin de répondre à l'objectif du projet de minimisation des conflits. Toutefois, tous les champs thématiques devraient être pris en compte, car les critères et le projet visent à aborder le sujet de manière globale.

Limites des critères

Il convient notamment de tenir compte des réserves ou limites suivantes lors de l'application des critères :

- Les caractéristiques ainsi que la mise en œuvre de certains critères peuvent évoluer dans le temps (p. ex. acceptation des installations par la population, risques naturels, tels que les laves torrentielles, auxquels sont exposés les installations).
- Pour certains critères (p. ex. concernant l'acceptation ou la qualité perçue du paysage), seules des données restreintes sont à disposition. À cet égard, la présente liste est limitée, mais elle correspond à l'état actuel des connaissances et contient les informations présentement disponibles en tant que base de décision.
- Les zones de production d'énergie peu conflictuelles déterminées à l'aide des critères du présent rapport ne

correspondent pas aux zones énergétiques appropriées que les cantons doivent définir, mais peuvent soutenir leur délimitation.

- L'impact de la construction et de l'exploitation de centrales PV au sol sur différents aspects de la biodiversité est encore largement inconnu pour ce qui est des surfaces écologiquement sensibles. Le projet repose sur les bases actuellement à disposition.
- Il n'existe que très peu d'information sur la faisabilité technique des installations de production d'énergie renouvelable en haute montagne (OFE, 2023). Il faut s'attendre à ce que les efforts et les coûts des installations tendent à être sous-estimés. La construction de paravalanches fournit déjà ponctuellement quelques expériences dans ce domaine.

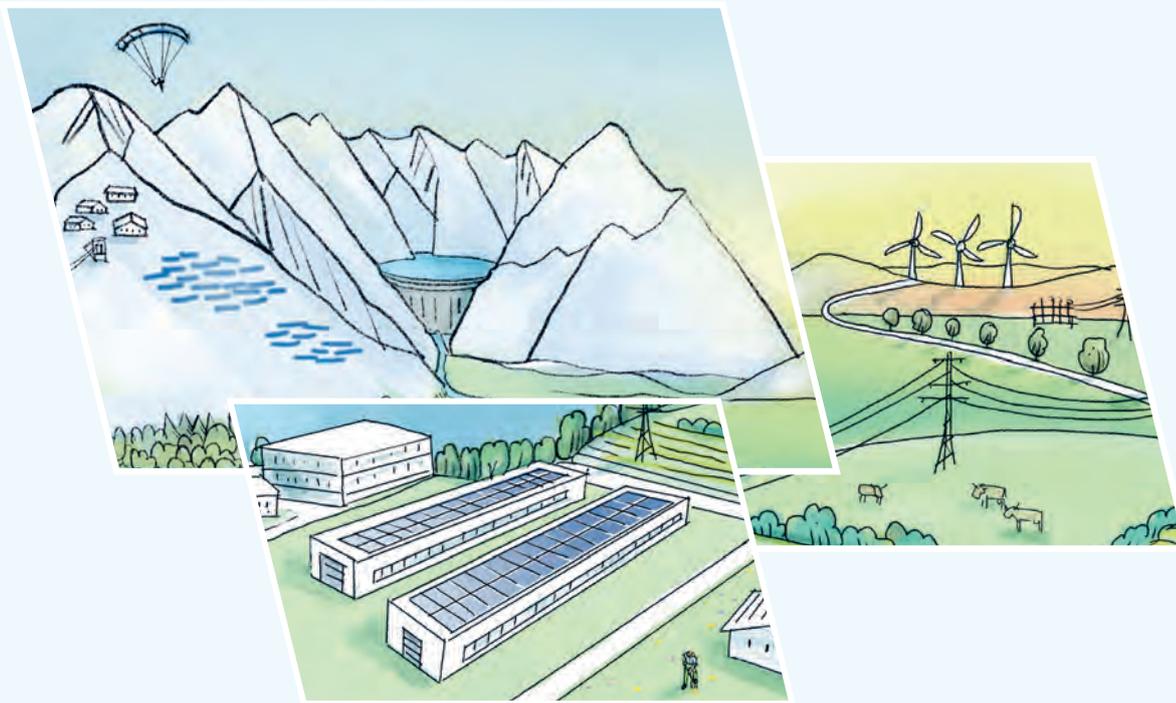
4.3 Résumé des critères

Le tableau 1 ci-dessous donne un aperçu de tous les critères et propose un lien vers des bases potentiellement pertinentes (cas échéant). Un **tableau détaillé**, correspondant au contenu des chapitres 5 à 8, est disponible en ligne.

Tableau 1: Aperçu des critères de délimitation des zones de production d'énergie peu conflictuelles

Numéro de chapitre	Domaine thématique	Critère (caractéristiques des zones de production d'énergie)	Bases potentiellement pertinentes
4.1	Généralités	Surfaces hors des zones à bâtir	– Jeu de données zones à bâtir (ARE)
5.1	Production d'énergie (potentiel énergétique)	Surfaces à haut potentiel pour installations énergétiques	– Meteotest (PV) – Toit solaire – Atlas des vents – Cartes des normales saisonnières de MétéoSuisse – SwissTLM3D – Div. données géographiques (p. ex. pente, exposition)
5.2	Production d'énergie (électricité hivernale)	Surfaces à haut potentiel pour la production d'électricité hivernale	– Meteotest (PV; hiver) – Toit solaire (hiver) – Cartes des normales saisonnières de MétéoSuisse (hiver) – SwissTLM3D – Div. données géographiques (p. ex. pente, exposition)
5.3	Production d'énergie (raccordement au réseau)	Raccordement au réseau performant (nœud) existe ou est prévu à proximité	– Lignes électriques (OFEN)
5.4	Production d'énergie (desserte)	La desserte de base (routes ou possibilités de transport) existe ou est relativement facile à réaliser	– Swiss TNE Base
5.5	Production d'énergie (installations existantes)	Les surfaces contiennent déjà des installations de production d'énergie, éventuellement avec des possibilités d'adaptation et d'extension	– Installations de production d'électricité (OFEN)
5.6	Production d'énergie (dangers naturels)	La construction et l'exploitation des installations ne sont pas excessivement menacées par les dangers naturels (actuellement et à l'avenir)	– Carte des dangers naturels (OFEV)
5.7	Production d'énergie (autres intérêts)	La construction d'installations n'est pas empêchée par d'autres intérêts fédéraux (p. ex. installations militaires, aéronautique)	– Plan sectoriel des transports, partie infrastructure aéronautique (PSIA) – Installations militaires (pas publique)
6.1	Biodiversité (surfaces protégées)	Ne contiennent pas de surfaces protégées pour la biodiversité	– Géodonnées nationales zones protégées – Géodonnées cantonales zones protégées – Planification de l'infrastructure écologique des cantons (pas encore publique)
6.2	Biodiversité (surfaces dignes de protection)	Ne contiennent pas de surfaces dignes de protection pour la biodiversité	– Analyse d'InfoSpecies « Sites d'intérêt pour la conservation des espèces et de leurs habitats » – Carte des espaces vitaux Suisse (WSL) – Liste des espèces et des milieux prioritaires au niveau national (OFEV) – Listes rouges (OFEV) – Bases de données d'InfoSpecies sur les espèces protégées et menacées
6.3	Biodiversité (surfaces protégées)	Les installations potentielles ne portent pas atteinte à des surfaces protégées pour la biodiversité	– Géodonnées zones protégées – Planification infrastructure écologique des cantons (pas encore publique)

6.4	Biodiversité (surfaces dignes de protection)	Les installations potentielles ne portent pas atteinte à des surfaces dignes de protection du point de vue de la biodiversité	<ul style="list-style-type: none"> – Analyse d'InfoSpecies « Sites d'intérêt pour la conservation des espèces et de leurs habitats » – Carte des espaces vitaux Suisse (WSL) – Liste des espèces et des milieux prioritaires au niveau national (OFEV) – Liste rouges (OFEV) – Bases de données d'InfoSpecies sur les espèces protégées et menacées
6.5	Biodiversité (régénéralité des milieux naturels)	Contiennent principalement des milieux naturels qui se régénèrent rapidement	<ul style="list-style-type: none"> – Liste rouge des milieux naturels en Suisse (Delarze et al., 2016) – Carte des milieux naturels en Suisse (WSL)
6.6	Biodiversité (surfaces importantes à l'avenir)	Contiennent une faible proportion de surfaces qui seront importantes à l'avenir pour la biodiversité	– Cartes de répartition potentielle des espèces de ValPar.CH (elles seront publiées en 2024 sur la base des données d'InfoSpecies et de la statistique de la superficie)
6.7	Biodiversité (processus écologiques)	Les installations potentielles ne portent pas atteinte de manière significative aux processus écologiques de grande échelle	– Module hydrologie – régime d'écoulement (SMG)
6.8	Biodiversité (mise en réseau)	Les installations potentielles ne portent pas atteinte à aucun corridor de mise en réseau	<ul style="list-style-type: none"> – Situation écologique et aires de mise en réseau en Suisse – Module A – concept spatial (Rossi et al., 2020) – Analyse d'InfoSpecies « Sites d'intérêt pour la conservation des espèces et de leurs habitats » – Site de migration de batraciens (info fauna – Karch) – Corridors à faune d'intérêt suprarégional (OFEV)
6.9	Biodiversité (services écosystémiques)	Sont de faible importance pour plusieurs services écosystémiques (faible multifonctionnalité)	– Cartes de performance des écosystèmes de ValPar.CH (elles seront publiées en 2024)
7.1	Paysage	Présentent un paysage et des terres intensément exploités avec une infrastructure existante ou à proximité	<ul style="list-style-type: none"> – LABES: Indicateur zones sans installations – LABES: Indicateur morcellement du paysage – LABES: Indicateur émissions lumineuses – Conception paysage suisse – Indicateurs Wilderness (Radford et al., 2019) – Cartes de dangers de la Confédération et des cantons
7.2	Paysage	Sont situées dans des zones où la qualité du paysage est perçue comme faible	<ul style="list-style-type: none"> – LABES: Indicateur particularité du paysage, perception de la beauté du paysage – Conceptions cantonales du paysage – Catalogue de critères (SL-FP) – Manuel EIE
7.3	Paysage	Ne sont pas situées dans des zones de protection stricte du paysage	<ul style="list-style-type: none"> – Parcs d'importance nationale – Zones centrales des parcs naturels périurbains – Zones centrales des réserves de biosphère
7.4	Paysage	Les installations potentielles ne portent pas atteinte à des paysages naturels et culturels protégés	<ul style="list-style-type: none"> – Sites IFP – ISOS – Biens culturels (PBC) – Voies historiques (IVS) – Patrimoine mondial de l'UNESCO – Zones périphériques des parcs nationaux de nouvelle génération (état 2024: aucun projet) – Zones de transition des parcs naturels périurbains – Zones de gestion des réserves de biosphère de l'UNESCO – Zones cantonales de protection du paysage
7.5	Paysage	S'alignent à l'objectif de développement durable dans les autres catégories de parcs	<ul style="list-style-type: none"> – Parcs naturels régionaux – Aires de transition des réserves de biosphère de l'UNESCO
8.1	Acceptation	Présentent une acceptation élevée ou potentiellement élevée par l'ensemble de la population	<ul style="list-style-type: none"> – Energyscape – Energyscape2 (Reprise en 2022, PV et énergie éolienne uniquement) – Indicateurs Wilderness (Radford et al., 2019)



5 Critères production d'énergie

Les critères énergétiques permettent d'identifier les zones qui se prêtent en principe à la production d'énergie. Cela se fait de manière relativement sommaire, par exemple en fonction de l'offre en énergie (rayonnement pour le solaire, vent pour les éoliennes), des dessertes déjà existantes (raccordement au réseau, routes d'accès) ainsi que des restrictions dues à des facteurs naturels (dangers naturels, sous-sol). Pour la planification d'installations spécifiques, d'autres conditions propres au site, qui ne peuvent pas être suffisamment prises en compte par des procédures automatisées et requièrent une évaluation au cas par cas, viennent s'ajouter. Certains sites situés en dehors des zones identifiées peuvent également se prêter à la production d'énergie renouvelable.

S'il s'agit de sites spécifiques, par exemple d'installations déjà en cours de planification, il est également possible de ne considérer ou de ne superposer que les critères relatifs à la biodiversité, au paysage et éventuellement à l'acceptation afin d'évaluer le potentiel de conflit éventuel sur le site en question.

Le choix de paramètres concrets est nécessaire à la mise en œuvre spatiale des critères. La présente liste de critères contient des propositions de mise en œuvre pour les installations PV au sol. Elle propose également des valeurs seuils qui sont émises à titre indicatif et dépendent, par exemple pour la desserte existante, de la dimension des installations. Selon leur taille, il peut être judicieux ou non de prévoir des dépenses plus importantes pour la desserte. La mise en œuvre de différents scénarios est ici également envisageable, avec des distances par rapport à la desserte existante potentiellement plus importantes pour les grandes installations et plus faibles pour les pe-

tites installations. La capacité du raccordement au réseau requise dépend également de la taille de l'installation. Ces valeurs seuils techniques sont relativement sommaires étant donné que d'autres paramètres importants pour la desserte, tels que les obstacles présents sur le terrain, jouent également un rôle, mais ne peuvent guère être pris en compte de manière adéquate par des procédures de sélection automatisées. Les valeurs seuils respectives constituent des propositions ou des estimations sommaires fondées sur l'avis d'expert-e-s.

5.1 Surfaces à haut potentiel pour installations énergétiques

Les zones sélectionnées doivent comprendre des surfaces attractives pour la production d'énergie et adaptées à la construction d'installations de production d'énergie en termes de sous-sol/caractéristiques du sol, de pente ou d'exposition.

Remarques relatives à l'application

Selon les estimations de l'OFEN (2019), il n'y a plus beaucoup de potentiel pour l'énergie hydraulique (à l'exception des projets de la table ronde qui seront très probablement placés en priorité si « l'acte modificateur unique » entre en vigueur) mais cela peut encore évoluer, par exemple en raison de la fonte des glaciers. La construction de lacs de retenue supplémentaires est fortement contestée du point de vue de la protection de la nature. D'éventuelles futures modifications de l'offre énergétique au niveau du vent et du rayonnement solaire ne sont pas exclues ; il n'est toutefois guère possible de les prévoir.

Propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

- Exclusion des installations PV: cours d'eau, glaciers, forêts de buissons, forêts ouvertes, pentes exposées au nord.
- Inclusion des installations PV: cellules de grille avec une incidence horizontale globale (GHI) $\geq 1000 \text{ W/m}^2$ (valeur seuil indicative).
- Le potentiel peut être pondéré différemment en fonction du rayonnement disponible (linéaire ou discret).

Remarques relatives aux propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

- Les eaux stagnantes (p. ex. lacs de barrage) entrent en principe en ligne de compte. Il existe des projets isolés d'installations PV sur lacs.
- La valeur seuil pour le rayonnement solaire peut être choisie de différentes façons. Il en va de même pour les restrictions d'orientation.

Bases potentiellement pertinentes

- [Meteotest](#) (PV)
- [Toit solaire](#)
- [Atlas des vents](#)
- [Cartes des normales saisonnières de MétéoSuisse](#)
- [SwissTLM3D](#)
- [Div. données géographiques](#) (p. ex. pente, exposition)

5.2 Surfaces à haut potentiel pour la production d'électricité hivernale

Ce critère dépend du type d'installation; il est surtout pertinent pour les installations PV au sol. Les centrales hydroélectriques à accumulation et les éoliennes y correspondent en principe, les installations solaires uniquement dans les zones où l'ensoleillement est relativement élevé en hiver (p. ex. en altitude).

Remarques relatives à l'application

Le critère peut être supprimé pour l'éolien et l'hydraulique.

Propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

Calcul du potentiel de production d'électricité durant le semestre d'hiver de manière analogue au critère 5.1 (Cellules de grille avec une incidence horizontale globale (GHI) $\geq 1000 \text{ W/m}^2$ (valeur seuil indicative); Gradation linéaire ou discrète de l'adéquation).

Remarques relatives aux propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

- Les eaux stagnantes (p. ex. lacs de barrage) entrent en principe en ligne de compte. Il existe des projets isolés d'installations PV sur lacs.

- La valeur seuil pour le rayonnement solaire peut être choisie de différentes façons. Il en va de même pour les restrictions d'orientation.

Bases potentiellement pertinentes

- [Meteotest](#) (PV; hiver)
- [Toit solaire](#) (hiver)
- [Cartes des normales saisonnières de MétéoSuisse](#) (hiver)
- [SwissTLM3D](#)
- [Div. données géographiques](#) (p. ex. pente, exposition)

5.3 Un raccordement au réseau performant (nœud) existe ou est prévu à proximité

Un raccordement au réseau performant existe à proximité de la zone ou, indépendamment des nouveaux projets, se situe à un stade de planification avancé. La puissance nécessaire dépend de la taille de l'installation prévue. Les nouvelles réalisations de raccordement au réseau qui s'étendent au-delà de la zone de production peuvent générer un besoin supplémentaire en terrain et affecter la qualité du paysage, de la biodiversité et d'autres aspects environnementaux, en particulier sur de longues distances.

Remarques relatives à l'application

- Un raccordement performant à un réseau à proximité réduit les travaux et les coûts de ce raccordement ainsi que les procédures d'autorisation correspondantes.
- La distance euclidienne permet également de tenir compte des différences au niveau du terrain (ce qui se répercute à nouveau sur les coûts d'installation et, par conséquent, sur la rentabilité).
- De manière générale, il ne suffit pas de considérer la distance par rapport au réseau. Le renforcement du réseau nécessaire à la nouvelle installation doit également être pris en considération.
- Il s'agit d'un critère important, surtout pour les installations PV et éoliennes, l'électricité ne pouvant pas être stockée.
- Un raccordement sur de longues distances peut nuire à la biodiversité et au paysage, car des surfaces situées en dehors de ces zones sont potentiellement affectées.
- Une capacité de raccordement au réseau électrique trop faible ne peut pas être compensée par des capacités de stockage dans le cadre d'une planification à grande échelle.

Propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

- A moins de 10 km (valeur seuil indicative) de distance euclidienne avec une résolution de 100 m par rapport au point de raccordement au réseau existant ou prévu le plus proche.

- Gradation linéaire ou discrète de l'adéquation entre 0 et 10 km de distance.

Eventuellement deux scénarios :

- A) Distance jusqu'à 10 km et niveau de tension 5 pour les installations < 36 MW
- B) Distance jusqu'à 20 km, mais niveau de tension 3 pour les grandes installations de 35 à 75 MW

Remarques relatives aux propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

- Les valeurs seuils sont émises à titre indicatif et peuvent être adaptées. Comme une distance maximale économiquement ou techniquement raisonnable dépend de la taille de l'installation et d'autres paramètres, différents scénarios peuvent être envisagés.
- Les obstacles topographiques importants ne sont représentés que de manière limitée par la distance euclidienne. Une prise en compte automatisée pertinente s'avère toutefois très difficile. Cet aspect doit être pris en considération pour les installations individuelles.

Bases potentiellement pertinentes

Lignes électriques (OFEN)

5.4 La desserte de base (routes ou possibilités de transport) existe ou est relativement facile à réaliser

Il existe une desserte de base de la zone d'une taille suffisante pour permettre la construction et l'exploitation d'une installation. Les exigences sont différentes pour les installations éoliennes et photovoltaïques. Les nouvelles infrastructures de desserte peuvent porter atteinte aux paysages et à la biodiversité en dehors de la zone de production également.

Remarques relatives à l'application

- Une desserte d'accès déjà existante à proximité réduit les travaux d'aménagement et les coûts de desserte.
- Il existe des différences pour les installations éoliennes/solaires. Les éoliennes requièrent de plus grandes routes. Pour les installations PV, la réalisation d'une desserte par voie de transport temporaire est également possible.

Propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

- Plus proche que 10 km de distance euclidienne à la route ≥ 2 m de largeur (valeur seuil indicative).
- Gradation linéaire ou discrète de l'adéquation entre 0 et 10 km de distance.
- Eventuellement deux scénarios pour les grandes et petites installations.

Remarques relatives aux propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

- Les valeurs seuils sont émises à titre indicatif et peuvent être adaptées. Une distance maximale économiquement ou techniquement raisonnable dépendant de la taille de l'installation, différents scénarios peuvent être envisagés.
- Les obstacles topographiques importants ne sont représentés que de manière limitée par la distance euclidienne. Une prise en compte automatisée judicieuse s'avère toutefois très difficile. Cet aspect doit être pris en considération pour les installations individuelles.

Bases potentiellement pertinentes

Swiss TNE Base

5.5 Les surfaces contiennent déjà des installations de production d'énergie, éventuellement avec des possibilités d'adaptation et d'extension

- Il existe déjà des installations significatives (en termes de nombre et de quantité de production) pour la production d'énergie, avec l'infrastructure correspondante et éventuellement des possibilités d'extension de la production.
- Dans certains cas, il est possible de construire une installation photovoltaïque sur un barrage, un lac de retenue ou entre des éoliennes.

Remarques relatives à l'application

- Les parties prenantes évaluent ce critère comme allant de « plutôt « nice to-have » » à « non judicieux ».
- L'existence d'installations est au moins couverte en partie par les critères 5.3 (raccordement au réseau existant) et/ou indirectement par le critère 7.1 (paysage déjà utilisé).

Propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

Si le critère est appliqué (voir remarques) : nombre d'installations ou de kW par km² résultant du jeu de géodonnées de base d'installations de production d'électricité ou part de la surface occupée par les installations.

Remarques relatives aux propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

Les valeurs seuils n'ont pas été discutées et doivent être soumises à des tests.

Bases potentiellement pertinentes

Installations de production d'électricité (OFEN)

5.6 La construction et l'exploitation des installations ne sont pas excessivement menacées par les dangers naturels (actuellement et à l'avenir)

La zone de production n'est pas excessivement menacée par des dangers naturels existants (chutes de pierres, instabilité des pentes, risque d'inondation, dégel du permafrost, etc.).

Remarques relatives à l'application

- Les dangers naturels comportent des risques et nécessitent parfois des dispositifs de protection coûteux. Les dangers naturels sont en principe pertinents, toutefois pratiquement toutes les Alpes apparaissent sur les cartes des dangers. Les dangers naturels localement pertinents doivent être clarifiés lors de la planification concrète.
- Les dangers naturels peuvent évoluer fortement en peu de temps en raison des changements climatiques rapides, notamment de l'augmentation des phénomènes météorologiques extrêmes qui en découle, et s'aggraver dans la plupart des cas. C'est pourquoi les cartes des dangers actuelles ne sont que peu fiables pour des horizons de temps plus longs.
- Les dangers naturels génèrent avant tout des coûts pour les investisseurs et ne doivent pas nécessairement être pris en considération lors de l'identification des zones adaptées.

Propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

- Exclusion de zones potentielles de permafrost.
- Exclusion des laves torrentielles, des chutes de pierres, des avalanches et des inondations de la carte des dangers naturels de l'OFEV.

Remarques relatives aux propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

Dans certains cas, des synergies avec des ouvrages de protection contre les avalanches ou d'autres ouvrages de protection pourraient également se présenter.

Bases potentiellement pertinentes

[Carte des dangers naturels](#) (OFEV)

5.7 La construction d'installations n'est pas empêchée par d'autres intérêts fédéraux (p. ex. installations militaires, aéronautique)

Il n'existe pas dans la zone des installations de type militaire, aéroports, etc.

Remarques relatives à l'application

- Les installations militaires ou aéronautiques doivent être exclues pour les éoliennes.
- Les installations solaires sur des bâtiments ou sur des surfaces non utilisées à l'intérieur de telles zones sont toutefois possibles.

Propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

Aucune, non pertinent.

Remarques relatives aux propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

Critère pertinent uniquement pour le vent. Le risque d'éblouissement par l'installation photovoltaïque doit être évalué au cas par cas.

Bases potentiellement pertinentes

- [Plan sectoriel des transports, partie infrastructure aéronautique](#) (PSIA)
- Installations militaires (pas publique)



6 Critères biodiversité

L'impact des installations de production d'énergie sur la biodiversité dépend amplement de la forme de production d'énergie. C'est pourquoi les critères d'identification des zones de production d'énergie peu conflictuelles doivent être appliqués individuellement pour l'énergie hydraulique, solaire et éolienne. Il convient de noter que le statut de protection d'une surface ne reflète pas toujours de manière suffisante sa valeur pour la biodiversité. Par exemple, les surfaces d'habitat d'importance nationale potentielle au-dessus de la limite de la forêt ont été très peu inventoriées ; beaucoup présentent une grande valeur pour la biodiversité, mais ne sont pas protégées. L'une des principales difficultés lors de la délimitation des zones énergétiques réside dans le fait que les données ne couvrent pas l'ensemble du territoire et que la délimitation des zones protégées est incomplète (en particulier dans les régions alpines).

Dans le contexte où l'acte modificateur unique prévoit d'accorder en principe la priorité aux installations de production d'énergie d'importance nationale par rapport à d'autres intérêts, la définition de ces zones dans le plan directeur constitue une étape décisive pour minimiser les dommages à la biodiversité. Il est donc nécessaire de se focaliser sur les zones où l'on peut s'attendre à un minimum de conflits avec la conservation et la promotion de la biodiversité et de la qualité du paysage.

Des points à prendre en considération lors de l'application des critères spécifiques au développement de la production d'énergie hydraulique, éolienne, ou solaire sont résumés séparément ci-après.

Hydroélectricité

L'utilisation déjà très étendue des cours d'eau pour la production d'énergie hydraulique et d'autres aménagements de cours d'eau compromet déjà fortement la connectivité et la dynamique de charriage de la plupart des cours d'eau en Suisse (OFEV, 2022). Il est donc particulièrement important pour la biodiversité de préserver les bassins versants avec un régime d'écoulement proche de la nature. En conséquence, le principal potentiel d'utilisation supplémentaire de l'énergie hydraulique dans un avenir proche semble résulter des projets de la table ronde sur l'énergie hydraulique (si l'« acte modificateur unique » entre en vigueur, ces projets seront très probablement mis en œuvre) et de la modernisation des installations existantes. Ces dernières offrent en même temps une opportunité en termes de revalorisation écologique.

Energie éolienne

Les connaissances sur l'impact de la production d'énergie éolienne sur la biodiversité se situent surtout à l'échelle de certaines éoliennes et des collisions d'oiseaux et de chauves-souris avec des éoliennes en service. Cependant, les effets des modifications d'habitats, de la perte d'habitats et des perturbations dues à la construction et à l'exploitation sont également pertinents (Schuster et al. 2015). Par conséquent, à une échelle plus grande ou pour des unités spatiales plus importantes, une analyse plus approfondie est nécessaire pour prendre en compte l'impact des éoliennes sur les populations d'espèces animales et végétales et sur les habitats ou les effets cumulés de plusieurs installations (May et al., 2019).

Energie solaire

Il n'est pas possible de tirer des conclusions scientifiquement fondées par rapport à l'impact de l'exploitation d'installations PV au sol sur le comportement de différentes espèces animales et sur les surfaces écologiquement sensibles. Selon une étude de la littérature, la diversité des espèces de plantes dans des prairies permanentes et des terres arables exploitées de manière intensive peut être améliorée par l'installation de systèmes PV (Schlegel, 2021). Dans les études citées qui proviennent de l'étranger, la construction d'une installation photovoltaïque s'accompagne d'une extensification de l'utilisation et, en partie, d'une revalorisation écologique. Les augmentations de la biodiversité constatées sont probablement principalement dues à l'extensification/la revalorisation écologique associée à l'installation; l'effet réel des installations PV sur la biodiversité n'a pas été examiné dans ces études. Sous les installations PV au sol, il y a des changements dans la composition des plantes qui dépendent fortement du contexte local. On ne sait pas encore ce que cela signifie pour le fonctionnement des écosystèmes (Mathis et al., 2024).

De l'avis des expert·e·s, il convient toutefois de partir du principe que la construction de grandes installations PV, en particulier sur des pentes raides (inclinaison supérieure à 20 degrés), nécessite l'utilisation de véhicules à chenilles ou de pelles araignées. En particulier sur les sols sensibles (p. ex. sur le flysch, le schiste ou les sols marécageux), il existe un risque de compactage dû au passage des véhicules et de dommages importants sur la végétation et les sols. Sans mesures spécifiques de protection des sols pendant la phase de construction, le démantèlement complet et le rétablissement de la situation initiale prévus par la loi pour les installations PV d'importance nationale (LEne, art. 71a, al. 5) peuvent être difficilement garantis sur de tels sites, en particulier en zone alpine. Les mesures de protection des sols devant être étudiées au cas par cas dans le cadre de la procédure d'autorisation de construire des installations, aucun critère relatif à la nature des sols n'est défini dans le présent rapport.

6.1 Ne contiennent pas de surfaces protégées pour la biodiversité

Les zones de production d'énergie ne doivent pas contenir de surfaces protégées. Les surfaces protégées comprennent les biotopes d'importance nationale, régionale et locale, les réserves d'oiseaux d'eau et d'oiseaux migrateurs, les réserves forestières, les paysages marécageux ainsi que les districts francs, si des espèces prioritaires au niveau national sont présentes dans ces derniers.

Remarques relatives à l'application

Critère d'exclusion. La nécessité de préserver des territoires à protéger est fondamentalement approuvée par

tous les acteurs. Il n'existe pas de consensus parmi les différents groupes d'acteurs sur la question de savoir si les différentes catégories de surfaces protégées doivent être considérées de manière différenciée (p. ex. au niveau national, cantonal, communal). Les spécialistes de la protection de la nature issus de la pratique et de la recherche recommandent de ne pas faire de distinction entre les différentes catégories de zones protégées, car les zones protégées existantes en Suisse ne suffisent pas à la conservation de la biodiversité.

Propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

Les polygones ou les cellules de grille contiguës des zones de production d'énergie ne contiennent pas de surfaces protégées ni leurs zones tampons.

Remarques relatives aux propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

L'équipe d'auteurs part du principe qu'en dehors du raccordement et de la construction, les installations solaires n'ont probablement que très peu d'influence négative sur les zones protégées adjacentes, à condition que les zones tampons des zones protégées soient respectées. Pour les installations PV au sol, le critère 6.3 «Les installations potentielles ne portent pas atteinte aux surfaces protégées pour la biodiversité» doit donc également être pris en compte.

Bases potentiellement pertinentes

- Géodonnées nationales zones protégées
- Géodonnées cantonales zones protégées
- Planification de l'infrastructure écologique des cantons (pas encore publique)

Remarque: Il convient de noter que pour les zones protégées d'importance régionale, une vue d'ensemble nationale devrait être disponible dans un futur proche dans le cadre des planifications de l'infrastructure écologique. Il n'existe pas (encore) de base de données à l'échelle nationale pour les zones protégées locales. Ces données ne pourront probablement être prises en compte que lors des travaux cantonaux dans le cadre du plan directeur.

6.2 Ne contiennent pas de surfaces dignes de protection pour la biodiversité

Les surfaces dignes de protection qui ne devraient pas être situées dans des zones de production d'énergie sont définies selon l'art. 14, al. 3 OPN, et comportent par exemple la présence d'espèces et de milieux naturels prioritaires, menacés ou protégés au niveau national.

Remarques relatives à l'application

Ce critère doit également tenir compte des surfaces à très haute valeur écologique qui n'ont pas été délimitées

comme espaces protégés. Dans les régions alpines en particulier, peu d'espaces protégés ont été délimités. Il n'y a pas de consensus parmi les différents groupes d'acteurs sur la rigueur d'application de ce critère. Plus les surfaces dignes de protection sont systématiquement exclues, moins il est nécessaire de peser les intérêts de protection et d'utilisation. Comme il n'existe pas de jeu de données agrégé pour les surfaces dignes de protection, il faut pour l'instant s'appuyer sur des modélisations ou du moins des approximations. Mais pour appliquer ce critère de manière optimale, des bases de données supplémentaires sont nécessaires.

Propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

Les polygones ou les cellules de grille contiguës de zones de production d'énergie ne contiennent pas de surfaces dignes de protection.

Remarques relatives aux propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

L'équipe d'auteurs part du principe qu'en dehors du raccordement et de la construction, les installations solaires n'ont que très peu d'influence négative sur les surfaces adjacentes dignes de protection, à condition que des zones tampons suffisantes sur le plan écologique soient respectées. Pour les installations PV au sol, le critère 6.4 « Les installations potentielles ne portent pas atteinte à des surfaces dignes de protection pour la biodiversité » doit donc également être pris en compte.

Bases potentiellement pertinentes

- Analyse d'InfoSpecies « **Sites d'intérêt pour la conservation des espèces et de leurs habitats** »
- **Carte des espaces vitaux Suisse** (WSL)
- **Liste des espèces et des milieux prioritaires au niveau national** (OFEV)
- **Listes rouges** (OFEV)
- **Bases de données d'InfoSpecies** sur les espèces protégées et menacées

Remarque : faute de jeu de données agrégé sur les surfaces dignes de protection, il convient de travailler avec des approximations.

6.3 Les installations potentielles ne portent pas atteinte à des surfaces protégées pour la biodiversité

- La formulation « ne portent pas atteinte » doit également tenir compte des effets négatifs des installations potentielles sur les surfaces protégées situées en dehors des zones de production d'énergie.
- Les surfaces protégées comprennent des biotopes d'importance nationale, régionale et locale, des réserves d'oiseaux aquatiques et migrateurs, des réserves fores-

tières, des paysages marécageux ainsi que des districts francs si des espèces prioritaires au niveau national sont présentes dans ces districts.

Remarques relatives à l'application

- Il s'agit d'un complément important du critère 6.1 « Ne contiennent pas de surfaces protégées » qui ne saurait toutefois remplacer ce critère compte tenu de la difficulté de le mettre en œuvre selon la forme de production d'énergie.
- Ce critère est particulièrement pertinent pour les éoliennes et les centrales hydroélectriques qui peuvent avoir un impact écologique bien au-delà du périmètre des installations. Notamment les tronçons à débit résiduel qui traversent des zones protégées sont à éviter d'un point de vue écologique.
- Différents groupes d'acteurs préconisent une approche différenciée, définie en fonction du statut de protection. Les spécialistes de la protection de la nature issus de la pratique et de la recherche estiment qu'une différenciation selon le statut des zones protégées est à rejeter, car les zones protégées existantes en Suisse ne suffisent pas à la conservation de la biodiversité.

Propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

Les polygones ou les cellules de grille contiguës des zones de production d'énergie ne contiennent pas de zones protégées, y compris des zones tampons écologiquement suffisantes. Lorsque celles-ci ne sont pas déjà délimitées, une zone tampon doit être prévue. Les différents groupes d'acteurs estiment la largeur des zones tampons nécessaires entre 25 m et 100 m (valeur indicative). En cas de présence d'espèces sensibles aux perturbations, la distance doit être plus grande.

Remarques relatives aux propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

L'équipe d'auteurs part du principe qu'en dehors du raccordement et de la construction, les installations solaires n'ont probablement que très peu d'influence négative sur les zones protégées adjacentes. L'équipe d'auteurs n'a pas connaissance d'études sur l'impact écologique des installations PV au sol sur les surfaces adjacentes et donc sur la largeur écologiquement utile des zones tampons. L'équipe d'auteurs part du principe que ce sont surtout le raccordement et la construction qui peuvent avoir une influence négative sur les zones protégées adjacentes. Les zones tampons veillent, à titre préventif, à ce que les influences négatives soient maintenues à un niveau aussi bas que possible, y compris pendant la phase d'exploitation.

Bases potentiellement pertinentes

- **Géodonnées zones protégées**
- Planification infrastructure écologique des cantons (pas encore publique)

Remarque: il convient de noter que dans un proche avenir, une présentation générale nationale des zones protégées d'importance régionale devrait être mise à disposition dans le cadre des planifications de l'infrastructure écologique. Il n'existe pas de base de données fédérale sur les zones protégées locales, raison pour laquelle de telles données ne pourront probablement être prises en compte que dans le cadre de projets concrets.

6.4 Les installations potentielles ne portent pas atteinte à des surfaces dignes de protection pour la biodiversité

- La formulation « ne portent pas atteinte » doit également tenir compte des effets négatifs des installations potentielles sur les surfaces dignes de protection situées en dehors des zones de production d'énergie.
- Les surfaces dignes de protection qui ne devraient pas être affectées par d'éventuelles installations dans des zones de production d'énergie sont définies selon l'art. 14 al. 3 OPN et comprennent par exemple la présence d'espèces et de milieux naturels prioritaires, menacés ou protégés au niveau national.

Remarques relatives à l'application

- Il s'agit d'un complément nécessaire du critère 6.2 « Ne contiennent pas de surfaces dignes de protection » qui ne saurait toutefois remplacer ce critère compte tenu de la difficulté de le mettre en œuvre. Ce critère est particulièrement pertinent pour les éoliennes et les centrales hydroélectriques, qui peuvent avoir un impact écologique bien au-delà du périmètre des installations, mais aussi, à des distances moindres, pour les installations PV.
- Ce critère doit également prendre en compte les surfaces à très haute valeur écologique qui n'ont pas de statut de protection – par exemple au-dessus de la limite des forêts. Il n'y a pas de consensus entre les différents groupes d'acteurs sur la rigueur d'application de ce critère. Plus les surfaces dignes de protection sont systématiquement exclues, moins il est nécessaire de peser les intérêts de protection et d'utilisation. Comme il n'existe pas de jeu de données agrégé pour les surfaces dignes de protection, il faut pour l'instant s'appuyer sur des modélisations ou du moins des approximations. Mais pour appliquer ce critère de manière optimale, des bases de données supplémentaires sont nécessaires.

Propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

Les polygones ou les cellules de grille contiguës des zones de production d'énergie ne contiennent pas de surfaces à protéger, y compris des zones tampons suffisantes sur le plan écologique. Lorsque celles-ci ne sont pas déjà délimitées, il faut admettre l'existence d'une zone tampon. Différents groupes d'acteurs estiment la largeur minimale

des zones tampons nécessaires entre 25 m et 100 m (valeur indicative).

Remarques relatives aux propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

L'équipe d'auteurs n'a pas connaissance d'études sur l'impact écologique des installations PV au sol sur les surfaces adjacentes et donc sur la largeur écologiquement utile des zones tampons. L'équipe d'auteurs part du principe que ce sont surtout l'aménagement et la construction qui peuvent avoir une influence négative sur les surfaces dignes de protection. Les zones tampons veillent, à titre préventif, à ce que les influences négatives soient maintenues à un niveau aussi bas que possible, y compris pendant la phase d'exploitation.

Bases potentiellement pertinentes

- Analyse d'InfoSpecies « **Sites d'intérêt pour la conservation des espèces et de leurs habitats** »
- **Carte des espaces vitaux Suisse** (WSL)
- **Liste des espèces et des milieux prioritaires au niveau national** (OFEV)
- **Liste rouges** (OFEV)
- **Bases de données d'InfoSpecies** sur les espèces protégées et menacées

6.5 Contiennent principalement des milieux naturels qui se régénèrent rapidement

Pour les milieux naturels dont le temps de régénération est court selon Delarze et al. (2016), il serait plutôt envisageable de prendre des mesures de compensation ou de les restaurer après le démantèlement. Les milieux naturels avec un long temps de régénération doivent être préservés autant que possible. Les milieux naturels qui affichent un temps de régénération 4 (R = 4, 25–50 ans) et plus rapide (R1 à R3) sont catégorisés ici en tant que milieux naturels à durée de régénération courte. Inversement, les milieux naturels qui présentent une durée de régénération R = 5 (50–200 ans) et R = 6 (> 200 ans) sont considérés comme n'étant guère régénérables.

Remarques relatives à l'application

Ce critère est prévu en tant que critère continu. Cela signifie que plus la part de milieux naturels régénérables est élevée, plus une zone de production d'énergie est adaptée. De nombreux milieux naturels qui présentent une durée de régénération R = 5 et R = 6 sont déjà couverts par un statut de protection (milieux naturels protégés et dignes de protection) (critères 6.1, 6.2, 6.3 et 6.4), à l'exception de certaines sociétés forestières et des milieux naturels situés en haute montagne. La proposition de classer les milieux naturels ayant une durée de régénération de R = 4 (25–50 ans) comme milieux naturels à courte durée de régénération évite d'exclure pratiquement tous les milieux naturels alpins. La carte des milieux naturels en Suisse

peut être utilisée à titre approximatif, même si elle n'est pas assez précise pour une classification.

Propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

Proportion de milieux naturels régénérables : plus la proportion est élevée, plus la zone est adaptée.

Remarques relatives aux propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

Même si la surface effectivement consacrée à l'ancrage des installations PV est relativement faible pour des installations PV au sol, il est possible que des engins de chantier circulent sur presque toute la surface pendant la phase de construction (en particulier à partir d'une pente de 20%).

Bases potentiellement pertinentes

- **Liste rouge des milieux naturels en Suisse** (Delarze et al., 2016)
- **Carte des milieux naturels en Suisse** (WSL)

6.6 Contiennent une faible proportion de surfaces qui seront importantes pour la biodiversité à l'avenir

En raison notamment du changement climatique, de nouvelles surfaces seront précieuses à l'avenir pour la conservation de la biodiversité. Il convient également de préserver les surfaces qui, en raison des conditions locales, présentent un potentiel élevé de revitalisation et de valorisation, notamment les surfaces qui resteront humides et mouillées malgré le changement climatique ou qui contiennent des corridors importants pour les déplacements d'aires de répartition (p. ex. certaines vallées).

Remarques relatives à l'application

Ce critère est encore difficilement applicable à l'heure actuelle, aucune donnée n'étant encore disponible à l'échelle nationale pour son application. Des analyses réalisées à l'échelle nationale devraient être publiées au cours de l'année 2024 dans le cadre du projet ValPar.CH.

Propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

Proportion de surface sans surfaces importantes à l'avenir selon l'analyse ValPar.CH : plus la proportion est faible, plus la zone est adaptée.

Remarques relatives aux propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

Aucune.

Bases potentiellement pertinentes

Cartes de répartition potentielle des espèces de **ValPar.CH** (elles seront publiées en 2024 sur la base des données d'InfoSpecies et de la statistique de la superficie)

6.7 Les installations potentielles ne portent pas atteinte de manière significative aux processus écologiques de grande échelle

Le régime d'écoulement naturel est le principal processus écologique de grande échelle susceptible d'être limité par la production d'énergie. La propagation des espèces, les migrations saisonnières et les déplacements d'aire de répartition en raison du changement climatique sont également des processus écologiques de grande échelle. Ils sont toutefois traités dans le cadre du critère 6.8.

Remarques relatives à l'application

Ce critère est surtout pertinent pour l'énergie hydraulique et les atteintes aux cours d'eau qui ont encore un régime d'écoulement naturel.

Propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

Non pertinent pour les installations PV au sol. Les installations PV au sol n'ont guère d'impact sur les processus écologiques à grande échelle, exception faite de la mise en réseau (voir critère 6.8).

Remarques relatives aux propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

Aucune.

Bases potentiellement pertinentes

Module hydrologie – régime d'écoulement (SMG)

6.8 Les installations potentielles ne portent atteinte à aucun corridor de mise en réseau

Les obstacles supplémentaires dus à des constructions et à des travaux de raccordement ne doivent pas entraver davantage les corridors de mise en réseau. Les sites de migration des amphibiens, les voies empruntées par les animaux sauvages, les cours d'eau, les sites connus sur lesquels se concentre la migration des oiseaux et des chauves-souris et les unités territoriales présentant généralement une bonne continuité du paysage en font partie.

Remarques relatives à l'application

La mise en réseau des milieux naturels et des populations est essentielle pour la conservation de la biodiversité à long terme, notamment au regard du changement climatique. Les possibilités de migration entre l'habitat d'été et l'habitat d'hiver ou entre les habitats au cours des différentes phases de vie ainsi que la continuité des paysages qui permettent les déplacements d'aires de répartition en raison du changement climatique en font partie. L'effet barrière des différents types de production d'énergie est très variable. Les centrales hydroélectriques réduisent tout particulièrement la mise en réseau. L'impact des éoliennes sur les voies migratoires des oiseaux

et des chauves-souris ne se mesure pas (uniquement) aux collisions survenues sur des éoliennes isolées, mais doit être pris en compte de manière cumulative sur l'ensemble de la voie migratoire respectivement sur l'ensemble de la population. Les couloirs de migration de nombreuses espèces terrestres entre les habitats d'hiver et d'été ne sont pas cartographiés, mais peuvent être approchés par des analyses d'habitats perméables. De même, les liaisons importantes entre les zones de reproduction, les zones d'alimentation et les zones de repos doivent être préservées.

Propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

Les zones de production d'énergie ne coupent aucun corridor de mise en réseau connu. L'accès (raccordement) devrait pouvoir être aménagé sans porter atteinte aux corridors ni à la continuité du paysage.

Remarques relatives aux propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

Il n'existe pas de données scientifiquement étayées sur l'effet barrière des installations PV. Il semble toutefois plausible que les installations PV au sol, même sans clôture, pourraient entraver la circulation de certaines populations (ce qui, jusqu'à présent, a pu être prouvé uniquement pour l'utilisation de l'espace par des chauves-souris [Tinsley et al., 2023]). Sur les surfaces exploitées de manière intensive, certaines espèces pourraient également en profiter si la surface est extensifiée ou revalorisée sur le plan écologique. En vertu du principe de précaution, il convient d'éviter les corridors de mise en réseau connus.

Bases potentiellement pertinentes

- **Situation écologique et aires de mise en réseau en Suisse – Module A – concept spatial** (Rossi et al., 2020)
- Analyse d'InfoSpecies « **Sites d'intérêt pour la conservation des espèces et de leurs habitats** »
- **Site de migration de batraciens** (info fauna - karch)
- **Corridors à faune d'intérêt suprarégional** (OFEV)

6.9 Sont de faible importance pour plusieurs services écosystémiques (faible multifonctionnalité)

Les zones qui fournissent une multitude de services écosystémiques doivent être épargnées. Services potentiels à prendre en compte à cet égard: protection contre les risques naturels, séquestration et stockage du CO₂, stockage et régénération de l'eau, régulation des organismes nuisibles, services de pollinisation, adaptation au climat et fertilité des sols. Les services pris en compte se basent sur les services écosystémiques de régulation (NCPs) selon l'IPBES; les services culturels sont en grande partie couverts par les critères du thème paysage.

Remarques relatives à l'application

- Les zones offrant le moins de services écosystémiques sont les plus adaptées. Seul le lieu d'offre des services écosystémiques est pris en compte, et non leur demande.
- Ce critère est encore difficile à appliquer à l'heure actuelle, aucune donnée n'étant encore disponible à l'échelle nationale pour son application. Des analyses réalisées à l'échelle nationale devraient être publiées au cours de l'année 2024 dans le cadre du projet ValPar.CH.

Propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

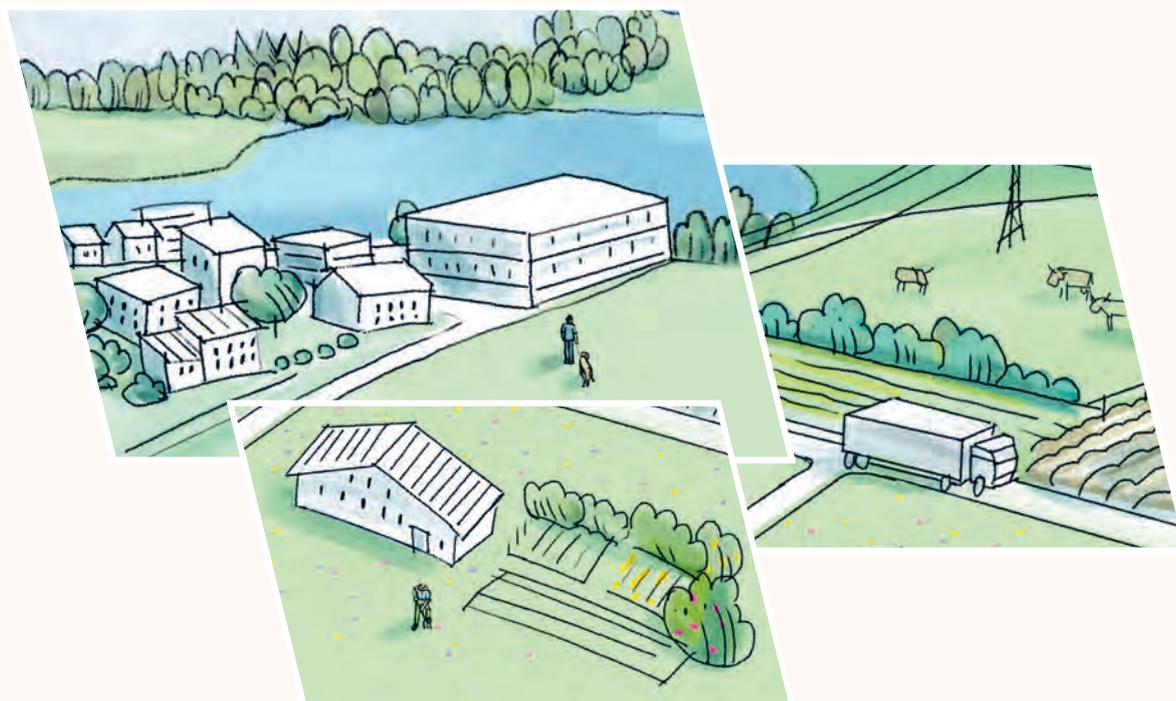
Les zones offrant le moins de services écosystémiques sont les plus adaptées.

Remarques relatives aux propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

- Un grand nombre de services écosystémiques de régulation n'est pas atteint par les installations PV au sol ou il semble plausible que les conflits soient limités (p. ex. les forêts et les sols (marécageux) en partie riches en carbone sont souvent techniquement peu adaptés aux installations PV au sol).
- Pour les installations PV au sol (en particulier à partir d'une pente de 20%), il importe de tenir compte du terrain. Sur les sites qui comportent des sols riches en argile (p. ex. flyschs, schistes argileux ou schistes cristallins), ceux-ci sont menacés car ils peuvent être compactés par le passage de véhicules, ce qui peut provoquer une stagnation des eaux. L'installation de grandes centrales photovoltaïques peut nécessiter le passage d'engins de chantier sur pratiquement toute la surface. Le risque d'endommager les sols est considérable.

Bases potentiellement pertinentes

Cartes de performance des écosystèmes de **ValPar.CH** (elles seront publiées en 2024)



7 Critères paysage

L'impact des installations de production d'énergie renouvelable sur le paysage n'est généralement pas contesté. Cependant, cet impact varie considérablement selon la forme de production d'énergie, la taille des installations et leur positionnement dans le paysage. Des bases scientifiques complètes ne sont pas disponibles pour tous les critères. Par exemple, la qualité perçue du paysage est une valeur qui présente une dynamique temporelle et qui doit être réévaluée en permanence, mais qui peut tout à fait être prise en compte et évaluée par les méthodes des sciences (sociales).

L'impact sur le paysage peut notamment être minimisé lors d'une concentration d'installations de production d'énergies renouvelables dans des zones qui disposent déjà d'infrastructures et/ou qui sont utilisées de manière intensive (Académies suisses des sciences, 2012). Cette condition est traitée par le critère 7.1.

Les critères relatifs à la visibilité des installations potentielles n'ont délibérément pas été inclus dans la liste des critères. En effet, les parties prenantes ne sont pas toutes d'accord sur la question de savoir dans quelle mesure une bonne visibilité doit être considérée comme positive (priorisation des zones déjà chargées en infrastructures, prise de conscience des besoins en surface pour la production d'énergie) ou négative (influence potentielle sur l'acceptation, atteinte aux zones fréquentées par des touristes).

Il convient de noter que la qualité perçue du paysage est soumise à une forte dynamique temporelle et peut également être influencée de manière déterminante par les discours politiques et sociétaux en cours. En ce sens, la

« compatibilité paysagère » ne peut pas être considérée comme une valeur absolue et constante.

La taille et l'intégration des installations dans le paysage ont un impact important sur la qualité du paysage et jouent donc un rôle central. Elles ne sont toutefois pas prises en compte ici, étant donné qu'il s'agit d'une étude des installations au cas par cas. Ces aspects doivent donc être soigneusement examinés à l'étape suivante, dans le cadre d'une éventuelle planification concrète d'une installation.

Les zones qui comportent des paysages protégés doivent être exclues en première priorité (Académies suisses des sciences, 2012).

7.1 Présentent un paysage et des terres intensément exploités avec une infrastructure existante ou à proximité

Les installations de production d'énergie renouvelable doivent être construites en priorité dans des paysages déjà exploités. Un « paysage intensément exploité » est une zone comportant des infrastructures existantes (habitat, énergie, tourisme, ouvrages de protection, routes) ou située à proximité de telles infrastructures, d'une agriculture ou d'une sylviculture intensive, ou encore d'un espace étanchéifié ou pollué par des émissions sonores et lumineuses. Il est également possible de prendre en compte des infrastructures qui seront construites ou sont prévues dans un avenir proche (p. ex. surfaces sur lesquelles des ouvrages de protection sont nécessaires en raison de dangers naturels).

Remarques relatives à l'application

- Il existe potentiellement un conflit d'objectifs avec des espaces de loisirs de proximité ou des zones touristiques, ceux-ci étant souvent fréquentés précisément du fait de la qualité de leur paysage à laquelle des infrastructures supplémentaires peuvent porter atteinte. Dans ce contexte également, il convient de tenir compte de la dynamique temporelle de l'évaluation. Cela permet d'inclure des zones qui, par exemple, sont prévues dans le plan directeur pour le développement d'infrastructures dans un avenir proche.
- L'utilisation de forêts et de terres agricoles peut être adaptée en fonction de la forme d'énergie et des conditions locales et légales. Une approche visuelle d'une unité paysagère, ainsi que sa visibilité et son accessibilité peuvent aider à définir la notion de « proximité ».

Propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

- Il est possible d'utiliser, en tant que base, un ensemble de données reposant sur la télédétection, par exemple les émissions lumineuses, comme indicateur de proximité de l'infrastructure.
- La Layer Wilderness (Radford et al., 2019, échelle de 4 à 20, approche selon l'analyse Reusser, 2023) peut également être utilisée.
- Pour les futures infrastructures de protection contre les dangers naturels, il est possible d'utiliser des jeux de données cantonaux correspondants.

Remarques relatives aux propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

- Les jeux de données basés sur la télédétection peuvent représenter correctement la dynamique temporelle étant donné qu'ils sont faciles à actualiser et présentent une résolution spatiale élevée. Les spécialistes considèrent les émissions lumineuses comme une bonne approche en matière de proximité des infrastructures. Naturellement, cela ne permet pas de couvrir toutes les infrastructures. La valeur seuil de définition de la proximité des infrastructures peut être définie différemment selon les régions.
- Gestion des zones agricoles : selon Jaeger et al. (2022), le plus grand potentiel d'installations PV se trouve sur les surfaces d'assolement. Cependant, la situation juridique est ici actuellement limitante.
- Si de futures infrastructures sont incluses en raison des dangers naturels escomptés, les valeurs seuils appliquées à la sélection des zones doivent être fixées individuellement, car les données varient d'un canton à l'autre.

Bases potentiellement pertinentes

- **LABES : Indicateur zones sans installations**
- **LABES : Indicateur morcellement du paysage**
- **LABES : Indicateur émissions lumineuses**
- **Conception paysage suisse**

- **Indicateurs Wilderness** (Radford et al., 2019)
- **Cartes de dangers de la Confédération** et des cantons

7.2 Sont situées dans des zones où la qualité du paysage est perçue comme faible

La qualité d'un paysage est subjective, c'est-à-dire qu'elle dépend de la perception d'une personne. Les zones dont la qualité du paysage est perçue comme faible doivent être privilégiées pour le développement des énergies renouvelables.

Remarques relatives à l'application

- La perception est difficile à mesurer, subjective et dépend d'un échantillon statistiquement représentatif. Selon la résolution spatiale et la taille de l'échantillon, les données fournissent des résultats plus ou moins bons. Actuellement, seules les valeurs du programme LABES sont disponibles pour toute la Suisse. Ces valeurs doivent être validées ou, dans certaines circonstances, complétés/approfondis pour la région ou le canton, car elles ne sont géographiquement disponibles qu'au niveau communal.
- Bien que les spécialistes soient fondamentalement d'accord sur le fait que la qualité du paysage est subjective, la nécessité de la mesurer objectivement se fait toujours ressentir. Dans le cadre de l'accompagnement paysager de l'EIE, il existe des critères qui permettent d'évaluer objectivement les atteintes au paysage et qui pourraient par exemple être utilisés dans un deuxième temps pour une évaluation qualitative. Ces critères s'appuient sur la spécificité, la diversité et le caractère naturel du paysage.
- La qualité perçue du paysage peut également varier dans le temps, ce dont il faut tenir compte lors de la mise en œuvre.

Propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

- Les valeurs relatives à la beauté perçue du paysage du programme LABES peuvent être normalisées (min-max) et ainsi transposées géographiquement (voir également Reusser, 2023).
- Dans un deuxième temps, une évaluation qualitative des zones en principe adaptées peut être réalisée sur place. Cependant, cela pourrait également se faire à la fin, dans le cadre de l'évaluation des installations individuelles.

Remarques relatives aux propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

- Les conceptions cantonales du paysage doivent être systématiquement prises en compte lorsque cela est possible. Il est très important de comparer les zones potentielles avec les objectifs cantonaux. Certaines zones

et valeurs seuils ne sont pas traitées ici en raison des différences entre les concepts cantonaux.

- Dans le cas d'une cartographie avec les données LABES, comme proposé par Reusser (2023), le résultat doit être validé (voir complété/approfondi) pour la région ou le canton considéré, étant donné que les données ne sont disponibles qu'au niveau communal.
- Le « Catalogue d'exigences pour les installations photovoltaïques au sol dans l'espace alpin sous l'angle de la protection du paysage » de la Fondation suisse pour la protection et l'aménagement du paysage sert à l'évaluation des installations individuelles.

Bases potentiellement pertinentes

- **LABES: Indicateurs particularité du paysage, perception de la beauté du paysage**
- Conceptions cantonales du paysage
- **Catalogue de critères** (SL-FP)
- **Manuel EIE**

7.3 Ne sont pas situées dans des zones de protection stricte du paysage

Les installations de production d'énergie renouvelable sont exclues des zones bénéficiant d'une protection stricte (parc national, zone centrale des parcs naturels périurbains et réserves de biosphère).

Remarques relatives à l'application

Critère d'exclusion: la protection de la valeur intrinsèque du paysage est prioritaire dans ces zones. Les zones centrales des futurs parcs nationaux de la nouvelle génération (situation 2024: aucun projet) font également partie de cette catégorie.

Propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

Exclusion: parcs nationaux, zones centrales des parcs naturels périurbains et réserves de biosphère

Remarques relatives aux propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

La forêt est déjà exclue, de même que les réserves forestières (voir critères biodiversité).

Bases potentiellement pertinentes

- **Parcs d'importance nationale**
- **Zones centrales des parcs naturels périurbains**
- **Zones centrales des réserves de biosphère**

7.4 Les installations potentielles ne portent pas atteinte à des paysages naturels et culturels protégés

Cette catégorie comprend les zones de protection du paysage et les paysages de l'Inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale (IFP), les zones du patrimoine naturel et culturel mondial de l'UNESCO, les zones périphériques des parcs nationaux, les zones d'entretien des réserves de biosphère de l'UNESCO, les zones de transition des parcs naturels périurbains, les zones cantonales de protection du paysage, les biens ISOS, PBC et IVS. Ces zones doivent être garanties à long terme pour le bénéfice de l'humain et pour la préservation de la diversité biologique et paysagère.

Remarques relatives à l'application

- En première priorité critère d'exclusion.
- En principe, les zones de production d'énergie peuvent se recouper avec des sites IFP, des sites du patrimoine mondial de l'UNESCO, des zones périphériques de parcs nationaux, des zones d'entretien de réserves de biosphère de l'UNESCO, des zones de transition de parcs naturels périurbains, des zones cantonales de protection du paysage et des biens ISOS/CGS/IVS.
- La production d'énergie ne doit cependant pas compromettre les objectifs de protection, les valeurs universelles exceptionnelles ou les évaluations du paysage, ni porter atteinte aux biens ISOS/PBC/IVS (valeurs qualitatives; à considérer individuellement si les biens ne sont pas exclus). Il importe de ne pas risquer de perdre le label (p. ex. concernant des sites de l'UNESCO ou des parcs naturels périurbains).
- Ce critère ne doit pas obligatoirement être utilisé comme critère d'exclusion, un certain chevauchement est admissible, mais il nécessite un examen qualitatif minutieux.
- La plupart des biens ISOS et PBC sont certes situés à l'intérieur de zones à bâtir; ils ont cependant parfois un effet sur le paysage (par exemple le château de Tarasp) qui ne doit pas être affecté (voir également les remarques relatives aux propositions de mise en œuvre).

Propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

Exclusion: zones IFP, sites du patrimoine mondial de l'UNESCO, zones périphériques des parcs nationaux, zones d'entretien des réserves de biosphère de l'UNESCO, zones de transition des parcs naturels périurbains, zones cantonales de protection du paysage et biens ISOS/PBC/IVS.

Remarques relatives aux propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

- Les installations PV au sol ne doivent pas compromettre les objectifs de protection, les valeurs universelles exceptionnelles ou les évaluations du paysage, ni porter

atteinte aux biens ISOS/PBC/IVS (valeurs qualitatives). Il importe de ne pas risquer de perdre le label (p. ex. concernant des sites de l'UNESCO ou des parcs naturels périurbains). C'est pourquoi ces zones doivent être exclues en première priorité.

- L'inclusion éventuelle de zones nécessite un examen qualitatif minutieux. Un tel examen est tout particulièrement important pour les biens ISOS et culturels pour lesquels la visibilité, respectivement l'accessibilité visuelle, devrait être prise en considération au niveau des installations PV. Un bien ISOS qui impacte le paysage ne doit pas être affecté par la construction à proximité immédiate d'installations PV au sol.

Bases potentiellement pertinentes

- Sites IFP
- ISOS
- Biens culturels (PBC)
- Voies historiques (IVS)
- Patrimoine mondial de l'UNESCO
- Zones périphériques des parcs nationaux de nouvelle génération (état 2024 : aucun projet)
- Zones de transition des parcs naturels périurbains
- Zones de gestion des réserves de biosphère de l'UNESCO
- Zones cantonales de protection du paysage

7.5 S'alignent à l'objectif de développement durable dans les autres catégories de parcs

Il s'agit de parcs ou de zones de parcs ayant pour objectif le développement durable, notamment de parcs naturels régionaux et des aires de transition des réserves de biosphère de l'UNESCO, lesquels peuvent en principe se recouper avec des zones de production d'énergie.

Remarques relatives à l'application

En principe, les zones de production d'énergie peuvent se recouper avec des parcs naturels régionaux et des aires de transition des réserves de biosphère. Ces catégories de parcs visent un développement durable, lequel peut également être utilisé comme argument en faveur des installations d'énergie renouvelable. Le paysage ne doit toutefois pas être affecté au point qu'il en résulte une perte de label.

Propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

Les zones sans statut de protection devraient être plus susceptibles d'accueillir des installations PV au sol que celles situées dans des parcs naturels régionaux ou dans des aires de transition des réserves de biosphère de l'UNESCO.

Remarques relatives aux propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

L'atteinte au paysage doit être soigneusement étudiée pour les installations individuelles afin d'éviter toute perte de label.

Bases potentiellement pertinentes

- Parcs naturels régionaux
- Aires de transition des réserves de biosphère de l'UNESCO



8 Critère acceptation

L'acceptation d'installations de production d'énergie renouvelable comporte au moins deux dimensions. D'une part, l'acceptation sociopolitique, qui reflète l'attitude fondamentale de la population vis-à-vis de telles installations, y compris leur intégration dans le paysage en général, et d'autre part, l'acceptation locale vis-à-vis d'installations concrètes à un endroit donné (Salak et Hunziker, 2022). L'acceptation sociopolitique présente un lien élevé avec le paysage. Selon Salak et Hunziker (2022), les installations de production d'énergie renouvelable sont surtout acceptées par le grand public là où le paysage est déjà construit et/ou utilisé de manière intensive. Les données sur l'acceptation sociopolitique sont actuellement limitées en ce qui concerne la résolution spatiale et les différentes formes d'énergie, car l'étude de Salak et Hunziker (2022) ne prend en compte que l'énergie éolienne et solaire. L'acceptation locale est considérée comme difficile à prévoir et est donc omise dans ce rapport. Elle peut être encouragée par des formes appropriées de planification et de participation (Salak et Hunziker, 2022).

8.1 Présentent une acceptation élevée ou potentiellement élevée par l'ensemble de la population

Les types de paysages pour lesquels l'acceptation des énergies renouvelables par l'ensemble de la population est élevée, d'après les sondages, devraient être utilisés en priorité pour la production d'énergies renouvelables. Ce critère a pour objet la question des intérêts supérieurs de la société et des déclarations à grande échelle, et non des espaces spécifiques.

Remarques relatives à l'application

- L'acceptation est soumise à une forte dynamique temporelle ainsi qu'à une composante locale, qui n'est toutefois pas développée plus en détail ici en raison du manque de données.
- L'acceptation locale est actuellement couverte par l'autorisation délivrée par la commune d'implantation. Celle-ci doit être prise en compte dans le cadre de l'élaboration d'un projet.
- L'acceptation locale peut amplement dépendre de la visibilité d'un site. Les avis des expert-e-s sur cette question sont divergents ; certains soutiennent le fait que les installations doivent être explicitement visibles.
- Ce critère est controversé dans la mesure où tant son développement que sa suppression sont souhaités par les contributeur-ice-s.

Propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

- Critère d'exclusion partielle : Les zones alpines vierges doivent être exclues (Layer Wilderness WSL [Radford et al., 2019] > 15 [proposition en tant que valeur seuil indicative]).
- Territoire restant : pondération des résultats Energyscape selon le type de paysage (Reusser, 2023), normalisation des valeurs préférentielles selon Salak et Hunziker (2022).

Remarques relatives aux propositions de mise en œuvre spécifiques aux installations PV au sol

- La valeur seuil relative à l'exclusion des zones alpines vierges doit être vérifiée pour une région spécifique avec des valeurs selon Reusser (2023).

- L'exclusion de zones alpines résulte des déclarations très claires émises dans le cadre de l'étude Energyscape (Salak et Hunziker, 2022).
- Les données disponibles (p. ex. d'Energyscape) devraient être validées localement du fait de la répartition approximative des régions.

Bases potentiellement pertinentes

- **Energyscape**
- **Energyscape2**
(Reprise en 2022, PV et énergie éolienne uniquement)
- **Indicateurs Wilderness** (Radford et al., 2019)

9 Perspectives

Une (première) étape de ce projet a été franchie avec la publication de la « liste de critères commentée » et de ses propositions de mise en œuvre pour les installations PV au sol. L'élaboration de propositions de mise en œuvre pour des installations éoliennes et, le cas échéant, pour des installations hydroélectriques dépendra de l'évaluation de l'utilité des propositions de mise en œuvre pour les installations solaires et de la liste de critères à l'attention des destinataires (cantons, fournisseurs d'énergie, etc.), ainsi que de leur utilisation effective.

Une mise en œuvre spatiale concrète est prévue en collaboration avec des instituts de recherche. Celle-ci peut inclure entre autres les éléments suivants :

- Analyses de sensibilité sur l'influence de différents critères, valeurs seuils et éventuellement pondérations. Elles visent à déterminer quels paramètres exercent une forte influence sur les zones identifiées et lesquels ont un impact moindre.
- Elaboration de cartes pour différents scénarios de choix de paramètres.
- Elaboration d'un outil permettant la superposition de cartes ou de paramètres de mise en œuvre, avec choix des critères, de la mise en œuvre et de la pondération des paramètres.

10 Remarques finales

En ce qui concerne l'impact des installations de production d'énergie renouvelable sur la biodiversité et le paysage, le choix du site est l'étape la plus importante. La planification spatiale minutieuse est donc la mesure la plus efficace pour réduire les effets indésirables du développement des énergies renouvelables (Bennun et al., 2021). La présente « liste commentée des critères », avec ses propositions de mise en œuvre pour les installations PV au sol, est un instrument de travail destiné à soutenir la recherche des zones de production d'énergie les plus adaptées dans une perspective globale de production d'énergie et de préservation du paysage et de la biodiversité. Il faut signaler que les groupes d'acteurs impliqués s'accordent à dire que le développement des énergies renouvelables doit se faire rapidement, sans causer pour autant des dommages inutiles. Cependant, sachant que les zones de production d'énergie prévoient en principe la priorité des installations énergétiques par rapport à d'autres intérêts, les défenseurs de la biodiversité et du paysage redoutent que le développement des énergies renouvelables génère une pression supplémentaire sur le paysage et la biodiversité. L'application de la présente liste de critères permet de sélectionner des sites présentant de bonnes caractéristiques pour la production d'énergie ainsi qu'une valeur minimale ou comparativement faible pour la biodiversité et le paysage. Dans l'idéal, il est ainsi possible de trouver des zones dans lesquelles les conflits d'intérêts sont faibles ou inexistantes. Cela a l'avantage très pratique d'accélérer le développement des énergies renouvelables en réduisant la probabilité d'oppositions. Indirectement, cette démarche aide également à se focaliser davantage sur les obstacles communs sous-jacents à la protection du climat, de la biodiversité et du paysage, notamment la consommation excessive de combustibles fossiles, de produits nocifs pour l'environnement et de terres.

11 Bibliographie

- Académies suisses des sciences (2012) **Solutions possibles pour la Suisse dans les conflits entre les énergies renouvelables et l'utilisation du territoire**. 20 p.
- Anderegg D, Strebel S, Rohrer J (2023) **Alpine Photovoltaik Versuchsanlage Davos Totalp: Erkenntnisse aus 5 Jahren Betrieb**. ZHAW Haute école zurichoise des sciences appliquées, IUNR Institut pour l'environnement et les ressources naturelles.
- OFEV (éditeur) (2022) **Eaux suisses. Etat et mesures**. Office fédéral de l'environnement, Berne Etat de l'environnement n° 2207: 93 p.
- Bennun L, van Bochove J, Ng C, Samper C, Rainey H, Rosenbaum HC (2021) **Mitigating biodiversity impacts associated with solar and wind energy development: Guidelines for project developers**. 233 p.
- OFEN (éditeur) (2019) **Potentiel hydroélectrique de la Suisse 2019, Août 2019**. Accès: mars 2024
- OFEN (éditeur) (2023) **Atlas des vents de la Suisse**. Accès: décembre 2023
- OFEN Page web **Grandes installations photovoltaïques**. Accès: février 2024
- Boulouchos K, Neu U, et al. (2022) **Système énergétique suisse 2050 : pistes pour assurer le zéro émission nette de CO₂ et la sécurité de l'approvisionnement**. Rapport de synthèse. Swiss Academies Reports 17 (3)
- Delarze R, Eggenberg S, Steiger P, Bergamini A, Fivaz F, Gonthier Y et al. (2016) **Liste rouge des milieux menacés de Suisse**. Abrégé actualisé du rapport technique de 2013 sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV): Berne, Suisse. 34 p.
- Dujardin A, Kahl A, Lehning M (2021) **Synergistic optimization of renewable energy installations through evolution strategy**. Environmental Research Letters, 16: 064016. doi: 10.1088/1748-9326/abfc75.
- Gisler L, Björnsenn A, Bowman G, Buchecker M, Burg V, Hersperger A, Hunziker M, Salak B, Schulz T, Seidl I (2024) **Energiewende: kommunale und regionale Handlungsmöglichkeiten**. Merkl. Prax. 75. 12 S. doi.org/10.55419/wsl:35816
- Ismail SA, Geschke J, Kohli M, Spehn E, Inderwildi O, Santos MJ, Fischer M (2021) **Aborder conjointement le changement climatique et la perte de la biodiversité**. Swiss Academies Factsheets; 16 (3), 8 p.
- Jaeger M, Vaccaro C, Boos J, Junghardt J, Strebel S, Anderegg D, Rohrer J, Schibli B (2022) **Machbarkeitsstudie Agri-Photovoltaik in der Schweizer Landwirtschaft**. ZHAW Wädenswil, 119 p.
- Mathis T, Stampfli A, Stöckli A (2024) **Wie verändern alpine Solarparks die Vegetation, den Boden und das Ökosystem?** N+L Inside 4/23, 31-34.
- May R, Masden EA, Bennet F, Perron M (2019) **Considerations for upscaling individual effects of wind energy development towards population-level impacts on wildlife**. Journal of environmental management, 230, 84-93.
- Radford SL, Senn J, Kienast F (2019) **Indicator-based assessment of wilderness quality in mountain landscapes**. Ecological Indicators, 97, 438-446.
- Reusser M (2023) **Analyzing low-conflict energy sites for photovoltaic and wind installations in Switzerland: A spatially explicit GIS-based model**. Master Thesis, ETH Zurich, 86 p.
- Salak B, Hunziker M (2022) **Schweizer Bevölkerung will keine Energieanlagen in unberührten Alpenlandschaften**. Accès: février 2024
- Salak B, Lindberg K, Kienast F, Hunziker M (2021) **How landscape-technology fit affects public evaluations of renewable energy infrastructure scenarios. A hybrid choice model**. Renew. Sustain. Energy Rev. 143. doi.org/10.1016/j.rser.2021.110896
- Schlegel J (2021) **Auswirkungen von Freiflächen-Photovoltaikanlagen auf Biodiversität und Umwelt: Literaturstudie**. Energieschweiz.ch und ZHAW Wädenswil, 72 p.
- Schuster E, Bulling L, Köppl J (2015) **Consolidating the state of knowledge: a synoptical review of wind energy's wildlife effects**. Environmental Management, 56, 300-331.
- Tinsley E, Froidevaux JS, Zsebók S, Szabadi KL, Jones G (2023) **Renewable energies and biodiversity: Impact of ground-mounted solar photovoltaic sites on bat activity**. Journal of Applied Ecology, 60(9), 1752-1762.

Qui sommes-nous ?

Les **Académies suisses des sciences (a+)** regroupent les cinq académies scientifiques suisses, l'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT), l'Académie suisse des sciences humaines et sociales (ASSH), l'Académie suisse des sciences médicales (ASSM), l'Académie suisse des sciences techniques (SATW) et la Jeune Académie Suisse (JAS). Elles comprennent en outre les centres de compétences TA-SWISS et Science et Cité ainsi que d'autres réseaux scientifiques. Les Académies suisses des sciences promeuvent la collaboration entre les scientifiques à l'échelon régional, national et international. Elles représentent la communauté scientifique aussi bien sur le plan des disciplines qu'au niveau interdisciplinaire et indépendamment des institutions et des branches spécifiques. Leur activité est orientée vers le long terme et vise l'excellence scientifique. Elles se fondent sur les savoirs scientifiques pour conseiller les politiques et le public sur des questions touchant de près la société.

La **Commission Energie des Académies suisses des sciences** encourage et coordonne la discussion et l'échange de connaissances sur les thèmes de l'énergie et de l'utilisation durable des ressources au sein de la communauté scientifique et entretient le dialogue avec la politique et la société. Elle recherche la collaboration avec les universités et les hautes écoles spécialisées suisses et entretient un réseau de la communauté scientifique suisse sur le thème de l'énergie.

SCNAT – un savoir en réseau au service de la société

L'**Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT)** s'engage à l'échelle régionale, nationale et internationale pour l'avenir de la science et de la société. Elle renforce la prise de conscience à l'égard des sciences naturelles afin que celles-ci deviennent un pilier central de notre développement culturel et économique. Sa large implantation dans le milieu scientifique en fait un partenaire représentatif pour la politique. La SCNAT œuvre à la mise en réseau des sciences, met son expertise à disposition, encourage le dialogue entre la science et la société, identifie et évalue les progrès scientifiques de manière à construire et à renforcer les bases de travail de la chaîne génération de chercheuses et de chercheurs. Elle fait partie des Académies suisses des sciences.

En tant que centre de compétence scientifique pour la biodiversité et ses services écosystémiques, le **Forum Biodiversité Suisse** encourage le dialogue entre la science, l'administration, la pratique de la protection de la nature, l'économie et le public. En s'appuyant sur son expertise scientifique, le Forum contribue à la transmission des connaissances sur la biodiversité et présente des approches pour la conservation et la promotion de la biodiversité.

En tant que réseau national inter- et transdisciplinaire, le **Forum Paysage, Alpes, Parcs (FoLAP)** contribue à faire progresser les connaissances et le dialogue sur le paysage et les processus de transformation du paysage. Il s'engage pour des concepts d'aménagement, de développement et de protection durables. Les Alpes, les parcs et les espaces protégés constituent les points forts du forum. Le thème de la protection du climat et du paysage est l'un des thèmes centraux que le forum aborde en priorité.

ProClim est le **forum pour le climat et les changements environnementaux globaux** de l'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT). Dans ces domaines thématiques, ProClim sert d'interface entre la science d'une part, et l'administration publique, la politique, l'économie et le public d'autre part, et favorise la communication entre ces milieux.